

М80

929586

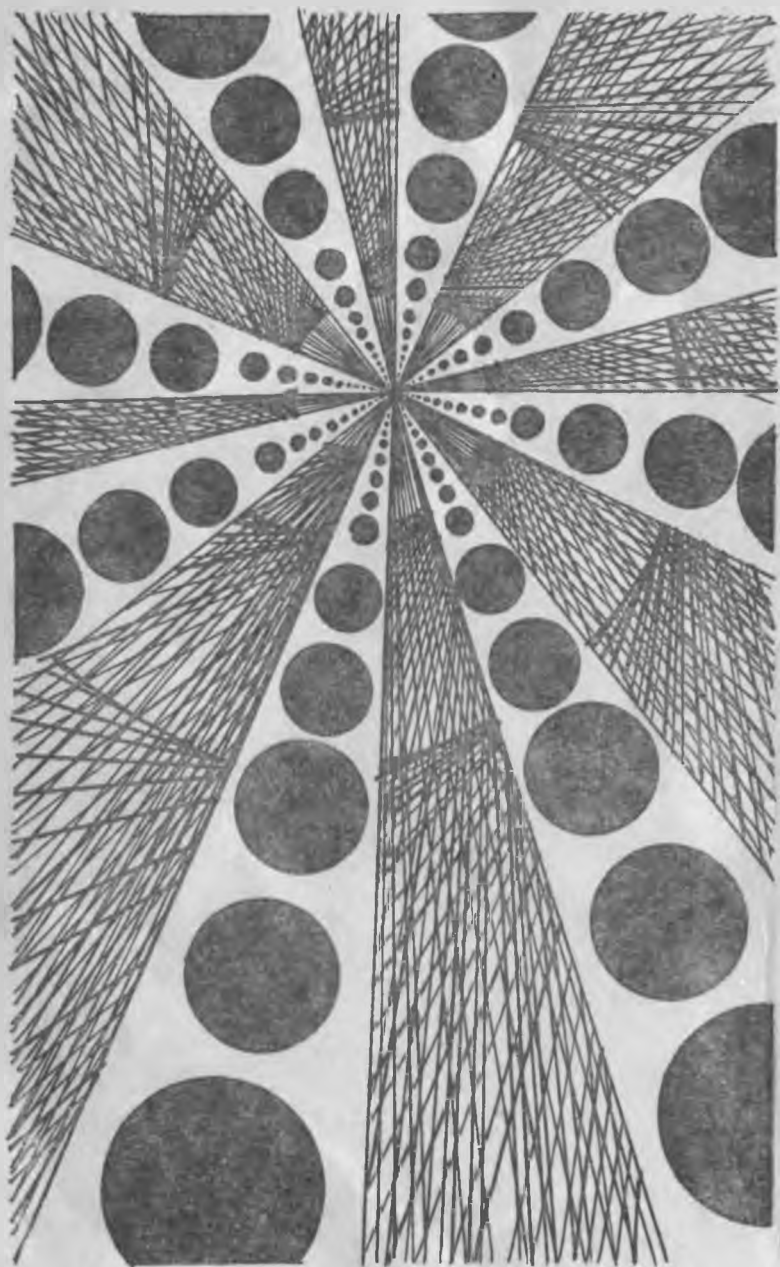
# ЖИЗНЬ ЗАМЕЧАТЕЛЬНЫХ ИДЕЙ

НЕСКОЛЬКО СТОЛЕТИЙ  
УЧЕНЫЕ СПОРИЛИ, ЧТО  
ТАКОЕ СЕЕТ. ОДНИ ГО-  
ВОРИЛИ – ВОЛНЫ, ДРУ-  
ГИЕ – ЧАСТИЦЫ. И В  
ПОЛЬЗУ ВОЛН, И В ПОЛЬ-  
ЗУ ЧАСТИЦ НА-  
ХОДИЛИСЬ УБЕДИТЕЛЬ-  
НЫЕ ДОВОДЫ. ВЕРХ БРА-  
ЛА ТО ОДНА, ТО ДРУГАЯ  
ТОЧКА ЗРЕНИЯ. РЕШЕ-  
ЛИ ЭТОТ СТАРОДАВНИЙ  
СПОР?

Олег  
МОРОЗ

# СВЕТ ОЗАРЕ- НИЙ

**ЖИЗНЬ  
ЗАМЕЧАТЕЛЬНЫХ  
ИДЕЙ**



ЖИЗНЬ ЗАМЕЧАТЕЛЬНЫХ ИДЕЙ

Олег  
МОРОЗ

# СВЕТ ОЗАРЕНИЙ

929586

ИЗДАТЕЛЬСТВО «ЗНАНИЕ»  
Москва 1980

22-3г  
М80

**Мороз О. П.**

**М80** Свет озарений. М., «Знание», 1980.

208 с. (Жизнь замечательных идей).

Со времени первых известных нам попыток понять, что такое свет, минуло почти две с половиной тысячи лет. На протяжении долгих веков природа света казалась труднодостижимой. Тем более таинственной должна была она представляться на заре человеческой культуры. Древние мыслители делали лишь робкие шаги в ее исследовании. Подлинная «драма идей» разыгралась с конца XVII века, завершившись ныне удивительным синтезом двух противоборствующих теорий — корпускулярной и волновой.

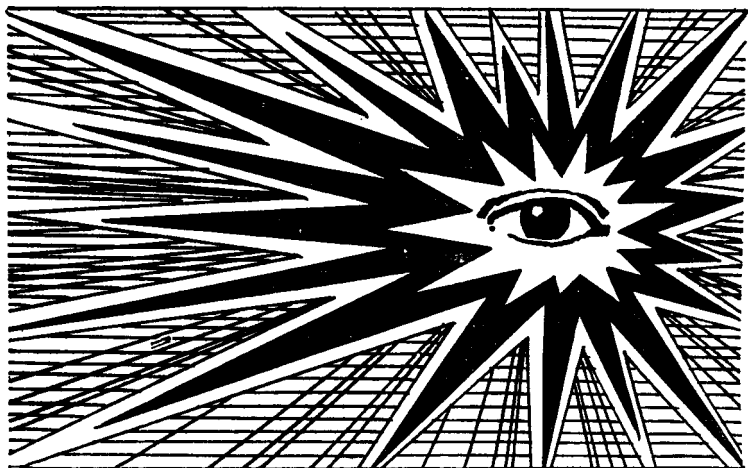
О том, как все произошло, и рассказывается в этой научно-художественной книге, рассчитанной на широкие круги читателей.

М 20405—012 17—80 1704050000

073(02)—80

22.3г

© Издательство «Знание», 1980 г.



ГЛАВА ПЕРВАЯ

## ДВА СВЕТОНОСНЫХ ГЛАЗА

Мне предложили написать книгу о свете. О том, как изменялся взгляд на его природу.

С чего начать? Тут есть две возможности: либо начать, как говорится, с самого начала — с самых древних, какие только известны, представлений о свете, либо отступить от той поры веков этак на пятнадцать и взять за точку отсчета времена Декарта, Ньютона, Гюйгенса... И тот и другой подход имеет свои резоны, так что сделать между ними выбор далеко не просто. Впервые я оказался перед этим выбором лет пятнадцать назад, когда ни о какой книге не было еще и речи, но и сейчас мне трудно отдать твердое предпочтение чему-либо одному.

Впрочем, расскажу все по порядку — про тот случай, когда я впервые ощутил это затруднение.

## ЛЕКЦИЯ В ПОЛИТЕХНИЧЕСКОМ

Я сидел на лекции в Политехническом музее, в третьем ряду. Уж не помню, для чего я туда пошел. Кажется, надо было скоротать время до какой-то встречи. Или, наоборот, как раз на лекции мы договорились с приятелем встретиться. Но он почему-то не пришел, однако вроде была надежда, что придет. И вот я сидел, ждал, тоскливо смотрел на лектора, на соседей...

Лектор, высокий худощавый человек, стоял за длинным столом, составленным из двух, придвинутых торцами друг к другу. Помимо лектора, за этим столом располагались еще два человека: слева — лысый мужчина в очках с тонкой металлической оправой, сидящий прямо и важно; справа — женщина, довольно молодая, тоже в очках, непрерывно что-то пишущая. Стол помещался на невысоком помосте, на котором также была трибуна, рояль и, несколько в глубине, черная доска. Впрочем, доской в данном случае не пользовались.

Лекция была о воззрениях древних на природу света. Я стал слушать.

— Видите ли, — говорил лектор, — представления греков о свете сейчас нам кажутся наивными, однако надо учесть, что...

Со студенческих лет я выработал в себе привычку, сидя на лекции, мысленно комментировать каждую фразу преподавателя, либо же, опять-таки мысленно, задавать ему всякие вопросы. Сначала это была своего рода игра, развлечение, чтобы не очень скучать, отсиживая обязательные часы. Потом я понял, что это неплохой способ усвоения материала. Странно, что сами преподаватели его студентам не рекомендуют. От таких комментариев в мозгу застревает гораздо больше, нежели от механического конспектирования. Правда, между островками обостренного внимания неизбежно располагаются провалы: в тот момент, когда ты придумываешь вопрос или формулируешь свое отношение к сказанному, лектор, разумеется, дальше идет, и здесь, понятно, ты уже слушаешь его вполуха. Однако внимание наше так устроено, что ухватывает обыкновенно самое главное, не снисходя до второстепенностей. К тому же и опытный лектор голосом подсказывает, где важное, а где нет.

Комментарии и вопросы могут быть самые разные. Лучше, конечно, если вполне осмысленные, умные, точ-

ные. Но допускаются и не вполне точные, не вполне умные. Тут ведь, как при «мозговом штурме», импровизация. Без всякой самокритики и самоцензуры\*. Если даже какое-то слово лектора отозвалось в тебе не вполне справедливым мысленным замечанием или не совсем оправданным вопросом, что-то от его суждения все равно в твоей памяти останется. Просто по законам мнемоники.

Думаю, не у меня одного такая привычка. Во всяком случае двое или трое моих студенческих товарищей в свое время переняли у меня ее и, точно знаю, пользовались таким способом усвоения лекций по крайней мере некоторое время. Правда, жаловались, что это слишком утомительная работа.

Хотя, как я уже сказал, не все, что подумает и произнесет про себя такой «активный» слушатель во время лекции, интересно, разумно и справедливо, тем не менее если бы существовал способ записи мыслей, всякий лектор мог бы почерпнуть немало для себя полезного из расшифровки таких — как бы это назвать? — подстрочных примечаний, что ли, — назовите, как хотите. Особенно если бы стенографировались мысли не одного, а нескольких слушателей, целой группы.

Представляете? Преподаватель готовится к чтению курса. Для начала ему дается пробная группа, в составе которой — это заранее известно — по крайней мере пять-шесть человек, обладающих отменной способностью к мысленному комментированию. Лектор читает два академических часа и потом два дня изучает комментарии. Боже мой! Сколько же пробелов в его лекциях, сколько невнятных, неточностей да просто ошибок! Вот спасибо! Он вносит коррективы, делает для себя выводы на будущее. С каждой лекцией явных огрехов все меньше и меньше. Наконец, наступает момент, когда в стенограммах остаются два сорта замечаний: либо это реплики и вопросы, опережающие события, соответствующее разъяснение последует само собой, в свое время и в своем месте; либо это комментарии не по существу. То есть некоторые из них, может быть, весьма интересны и поучительны, однако они не требуют внесения ка-

---

\* «Мозговой штурм» — вид коллективного творчества. Участники «штурма» по очереди предлагают различные, подчас самые фантастические способы решения какой-то задачи, не опасаясь осмеяния или резкой критики.



ких-либо корректив в самое лекцию. Это, так сказать, реминесценции, ассоциации и вообще «мысли в связи». Если они действительно вызваны услышанным, а не произведены работой мозга «в режиме самовозбуждения» — это плюс для лектора. Чем их больше, тем, значит, выше качество его выступления.

Так или иначе наступил момент, когда курс лекций готов к чтению и его можно выносить на более широкую аудиторию.

Вы мне можете возразить: дескать, никто не мешает студенту высказывать свои соображения по поводу лекции вслух — записками или устно. Ну, знаете ли, это совсем не то! Сколько можно подать записок? Ну одну-две. Больше неприлично. А спросить о чем-нибудь прямо, подняв руку? Тоже раз или два, и то еще не везде это принято. Кроме того, не упускайте из виду стеснительность, боязнь показаться недотепой. Не упускайте из виду вечное опасение, что ты напрасно отнимаешь время у преподавателя, у своих товарищей, которые торопятся в столовую или на спортплощадку... Нет, прямые вопросы и комментарии — это далеко не то, что мысленные.

...Но пора нам вернуться к древним грекам.

— Видите ли, — сказал лектор, — представления греков о свете сейчас нам кажутся наивными...

«Еще через две тысячи лет, — прокомментировал я про себя эту его фразу, — такими же наивными, если не больше, будут казаться и многие наши представления».

— Широко была распространена точка зрения, что лучи света исходят из наших глаз, когда мы смотрим на окружающие предметы. Причем лучи не вплотную прилегают друг к другу, а подобны растопыренным пальцам. Такого мнения держались Пифагор, Платон, Евклид, Гиппарх, Птолемей...

«Как же так? — подумал я. — Что же, они солнце не замечали? А Гомер?»

В ризе багряно-золотистой из волн Океана Денница  
Вышла, несущая свет и бессмертным и смертным...»

— Собственно говоря, это не была теория света как таковая, — словно бы отвечая на мое недоумение, спохватился лектор. — По-видимому, древних мыслителей в данном случае больше интересовал механизм зрения...

«А, это другое дело», — удовлетворенно отметил я.

— «Внутренний» свет, свет, исходящий из глаз, существовал наряду с «наружным» солнечным светом, — лектор заглянул в свой конспект. — Вот что писал по этому поводу Платон: «Из органов боги прежде всего устроили **светоносные** глаза, которые приладили с таким намерением: по их замыслу должно было возникнуть тело, которое не имело бы жгучих свойств огня, но доставляло кроткий огонь, свойственный всякому дню. И боги сделали так, что родственный дневному свету огонь, находящийся внутри нас, вытекает очищенным через глаза...»

«Это уж совсем ясно, — продолжал я свой комментарий, — кроткий дневной свет, исходящий из глаз...»

— Это наивное представление о глазных лучах держалось удивительно долго. Дамиан, который жил гораздо позднее Пифагора или Платона, в четвертом веке нашей эры, утверждал, будто «очертание наших глаз... а также их сферическая поверхность доказывают, что свет исходит из них. Дальнейшими доказательствами служит блеск глаз и способность некоторых людей видеть ночью без наружного освещения...»

«Стоп! Вот слабое место этой теории: не знаю уж, кого там имел в виду Дамиан, но большинство людей как раз не видят в темноте. Уже этот простой факт никак не укладывается в теорию зрительных лучей».

Чтобы читатель не подумал, будто между мной и лектором установилась какая-то телепатическая связь, не стану утверждать, что на любое мое возражение лектор отвечал сразу же, хотя в ряде случаев именно так оно и было: логика есть логика, она примерно одинакова и у говорящего, и у слушающего. Но так было, повторяю, далеко не всегда. Вот и на это замечание — насчет того, почему же мы не видим в темноте, если из наших глаз струится свет, — лектор ответил не сразу. Но в конце концов ответил:

— Почему же мы не видим в темноте? Древние не могли не предвидеть такого вопроса. Чтобы приспособить свою теорию к этому факту, они оснащали ее всякого рода искусственными добавлениями. Эмпедокл, например, утверждал: чтобы видеть, одних глазных лучей недостаточно — навстречу им должны идти световые лучи от того предмета, на который мы смотрим. Их столкновение и рождает зрительный образ. Если же такого столкновения не происходит — допустим, в темно-

те, — зрение оказывается бессильно. Такого же мнения придерживался Платон.

— Впрочем, — продолжал лектор, — против этой подновленной теории высказывались те же возражения, что и против старой. Так, Аристотель писал, — он снова заглянул в конспект, — «если мы потому видим, что свет исходит из глаз, как из фонаря, то непонятно, почему мы в темноте не видим. Предположить, что свет тухнет, если он, выйдя из глаза, попадет в темноту, совершенно безрассудно». Все это говорит о том, что объяснения насчет встречных лучей либо не принимались всерьез, либо не получили широкого распространения. Хотя, конечно, трудно допустить, что Аристотель, будучи учеником Платона, не знал, каким образом его учитель представлял себе процесс зрения.

«Так, — продолжал я свой мысленный комментарий, — вы хотите сказать, что теории древних, касающиеся зрения и света, были весьма наивны. Наверное, так все и обстояло на самом деле. Но ведь было же что-то в этих глазных лучах! Иначе как объяснить, что даже Галилей и Декарт — мне кстати припомнился этот факт — еще упоминали о них, правда, лишь изредка и глухо. По-видимому, не так уж нелепа оказалась выдумка, если сходила за правду двадцать с лишним веков».

Похоже, что человека на помосте одолевали такие же мысли.

— Вы, разумеется, находите теорию зрительных лучей совершенно беспомощной и не пригодной для чего-либо путного, — внезапно сказал он, обращаясь прямо к залу. Даже не ко всему залу, а к какому-то парню во втором или третьем ряду, словно бы олицетворявшему в его представлении всех слушателей. — В общем-то, я ничего не имею против такого вашего мнения. Прошу только учесть, что при всей своей беспомощности зрительные лучи, по-видимому, не очень задержали прогресс науки. Поскольку они предполагались прямолинейными, на их основе прекрасно развилась геометрическая оптика, трактующая законы распространения света, отражения, преломления... Птолемей даже находил бессмысленным спорить, откуда лучи исходят — от глаза или от предметов (сам он, как и большинство его современников, полагал справедливым первое). Трудно сказать, когда произошел окончательный перелом в воззрениях. Знаменитый арабский оптик Альгазена решитель-

но отвергает зрительные лучи, считая, что, напротив, множество лучей устремляется к глазу от каждой точки светящегося тела. Но это уже одиннадцатый век... До нашего с вами времени рукой подать...

«Но были, наверное, в древности и другие теории», — произнес я про себя. И снова, хотя и не сразу, человек на помосте откликнулся на мое мысленное послание.

— Не следует, конечно, думать, — говорил он, — что теория глазных лучей была единственной, трактующей природу света. Демокрит и на эту область простер атомизм. Он считал, что каждый светящийся предмет испускает маленькие частицы, которые попадают на поверхность глаза, а потом, через поры — прямо в душу. Эту теорию подхватили Эпикур и Лукреций (последний, правда, уже был не грек, а римлянин). Они утверждали, что предмет испускает не просто атомы, но собственные образы, этакие материальные автопортреты. Очевидно, с помощью этих автопортретов легче было представить себе процесс зрения:

Так от всяких вещей непрестанно потоком струятся  
Всякие вещи, везде растекаясь, по всем направлениям.  
Без остановки идет и без отдыха это течение,  
Раз непрерывно у нас возбуждается чувство и можем  
Все мы увидеть всегда, обонять и услышать звучащим.

Я заметил, что Лукреция он процитировал не по контексту, по памяти.

— Конечно, не бог весть какая поэзия, — продолжал тем временем лектор, — зато все понятно, что автор хочет сказать.

— Впрочем, — он на секунду задумался, — возможно, эта идея о растекающихся образах, копиях предмета, принадлежала самому Демокриту. До нас ведь дошли только небольшие отрывки его сочинений...

С каждой минутой у меня оставалось все меньше надежды захватить врасплох и посрамить оратора. По крайней мере, до сих пор ни одна моя мысленная реплика не осталась не отбитой. Ясно было, что передо мной лектор опытный и толковый. Во всяком случае, это следовало из моей теории. Игра утрачивала для меня интерес, но я уже окунулся в сам предмет разговора.

На примере этих древних теорий, думалось мне, хорошо видно, в какой мере признание той или иной концепции зависит от действительной силы аргументов, а в

какой — от того единственного аргумента, что, мол, все так считают. Никаких особенных преимуществ у зрительных лучей не было. Прямолинейность? Но это качество не могло принадлежать только им. Потоки атомов или образов предмета также должны были лететь по прямой. Так что очевидных доводов «за» не имелось. Но вот что удивительно: не принимались во внимание явные доводы «против». Да полно, наука ли это? Правильно ли мы делаем, что ведем историю того или иного научного воззрения с самых первых, какие только известны, представлений о предмете?

— Следует, пожалуй, упомянуть еще об одном представлении, — сказал между тем лектор. Сказал он это как-то неуверенно, словно бы колеблясь: а стоит ли в самом деле упоминать? — Я имею в виду представление Аристотеля. Этот мыслитель, как известно, ко всему подходил чрезвычайно умозрительно. Способ его исследования, по словам одного историка, состоял «в неясных принципах и дурно связанных фактах». Вообще-то, трудно понять, что Аристотель подразумевает под светом. Тот же историк утверждает, будто, по мнению Аристотеля, зрение «производится» средой — чем-то находящимся между предметом и глазом, поскольку, если мы приблизим этот предмет к глазам вплотную, мы не увидим его. Отсюда делается вывод: мол, Аристотель считал, будто эта среда и есть свет, или «прозрачное в действии», в отличие от «прозрачного в потенции», которое равнозначно тьме. Все-таки если следовать текстам самого Аристотеля, у него не говорится это столь определенно. Он изъясняется осторожнее (и туманнее): «Если в прозрачном находится нечто огненное, то получается свет; в противном случае получается тьма». Вот и понимаете, как хдит: то ли прозрачная среда в самом деле рождает свет и даже сама есть свет, то ли это просто условие восприятия света, что, разумеется, совершенно тривиально...

— Вообще в оптике, — продолжал лектор, — точнее говоря, в физической оптике, древняя наука не вкусила плода познания в той мере, как, допустим, в геометрии. Или в механике, в астрономии...

«О том же и я толкую, — встрепенулся я, — не всякую попытку познания можно считать наукой». Однако в этом пункте лектор, казалось, не склонен был легко со мной соглашаться. Он призывал к широкому взгляду

на вещи, размышлял о различных формах научного познания.

Между прочим, такие вроде бы не относящиеся к теме его выступления пассажи происходили у него то и дело. Временами он как бы забывал о слушателях и начинал ходить по краю помоста взад и вперед, взволнованно жестикулируя, как бы разговаривая сам с собой. В такие минуты он отклонялся от строгого изложения по конспекту, импровизировал, высказывал догадки, предположения, даже «безумные идеи». Впрочем, предупреждал, что здесь он излагает не строгий и проверенный материал, а прибегает, так сказать, к «лирическому отступлению». Фантазия его парила где-то под высоким потолком зала. Он сопоставлял различные народы и эпохи — Вавилон, Египет, Грецию, Рим; древность, средневековье, Возрождение, наше время... Он говорил о кругах и спиралях познания, о том, что почти любое современное открытие имеет своих провозвестников в прошлом — в виде интуитивных проблесков, догадок, озарений... Что, учитывая это обстоятельство, хорошо бы пристально к ним приглядываться, изучать, думать... Но — не умеем, не умеем, не умеем!..

Постепенно он настолько расхотелся в этой своей взволнованной импровизации и так далеко удалялся от темы, что уж невозможно было и представить, как он к ней вернется. Однако в тот самый момент, когда возвращение начинало казаться совсем невозможным, он опять приближался к столу, резкими движениями перелистывал несколько страниц конспекта и, как ни в чем ни бывало, спокойным и ровным голосом продолжал свое повествование.

После лекции я к нему подошел. Мы разговорились. Настроение у моего собеседника, как у всякого человека после нелегкого исполненного труда, было самое благодушное и благожелательное. Вместе вышли на улицу: он живет неподалеку, у Сретенских ворот, я же просто сопровождал его, хотя мне совсем в другую сторону. По дороге я ему рассказал, как я слушал его лекцию. Он расхохотался:

— Ну и что, часто я попадал впросак?

— Да нет, — говорю, — в общем, проявили находчивость. Все реплики отразили. Почти все...

Он посмотрел на меня выжидательно: мол, давайте, выкладывайте, какой все-таки за мной остался долг.

Я несколько замялся.

— Видите ли, я сам для себя это не могу решить — следует ли вести историю научных воззрений со столь глубокой древности, с самых первых упоминаний о каком-то предмете. Может, касаясь самого древнего, самого первого, мы не с наукой имеем дело, а с чем-то другим?

Владимир Иванович Корнилов (так звали моего собеседника) заговорил горячо и убежденно:

— Понимаю вас. Сам, где только могу, защищаю настоящую, опирающуюся на эксперимент науку. Но вот загвоздка: когда такая наука образовалась! Долгое было дело, длительное. Так неужто то время, когда созрел научный метод, необычайно важное, серьезное время, как раз и выкинуть из истории науки?! Нет, не могу, не согласен.

— Да, все начиналось с наивных представлений, — продолжал мой собеседник. — Но люди учились наблюдать, учились мыслить. Возьмите Евклида или Архимеда, работы по механике. Как они построены? Берутся какие-то простые истины, на опыте основанные, и из них математически выводятся следствия... Все как полагается.

— Да, но это механика, а мы говорим об оптике.

— А что оптика? В оптике тоже подбирались к истине. Тот же Евклид знал, что вогнутые зеркала могут свет собирать, фокусировать. Даже пытался найти этот фокус. Известно Евклиду было и другое, что пучок света может сходиться и расходиться. Знали греки также о действии линз, проводили опыты с преломлением света. У Птолемея они уже подробно описаны. Ко времени Лукреция сделался хорошо известен закон отражения: «...Отскакивать все от вещей заставляет природа и отражаться назад под таким же углом, как упало». Я понимаю, понимаю: вы говорили о физической оптике, а это все оптика геометрическая. Но ведь без знания геометрии, согласитесь, в физике далеко не уедешь. Древние накапливали знания, исподволь подбирались к святой святых — к природе света. А пока, между делом, придумывали всякого рода произвольные версии, наподобие зрительных лучей. Кстати, я уже говорил на лекции, эта версия в общем-то и не касается природы света, она говорит лишь об его источнике, об одном из источников, и позднее эту концепцию отнесли бы к физио-

логии зрения. Другое дело идея Демокрита насчет испускания атомов. Тут действительно речь идет о природе света. Но такая идея с точки зрения науки ничем не хуже тех, которые высказывались значительно позже, допустим, в XVII или XVIII веке, и солидно именовались теорией истечения.

— В XVII веке, — возражаю я, — ученые обращались к этой теории, чтобы объяснить факты, которые казались труднообъяснимыми другим образом. Например, прямолинейность лучей света. Или изгибание луча возле края экрана — дифракцию. Древние же скорее всего не ставили перед своими теориями такую цель. Некоторые из фактов им просто не были известны.

— Им был известен основной факт, что свет распространяется от одного предмета к другому и вызывает в конечной точке некий эффект. Вот они и пытались истолковать такой факт более или менее приемлемым способом. Согласитесь, когда фактов мало, умозрительный подход неизбежен: незначительное число фактов всегда допускает различное толкование. Впрочем, дело не только в числе. Играет также роль, что это за факты. Есть такие, которые сразу ограничивают круг возможных теорий. Возьмите интерференцию света. Так, с бухты-барухты, ее не объяснишь. Тут серьезно надо подумать, что такое свет, как это он может давать столь удивительное явление.

— Так я же о том и говорю, — не выдержал я. — У древних не было подходящих фактов, чтобы построить науку. Наука началась позднее, когда их довольно набралось.

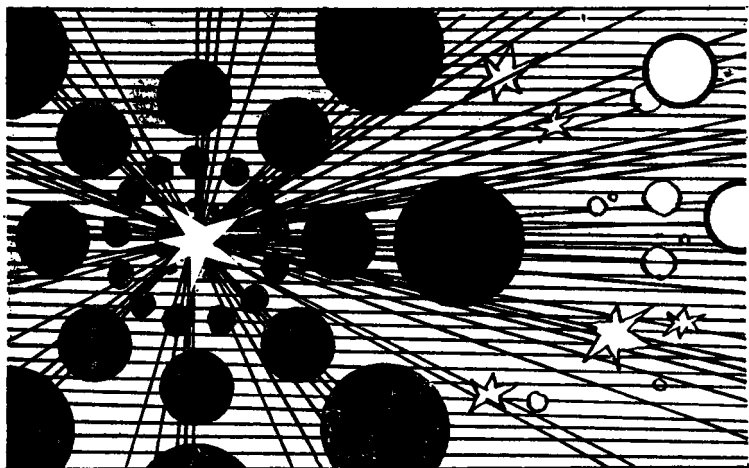
— Ну это вы уж чересчур, дорогой мой, — сказал Владимир Иванович, посмотрев на меня с каким-то неподдельным недоумением, будто оценивая, точно ли я с ним всерьез говорю или, быть может, разыгрываю. — Любая наука, пока повзрослеет, проходит разные поры — детства, отрочества, юности... Пора накопления фактов неизбежна, необходима. В любой науке она бывает. В этот момент, когда нет еще настоящей теории, место ее занимает какая-нибудь облегченная умозрительная концепция. Она вроде бы и объясняет кое-что, но не бог весть как убедительно. Так и сейчас происходит, в наше время. Всевозможных «теорий зрительных лучей» в любой науке сколько угодно. Почти в любой. Они, правда, не столь наивны — нынче любую выдумку



научились облекать в наукообразную форму, но суть-то от этого не меняется... Так что нет у нас с вами права отлучать древних от науки.

Откровенно говоря, я с Владимиром Ивановичем был вполне искренен, когда признался, что нет у меня никакого определенного мнения по этому поводу. И если потом все же стал с ним спорить и вроде бы даже настаивать на «отлучении», это лишь для того, чтобы получше узнать его собственную точку зрения.

В конце концов после нашего разговора у меня со-здалось ощущение, что он, как и многие, смотрит на науку чрезвычайно широко — готов считать ею едва ли не любое занятие, какое только желает наукой называться. Правда, позднее, и очень скоро, я убедился, что это отнюдь не так, что Корнилов не только не обладает безграничной широтой и терпимостью в вопросах, касающихся научности и ненаучности, но скорее он даже пурист в этих вопросах. Однако тогда, повторяю, после первой нашей беседы, впечатление сложилось именно такое — беспредельной широты и снисходительного всеприятия.



## ГЛАВА ВТОРАЯ

# ВОЛНЫ ИЛИ ЧАСТИЦЫ?

## СТРАНИЦЫ СТАРОЙ КНИГИ

Как-то лет десять назад я рылся в библиотеке моего приятеля, точнее его отца, профессора физики, ныне покойного. Мое внимание привлекли разрозненные листки какой-то старой книги. Сам не зная для чего, я собрал несколько листков, следующих по нумерации друг за другом. Это была глава тринадцатая. Просмотрел их бегло. Помню меня поразило, что хотя глава называлась «О свете», слово «свет» не встречалось в ней ни разу. Речь шла о каких-то частицах, составляющих будто бы небо. «Это ж надо так написать», — подумал я и отложил листки в сторону. В то время тема света не очень меня занимала.

Однако позже я затеял писать очерк о различных экзотическо-фантастических теориях света, возникав-

ших на протяжении истории. Естественно, вспомнил и про виденные мною страницы. Бросился звонить приятелю. Приятель стал их искать, но не нашел. Выяснилось, что как раз накануне (вот он, «закон подлости»!) они отнесли много ненужной бумаги на макулатурный пункт. (Мой друг недавно женился, и жена решила навести порядок в квартире).

Что мне оставалось делать? Конечно, можно было бы поискать книгу в библиотечных каталогах, но я ведь не знал ни ее названия, ни кто ее написал. Правда, и среди тех растрепанных страничек не было титульного листа, не говоря уже об обложке, но зато сверху на каждом развороте — это я хорошо запомнил — стояли колонтитулы: слева — имя автора, справа — название. Естественно, в свое время я прочел их, но они не задержались у меня в голове, так как, повторяю, эта тема в то время меня не интересовала.

Тогда я решился на отчаянный шаг. Спросив адрес приемного пункта макулатуры, я прямым ходом направился туда. Приемщица — огромная краснолицая дама неприступного вида. Набравшись храбрости, я подступился к ней с объяснением: дескать, извините, произошла ошибка — вчера по нечаянности сдал очень ценную и нужную мне книгу, нельзя ли ее назад получить? Приемщица аж остолбенела от моей наглости и наивности: «Да вы что! Да где ж я ее вам здесь найду?» И она кивнула в сторону огромных макулатурных тюков, громоздившихся в сарае от пола до потолка.

Если бы в тот момент я рассуждал здраво, как приемщица, я бы, конечно, оставил эту затею. Действительно, мыслимое ли это дело отыскать не книгу даже (это я просто так, для пушей важности, сказал ей «книгу») — тощую стопку листков среди гималаев отработавшего, отжившего свое печатного слова! Но в те минуты мною всецело владел какой-то лихорадочный охотничий азарт, несколько со здравым смыслом не считавшийся. Я принялся уговаривать и упрашивать женщину, уверять, что книга нужна мне ну просто позарез, что от нее зависит чуть ли не вся моя жизнь. Задабривал ее, угрожал жалобами в вышестоящие инстанции... Наконец, приемщица сдалась, махнула рукой: «Ищите!»

И вот едва только я оказался один на один с макулатурной стеной, весь азарт с меня как рукой сняло. Я мгновенно осознал всю бессмысленность этого пред-

приятия. И оробел. Но отступить было поздно. В нерешительности двинулся я прямо к центру макулатурного бастиона...

То ли заметив мою вдруг прорезавшуюся робость, то ли убоявшись, что этак я сутки здесь проторчу (а она меня предупредила, что времени у меня самое большее полчаса, был конец рабочего дня), приемщица милостиво ткнула пальцем в противоположный угол: «Там... Там ищите...»

Этим царственным жестом было вознаграждено мое бессмысленное упорство, мой безумный порыв. В конце концов все оказалось не так уж сложно. В углу, который был мне указан августейшим перстом хозяйки макулатурного пункта, была свалена бумага, принятая как раз накауне. Одно это уже значительно сужало сектор поиска. Загодя узнав у приятеля, как и во что завернули они свое жертвоприношение на алтарь целлюлозно-бумажной промышленности, я без труда нашел их сверток среди вороха других маленьких и больших бумажных связок. А уж отыскать вожделенные странички меж старых брошюр и журналов оказалось вовсе нетрудно.

Это были странички из сочинения Рене Декарта «Трактат о свете».

С тех пор как я их видел в доме моего товарища, страничек этих еще поубавилось, и уж пользоваться ими не было никакой возможности. Пользовался я книгой, взятой в библиотеке: Рене Декарт, «Космогония». «Трактат о свете» входит в нее вместе с еще одним трактатом.

«Трактат о свете» в самом деле производит странное впечатление. Если пройтись по оглавлению — о чем только там не говорится: о различии между чувствами и вещами, о свойствах твердости и жидкости, о числе элементов и об их качествах, об образовании Солнца и звезд, о планетах вообще и о Земле и Луне в частности, о тяготении, о приливе и отливе моря... Непосредственно свету посвящены лишь три главы из пятнадцати. Впрочем, та из этих трех, которая прямо называется «О свете», как я уже говорил, наполнена разговорами не о свете, а о каких-то частицах...

Как все это понимать и чем объяснить?

Помнится, тогда я решил посоветоваться с Корниловым. Владимир Иванович человек непростой. Сидел,

посасывал задумчиво пустую трубку. Мой вопрос о Декарте его совершенно не заинтересовал. Почему так построен трактат? Он пожал плечами: помилуйте, да просто потому, что так принято было в то время писать. И он назвал еще полдюжины сочинений знаменитых мыслителей XVII века. После чего переменял тему разговора, так что вернуть его к Декарту было уже невозможно.

Он сам к нему вернулся примерно через полгода, когда мы с ним встретились совершенно по другому поводу.

— Послушайте,— сказал он мне строго посреди разговора, абсолютно не касавшегося истории науки,— вы, кажется, меня спрашивали насчет какой-то работы Декарта?

— Да, спрашивал. Насчет «Трактата о свете».

— И кажется, называли книгу, в которой он помещен?

— Называл. «Космогония. Два трактата».

— Так вот, запомните,— сказал он мне, вдруг понизив голос, с каким-то таинственным видом,— у Декарта такого труда нет. По-французски его работа называется «Le monde ou Traité la lumière». Слышите, «Le monde ou Traité la lumière»? Что означает «Мир, или Трактат о свете». Впрочем, тут тоже надо еще разобраться, кто придумал такое название...

Проговорив все это, он снова с какой-то пугающей непреклонностью перевел разговор на другую тему. Странный человек.

Впрочем, за время нашего знакомства я успел его изучить. То, что он вернулся к моему вопросу спустя столь долгий срок, было хорошим знаком. Это означало, что вопрос не отскочил от него, как мячик от стенки, а засел в его голове, внедрился в его сознание. В подсознание даже. Идет внутренняя работа. Еще немного — и он выговорится до конца. Только не надо его подгонять. Так не раз уже бывало.

Не подумайте, будто полгода ему потребовалось, чтобы уточнить название декартовского труда. Для этого довольно и часа — подними первоисточник, загляни в справочники, в энциклопедии... Нет, внутренняя работа заключается у него в другом. Он переживает нечто, одному ему ведомое, в связи с данным вопросом. Информация, извлекаемая из глубин его памяти или

попадающая откуда-либо извне, вызывает в нем бурю чувств. Тайфун, смерч, ураган. Если, конечно, что-то задело его за живое. Вам непонятно, что с ним происходит. Вы видите только: с ним творится нечто несоразмерное разбираемому делу. Удивляетесь этому таинственному виду, заговорщическому шепоту, возбужденному блеску глаз. Но понять, что именно он переживает, вам не дано.

В конце концов все произошло именно так, как я и ожидал. Спустя еще некоторое время, может, месяца через два или три, и опять-таки совершенно неожиданно, он произнес монолог об интересовавшем меня труде Декарта. Я жалел и сейчас жалею, что у меня не было с собой диктофона: ведь я, повторяю, не ожидал его излияния. Так что здесь я могу привести его слова лишь в изложении, по памяти. А послушать его или хотя бы прочитать дословную запись того, что он говорит в такие минуты (тут много значит даже порядок слов), необыкновенно интересно.

Суть сказанного Владимиром Ивановичем сводилась примерно к следующему. То, что было издано на русском языке под названием «Космогония. Два трактата» в переводе с французского издания, называвшегося «Мир, или Трактат о свете», по существу, есть лишь первоначальный набросок задуманного Декартом капитального труда «Мир». Задуманного и написанного. Но не напечатанного. Почему не напечатанного? Не забывайте, в какое время он создавался. В двадцатые-тридцатые годы XVII века. То было время, когда инквизиция пристально следила, чтобы ни один росток не пробился из семян еретического учения Коперника, беспощадно глушила эти ростки. Учение Декарта об устройстве Вселенной целиком опиралось на это учение. Конечно, он принял ряд мер предосторожности, чтобы не вступать в прямой конфликт с Римом. Во-первых, он рассуждает не о реальном мире, а о некоем условном, гипотетическом, который был создан богом в некоем свободном пространстве. Как вы знаете, к таким уловкам прибегали многие в то время. К этому прибега, например, Галилей, обсуждая в своем «Диалоге» учение Коперника как условную математическую гипотезу. Да и книга самого Коперника была издана с предисловием, где идеям автора опять-таки приписывалась роль условного допущения.

Во-вторых, обратите внимание: сочинение называется «Мир, или Трактат о свете». Не правда ли, странно, что тут ставится знак равенства между широким, необъятным понятием «мир» и несравненно более узким «свет»? Правда, здесь не ясно, принадлежало ли название самому Декарту, однако известно, что в общем-то это соответствовало его замыслу. В одном письме он объяснял, что действует подобно художнику: ведь художник изображает предмет лишь с одной стороны, но делает это так, что видимыми как бы становятся и все другие его стороны. Точно так же и он, Декарт, решил уделить главное внимание свету, но в связи с ним поговорить и о небе, и о Солнце, и о звездах, и о планетах, и о Земле, и обо всем, что на ней находится... Таково объяснение Декарта. Может быть, так все и было на самом деле, однако нельзя исключить, что это сужение темы, приравнивание вопроса о строении Вселенной к вопросу о природе света тоже было навеяно стремлением как-то замаскировать свои истинные намерения.

Что же произошло дальше? А вот что... Представьте себе... (Тут Владимир Иванович как-то особенно заволновался). Когда работа над «Миром» была уже почти закончена, из Италии пришло известие о суде над Галилеем. Не помогли ему ни уловки, ни иносказания. И Декарт испугался... Представьте себе... Хотя жил в ту пору в Голландии, протестантской стране. Если что, Рим не дотянулся бы до него... Декарт испугался. Решил не только не печатать написанного, но и не дописывать начатого. Спрятал рукопись. Думал — надежно. Думал — прочтут после его смерти. А она пропала. Вот и говорите после этого, что рукописи не горят. Еще как горят. Полыхают! Тонут, гниют, прахом рассыпаются... Одним словом, исчезают. А это, что напечатано, это так, первый набросок... Вот какой ценой за испуг платят. И заметьте: находились люди, которые вставали на защиту Галилея, хотя рисковали несравненно больше, чем Декарт. Буйо во Франции, Кампанелла в самой Италии.

Выговорив все это, Владимир Иванович снова потух. Напрасно я пытался растормозить его вопросами. Ощущение было такое, что на этот раз он окончательно утратил интерес к Декарту и его произведению.

Между прочим, я пробовал расспросить его, как он объясняет все-таки, что в «Космогонии» опубликовано два трактата: кроме «Трактата о свете», есть еще один —

«Описание человеческого тела». Какое отношение этот второй трактат имеет к «Миру»? Что это — тот самый «Трактат о человеке», который должен был войти в «Мир» вместе с «Трактатом о свете», или тоже первый набросок? Но он толком ничего мне не ответил...

\* \* \*

Пора все-таки разобраться, как толкует «Трактат о свете» природу света. В общем-то действительно, чтобы понять взгляд Декарта на этот предмет, надо прежде узнать, как он представляет себе строение мира в целом. Так что подробное изложение космогонии, заполняющее трактат, по существу, вполне оправданно, здесь нет никакого «литературного излишества». Декарт скрупулезно описывает строение Вселенной, разбирает, что и как в ней движется. Планеты, увлекаемые вихрями частиц, обращаются вокруг центров заключающих их небес. В центрах помещаются звезды, в нашем небе — Солнце (вот она, крамольная коперниковская мысль!). Небесная материя вращает каждую планету не только вокруг Солнца, но и вокруг ее собственного центра: эта материя образует вокруг планеты малое небо, вращающееся в том же направлении, что и большое.

Мчащиеся по кругу частицы стремятся удалиться от центра неба, то есть от Солнца, подобно тому как стремится вылететь камень из пращи. «У этих частиц есть, однако, нечто сверх того, что имеется у камня, вращающегося в праще... — говорит Декарт. — Эти частицы постоянно толкаются всеми им подобными частицами, расположенными между ними и звездой, занимающей центр их неба; толкаются они и материей этой звезды».

О том, как именно все происходит, и повествуется подробно в главе тринадцатой — «О свете», которая меня так поразила тогда своей полной вроде бы непричастностью к свету.

Впрочем, я ошибся: слово «свет» употребляется в ней два раза. Один раз Декарт предлагает нам из всей массы небесной материи выделить вращающиеся столбики частиц, мысленно прочертив во все стороны от Солнца радиусы. Внутри этих столбиков частицы толкают друг друга. Сила толчков колеблется из-за того, что отдельные частицы меняют свое положение внутри столбика-радиуса. «Это и является, как нам кажется, свойством,



весьма похожим на свет», — говорит Декарт. Во второй раз, уже в заключение главы, он утверждает совсем уже определенно, что если в конце столбика-луча поместить человеческий глаз, толкающиеся частицы вызовут в нем ощущение света.

Короче говоря, по мнению Декарта, свет — не что иное, как беспорядочные колебания, передаваемые через пространство, плотно упакованное частицами материи. Причем любое расстояние, как полагает Декарт, свет преодолевает мгновенно.

Вот что еще тут интересно. Физики, как известно, давно ломают голову, откуда берется у Солнца энергия свечения — то ли это термоядерная энергия, то ли еще какая. С точки зрения Декарта, дело обстоит просто: все происходит от вращения. Если даже выкачать всю материю из непосредственно прилегающего к Солнцу пространства, столбики частиц будут толкать наши глаза «почти с такой же силой». Эта же сила будет давить на них и в том случае, если Солнце убрать вообще, но при этом сохранить вращение небесной материи. Солнца не будет, но мы будем видеть его на прежнем месте: «Это, быть может, покажется вам парадоксальным, но это так».

Вот таким образом представлял себе Декарт природу света. Известный историк физики Павел Степанович Кудрявцев пишет, что, по существу, французского ученого должно считать основателем волновой теории. Если под этим подразумевается, что Декарт впервые высказал гипотезу о волнах света вполне определенно, возражений нет. Вряд ли, однако, можно считать ее научной гипотезой в том смысле, как мы это теперь понимаем. Мы привыкли, что научная гипотеза выдвигается ради объяснения каких-то реальных явлений. Собственно, так и стали подходить к делу физики уже вскоре после Декарта. Декарт же вывел свою гипотезу или теорию — назовите, как хотите, — из весьма вольных, умозрительных рассуждений, касающихся устройства мира.

К тому же позднее под волнами света вообще стали понимать нечто другое — колебания некоей материальной среды, эфира, будто бы заполняющего все пространство. В результате теория Декарта оказалась стоящей несколько особняком. Уже Ньютон говорит о ней не как о волновой теории, а как о передаче света путем давления или «вращения шаров»...

«Мир, или Трактат о свете» был напечатан в 1664 году, спустя четырнадцать лет после смерти Декарта. Правда, при жизни ученого вышло в свет другое его сочинение, где он так или иначе касался интересующего нас вопроса,— «Диоптрика». Вместе с тремя другими трактатами она составила книгу «Опыты», изданную в 1637 году в Лейдене.

Какие вехи отметить дальше на пути постижения природы света? Известно, что в конце XVII — начале XVIII столетия происходила жестокая схватка между сторонниками волновой и корпускулярной концепций. Как завязалась эта схватка, в какой последовательности она протекала? Тут нет полной ясности.

Нередко можно прочесть, что вначале на научном горизонте появилась корпускулярная теория Ньютона. А уж после безуспешные наскоки на нее делали сторонники волновой теории. Например, в книге Монуса Самуиловича Соминского «Очерки по истории воззрений на природу света» глава под названием «Свет — это частицы» с описанием воззрений Ньютона и его последователей идет впереди главы «Свет — это волны», где излагаются взгляды противоположной школы — Гримальди, Гука, Гюйгенса...

Здесь, однако, концы не сходятся с концами. В 1663 году вышел в свет трактат Роберта Бойля «Опыты и рассуждения, касающиеся цветов», где среди прочего впервые были описаны явления интерференции. Двумя годами позже Роберт Гук, в недавнем прошлом ассистент Бойля, опубликовал свою «Микрографию», в которой описывал не только интерференцию, но и дифракцию. В том же году появился трактат итальянца Франческо Мария Гримальди «Физико-математические исследования о свете и цветах», где, в частности, также шла речь о дифракции. Между прочим, именно за Гримальди история закрепила честь открытия этого явления: по-видимому, потому, что к моменту опубликования своей работы он уже умер (в 1663 году), представив тем самым неопровержимые доказательства, что сами эксперименты, касающиеся дифракции, были сделаны им по крайней мере несколькими годами раньше.

Конечно, сама по себе дифракция не обязательно ведет к волнам. Позднее Ньютон склонен был объяснять

ее тем, что частицы света, пролетая вблизи какого-либо тела, притягиваются ими, так что световой луч изгибается в этом месте. Однако для Гримальди изгибание луча скорее служило свидетельством волновой природы света. То, что палка, которую он помещал в световой конус, давала более широкую тень, чем он ожидал, учитывая прямолинейное распространение лучей, вызывало в его воображении видение волн, расходящихся от брошенного в воду камня.

Короче говоря, научные, опирающиеся на эксперимент основы волновой теории были заложены в 1663—1665 годы, точнее, в этот период уже появились соответствующие публикации, тогда как Ньютон в 1666 году еще только начинал свои оптические опыты.

\* \* \*

Однажды у нас с Корниловым вышел жестокий спор о Гуке. Каюсь, разговор завел я (каюсь, потому что после сам был этому не рад). Не помню уж, в связи с чем, и не имея намерений говорить об этом подробно, я вскользь упомянул всем известный факт — то, что Гук обладал тяжелым, попросту говоря, склочным характером, портил жизнь себе и другим. Владимир Иванович неожиданно вскинулся на меня:

— С чего вы, собственно, заключили, что у гения должен быть легкий характер?

— Владимир Иванович,— говорю я примирительно,— я вовсе этого не утверждаю. Наверное, и у Ньютона, с которым Гук постоянно враждовал, характер был не из легких. Взять хотя бы эту историю с астрономом Флэмстидом, которого он всячески унижал и оскорблял. Все дело в количественной мере. Вы, я думаю, согласитесь, что все-таки не Ньютон был виновником своих постоянных ссор с Гуком?

— Кто тут виноват, не имеет ровно никакого значения. То есть, конечно, имеет для жизнеописаний того и другого. Но не в этом дело. Просто бывают разные типы ученых. Гук представлял собой необычайно интересный тип, который не так уж часто встречается (по крайней мере, в истории науки я не знаю никого другого, кто был бы наделен качествами Гука хотя бы приблизительно в такой же мере; тут именно дело в мере). Он посто-

янно бережил ученое общество, на всех наускакивал — не на одного Ньютона! — со всеми спорил по всякому поводу, перед всеми отстаивал свой приоритет — подлинный или мнимый, — во множестве областей мимоходом действительно разбрасывал множество ценных идей, которыми был буквально начинен. Вы одно заладили: он за все брался и ничего не доводил до конца, все бросал на полдороге; почти открыл закон тяготения — почти!; почти сконструировал пружинные часы — снова почти!; почти выяснил природу цветов... Да станьте вы немножко выше этого! Почему ученый непременно должен все сам открывать?! Неужели ничего не стоит, что он создает атмосферу соревнования, если хотите, соперничества, что он детонирует открытие, приближает его срок?

— Да, но, как вы помните, из-за наскоков Гука, из-за публичных споров с ним Ньютон едва не бросил науку вообще.

— Не бросил же! И не мог бросить. Это так, эмоции одни. Ньютону, считайте, повезло, что первые же его сообщения о сделанных работах натолкнулись на такую резкую критику. Я имею в виду критику Гука. Не каждому такое выпадает. Поневоле тут начнешь оттачивать аргументы, ни в чем слабины не позволишь. Это кому на пользу идет? И чему? Самому же исследователю! Науке!

— Да, но вы забываете, что вскоре после первых публичных перепалок с Гуком Ньютон зарекся публиковать что-либо в области оптики до тех пор, пока жив его противник (во всяком случае, так принято считать). И дождался-таки его кончины. На протяжении почти тридцати лет — с 1675-го по 1704-й — ничего не напечатал о свете. А что было бы, если бы раньше умер сам Ньютон? Можете ли вы дать гарантию, что, скажем, его «Лекции по оптике», неопубликованные, не постигла бы та же судьба, что и декартовский «Мир»?

У Владимира Ивановича аж дыхание перехватило. Лицо его сделалось красным. Он перешел почти на шепот, как всегда в минуты особенного волнения:

— Ну так что же тут такого? «Драма идей» — это о чем сказано, как вы думаете? Драма идей — это драма людей, выдвигающих эти идеи! Драма науки! И в науке, как повсюду в жизни, страсти кипят. А вы как думали? И высокие страсти, «идейные» (собственно, дра-

ма идей), и мелкие, житейские. А среди страстей не только приобрести можно, но и потерять. А вы как думали? Конечно, шутка сказать: тридцать лет ничего не печатать! Действительно, вдруг умрешь. Тут всегда риск есть. Но кто подсчитает, сколько рождается из этих страстей и из этого риска!

После этого разговора Владимир Иванович почему-то обиделся на меня, хотя вроде бы вышел из него победителем. Может, догадывался, что и на последнюю его реплику я мог бы найти что возразить, если бы он не прервал разговора. Впрочем, это обычная его манера — оставлять за собой последнее слово. Не всегда он, однако, произнеся это слово, испытывает раздражение или обиду. Нередко бывает так, что выражение детской радости, почти счастья растекается по его лицу. «Ну, что, как я вас срезал!» — говорит в такие минуты весь его облик, даже если вы не чувствуете себя срезанным и готовы продолжать бой.

Нет, в данном случае что-то другое. Похоже, он просто недоволен собой, своими аргументами. Или бывает еще, что в разгар какого-нибудь спора он вдруг вспоминает о каких-то своих неприятностях и это мгновенно накладывает отпечаток на все его поведение. Большею частью он старается в таких случаях прервать разговор, но, бывает, что и продолжает его, однако уже совсем в другом настроении — в миноре. Может как бы ни с того, ни с сего резко переменить свою позицию. Естественно, очень тяготеет в такие минуты к скептицизму и пессимизму. Тех, кто его не знает, такие неожиданные перемены нередко ставят в тупик. Кое-кто даже склонен считать его несерьезным человеком и несерьезным ученым. Но это, разумеется, несправедливо. В научных убеждениях и позициях своих он тверд и последователен, эти эмоциональные шараханья, случающиеся с ним в жизни, не оставляют на его научных трудах никакого следа. Что касается неприятностей, мне известно, что у него какие-то нелады с докладом, который он готовит. Очень он к нему серьезно относится. Кстати, доклад отчасти касается Ньютона. Может, вспомнил? Трудно и не вспомнить: ведь в разговоре нашем также о Ньюtone была речь. Тоже и я хорош: не мог выбрать другую тему. Поделом он на меня обиделся.

Впрочем, доклад Корнилова, насколько я знаю, посвящен не какому-то одному ученому — науке в целом.

Гипотезам, теориям... Чуть раньше, когда ничего еще о неладах не было слышно, просил я Владимира Ивановича дать мне его почитать: он уже почти готов тогда был. Не дал. Отшутился. «Сглазьте,— говорит,— читайте статьи. О научных работниках по статьям судят». «Некогда,— в тон ему я отвечаю,— вон у вас сколько статей по журналам разбросано». Монографию-то его я читал, естественно. О становлении научных теорий. Но в доклад он значительные изменения внес по сравнению с монографией. Сам об этом говорил не однажды с таким таинственным видом. Вообще, это его слабость — напускать туман и таинственность. И то, что он доклад не дает, вернее не давал, когда еще все было спокойно, никаких неприятностей не ожидалось, это тоже не из-за боязни сглаза, естественно, а так, для пушей таинственности.

\* \* \*

Относительно Гука мы с ним так и не договорились. Более того, как я уже сказал, он обиделся на меня, стал меня избегать. Мне это было вдвойне неприятно: не только потому, что я ценю и уважаю его, дорожу его дружбой, но и потому, что постоянно опираюсь на его помощь в работе над этой книгой. Лишиться такого советчика в разгар работы — это, знаете ли, много значит. Не то чтобы под рукой у меня не было литературы, первоисточников. Да и исследований по истории света написано довольно. Я имею в виду — о фактах истории. Но для меня всякая история ценна, когда она окрашена живым человеческим чувством. И во Владимире Ивановиче я ценю не только эрудированного консультанта, но и человека, всем фактам, всем явлениям дающего живую, эмоциональную оценку.

Так или иначе ряд последующих страниц этой книги был написан мною, когда у меня не было никаких контактов с Корниловым. Значение этого обстоятельства читатель сможет понять в свое время.

Я остался верен своей оценке Роберта Гука. И тут поддержку мне оказывают крупные авторитеты. Вот что пишет, например, о Гуке Сергей Иванович Вавилов: «Это был человек с оригинальной фантазией и изобретательностью. Живость ума, связанная с крайней неустойчивостью характера, отсутствием выдержки и на-

стойчивости и болезненным самолюбием, была поистине роковой для Гука. Почти ни одно его изобретение, ни одна идея, ни один опыт не доводился до конца, а бросались на полдороге. Возникали непрерывные недо-разумения, обиды, зависть, споры из-за приоритета, заполнявшие жизнь Гука. Почти всякий талантливый ученый-современник становился врагом Гука, потому что деятельность Гука в науке и технике была столь разносторонней, что постоянно приходилось затрагивать вопросы, так или иначе им изучавшиеся... Постоянная торопливость в работе и незнакомство с литературой нередко приводила Гука к открытию уже известных фактов. Некоторые биографы, повторяя ошибку самого Гука, обвиняли последнего в сознательном плагиате. Оснований для этого мало. Гук был настолько талантлив и разносторонен, что не приходится сомневаться в оригинальности и самостоятельности большинства его опытов, идей и изобретений».

Почти то же самое утверждает Павел Степанович Кудрявцев: «Кипучий темперамент Гука являлся источником и его разносторонних открытий и его многочисленных столкновений с учеными-современниками. Гук с исключительной остротой чувствовал актуальные проблемы эпохи... Но он не доводил до конца, до полного завершения своих идей... Вечными спорами и притязаниями он заслужил себе славу неуживчивого человека. Гениальный, но недисциплинированный ум — таков приговор, вынесенный историей Гуку».

В 1671 году Ньютон представил королю и Королевскому обществу изобретенный им телескоп-рефлектор. Прибор получил одобрение: сравнительно небольшой по размерам, он давал такое же увеличение, как и огромные зрительные трубы обычного типа. Однако каково же было удивление Ньютона, когда он услышал от Гука, что это, мол, вовсе не новость, что он, Гук, обладает таким средством, с помощью которого может довести «до последней степени совершенства» не только телескоп, но вообще любой оптический инструмент; так что все, что было когда-либо «изобретено или проектировано» или даже только «желаемо» в этой части, он может сделать «с легкостью и точностью».

В середине января 1672 года Ньютон, только что избранный членом Королевского общества, то есть академиком, сообщил секретарю Общества Ольденбургу, что

он хотел бы представить «на апробацию» сообщение об одном открытии в области оптики. Это сообщение, или, как тогда говорили, мемуар, было доведено до сведения членов Общества уже вскоре, 6 февраля. Назывался мемуар «Новая теория света и цветов». В нем излагались знаменитые ньютоновские опыты с призмой, позволившие ему заключить, что цвета не возникают при преломлении и отражении, а представляют собой «первоначальные и прирожденные» свойства света. Эти свойства различны у различных лучей: лучу, обладающему определенной степенью преломляемости, всегда соответствует один и тот же цвет. Смешение лучей порождает новые цвета, отличающиеся от исходных, смешиваемых. Самое поразительное: смешение всех цветов, подобранных в определенной пропорции, дает обыкновенный белый цвет.

Короче, в мемуаре, как и было обещано, действительно давалась новая блистательная теория цветов, прямо вытекающая из остроумных и тонких экспериментов. Однако теории света, вопреки обещанию, в нем не было.

Тем не менее Гук заподозрил в этих «прирожденных» свойствах света — цветах — намек на то, что Ньютон придерживается взгляда, будто свет являет собой поток материальных частиц. Собственно, и сам Ньютон говорил об этом в своем мемуаре, хотя весьма туманно и невразумительно. Что-то в таком роде: всякое тело можно считать субстанцией, то есть веществом, если оно проявляет некие качества, доступные нашим ощущениям, а поскольку главные качества света — цвета — нами найдены, есть достаточно оснований считать, что и свет — это вещество.

Впрочем, у Ньютона это сказано еще более неопределенно.

Естественно, «распознав» в Ньютоне сторонника корпускулярной теории, Гук набросился на него со всем свойственным ему пылом и энергией. Он доказывал, что опыты Ньютона гораздо лучше можно объяснить волновой теорией, разработанной им, Гуком. Отрицал он и то, что цвет являет собой «первоначальное», «прирожденное» свойство света и что все цвета содержатся в белом луче...

Ньютон ответил Гуку лишь через полгода. Ответил письменно, как принято было тогда. Он признавал, что из его теории следует заключение о «телесности» света, но



выражал при этом недоумение, почему его противник столь решительно возражает против такого заключения: ведь корпускулярная гипотеза вполне совместима с волновой гипотезой Гука. Представьте себе, писал Ньютон, что лучи света состоят из маленьких частиц, потоки которых испускаются светящимся телом во всех направлениях. Попадая на поверхность твердого тела — отражающую или преломляющую, — они неизбежно должны возбудить в эфире колебания, точно так же, как вызывает волны камень, брошенный в воду. Попадая в наш глаз, эти колебания создают ощущение света. Вот мы и пришли к вашей гипотезе, г-н Гук. Не правда ли, сколь малое расстояние разделяет нас с вами?

Я не знаю, однако, продолжает Ньютон, как мой оппонент преодолет с помощью своей гипотезы некоторые трудности. Если бы свет действительно представлял колебания эфира, он должен был бы не распространяться по прямой, а расходиться по кривым линиям, обходя все препятствия, разрушая все тени, растекаясь подобно звуку по всевозможным закоулкам и протокам. Далее, при освещении одной стороны предмета неизбежно должна была бы освещаться и другая, противоположная: ведь колебания эфира неминуемо должны были бы распространиться с одной стороны на другую. Или я заблуждаюсь, заключал Ньютон, или опыт и наблюдения свидетельствуют, что на деле происходит обратное.

Пришлось отбиваться Ньютону и от других критиков. Некоторые из них строили свои возражения попросту на том веском основании, что им никак не удавалось повторить опыты Ньютона. Полемика заняла около четырех лет, к исходу которых Ньютон совершенно впал в уныние, порывался выйти из Королевского общества и вообще оставить занятия наукой.

Впрочем, в конце 1675 года он представил Обществу еще один мемуар, заранее предупредив, однако, что не будет отвечать ни на какую критику.

Мемуар был довольно длинный и читался в нескольких заседаниях. Естественно, Гук снова выступил с возражениями, причем, как и в случае с телескопом, с возражениями скандальными: оспаривая приоритет Ньютона, он утверждал, что все основное в представленной работе уже содержалось в его, Гука, «Микрографии». Хотя Ньютон и зарекался втягиваться в полемику, он все

же вынужден был ответить Гуку. Отведя от себя главные обвинения, он в то же время кое в чем отдал должное своему противнику в связи с его опытами по исследованию цветов тонких пластинок. Внешне после этой очередной стычки они как будто примирились, однако чаша терпения Ньютона была переполнена. Тогда-то, как считают многие историки, он и решил не публиковать ничего, касающегося оптики, пока жив его неизменный оппонент. Однако Гук продолжал донимать его и по другим поводам. Таков уж был характер этого человека.

В 1704 году, после смерти Гука (впрочем, не исключено, что это было более или менее случайное совпадение), Ньютон издал свою «Оптику», которая подводила итог его исследованиям оптических явлений. В эту пору он уже не занимался такого рода исследованиями, точнее, занимался ими лишь время от времени. Основные труды остались далеко позади, где-то в семидесятих годах минувшего XVII столетия. Не переставая, однако, размышлять над проблемами оптики, хотя и «не имея возможности приняться вновь за исследования», как сам он об этом пишет, Ньютон заканчивает свою книгу «вопросами». Эти «вопросы» представляют собой программу исследований для грядущих поколений ученых, если хотите, научное завещание великого физика.

В вопросах, многие из которых, впрочем, содержат и предположительные ответы, опять-таки проглядывает склонность Ньютона отдавать предпочтение корпускулярной гипотезе, точнее гипотезе истечения. Уже в первом вопросе он размышляет, не действуют ли тела на свет на расстоянии и не изгибают ли этим его лучей, причем не будет ли это действие сильнее всего на наименьшем расстоянии? Ясно, что под действием здесь подразумевается что-то подобное тяготению. Но чтобы быть подверженным такому действию, свет должен представлять собой нечто телесное, вещественное. Впрочем, поскольку речь тут идет о дифракции, то имеется в виду, что тела отталкивают световые лучи, а не притягивают их. Так что здесь именно подразумевается сила, подобная гравитации, а не сама она.

Кстати, в последнем, тридцать первом, вопросе Ньютон поясняет, каким образом силу отталкивания можно примирить с силой притяжения. Он полагает, что здесь все происходит аналогично тому, как случается в

химических реакциях: металлы, растворенные в кислотах, притягивают к себе лишь небольшое количество кислоты, поскольку их притягательное действие распространяется только на небольшое расстояние. На значительных же удалениях, напротив, должно происходить отталкивание: ведь мы видим в алгебре, говорит Ньютон, что там, где исчезает положительная мера, там появляется отрицательная. Это «отрицательное» отталкивающее действие и проявляется, по-видимому, в изгибании светового луча. И не только в изгибании, но и в отражении, и в самом испускании. При изгибании и отражении лучи отталкиваются телами без непосредственного соприкосновения с ними, то есть когда между лучом и телом сохраняется небольшое расстояние. При испускании же луч выбрасывается из светящегося тела вследствие колебательного движения его частей, выходит за пределы притяжения и увлекается с огромной скоростью наружу, ибо если сила отталкивания может возвращать луч при отражении, почему она не может оказывать какого-то похожего действия при испускании?

Вопрос двадцать девятый ставится Ньютоном уже совершенно определенно: не являются ли лучи света очень малыми телами, испускаемыми светящимся веществом? Ньютон явно склоняется к утвердительному ответу, подкрепляя его всеми аргументами, которые он так или иначе и прежде использовал в спорах со сторонниками волновой теории. Во-первых, такие тела, или, сказать точнее, частицы, при распространении своем не будут отклоняться в тень, как и положено световым лучам. Во-вторых, эти частицы будут обладать различными неизменными свойствами, в том числе таким, которое мы обозначаем словом «цвет». (Вот когда, наконец, Ньютон прямо признался, что, по его представлениям, за «неизменными свойствами» неминуемо должны стоять корпускулы, а ведь проницательный Гук догадался, что Ньютон имеет в виду, более тридцати лет назад!) В-третьих, между прозрачными веществами и лучами обнаруживается действие на расстоянии: вещества преломляют, изгибают и отражают лучи, а те, в свою очередь, приводят в движение части этих веществ, нагревая их. Такое взаимодействие очень похоже на притягательную силу между телами. В-четвертых, если сложить вместе две линзы — плоско-выпуклую и двояко-

выпуклую — вокруг места их соприкосновения становятся видны концентрические радужные кольца. Как полагает Ньютон, это явление можно объяснить только в том случае, если лучи света состоят из частиц различных размеров, возбуждающих колебания в той среде, на которую они действуют. Наконец, в-пятых, и двойное преломление света в кристалле исландского шпата вроде бы легче поддается истолкованию при помощи корпускул. Ньютон объясняет его через явление поляризации, которое, по его мнению, трудно понять, если не считать лучи света состоящими из материальных тел.

В следующем, тридцатом вопросе Ньютон опять говорит о частицах света. Он спрашивает: не могут ли «большие тела» превращаться в свет и не может ли свет оборачиваться телами? Почему бы и нет, собственно говоря? Разве это не соответствует общему «ходу природы», которая как бы «успокаивается» подобными метаморфозами? И еще один вопрос: не способны ли тела получать значительную долю своей активности от частиц света (вот где употребляются эти слова!), входящих в их состав?

Можно сказать, что это предположение о взаимном превращении света в вещество и вещества в свет — одно из гениальных пророчеств Ньютона, подтвердившееся — правда, совсем на другой основе — в нашей столетии.

## ПОСЛЕДНЕЕ СЛОВО—ЗА КОРПУСКУЛАМИ

Итак, полемика с Гуком оставила заметный отпечаток на оптических работах Ньютона. Однако был среди его современников еще один крупный ученый, с несогласным мнением которого он тоже постоянно вынужден был считаться. Я имею в виду нидерландского физика и математика Христиана Гюйгенса. Отношения между ним и Ньютоном также были, скорее, отношениями соперников, нежели доброжелательно настроенных друг к другу коллег, хотя Гюйгенс, разумеется, не позволял себе ничего похожего на выходки Гука, да и по характеру мало его напоминал. К тому же возможности для каких-либо прямых контактов у этих двух людей были невелики: Гюйгенс за всю свою жизнь приезжал в Англию, кажется, раза два, хотя и состоял

членом Лондонского королевского общества. Ньютон же, как известно, ни разу не покидал пределы Англии.

Будучи почти на четверть века старше Ньютона, Гюйгенс, естественно, и научную работу начал раньше его. В частности, оптикой он занялся еще в 1652 году. Однако появление на научной арене Ньютона, по-видимому, придало этой работе ускорение. Предполагают, что уже ньютоновские «Лекции по оптике» попали Гюйгенсу в руки. Собственно говоря, напечатаны они были гораздо позже, когда уже ни Гюйгенса, ни самого Ньютона не было в живых. Однако рукописный экземпляр существовал уже в то время, когда Ньютон читал сами лекции в Кембридже — в 1669—1671 годах. С него были сняты копии, одна из которых, по-видимому, и оказалась у Гюйгенса. Во всяком случае в предисловии к латинскому изданию «Лекций» их издатели язвительно замечают, что «открытия Ньютона до такой степени понравились знаменитому геометру Гугению, что он построил большую часть своей книги по диоптрике на принципах Ньютона...»

Из сказанного выше ясно, что эта колкость уже не могла достичь ушей Гюйгенса. Однако вполне вероятно, что такого же мнения о заимствованиях, будто бы им допущенных, был и сам Ньютон. Если так, это еще один штрих, иллюстрирующий их отношения.

В числе прочих Гюйгенс пытался оспорить идеи, высказанные Ньютоном в мемуаре 1672 года. В противоположность английскому ученому, считавшему, что белый свет слагается из всех лучей спектра, Гюйгенс утверждал, будто для этого достаточно смешать два цвета — желтый и синий.

Быть может, как раз открытия Ньютона, желание возразить ему поосновательней, распознать истинную картину образования цветов и побудили Гюйгенса глубже задуматься над природой света. Не исключено, что на то же нацеливали и его собственные работы по диоптрике, которыми он к этому времени занимался уже двадцать лет. Во всяком случае именно в этот период у него рождаются первые наброски его волновой теории.

Правда, забегаая вперед, скажем, что объяснить с помощью этой теории происхождение цветов он так и не сумел и в конце концов вовсе был вынужден отказаться от таких попыток. Однако, как нередко бывает в науке,

хотя первоначальная цель и осталась не достигнутой, работа оказалась ценной сама по себе.

Впервые он сделал о ней публичное сообщение в 1678 году на собрании Парижской академии, а подробно изложил ее в «Трактате о свете», изданном двенадцать лет спустя.

Приверженность Ньютона идее световых частиц скрыта весьма глубоко в его сочинениях, извлекать оттуда свидетельства этой приверженности — довольно тяжелый труд. Гюйгенс, напротив, говорит о своих воззрениях на природу света прямо и открыто. Если учесть необычайную быстроту, с которой свет распространяется в пространстве, а также то, что различные лучи, пересекаясь, вовсе не мешают друг другу, станет совершенно ясно, полагает Гюйгенс, что в лучах света не происходит переноса материи, как, например, при полете пули или стрелы. Будь это иначе, указанные свойства света было бы слишком трудно объяснить. По мнению Гюйгенса, луч от светящегося тела доходит до нас в результате какого-то движения вещества, находящегося между этим телом и нами. А поскольку, чтобы свет преодолел это расстояние, требуется некоторое время, значит движение сообщается веществу постоянно. Иначе говоря, как и в случае звука, оно передается сферическими поверхностями, волнами. Естественно, чтобы эти волны могли распространяться в веществе — эфире — с той огромной скоростью, какой обладает свет, эфир должен быть необычайно подвижным, тонким и упругим. Как считает Гюйгенс, он состоит из мелких частиц, заполняющих все пространство.

Чтобы проиллюстрировать передачу светового импульса, Гюйгенс использует тот же наглядный метод, какой использовал Декарт. Различие лишь в том, что, с точки зрения Декарта, свет представляет собой давление, порождаемое центробежной силой вращающихся небес, или, как насмешливо говорил Ньютон, «вращением шаров», а в представлении Гюйгенса это именно механические продольные волны, возбуждаемые ударами частиц раскаленных светящихся тел о ближайšie к ним частицы эфира.

Гюйгенсу, конечно, было известно одно из главных возражений Ньютона против волновой теории: каким образом объяснить, что световые волны распространяются прямолинейно, а не огибают, подобно звуковым

волнам, встречающиеся на их пути препятствия, не заходят в тень, не растекаются по всевозможным закоулкам и тупикам? Чтобы преодолеть это затруднение, Гюйгенс придумал особенный механизм распространения волн. Об этом механизме трудно рассказать без чертежа. Впрочем, тут вовсе и не обязательно представлять себе все в деталях. Согласно Гюйгенсу, свет распространяется таким образом, что в каждой точке пространства возникает элементарная волна, расходящаяся из этой точки как из центра (знаменитый принцип Гюйгенса). Огибающая всех элементарных волн и есть собственно световая волна. Теперь, допустим, на пути ее встречается какой-либо непрозрачный предмет. В пространство позади него проникают уже не все элементарные волны (часть их задерживается препятствием). Волн, проникших за препятствие, оказывается недостаточно, чтобы создать световую волну, — так и образуется тень.

Надуманность этого объяснения очевидна. Можно поставить на пути света весьма малое препятствие, которое будет задерживать лишь незначительное число элементарных волн. Суммарная волна, казалось бы, должна ослабляться лишь незначительно. Однако, если следовать Гюйгенсу, и этого будет достаточно, чтобы свет обратился тьмой.

Разумеется, подходя к делу вполне трезво, трудно было рассчитывать с помощью таких аргументов переубедить сторонников корпускул. Однако сам Гюйгенс, по-видимому, до конца был уверен в правильности своего объяснения и в убедительности своих доводов.

Впрочем, решающим доказательством правоты и справедливости разработанной им теории он считал другое — разрешение загадки двойного преломления. Как известно, луч света, проходя через кристалл исландского шпата, раздваивается. Один из образовавшихся лучей подчиняется обычному закону преломления, другой же не подчиняется ему. Около полутора десятков лет разделяют две вехи в жизни Гюйгенса: когда он впервые попытался объяснить этот удивительный факт и когда ему, наконец, удалось найти такое объяснение. Тем более дорог был для него этот успех (впрочем, как уже говорилось, Гюйгенс, подобно любому другому ученому, не всегда мог отличить реальный успех от мнимого).

Гюйгенс предположил, что при освещении кристалла в нем распространяются два рода волн. Одни представляют собой колебания эфира, пронизывающего кристалл (они-то и дают правильное преломление). Другие передаются и частицами эфира, и частицами самого кристалла, так что в одном направлении импульс распространяется несколько быстрее, чем в другом,— поверхность волны искажается, из сферической превращается в сфероидальную.

На основе этих, в общем-то неверных, рассуждений Гюйгенс тем не менее нашел верное формальное правило, при помощи которого можно было определять направление «необыкновенного» луча.

Ньютон тоже не обошел стороной этот вопрос. Он также проводил эксперименты с исландским шпатом, причем занимался ими позже Гюйгенса, о чем говорит ссылка на Гугения в соответствующем разделе «Оптики» (почему-то Ньютон называет его то этим латинизированным именем, то обычным). Казалось бы, чего проще — проверь, справедливо ли правило, установленное Гюйгенсом. Если оно справедливо, прими его, если нет — укажи, в чем состоит несоответствие. Именно в таком духе призывал действовать своих коллег сам Ньютон, начиная уже с первого своего мемуара. Однако в данном случае он почему-то не следует собственному призыву. Он вообще не упоминает о правиле Гюйгенса, как будто его нет, и приводит собственное, неверное.

Как все это понять и истолковать? Сергей Иванович Вавилов пишет по этому поводу: «Мы встречаемся с трудно постижимым капризом гениального оптика. Объяснить его можно либо мало характерной для Ньютона небрежностью, либо желанием обойти волновую теорию во что бы то ни стало».

Ну да, разумеется, желанием обойти. Ведь Гюйгенс вывел свое правило, исходя из волновой теории, не приемлемой для Ньютона, и эта его отрицательная позиция, касающаяся волн, по-видимому, определила все его отношение к работе Гюйгенса.

Как видим, предвзятость, которая в конце концов оборачивается ущербом науке, бывает свойственна даже самым великим ученым.

Впрочем, также в «Оптике», в том месте, где речь идет о преломлении лучей в исландском шпате, Ньютон, допустив ошибку в одном, тут же высказывает поисти-



не удивительное прозрение, касающееся другого. Наперекор Гюйгенсу он утверждает, что не существует двух различных по своей природе сортов лучей, один из которых всегда преломляется обыкновенным образом, а другой — необыкновенным. Разница между «обыкновенным» и «необыкновенным» лучами только в положении их сторон. По мнению Ньютона, в каждом луче следует различать четыре стороны: две из них, противоположные друг другу, будучи повернуты определенным образом по отношению к кристаллу, склоняют луч к обыкновенному преломлению, а две другие — к необыкновенному.

Это действительно гениальное прозрение. Перед нами не что иное, как догадка о неведомом еще явлении — поляризации света. Как видно из рассуждений Ньютона, именно поляризация обуславливает двойное преломление световых лучей.

Удивительно, не правда ли: Ньютон, который дал неверное эмпирическое описание двойного преломления, оказался гораздо ближе к пониманию его природы, чем Гюйгенс, отыскавший правильную формальную закономерность? Вот так: через точные и не очень точные эксперименты, через строгую и не очень строгую логику, через интуитивные догадки и прозрения, через расцвеченные всеми страстями и эмоциями споры между учеными и делает наука свои шаги.

Разумеется, заподозреившую им обособленность различных сторон луча Ньютон не преминул употребить на пользу корпускулярной теории. В этих сторонах он увидел сходство с полюсами магнита. Между тем, как известно, магнетизм обнаруживается «только в магнитах и в железе». Подобно этому, говорит Ньютон, трудно понять, каким образом лучи света могут обладать неким постоянным качеством по двум сторонам, отсутствующим по двум другим, если только они не являются телами.

Короче говоря, именно то явление, которое Гюйгенс рассматривал как наиболее явный признак волновой природы света, Ньютон с не меньшей определенностью считает свидетельством корпускулярной его природы.

На это Гюйгенс уже ничего не мог ему возразить...

Вообще, похоже, что Ньютон, ненавидевший прямые дискуссии, когда участники спора сходятся лицом к лицу, с тем большей охотой решил дать бой своим против-

никам, когда главных из них уже не было в живых. От раза к разу он все усиливал свои аргументы. Так, во второе, латинское, издание «Оптики», вышедшее в 1706 году, он включает рассуждения о двойном преломлении, резкие возражения против эфира и непосредственно против теорий, «в которых свет приписывается давлению или движению, распространяющемуся через эфир». Здесь ясно проглядывает стремление Ньютона оставить за собой последнее слово.

Впрочем, в издании 1717 года, третьем по счету, Ньютон сделал добавления, которые словно бы говорили о его примирительном отношении к эфиру. Однако эти, если можно так сказать, уступки были скорее всего навеяны его раздумьями над природой тяготения, спорами вокруг «Начал» и на самом деле вовсе не представляли каких-либо уступок волновой теории света.

Авторитетное ньютоново слово действительно было сказано последним. Быть может, именно это в большой мере определило, что корпускулярное представление о свете, по существу, безраздельно господствовало на протяжении более ста лет. Хотя тут нужно бы особо поразмыслить, почему, собственно говоря, корпускулярная гипотеза, не имея очевидных преимуществ или, по крайней мере, обладая преимуществами в одном, по уступая своей противнице в другом, все же преобладала на научной арене столь долгий срок.

Наверное, сыграло тут свою роль и то обстоятельство, что главный защитник волновой теории Гюйгенс не смог объяснить с ее помощью ряд явлений, которые в то время, да и позже, были в центре внимания спорящих о природе света. Особенно удивительно, что среди этих необъясненных им явлений оказались интерференция, дифракция, образование цветов...

Как мы знаем, Ньютон открыл, что цвета лучей «суть первоначальные и прирожденные» их свойства, различные для различных лучей. Он подозревал, что «свойство цвета» воплощено в размере световых частиц: наименьшие из них дают фиолетовый цвет (самый слабый и темный), наибольшие — красный... Чтобы объяснить цвета с позиции волновой теории, требовалось отыскать в волнах некое качество, которое бы соответствовало определенному размеру частиц, заподозренному Ньютоном. Нам теперь известно, что это качество — определенная длина волны. Однако Гюйгенс не считал

световые волны периодическими, а потому не мог найти в них чего-либо соответствующего ньютоновым размерам частиц, хотя долго и мучительно пытался подобрать ключ к проблеме цветов.

Этого нельзя сказать о дифракции. О ней вовсе нет упоминаний ни в печатных трудах Гюйгенса, ни в его бумагах, оставшихся неопубликованными. Как будто ее и не было вовсе.

Между тем Ньютон рассматривал и это явление, объяснял его через взаимодействие между частицами света и телами, мимо которых они пролетают.

То же можно сказать и об интерференции: Ньютоново объяснение ее при посредстве придуманных им «приступов легкого отражения» и «приступов легкого преломления» хорошо известно.

Можно спорить, насколько убедительны для того времени были подобные объяснения (в свой срок наука их отвергла), однако тот факт, что Ньютон не обошел вниманием эти явления, сыграл свою роль. Здесь тоже последнее слово осталось за Ньютоном.

## БЫЛ ЛИ НЬЮТОН «НЬЮТОНИАНЦЕМ»?

В конце концов мы помирились с Корниловым. Беспричинная обида на меня слетела с него так же внезапно, как и нашла. В один из вечеров он мне позвонил и пригласил послушать новую, только что купленную им пластинку. Моцарт. Сороковая симфония.

— Между прочим, эту вещь очень любил Эйнштейн, — возбужденно говорил Владимир Иванович. — Исполнение отменное. Вам понравится. Ах, как он играет, как он играет!..

«Он» — это, разумеется, какой-то дирижер. Раздражающая привычка всех меломанов под словами «он играет» подразумевать не оркестр, а одного только маэстро.

— Вот послушайте, — продолжал мой собеседник и, по-видимому, приблизил трубку к проигрывателю, но, кроме телефонных хрипов и каких-то посторонних гудков, я ничего толком не услышал.

— Прекрасно, — сказал я. — По-моему, еще никто так не играл.

— Вот видите! — чуть ли не завопил Владимир Иванович от восторга. — Приезжайте!

Я приехал. Слушали Моцарта. Запись в самом деле оказалась хорошей, хотя старенький проигрыватель хозяина немисливо дребезжал при каждом мало-мальски мощном аккорде. Под конец я подсунил Владимиру Ивановичу стопку страниц из этой книги, написанных в период нашей размолвки, в основном о Ньютоне. Попросил почитать. В благодарность за Моцарта он готов был сделать это тут же, немедленно, несмотря на поздний час. Я остановил его: «Как-нибудь... На досуге...»

При следующей нашей встрече я сразу заметил, что Корнилов как-то мнется и смущается. От этого смущения лицо его то и дело покрывалось красными пятнами. Заподозрив неладное, я спросил его напрямую, читал ли он, что я ему оставил.

Он сразу как-то вздрогнул, будто я уличил его в каком-нибудь неприличном деле. Потом заговорил — то-ропливо, сбиваясь:

— Да-да, прочел... По-моему, неплохо... Кое-где... То есть, я хочу сказать, иногда — иногда язык тяжеловат для популярной книги... Но в общем неплохо... Неплохо...

— Владимир Иванович, — говорю, — мы ведь с вами давно друг друга знаем. Что вы, извините за выражение, турусы на колесах разводите?

Он как-то странно посмотрел на меня, точно желая убедиться, действительно ли мы давно друг друга знаем, и вслед за тем, видимо, убедившись, вспомнив, что это действительно так, мгновенно успокоился.

И тут между нами произошла сцена, необыкновенно напоминающая булгаковскую. Помните, на Патриарших прудах, из «Мастера и Маргариты»? «...Крайне удивились и редактор и поэт, а профессор поманил обоих к себе, и когда они наклонились к нему, прошептал: «Имейте в виду, что Иисус существовал».

Вот именно так, приняв немислимый вид обладателя абсолютного знания, Владимир Иванович произнес с какой-то дьявольской отчетливостью и откровенностью:

— Имейте в виду, Ньютон никогда не был сторонником корпускулярной гипотезы.

— То есть как? — даже вскрикнул я от неожиданности.

— А вот так,— повторил он.— Ньютон никогда не был сторонником корпускулярной гипотезы.

В следующее мгновение, опомнившись от первоначального шока, я уже хватал с полки книги, брошюры, учебники (на этот раз дело происходило у меня дома), судорожно листал их, раскрывал на нужном месте и совал ему чуть ли не под нос.

— Как же так! — говорил я необычайно взволнованно.— Ведь мы же с вами со студенческой скамьи... То есть я... Да и вы тоже...— Он намного старше меня.— Вот видите,— тыкал пальцем я в очередную раскрытую книгу.— «В то время умами ученых почти безраздельно владела эмиссионная теория света, корпускулы были возведены в догмат, а авторитет Ньютона распространялся далеко за пределы Кембриджа». Видите? «Авторитет Ньютона», «догмат», «корпускулы»... Или вот другая книжка... Так, не то, не то... Вот! «...Высмеял корпускулы Ньютона...» и «с помощью остроумных и убедительных доводов опроверг его теорию». Вот не хотите ли? «Корпускулы Ньютона»... «Опроверг»... Так, дальше читайте: «...Корпускулярная теория Ньютона давно сдана в архив». Видите? Сдана!

Владимир Иванович только отмахивался от моих книжек, словно от надоедливых мух, и лишь одно повторял с совершенно фанатическим видом:

— Ньютон никогда не был сторонником корпускулярной гипотезы.

Наконец, я устал.

— Ладно,— сказал я,— оставим это. Давайте о чем-нибудь другом.

Но о другом, естественно, у нас уже не получилось. Мы разошлись, как я ожидал, надолго. На этот раз я был на него зол: заладил, как попугай: «Ньютон никогда не был... Ньютон никогда не был...»

Против ожиданий, однако, он позвонил мне на другой день:

— Слушайте, не сердитесь на меня. Давайте поговорим спокойно. Я тут кое-что подобрал для вас.

Он приехал с кипой книг. Собственные труды Ньютона.

— Бросьте вы мусолить этих интерпретаторов,— сказал он весело, раздеваясь.— Историк обязан черпать сведения — откуда? Из первоисточников! — Он строго поднял палец.— Только из них. Помните, как

говорили древние: «Он сам это сказал»? Понимаете — сам!

Я нисколько не сомневался, что Владимиру Ивановичу не хуже чем мне было известно: выражение пифагорейцев «Он сам сказал» не означало ничего иного, как только беспрекословное доверие к авторитету их учителя Пифагора. Касалось ли то, что «он сам сказал», фактов его собственной жизни, его персоны или чего-либо другого, ко всему следовало прислушаться с величайшим вниманием. Возражать Корнилову по этому поводу я, естественно, не стал, не желая нарушать доброе расположение его духа. Тем более что пифагорейскую мудрость довольно часто трактуют и так и этак.

Но я не мог простить ему другого.

— Между прочим, — сказал я, весьма задетый его репликой насчет интерпретаторов, — у меня нет ни одного утверждения, касающегося Ньютона или кого-либо другого, которое не было бы подкреплено собственными словами этого ученого. Если даже я не привожу цитату, я всегда вам могу ее показать. По первому требованию.

Тут уж он вовсе пришел в восторг, захихикал, стал часто потирать руки:

— Э-хе-хе, да ведь знаете, какую эквилибристику можно с цитатами устроить! Вы себе даже не представляете. Одну оборвал не там, другую начал не оттуда, третью повернул не так, четвертую привел не в той связи, о пятой умолчал, шестую пропустил... Это ведь, знаете ли, целое искусство.

— Впрочем, давайте разберемся с Ньютоном, — сказал он, вдоволь наравовавшись моим словам насчет цитат, и сразу сделался серьезен. — Вот вы здесь пишете, что в ответе Гуку в 1672 году Ньютон признал, что из его теории цветов следует заключение о «телесности» света... Так?

— Ну так, — согласился я.

— Давайте теперь посмотрим, как об этом говорится у самого Ньютона. — Владимир Иванович без труда нашел нужное место в одной из принесенных им книг: в этих книгах у него было множество закладок. — Вот как: «Справедливо, что я заключаю из моей теории о телесности света, но...» — обратите внимание на это «но» — «но делаю это без всякой абсолютной определенности. Это заключение только очень вероятное следствие моей доктрины, а не основная предпосылка...»

Видите? Всего лишь «очень вероятное следствие». Пойдем дальше. Дальше вы пишете, что Ньютон доказывал Гуку совместимость своей корпускулярной гипотезы с волновой гипотезой Гука, и получается вроде бы, что он опять-таки стремился утвердить право корпускул на жизнь. Но посмотрим, как он начинает это доказательство. Снова начинает оговоркой: «...Положим даже, что я упорно настаиваю на этой гипотезе...» Видите? Он вовсе на ней не настаивает. Но если бы даже настаивал, и в этом случае он не понимает, почему его противник так возражает против нее: эта гипотеза значительно ближе собственной гипотезе Гука, чем тот думает.

Теперь... Само сближение и совмещение этих двух, казалось бы, несовместимых гипотез — что оно-то означает? Посмотрите: «...Если мы предположим, что световые лучи состоят из маленьких частиц, выбрасываемых по всем направлениям светящимся телом, то эти частицы, попадая на преломляющие или отражающие поверхности, должны возбудить в эфире колебания столь же неизбежно, как камень, брошенный в воду... Если такие колебания, не разделяясь, проходят через среду в наш глаз, то они возбуждают ощущение белого света, если же каким-либо способом они отделяются друг от друга, соответственно их неравным величинам, то они вызывают ощущения различных цветов...»

Короче говоря, Ньютон сам подсказывает Гуку, как с помощью его собственной волновой теории объяснить восприятие цветов. И не только это, но и явление дисперсии — разделения лучей различной «величины» (то есть, говоря сегодняшним языком, различной длины волны) при прохождении через призму — и образование окраски тонких пластинок... Не правда ли, чрезмерное великодушие и щедрость для упрямого сторонника корпускулярной гипотезы, каким вы — вслед за многими другими авторами — пытаетесь его изобразить? Впрочем, в объяснении ряда других явлений Ньютон ничем Гуку помочь не может, ибо сам не знает объяснения, в чем открыто и честно признается. Именно: он не знает, как с помощью волновой теории истолковать тот факт, почему свет распространяется прямолинейно, а не огибает препятствия, подобно звуку, почему при освещении одной стороны какого-либо предмета одновременно не освещается и противоположная его сторона...

Однако есть трудности и у чисто корпускулярной гипотезы — Ньютон отлично осознает это. В конце концов он приходит к необычайно интересному заключению. И я очень прошу вас обратить на него внимание, ибо здесь вся соль, вся соль... «Если бы мне пришлось принять какую-нибудь гипотезу, — пишет Ньютон, — я бы выбрал бы эту...», то есть ту, которую он только что изложил, — кентавра, составленного из корпускулярной и волновой гипотез, — «...но высказанную в более общей форме, без определения, что такое свет, кроме того, что он есть то или иное, способное возбуждать колебания в эфире...» Я не могу не подчеркнуть эти слова: свет есть нечто — неважно что! — способное возбуждать колебания в эфире. Словом, Ньютон придерживается компромиссной гипотезы. Компромиссной! Запомните это слово. Он прекрасно видит, что один ряд явлений легче объяснить через корпускулы, другой — через волны. И это вполне его устраивает. Здесь он прямой предтеча современных физиков. А вы говорите — корпускулярная!

— Наконец, — продолжал Корнилов, — вы пишете о знаменитых ньютоновских вопросах, которыми он заключает свою «Оптику». Тут уж, мой друг, позвольте вам сказать, вы вовсе прибегаете к подтасовке — цитируете одни вопросы и пренебрегаете другими. Давайте их прочитаем неспеша, в том порядке, в каком они написаны.

Действительно, первая группа вопросов (с первого по пятый) наводит на мысль, что автор привержен корпускулярному представлению о свете: здесь и предполагаемое воздействие тел на световые лучи (отталкивание), и возможное даже, с точки зрения Ньютона, взаимодействие между телами и светом. Однако, начиная с вопроса семнадцатого, он опять явно склоняется к компромиссной гипотезе. В этом, семнадцатом вопросе Ньютон вновь, в который уже раз, высказывает давнюю свою догадку — как образуются цвета тонких пластинок: луч, падая на преломляющую или отражающую поверхность, возбуждает в ней волны, которые распространяются на большие расстояния, обгоняя при этом лучи света; и вот, когда они их обгоняют, одним лучам они придают способность преимущественно отражаться при встрече со следующей поверхностью, другие же лучи благодаря этим волнам обретают способность, преломляясь, проникать сквозь эту поверхность; отсюда и образуется окраска поверхности.



В последующих вопросах, вплоть до двадцать пятого, Ньютон говорит о некоем, заполняющем все и вся необычайно упругом и очень неплотном веществе, существование которого он подозревает, — эфире. Ясно, что если бы эфир действительно существовал — это был бы весьма сильный аргумент в пользу волновой теории или, по крайней мере, компромиссной. И Ньютон в самом деле снова упоминает здесь компромиссную гипотезу, спрашивая в вопросе двадцать третьем, не возникает ли зрение благодаря колебаниям эфира, возбуждаемым на дне глаза (точно так же, как на любой отражающей или преломляющей поверхности) лучами света и распространяющимся по нервам «к месту ощущения».

Однако в двадцать восьмом вопросе он вновь обрушивается на различные гипотезы о природе света, которые в то время противопоставлялись корпускулярной, в частности на волновую гипотезу. Здесь он опять повторяет уже известные нам доводы против нее: «Если бы свет состоял в давлении или движении, распространяющихся мгновенно или во времени, он должен бы загигаться внутри тени...», однако «...относительно света неизвестно ни одного случая, чтобы он распространялся по извилистым ходам или распространялся внутри тени». Между прочим, когда Ньютон говорит о гипотезе, согласно которой свет представляет собой давление, мгновенно распространяющееся через пространство, он, без сомнения, имеет в виду гипотезу Декарта. Иными словами, уже в то время эта гипотеза, или теория, не отождествлялась с волновой, ставилась от нее отдельно.

В том же вопросе, чуть дальше, Ньютон касается двойного преломления света в кристалле исландского шпата, а также образования цветов тонких пластинок. Он в самом деле считает, что толкования этих явлений, даваемые волновой теорией, несостоятельны. Это вы отметили совершенно верно. Вполне с вами согласен. Верно и то, что в заключительных трех вопросах — двадцать девятом, тридцатом и тридцать первом — Ньютон явно склоняется в сторону корпускулярной гипотезы. Тут не может быть двух мнений.

— Итак, что же в итоге? — заключил монолог Владимир Иванович. — А все то же: компромиссная гипотеза. В одних случаях Ньютон обходится только световыми корпускулами, в других — привлекает им на помощь волны. Смотря по тому, как удобнее объяснить

данное явление. Очень удобный подход. Если так можно выразиться, подход двадцатого века. Ньютон прибегал к нему уже в семнадцатом, в отличие от большинства своих современников, которые в такой широте, склонности к компромиссу и двойственности видели одну только слабость...

— Не могу с вами согласиться, — твердо сказал я. — Вы меня совершенно не убедили. Нигде — вы слышите, нигде! — ни в ответах Гуку, ни в мемуарах, ни в вопросах третьей книги «Оптики» Ньютон ни словом не обмолвился, что свет, возможно, представляет собой колебания среды, волны. Он говорит, что свет может **вызывать** такие колебания и взаимодействовать с ними — это да, но ведь это совершенно другое: подобные колебания не представляют собой непосредственно свет. Это нечто вторичное, производное от света. Так же как волны от брошенного в воду камня — излюбленный пример Ньютона — не равнозначны самому камню. Какой же тут компромисс? Компромисс между камнем и волнами на воде?

Кстати, Ньютон сам, своими устами, предостерег от ошибки тех, кто склонен был чересчур буквально понимать его слова о близости его позиции и позиции Гука: «У меня нет ничего общего с ним, кроме предположения, что эфир есть среда, способная к колебаниям, но я пользуюсь этим предположением совершенно иначе, чем он: он предполагает, что колебания и есть свет, а я предполагаю, что это не так. В этом большое различие как с ним, так и с Декартом».

Почему, собственно, свет не может быть колебаниями эфира — это Ньютон подробно разбирает в двадцать восьмом вопросе «Оптики». Помимо того что с помощью волн невозможно объяснить ряд явлений, есть еще одно важное обстоятельство: Ньютон не представляет себе, как истолковать появление окраски тонких пластинок, если не через колебания эфира: эти колебания возникают при падении лучей света на какую-либо поверхность и в дальнейшем распространяются быстрее, чем свет; допустим теперь, мы приняли, что свет тоже представляет собой волны в эфире, только движущиеся медленнее, в таком случае следует допустить, что и во всем пространстве разлиты два эфира. А это уж ни на что не похоже. Как могут эти две жидкости находиться в одном и том же «сосуде», «не замедляя, не возмущая, не рассеивая и

не спутывая движений друг друга!»». К тому же они должны были бы препятствовать движению планет и комет. С одним эфиром — весьма разреженным — Ньютон еще готов примириться. Однако два — это уже слишком. Это уже наверняка была бы плотная жидкость.

Короче, предположение о ней следует отбросить. (Тут Ньютон даже ссылается на авторитет древних — довольно редкий для него случай.) А вместе с предположением о плотном эфире надо отбросить и гипотезу о волновой природе света. Одним словом, как хотите, Владимир Иванович, но если посмотреть на дело внимательно, нигде вы не найдете у Ньютона, чтобы он ратовал за волновую гипотезу или даже за компромиссную. Эфир, колебания эфира — это все есть, но это совсем другое...

Вначале, как только я принялся возражать Корнилову, он сразу поскучнел — он вообще мгновенно скучнеет, когда слышит возражения. Однако по мере того как я продолжал говорить, лицо его все более оживлялось, и под конец он уж с трудом сдерживал нетерпение.

— Видите ли, — сказал он, едва лишь я кончил, — насчет компромиссной гипотезы я, конечно, пошутил. Не принимайте это всерьез. Разумеется, Ньютон не придерживался компромиссной гипотезы...

Я ждал, что последует дальше, но он, оборвав фразу, молчал, насмешливо глядя на меня, наслаждаясь произведенным эффектом. У него был легкомысленный вид школьника, который издавна привык, на потеху всему классу, выводить из себя учителя разного рода дурацкими шутками и мистификациями. Я рассвирепел.

— Послушайте, Владимир Иванович, — сказал я, — в споре, конечно, рождается истина... Иногда... Но если истина заранее известна... У нас обоих не так уж много времени...

— Мне она, безусловно, известна, — не моргнув глазом, отпарировал Корнилов. — А вам? Может быть, она известна и вам, но ведь в конце концов могу же я в этом сомневаться?! — Последнюю фразу он произнес как-то по-детски, с капризной миной. — Ну да, это все так... — продолжал Владимир Иванович. — Все это к делу не относится. Если же по существу... Еще раз повторяю: Ньютон не придерживался компромиссной гипотезы. Он вообще не придерживался никакой гипотезы.

**Минуты две мы молчали.**

— Все-таки для чего вам понадобилось морочить мне голову? — промолвил я наконец. — Сказали бы сразу, что думаете. Раскрыли бы известную вам истину.

Тут он снова захихикал, точь-в-точь как тогда, когда говорил о манипуляциях с цитатами.

— Э, нет! Сразу! Чего захотели! А дидактика на что? Дидактику-то забыли? Я ведь, как вы знаете, не только научный работник, но и преподаватель. Педагог. Мне за дидактику деньги платят. К истине надо подводить кругами, кругами... Не напролом... К истине подготовиться надо.

— Если быть откровенным, — произнес он, как-то сразу вдруг посерьезнев, — я, может, и сейчас вам не всю правду говорю. Не все, что думаю. Что мне известно. Уж не обессудьте. Как вам все сказать, если вы вбили себе в голову: корпускулярная теория, корпускулярная теория! Я ведь вижу, что ни на миллиметр вас с этого убеждения не сдвинул, ничуть не переубедил. Это при дидактике-то! — Он опять как-то мелко засмеялся. — А как же без нее? Велика ли надежда? Вовсе невелика.

— Ладно, — сказал я мрачно. — То, что Ньютон «не измышлял гипотез», это мне известно не хуже, чем любому другому. Надеюсь, однако, вы не станете отрицать, что есть разница между тем, что декларируется, и что происходит на самом деле?

— Есть, есть, безусловно! — радостно подхватил он. — Есть разница. Давайте-ка посмотрим сначала, что там у Ньютона декларируется. Зря что ли я книжки-то сюда таскал? — Он опять стал перелистывать заложенные страницы, беспрестанно повторяя иронически: — Что там у него декларируется?.. Что там у него декларируется?.. Давайте посмотрим... — Он явно игнорировал мое раздражение, всем своим видом стараясь изобразить уверенность и беззаботность.

Между тем мне казалось, нет, я был уверен, что он вовсе не в такой степени тверд в своих убеждениях, в своем «знании истины», как он пытался это мне внушить. «Он просто проверяет на мне свои аргументы, — думал я про себя. — Я очень удобен для этого: если он станет говорить коллегам то, что мне говорит, коллеги, глядишь, начнут подтрунивать над ним, по крайней мере за глаза; начнешь распространяться перед студентами, может получиться тот же эффект, хотя, возможно, и по другой причине; а я для него очень удобен: с одной

стороны, я не профан, со мной можно все это обсуждать, а с другой — я стою в стороне, вне академически-вузовской среды, меня ему нечего опасаться».

Между тем Владимир Иванович нашел, что искал.

— Вот,— сказал он.— Давайте-ка снова пройдемся по тем трудам Ньютона, которые мы смотрели. На этот раз читаем повнимательнее. Мы уже цитировали ответ, который Ньютон дал Гуку в 1672 году: «Справедливо, что я заключаю из моей теории о телесности света, но делаю это без всякой абсолютной определенности... Это заключение только очень вероятное следствие моей доктрины, а не основная предпосылка...» Если вы помните, как раз на этом месте мы и оборвали цитату. Но давайте-ка посмотрим, что там идет дальше. А то, эдак-то обрывая цитаты, мы много что можем доказать. Дальше вот что у Ньютона говорится: «Если бы в мое намерение входила такая гипотеза, я объяснил бы ее где-нибудь. Но я знал, что утверждаемые мною свойства света могут быть в некоторой степени объяснены не только этой, но и многими другими механическими гипотезами. Поэтому я решил их все отклонить и говорить о свете в общих выражениях, рассуждая о нем отвлеченно, как о чем-то, распространяющемся всегда по прямым линиям от светящихся тел, не определяя того, что это такое: беспорядочная ли смесь разнообразных качеств, модусов тел, тел самих или каких-то способностей, сил или чего-либо иного».

— Ну так что, будем еще спорить? — Владимир Иванович взглянул на меня победно. — «Он сам сказал!» Уже в первой знаменитой своей работе о цветах он не воспользовался ни одной гипотезой. Все отклонил. Все! Вы, наверное, не знали об этой цитате? Вполне простиительно: полностью ответ Гуку был напечатан в «Philosophical Transactions» в начале прошлого века. А это,— он постучал кулаком по самодельному картонному переплету какого-то журнала,— это мое приобретение. Наш «УФН» \* за 1927 год. Тоже вряд ли имеете. Да если бы и имели, трудно цитату найти: в примечания она запрятана. Так что, подозреваю, упомянутую цитату оборвали вы невольно. Не ваша вина. Но,— он снова строго повысил голос,— согласитесь, что истина не должна страдать от того, что кто-то по независимым от

---

\* Журнал «Успехи физических наук».

него причинам не может воспроизвести до конца какую-то цитату.

Эта вечная его готовность простить тебя, хотя ты не чувствуешь за собой никакой вины, — еще одна его раздражающая черта. Привел одну цитату и уже считает, что все объяснил и все доказал.

— Между прочим, ответ Гуку Ньютон написал в двадцать девять лет. А всего он, как известно, прожил восемьдесят четыре... Или вы считаете, что человек не в состоянии менять свои взгляды в течение жизни?

— Вот-вот, — радостно подхватил Корнилов, — давайте разберем все последовательно: молодость, зрелость, старость. Двадцать девять — это молодость или зрелость? Как хотите, считайте. Давайте скажем просто: в двадцать девять лет он не признавал ни одной гипотезы о природе света.

— Между прочим, — заметил я, — в этой вашей цитате — там есть такие слова: «в некоторой степени». Мол, другие гипотезы могут объяснить свойства света лишь в некоторой степени. Очевидно, Ньютон имеет в виду что корпускулярная гипотеза может это сделать в значительной степени, в большой степени? Не кажется ли вам, что его склонность к этой гипотезе проглядывает и здесь?

— Ну уж это вы к словам цепляетесь, — замахал руками Владимир Иванович. — Где «в некоторой степени»? Что такое «в некоторой степени»? Разумеется, неточный перевод. Ясно, что имеется в виду: ни одна гипотеза не дает полного объяснения. Вот и все. И никаких гипотез! Это в двадцать девять лет. Дальше... Берем «Лекции по оптике». Текст их был составлен в 1669-м, когда Ньютону было двадцать шесть. Ну уж это молодость. Для Ньютона — начало научного поприща. Заметьте: здесь нет никаких деклараций против гипотез. Тем не менее все лекции написаны по принципу «Без гипотез!» Только опыты и математика, математика и опыты. Впрочем, есть и декларации... Одна. В предисловии ко второй части начинающий профессор выражает пожелание, «чтобы философствующие геометры и философы, применяющие геометрию, вместо домислов и возможностей, выхваляемых всюду, укрепляли бы науку о природе высшими доказательствами». Под «высшими доказательствами», конечно, имеются в виду математические доказательства.

А «домыслы и возможности» — это наверняка «домыслы и гипотезы». Опять неточный перевод...

— Не кажется ли вам странным, что в «Лекциях по оптике» лучи у Ньютона «выбрасываются», «текут», «последовательно падают», «отскакивают» и так далее? Можно ли так сказать о волнах, как вы думаете? По-моему, нет. По-моему, так можно говорить, только держа перед собой в воображении материальные частицы...

— Пустяки! Пустяки! — Владимир Иванович уже прерывал меня нетерпеливо. — Ну что такое «отскакивают»? Что такое «текут»? Мало ли какие слова вздумалось употребить переводчику. Вы смотрели оригинал?

— С молодостью разделались, — продолжал Корнилов, засовывая в свой портфель одни книги и доставая оттуда другие. — Теперь второй мемуар Ньютона о свете. Год 1675-й. Автору тридцать два, начальная пора зрелости. И это произведение мы с вами уже читали. Вот это место: «Если бы мне пришлось принять какую-нибудь гипотезу, я выбрал бы эту, но высказанную в более общей форме, без определения, что такое свет, кроме того, что он есть то или иное, способное возбуждать колебания в эфире...» Здесь мы и поставили с вами точку, не так ли? Прекрасно. Но дальше-то что у Ньютона следует? Почему он выбрал — нет, **выбрал бы** — эту гипотезу, если бы уж пришлось выбирать? «...Ибо в таком виде гипотеза станет столь общей и широкой в сравнении с другими, что остается мало места для изобретения новых». Да он смеется над нами! Неужели не чувствуете? Хохочет! Он готов выбрать (**выбрал бы!**) гипотезу, однако настолько широкую, что шире уже и придумать невозможно. Чтобы не придумывали, не совали ему под нос никакие другие. Вынудили-таки его сделать выбор хотя бы в сослагательном наклонении.

Вот что он пишет: «Я заметил, что головы некоторых мужей очень склонны к гипотезам, а в моих рассуждениях отсутствовала гипотеза... Я нашел, что некоторые, которых я не мог убедить в моем мнении, говоря отвлеченно о природе света и цветов, легко согласились бы с ним, если бы я пояснил мое рассуждение какой-либо гипотезой». Вот когда цитата полна. А дальше уже серьезно, хватит шуток. «Я сам не буду принимать ни этой, ни какой-либо другой гипотезы, — пишет Ньютон, — полагая, что меня не обязательно касается то, объясняются ли открытые мною свойства света этой гипотезой или гипо-

тезой г-на Гука, или другие гипотезы могут объяснить их». Четкая позиция, не правда ли? Ни для каких криво-толков места не остается.

Дальше у нас идет «Оптика». Эта наверняка есть в вашей библиотеке, — Владимир Иванович пошарил глазами, отыскал книгу на полке. — Так... Перевод с английского издания 1721 года. В том году Ньютон жив еще был. А всего, как вы знаете, эта книга вышла при его жизни три раза на английском языке — в 1704-м, 1717-м и 1721-м и один раз, в 1706-м, на латинском. Так вот, год 1704-й. Ньютону уже шестьдесят один. Дело к старости. В первом издании «Оптики», которое было выпущено в этом году, он по-прежнему не принимает явно ни одну из гипотез. В латинском издании 1706 года появляется двадцать восьмой вопрос, где, между прочим, четко и ясно говорится: «позднейшие философы» «измышляли гипотезы» для объяснения всех вещей, «...между тем главная обязанность натуральной философии — делать заключения из явлений, не измышляя гипотез, и выводить причины из действий до тех пор, пока мы не придем к самой первой причине, конечно не механической...»

Вот он, индуктивный путь, познание без гипотез. В издании 1717 года это настроение Ньютона становится еще сильнее. В последнем, тридцать первом, вопросе он добавляет такую фразу: «...Гипотезы не должны рассматриваться в экспериментальной философии. И хотя аргументация на основании опытов и наблюдений посредством индукции не является доказательством общих заключений, однако это — лучший путь аргументации, допускаемый природой вещей...» Ну вот и все. Чего же вам еще? Это говорит семидесятичетырехлетний человек. И спустя четыре года, в 1721-м, за шесть лет до смерти, все у него останется тем же самым.

Владимир Иванович устало опустил на стул. Я снова стал ему возражать, но он уже почти меня не слушал, только изредка полубезразличным тоном вставлял реплики. Я говорил, что не так все просто, что, по-видимому, Ньютон был раздираем противоречиями. С одной стороны, он, как любой другой ученый, постоянно и естественным образом вынужден бывал обращаться к гипотезам (эта-то естественность и доказывает лучше всего, что гипотеза — вещь необходимая), с другой — как только он выносил свои работы на суд коллег, ясно



видел: гипотезы — наиболее слабая, наиболее уязвимая часть его аргументации (что тоже вполне естественно, ибо это вытекает из самой природы гипотез).

Его панический страх перед полемикой, постоянная боязнь оказаться побежденным диктовала и соответствующее отношение к гипотезам. Сначала он их просто остерегался, быть может, интуитивно (например, в «Лекциях по оптике»), потом уже открыто их отвергал, правда, всякий раз в применении к данному конкретному случаю (как в ответе Гуку или во втором мемуаре, посвященном оптическим вопросам); наконец, в «Началах», а также во втором и третьем изданиях «Оптики» четко и ясно сформулировал свой метод — «Без гипотез!». Короче говоря, мы всегда должны различать двух Ньютонов — естествоиспытателя и философа. («Это уже от лукавого», — шевельнулся Владимир Иванович на мои слова.) Естествоиспытатель постоянно пользовался гипотезами, одну предпочитал другой, другую — третьей, а философ пилил его беспрестанно: «Не измышляй гипотез! Изучай явления! Заключай непосредственно из явлений!» Явления, явления, явления... («Это от лукавого», — механически повторял Владимир Иванович.) Меня в первую очередь интересует естествоиспытатель. Его-то я и имею в виду, когда говорю, что Ньютон склонялся к корпускулярной теории. И не грешу против правды.

С «Лекциями по оптике», с мемуарами, с ответами Гуку — это ясно (Владимир Иванович сделал слабый протестующий жест). Обратимся теперь к «Оптике». Правильнее всего взять первое издание — именно оно есть итог собственно оптических работ Ньютона. В нем, как вы знаете, совершенно не упоминается эфир — ключевое понятие волновой теории. Нет в этом издании и философских заклинаний о недопустимости гипотез. Ньютон явно склоняется к корпускулярному пониманию природы света — особенно это ясно из двадцать девятого вопроса (тогда он был семнадцатым): «Не являются ли лучи света очень малыми телами, испускаемыми светящимися веществами?» — за которым следует аргументация (оптическая!) в пользу утвердительного ответа на этот вопрос.

В следующем издании появляются «эфирные» вопросы, однако Ньютон вводит их лишь для того, чтобы разбить гипотезу эфира, а вместе с ней и волновую теорию.

Между прочим, интересно сравнить два вопроса, один из которых посвящен корпускулярной гипотезе, другой — волновой. Оба вроде бы толкуют о вещах предположительных (вопросы ведь!), однако посмотрите, какая разница между ними. Вопрос двадцать девять: «**Не являются ли лучи света очень малыми телами?..**» Вопрос двадцать восемь: «**Не ошибочны ли все гипотезы, в которых свет приписывается давлению или движению, распространяющимся через некоторую жидкую среду?»**»

Неужели и отсюда неясно, на какой стороне симпатии Ньютона!? Совершенно ясно, я полагаю, на стороне «очень малых тел». А уж имея в виду это предпочтение, можно логическим путем идти дальше. Например, в издании 1706 года появляется философское поучение насчет главной обязанности физика — «делать заключения из явлений, не измышляя гипотез...» Вполне логично предположить, что оно направлено в первую очередь против гипотезы эфира...

Кстати, есть прямое свидетельство, какого взгляда на свет придерживался Ньютон в это время (впрочем, этого взгляда он, по-видимому, держался всегда — я хочу только подчеркнуть, что свидетельство относится именно к этому периоду). В записках Дэвида Грегори, близкого сотрудника Ньютона, говорится: «Сэр Исаак Ньютон был со мной и сказал, что он приготовил семь страниц добавлений к своей книге о свете и цветах в новом латинском издании... Он показал, что свет не есть передача движения или давления. Он склоняется к тому, что свет состоит из маленьких телец». Это запись от 21 декабря 1705 года.

Тут уж Корнилов не выдержал.

— «Он сам сказал!» — почти завопил он, вскочив со своего места. — Не забывайте об этом принципе. Мало ли что записал или вспомнил Грегори! Может, память подвела или собственные симпатии прорезались... Захотелось их подкрепить авторитетом великого человека. Прямым свидетельством можно считать лишь собственноручное письменное признание Ньютона. А это — не свидетельство.

Я продолжал спокойно дальше, как будто его реплики не было. Главное не упустить ниточку, не дать сбить себя с толку.

— Так вот, позиция Ньютона ясно видна уже в первых двух изданиях «Оптики» (Корнилов опять сделал

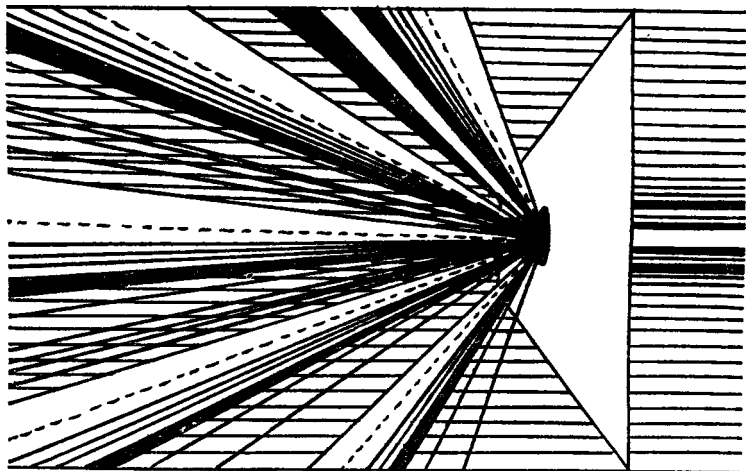
протестующий жест). Дальше, правда, все несколько усложняется. В издании 1717 года появляются семь вопросов, будто бы предполагающих реальность эфира. Однако это предположение не следует из каких-либо оптических работ Ньютона — он в это время их просто не вел, — а скорее всего сопряжено с его размышлениями о природе тяготения, с полемикой вокруг второго издания «Начал» (вышедшего в 1713 году), где тоже появился эфир. Так или иначе, вопросы третьего издания «Оптики» вносят, конечно, в дело некоторую путаницу — есть ли эфир, нет ли эфира? — однако в конце концов Ньютон решительно разрешает ее, повторяя снова в самом последнем вопросе свое правило: «Гипотезы не должны рассматриваться в экспериментальной философии». Иными словами, как бы ни были противоречивы предположения, высказанные им в вопросах, это всего лишь «намек» для дальнейших исследований, программа для его преемников, а не какие-либо определенные выводы из его собственных изысканий.

Владимир Иванович посмотрел на меня как-то странно.

— А вам не кажется — сказал он, — что в итоге вы пришли к тому же самому заключению, что и я?

— **Вовсе нет.** Вы утверждаете, что Ньютон не придерживался никакой гипотезы о свете, я же считаю, что на деле ему очень близка была корпускулярная гипотеза, он постоянно имел ее в виду в своих конкретных исследованиях. Но он старался не говорить об этом, ибо это противоречило его представлению о научном методе.

...Мы оба устали. Пора было расходиться. И он, и я чувствовали, что не убедили друг друга, и досадовали друг на друга, на бесплодный утомительный спор. Самое время было бы вспомнить, что спор этот тянется уже третье столетие, без какой-либо надежды на разрешение, ибо Ньютон действительно загадал загадку. Но такие мысли в подобных случаях не утешают. Вступая в спор, каждый бывает уверен, что именно он, именно в этот раз — такого-то числа такого-то года — отыщет самые убийственные аргументы, каких не приводил никто до него...



## ГЛАВА ТРЕТЬЯ

# СКВОЗЬ ВЕЗДЕСУЩИЙ ЭФИР

## ПОДВИГ УЧЕНОГО

Когда говорят о подвиге исследователя, первооткрывателя, по большей части имеют в виду исключительные интеллектуальные усилия, предшествовавшие какому-то открытию. Бывают также подвиги другого рода, основная суть которых заключается в противостоянии каким-то враждебным силам. Таков подвиг Галилея. Этот ученый немало сделал именно как ученый, однако в памяти человечества он жив более всего благодаря стойкой борьбе за идеи, принадлежащие другому. «Подвиг Магеллана» — так назвал Стефан Цвейг свою книгу о знаменитом мореплавателе. Подвиг Магеллана — также типичный пример подвига этого второго рода. Португальский адмирал во главе испанской эскадры, ненавидимый капитанами, окруженный предателями... Он отправляется

в немыслимое плавание, вдохновленный ошибочной вестью о существовании пролива, прорезающего будто бы Американский материк. И открывает-таки пролив, вопреки всем преградам и помехам, хотя и не там, где ожидал. И проводит корабли этим, почти не пригодным для судоходства путем — открывает Тихий океан. И погибает из-за нелепой случайности, накануне завершения кругосветного путешествия, уступив славу одному из своих недостойных спутников...

Наконец, есть еще один род подвига, когда героизм научный соединен с героизмом человеческим. В числе других такой подвиг совершил Томас Юнг.

В конце концов, как бы ни трактовать взгляды Ньютона на природу света, совершенно очевидно, что он был далек от безоговорочного признания корпускулярной его природы. Склонность к этой теории можно у него увидеть разве что между строк. Вероятно, не следует напрочь не замечать такой склонности, как это делает Владимир Иванович, однако не стоит и преувеличивать ее. Ведь в конце концов о чем говорит ньютоновская ненависть к гипотезам? Волновая гипотеза, нелюбимая, — гипотеза. Но и корпускулярная, которая кажется более привлекательной, — тоже гипотеза. Гипотезам же нет места в натуральной философии! Вот как в действительности обстояло дело...

Между тем последователи великого человека не признают нюансов и полутонов. Их страсть — все огрублять, сводить к примитиву. Бог весть какими путями формируется в их головах понятие о взглядах их учителя, потому что в подлинные его труды они заглядывают довольно редко, если вообще заглядывают. Но уж после того как это понятие установилось, они его защищают с фанатическим неистовством и упорством. Всякого осмелившегося противоречить такому понятию они карают беспощадно от имени будто бы защищаемого ими гения.

Именно таким загадочным образом после смерти Ньютона (а может быть, даже еще при его жизни) сложилось мнение, будто он основал и завещал грядущим поколениям корпускулярную теорию света. Со временем такое мнение окрепло. А сама эта теория, освященная столь великим авторитетом, обрела силу догмы, особенно на родине Ньютона — в Англии. Громы и молнии неизбежно должны были поразить того, кто первым решился бы посягнуть на нее.

Жертвой этой догмы история и выбрала Юнга.

Впервые Юнг коснулся вопроса о природе света в докладе, с которым он выступил перед Королевским обществом в январе 1800 года. В том же году этот доклад был напечатан, как обычно было принято, в журнале Общества.

Собираясь выступить с критикой корпускулярной теории, Юнг вполне сознает, что он противопоставляет себя огромной армии ее сторонников. Но этим дело не ограничивается. Наподобие самих ньютонианцев, он отождествляет «ньютоновскую систему» с корпускулярной теорией. Иными словами, он считает себя противостоящим самому Ньютону. «Со времени публикации несравненных работ сэра Исаака Ньютона, — говорит Юнг, — его доктрина об испускании частиц света... сделалась почти безраздельно принятой в нашей стране и, за небольшим исключением, — в других...»

И все же Юнг решается «высказать некоторые соображения» в пользу теории, «подобной теории Гюйгенса». В «ньютоновской системе», отмечает он, есть трудности, на которые до сих пор недостаточно обращали внимание. Во-первых, как так получается, что эти «удивительные корпускулы всегда движутся с одной и той же скоростью», независимо от того, откуда они вылетели — из сравнительно холодного пламени печки или с раскаленной поверхности Солнца? Во-вторых, почему среди лучей одного и того же сорта всякий раз находят такие, которые всегда отражаются поверхностью, и такие, которые всегда проходят сквозь нее? Как это понять, если считать лучи, состоящими из частиц? Наконец, в-третьих, «феномен цветов тонких пластинок требует, в ньютоновской системе, очень усложненного предположения» (о «приступах» пропускания и отражения), «но даже это предположение не очень помогает объяснению».

Что касается аргументов в защиту теории, «подобной теории Гюйгенса», Юнг находит их, проводя аналогию между светом и звуком. Если принять, что свет, как и звук, представляет собой волны, тогда легко устраняются основные трудности, с которыми сталкивается корпускулярная гипотеза.

Но, разумеется, по-прежнему одна из основных слабостей теории волн — эфир. По-прежнему нет никаких убедительных свидетельств его существования. В качест-

ве такого свидетельства Юнг выдвигает явление электрических разрядов: ведь они, несомненно, проводятся какой-то упругой средой; другое дело, следует ли считать, что электрический эфир и эфир световой суть одно и то же. На этот вопрос, по-видимому, можно ответить экспериментом...

В следующем году вышла еще одна работа Юнга «о звуке и свете» — «Письмо г-ну Николсону, профессору натуральной философии Королевского института». Здесь аргументов в пользу волновой теории прибавилось. Но, в общем-то, более подробные суждения о природе света Юнг обещает опубликовать в ближайшем будущем.

Это обещание он выполнил в ноябре, выступив перед Королевским обществом с так называемой бэйкеровской лекцией, которая была опубликована в «Philosophical Transactions» в 1802 году. Помимо прочего, эта лекция весьма интересна с психологической точки зрения. Похоже, что к моменту этого своего выступления Юнг, наконец, в полной мере осознал, на кого он поднял руку. Оно и не удивительно: уже пришлось прочесть ему в печати довольно язвительные выпады в адрес некоего «очень молодого и остроумного джентльмена», весьма непочтительно относящегося к сочинениям Ньютона, Барроу и других знаменитых авторов, то есть в свой собственный адрес (впрочем, надо сказать, сам Юнг уже в первых своих публикациях весьма небрежно и без особой нужды «задел» кое-кого).

Можно догадаться, что такого же рода реплики улавливал не только его глаз, но и слух — непосредственно из уст научных противников, либо же из уст всякого рода посредников, добровольных передатчиков речей и сплетен. Земля гудела под его ногами, вот-вот должно было начаться извержение. Это-то предчувствие взрыва и, возможно, желание предотвратить его либо же по крайней мере смягчить последствия и наложило отпечаток на «бэйкеровскую лекцию» Юнга. Вся она представляет собой попытку доказать, что между взглядами автора и взглядами Ньютона совсем незначительные различия. А объем приводимых в лекции цитат из ньютоновских сочинений едва ли не превышает собственный текст Юнга.

Причем интересно еще и другое. Юнг вполне отдает себе отчет, что он посягает не только на «ньютоновскую

систему», то есть на корпускулярную теорию, но и на сам метод Ньютона, отвергающий гипотезы. Лекция прямо с этого и начинается. «Хотя придумывание правдоподобных гипотез, никак не связанных с экспериментальными наблюдениями, может принести очень мало пользы для развития естествознания, — говорит Юнг, — однако открытие простых и единых принципов, посредством которых большое число на первый взгляд разнородных явлений сводится к немногим связанным друг с другом и универсальным законам, следует всегда рассматривать как весьма важное дело для усовершенствования человеческого ума...» И чем больше явления согласуются с принципами, которые лежат в их основе, тем больше эти принципы имеют право рассматриваться не как гипотезы, а как фундаментальные законы природы.

О чем говорит такое начало? Вероятно, о том, что Юнг немало думал, как же обойтись без гипотез. И пришел к выводу, что обойтись без них нельзя: невозможно ни на шаг продвинуться вперед от голых фактов, не прибегая к каким-то более или менее произвольным предположениям. Но тогда возникал другой вопрос: как примирить такой подход с ньютоновской нетерпимостью ко всякого рода «измышлениям», которая господствует все-таки и безраздельно, по крайней мере на английской почве? Он нашел компромиссный подход — рассортировал гипотезы: вполне в духе Ньютона отверг чисто умозрительные, но сохранил такие, которые способны наиболее удовлетворительным образом объяснить те или иные явления. Именно у этих наиболее удачных гипотез, как он полагает, есть надежда со временем превратиться в фундаментальные законы природы.

По существу, то была нехитрая маскировка, призванная скрыть гораздо менее скептическое и нетерпимое, чем у Ньютона, отношение к научным предположениям.

Опять-таки стремясь отвести от себя возможный критический удар или хотя бы смягчить его, Юнг спешит заверить слушателей, что цель его лекции вовсе не в том, чтобы выдвигать какие-либо абсолютно новые суждения. Он, мол, всего-навсего желает привлечь внимание к некоторым теориям, которые уже были выдвинуты ранее, поддержать эти теории дополнительными доказательствами, приложить их к большому числу разнообразных фактов, которые до сих пор оставались в тени.



Это что касается новых суждений. Если же говорить о новых экспериментах, в них, по мнению Юнга, также нет необходимости, ибо и проведенных уже опытов более чем достаточно. Особенно блестящи, просто непревзойденны оптические наблюдения Ньютона. Юнг подчеркивает, что он имеет тем большее право пользоваться экспериментальными результатами своих предшественников, что эти эксперименты были сделаны без малейшего пристрастия к той теории, с помощью которой он собирается их объяснить.

В дополнение к уже известным он предполагает привести лишь некоторые, ранее ненаблюдавшиеся факты, однако им отводится второстепенная роль.

По признанию Юнга, решающим обстоятельством, которое побудило его смеить скептическое отношение к волновой теории на убеждение в ее справедливости, явилось «дополнительное рассмотрение» цветов тонких пластинок, как оно описано во второй книге ньютоновской «Оптики». Он пришел к выводу, что происходящие в этих пластинках столь необычные явления весьма трудно совместить с «любой из до сих пор применявшихся к ним теорий», какой бы сложной она ни была. Несомненно, в первую очередь тут имеется в виду ньютоновская теория «приступов», однако Юнг, естественно, не называет ее прямо.

Более того, словно убоившись, как бы читатель немедленно не догадался, что он подразумевает, Юнг тут же принимается уверять его: «Более углубленное изучение различных сочинений Ньютона показало мне, что в действительности он был первым, кто выдвинул такую теорию, как та, которую я собираюсь поддержать...»

Обратите внимание, каково: мало того, что сам Юнг никакой теории не создает, а только «поддерживает» уже созданную, эта «поддерживаемая» им теория или, по крайней мере, такая же впервые была выдвинута самим Ньютоном!

И далее следует вовсе уж откровенное заискивание перед ньютонианцами: «Те, кто присоединяются как к наиболее справедливой к любой доктрине, на которой стоит печать с одобрением Ньютона, возможно склонятся уделить этим рассуждениям тем больше внимания, чем более близки они мнению Ньютона. По этой причине после краткого изложения каждого положения моей теории я выберу из различных сочинений Ньютона такие

отрывки, которые, вероятно, наиболее благоприятны для их признания...»

Правда, впервые здесь проскакивает: «моя теория». Но слова эти так плотно окружены кольцом бесконечных ссылок на Ньютона, что рассмотреть их не легко.

Помните, сам Ньютон в мемуаре 1675 года прибежал к похожему приему? «Я заметил, что головы некоторых доблестных мужей очень склонны к гипотезам,— писал он,— а в моих рассуждениях отсутствовала гипотеза... Я нашел, что некоторые, которых я не могу убедить в моем мнении, говоря... о природе света и цветов, легко согласились бы с ним, если бы я пояснил свое рассуждение какой-либо гипотезой. По этой причине я полагал уместным послать вам описание подробностей этой гипотезы...» Иными словами, Ньютон с целью убедить «доблестных мужей» в справедливости своих представлений прибегает к наиболее удобоваримой для них форме подачи этих представлений — через гипотезы. Но использует он эту форму условно и с юмором.

И вот почти сто тридцать лет спустя к подобной же уловке вынужден прибегнуть Томас Юнг, хотя на сей раз это делается вполне серьезно. Впрочем, ирония — ирония судьбы — заключается в том, что тут в качестве удобоваримой пищи к столу «доблестных мужей» подаются представления, освященные авторитетом самого Ньютона, то есть прежде всего такие, которые якобы не содержат гипотез. Все возвращается на круги своя.

К сожалению, сплошь и рядом в истории науки первооткрыватель бывал вынужден прибегать к многочисленным оговоркам, наподобие тех, которые содержатся в «бэйкеровской лекции» Томаса Юнга: дескать, автор вовсе не претендует на открытие чего-либо нового; все, что он желает сообщить, давно было известно крупнейшим авторитетам, и только недостаточно внимательное чтение их работ позволило этому обстоятельству остаться малоизвестным.

После всех этих оговорок Юнг считает вполне безопасным для себя перечислить основные положения своей теории. Более того, он не боится назвать их гипотезами (ведь он уже объяснил, как он понимает это слово).

*«Гипотеза 1. Светоносный эфир, в высокой степени разреженный и упругий, заполняет Вселенную».*

И далее сразу же следуют три цитаты из Ньютона объемом в три четверти большой книжной страницы (на которой текст набирается двумя колонками).

Что это за цитаты? Первая, хорошо нам известная, из ответа Ньютона Гуку, данного в 1672 году, и приведенная самим Ньютоном в мемуаре 1675 года: «Эта гипотеза... определенно имеет много большее сходство с его собственной», то есть д-ра Гука, «гипотезой, чем это ему, по-видимому, известно; колебания эфира полезны и необходимы и в этой гипотезе, и в его собственной».

Другая цитата представляет собой выдержки из восемнадцатого и двадцать второго вопросов ньютоновской «Оптики». В этих вопросах предположительно говорится об эфире, который, может быть, заполняет все пространство, передает тепло, электрическое «испарение», магнитное «истечение» и одновременно, будучи чрезвычайно разреженным, почти не мешает движению планет и комет.

Третья цитата в таком же роде: в ней тоже идет речь о гипотезе эфира.

Все три цитаты приводятся Юнгом как доказательство того, будто именно Ньютон выдвинул волновую теорию. Что сказать по этому поводу? Использование для такой цели первой из цитат являет собой явную передержку: как мы помним, отвечая Гуку, Ньютон признавал, что разделяет скорее представление о корпускулярной природе света, и в процитированном отрывке пояснял, каким образом можно совместить это представление со взглядами самого Гука, отстаивавшего справедливость волновой гипотезы.

Что касается вопросов «Оптики», ну что, Ньютон ведь выдвинул эти вопросы как программу исследований для грядущих поколений ученых, и Юнг среди других вполне имел право воспользоваться этой программой. Однако приводить эти ньютоновские суждения, самим автором предназначенные для дальнейшей проверки, в качестве обоснования будто бы выдвинутой им волновой теории света — значит опять-таки прибегать к уловке, цель которой привлечь на свою сторону авторитет великого ученого.

Таково же назначение всех других цитат, следующих за гипотезами Юнга. Таков же их характер: они рассчитаны на непосвященных. Можно ли упрекать Юнга за подобные приемы? Вряд ли. Он просто следовал опре-

деленным правилам игры. А правила, как известно, не нами придумываются. Позже мы увидим, что даже эти обильные цитаты из Ньютона не уберегли его от уничтожающей критики и травли.

Впрочем, Юнг действительно немало почерпнул у Ньютона, когда тот предположительно говорил об эфире. Среди прочего идею о том, что, может быть, светонесущий эфир и эфир, проводящий электричество, на самом деле одно и то же вещество. Нередко возникновение этой идеи по ошибке относят к более позднему времени.

Другие гипотезы Юнга таковы: всякий раз, когда тело начинает светиться, в эфире возбуждаются волнообразные движения; ощущение различных цветов зависит от различной частоты колебаний, возбуждаемых светом на сетчатке...

Эти три основные гипотезы Юнг считает неотъемлемой частью «ньютоновской системы». Четвертая, как он полагает, до некоторой степени отличается от гипотез, выдвигавшихся когда бы то ни было другими учеными, и в определенных аспектах противоположна представлениям Ньютона. Согласно ей все материальные тела притягивают эфирную среду, вследствие чего она накапливается в их веществе и на малом расстоянии вокруг них, причем обладает здесь большей плотностью.

Как же так? Неужто Юнг, наконец, решился открыто бросить вызов Ньютону? Ведь в вопросе двадцатом ньютоновской «Оптики» черным по белому написано: возможно, при переходе из «твердых и плотных тел в пустое пространство» эфирная среда постепенно делается все плотнее и плотнее. Однако тут же Юнг торопится убедить нас, что его собственная точка зрения и точка зрения Ньютона «равно допустимы», а их противоположность «просто случайна»...

Далее в лекции Юнга одно за другим следуют девять «утверждений». Что это такое? Чем они отличаются от гипотез? Уже по самому их названию видно, что это должны быть более определенные и доказательные суждения, основанные на экспериментах, наблюдениях. Утверждения! Так оно и есть: каждое утверждение подкрепляется ссылками на экспериментальные работы других ученых и на собственные работы. Цель утверждений — представить доказательства основной, второй по счету гипотезе Юнга (всякий раз, когда тело начинает светиться, в эфире возбуждаются волны). И эта цель

в конце концов достигается: согласно последнему, девятому утверждению, «излучаемый свет состоит из волнообразных движений светоносного эфира». Таково классическое построение лекции Юнга.

Восемь предыдущих утверждений в основном посвящены механике волн. Исполдволь Юнг подводит слушателя (и читателя) к заключению, что распространение света подчинено тем же самым закономерностям, что и механические волны. В утверждении восьмом он подступает к решающему пункту своей теории. Утверждение таково: когда два волнообразных движения от различных источников либо полностью совпадают, либо близки по направлению — получается их комбинация. Волны интерферируют.

Идею интерференции Юнгу подсказала аналогия с волнами на поверхности воды. Представьте себе, говорит Юнг, что две группы одинаковых волн, возникших на озере, попадают в какой-то узкий канал, причем одна из групп несколько запаздывает. Если гребни одного ряда волн совпадут с гребнями другого, то в результате образуются волны с увеличенными гребнями. И наоборот, когда гребни одной группы волн придутся на впадины другой группы, они в точности заполняют эти впадины — поверхность воды делается гладкой. «Я полагаю, — заключал Юнг, — что подобные эффекты имеют место всякий раз, когда подобным образом смешиваются две порции света. Это явление я называю общим законом интерференции».

Между прочим, о чем-то похожем на интерференцию водяных волн писал еще Ньютон, объясняя необычные явления, происходящие во время приливов в Тонкинском порту. И этим обстоятельством Юнг пользовался, отражая нападки ньютонианцев.

...Сформулированный им принцип интерференции Юнг применил к тем оптическим явлениям, которые до него никому не удавалось убедительно объяснить, — возникновению окраски царпин на полированных поверхностях \*, к цветам тонких пластинок, к цветам, образующимся при дифракции...

«Бэйкеровская лекция» 1801 года — основная работа Юнга, где речь идет о природе света. Как и подобает

---

\* В специальной литературе это явление обычно называется возникновением цветов на «штрихованных» поверхностях.

основной, классической работе, она называется лаконично и внушительно — «О теории света и цветов» (напомню: почти так же, хотя более определенно и смело, назывался первый оптический мемуар Ньютона — «Новая теория света и цветов»).

В конце ноября 1803 года Юнг выступил перед Королевским обществом еще с одной «бэйкеровской лекцией», которая носила название «Эксперименты и расчеты, относящиеся к физической оптике» (в журнале Общества она была напечатана в 1804 году). Словно бы вняв советам друзей, Юнг в этой лекции приводит результаты экспериментов и расчеты в подкрепление своих идей, высказанных ранее (собственно, это видно уже из названия лекции).

В самом начале он сообщает Королевскому обществу, что им найдено необычайно простое и наглядное опытное доказательство общего закона интерференции двух пучков света, закона, который он «уже пытался установить» ранее (эти взятые в кавычки слова — «уже пытался установить» — свидетельствуют, что до этой поры сам Юнг был не очень уверен в надежности приводившихся им доказательств существования интерференции). Проведенные им опыты столь просты, что их легко может повторить каждый при помощи приспособлений, всегда имеющих под рукой.

Опытов два. В первом из них Юнг сделал маленькую дырку в ставне — обычный прием экспериментаторов, применявшийся на протяжении столетий. На пути луча, пробивающегося сквозь эту дырку, он поместил полоску картона толщиной менее миллиметра и наблюдал за ее тенью либо на стене, либо на экране, который он устанавливал на различном расстоянии позади полоски. При этом как обычно по обе стороны тени получались цветные каемки. Но, кроме того, сама тень оказывалась разделенной параллельными цветными полосками, причем число их зависело от расстояния между ставней и экраном. Середина же тени всегда оставалась светлой, где бы экран ни ставился. Юнг заключает, что эти цветные полосы «были результатом совместного действия пучков света, проходящих по обе стороны картонной полоски и отклоняющихся, дифрагирующих в область тени». Почему он так считает? Вот почему. Когда ученый помещал перед картонной полоской небольшой экран так, чтобы один из краев его тени располагался на полоске,

все параллельные цветные полосы сразу исчезали. Когда же экран убирался, они вновь появлялись.

То же самое происходило, если дополнительный экран ставился не перед полоской, а на небольшом расстоянии позади нее (в этом случае, чтобы получился тот же результат, один из краев самой полоски должен был попасть на экран).

Этот опыт Юнга стал классическим. Он считается «*experimentum crucis*», решающим экспериментом, доказывающим существование интерференции.

Второй эксперимент подобен первому, представляет собой, как говорит Юнг, «изящную разновидность» его. Идею эксперимента Юнг, по его признанию, почерпнул у Гримальди, «с остроумием и точностью» описавшего свои наблюдения. Отличие этого второго опыта от первого заключается в том, что здесь используется прямоугольная полоска картона (чередующиеся цветные полосы располагаются вдоль биссектрисы прямого угла). Все остальное делается так же, как и в предыдущем опыте: когда один из краев тени закрывается промежуточным экраном, цветные полосы исчезают. Если экран расположить так, чтобы угол тени совпал с углом экрана, цветные полосы сохраняются.

На основании своих измерений Юнг подсчитал длины волн света, сравнил подсчитанные значения с теми, которые вытекали из явления окраски тонких пластинок, и, наконец, сопоставил собственные измерения цветных полос с измерениями, сделанными некогда Ньютоном. «Результаты были таковы, — заключает один из биографов Юнга, — что оставалось очень мало сомнений: в основе всех рассматриваемых явлений лежит интерференция, и свет действительно передается посредством волнового движения. Основы волновой теории света были достоверно и истинно установлены».

## РАСПЛАТА

Тут-то как раз и разразилась над головой Юнга гроза. Только что основанный журнал «*Edinburgh Review*» одну за другой, через небольшие промежутки времени, напечатал три статьи, посвященные его работам. Каков был тон этих статей, можно получить понятие, прочитав хотя бы некоторые выдержки. Так, в первой из них, где

речь идет о «бэйкеровской лекции» Юнга 180<sup>1</sup> года, автор утверждает категорически: «Этот доклад не содержит ничего, что заслуживало бы внимания — ни эксперимента, ни открытия», и вообще «лишен каких бы то ни было достоинств».

Во второй статье, еще более оскорбительной и развязной, содержится упрек Королевскому обществу за то, что оно, мол, снижает свой научный уровень, открывая дорогу работам Юнга: «Мы не можем не заключить наше обозрение этих статей, не вымолив хотя бы минутного внимания этого знаменитого собрания, которое в последние годы открыло доступ в свой журнал столь многим ничтожным и бессодержательным работам».

Наконец, в третьей статье обличительный пафос достигает своего наивысшего накала. Защищаемая Юнгом теория называется «смутной гипотезой», а сам он аттестуется как человек, «лишенный каких-либо следов учености, пронизательности и остроумия, которые могли бы компенсировать очевидный недостаток способности к основательному мышлению, спокойному и терпеливому исследованию, успешному развитию знаний о законах природы посредством постоянного и скромного наблюдения за происходящими в ней процессами».

Все три статьи были анонимны, однако Юнг, не колеблясь, приписал авторство некоему Генри Бругэму, которого он сам перед этим слегка задел в печати. Несмотря на безапелляционный тон, в них не содержалось серьезной научной критики работ Юнга, да и не могло содержаться, поскольку автор не обладал необходимой квалификацией. Однако широкому кругу читателей, на который ориентировался «*Edinburgh Review*», это обстоятельство не могло быть известно, как и то, что сам Юнг являл собой образец глубокого исследователя, хорошо разбирающегося в том круге вопросов, о которых писал. Статьи в «*Edinburgh Review*» нанесли огромный урон его репутации ученого, а вместе с тем и защищаемой им волновой теории света.

На первый взгляд это кажется странным: «*Edinburgh Review*» не имел какого-либо научного веса. Во всяком случае, если поставить этот только что созданный общественно-литературный журнал рядом с солидным «*Philosophical Transactions*», ясно, что силы тут были совсем неравные. К тому же, еще раз напомним, обличающие Юнга статьи появились без подписи. И принадлежали



они перу недостаточно сведущего человека. Однако порой такого рода выступления обретают неожиданную силу. Вспомним хотя бы столь же позорную публикацию, предпринятую нашим русским журналом «Сын Отечества» и направленную против гордости нашей науки — Николая Ивановича Лобачевского\*.

Впрочем, утверждать, будто «Edinburgh Review» был недостаточно влиятелен, также не совсем верно. Дело здесь вот в чем. Как пишет известный английский историк Вильям Уэвелл, в Англии в ту пору не было достойного арбитра, который мог бы высказать компетентное мнение по тому кругу вопросов, о которых писал Юнг. Королевское общество держалось в стороне от них. Образовавшийся вакуум заполнили журналы, самозванно присвоившие себе авторитет в решении научных споров. Причем «Edinburgh Review» в этом особенно отличался. Правда, среди его сотрудников действительно были люди «с обширными знаниями и большими талантами», однако влиятельность журнала больше объяснялась другим — тем, что выступавшие в нем публицисты «писали сильно и резко, и иногда даже не совсем прилично...» Что касается лорда Бругэма, то он, по словам того же Уэвелла, «был слишком молод (ему было тогда 24 года), чтобы не возгордиться тем мнимым решающим авторитетом в делах науки, который давало ему его анонимное сотрудничество в журнале; да и кроме того, и в позднейшие годы на него смотрели как на человека, любящего сильные и даже саркастические выражения».

В статьях Бругэма, посвященных Юнгу, этих выражений, как мы видели, содержалось вдоволь.

К тому же и вопрос об анонимности автора статей в «Edinburgh Review» не так прост. Возможно, что уже в момент публикации их авторство ни для кого не представляло тайны. Во всяком случае Араго прямо пишет об этом: публика потому и приняла сторону автора статей, несмотря на недопустимую резкость его тона, что ей было хорошо известно, кто этот автор. «Несколько прекрасных работ, принятых Королевским обществом, свидетельствовали об его математических познаниях...

---

\* В 1834 году литературный журнал «Сын Отечества» опубликовал развязную некомпетентную рецензию, в которой высмеивалась неевклидова геометрия Н. И. Лобачевского. Рецензия была подписана псевдонимом,

В Лондоне он в ту пору уже считался одним из самых блестящих правоведов; виги Палаты общин ценили его как едкого оратора... Это был, наконец, будущий председатель Палаты лордов и нынешний \* лорд-канцлер. Что можно противопоставить несправедливой критике, когда она исходит из таких источников?»

Отнесемся с осторожностью к словам Араго, когда он говорит о математических познаниях Бругэма, затушевывая тем самым вопрос о его некомпетентности, прием во внимание, что этих двух людей связывали добрые отношения. К тому же, согласитесь, надо подбирать слова, когда упоминаешь о члене правительства соседней страны. Спасибо и на том, что он все-таки прямо говорит о несправедливости бругэмовской критики.

Да, так вот кто был оппонентом Юнга. Блестящий политик, совершающий головокружительное восхождение на вершину карьеры. Что ему какой-то Юнг! Что ему волновая теория! Так, попались под руку. Впрочем, Араго еще отзывается о нем как о «молодом писателе, относившимся с чувством глубокого восхищения к открытиям Ньютона». И это дает нам право включить эпизод с публикацией его статей в историю соперничества двух теорий света. Хотя, даже если бы Бругэм и не был восторженным сторонником Ньютона, эта публикация все равно пришлось бы весьма кстати противникам волновой теории.

Юнг тяжело переживал нанесенное ему оскорбление. В ответе, который Юнг вскоре опубликовал, он объяснял читателям, что статьи в «*Edinburgh Review*» представляют собой не столько критику, сколько «осмеяние и брань», что они направлены не столько против его сочинений, сколько против него самого.

Если все же говорить о научной критике, содержащейся в статьях Бругэма,— вот типичный ее образец. В одном месте Бругэм выражает сомнение, что Юнг достаточно аккуратно проводил опыт, доказывающий существование интерференции, тот самый, о котором уже шла речь. Юнг замечает по этому поводу: «Сознающий свою неспособность объяснить эксперимент, который я предложил, слишком невеликодушный, чтобы признать эту неспособность, и слишком ленивый, чтобы повторить эксперимент, он вынужден выдвигать предположе-

---

\* Речь идет о тридцатых годах прошлого века.

ние, что эксперимент был неточным, и намекать, будто моя рука легко могла ошибиться, имея дело со столь малым расстоянием, как одна тридцатая дюйма \*. Но дело в том, что моя рука ничего не касалась; экран располагался на столе и передвигался механически с предельной осторожностью; эксперимент достигал той же цели... когда ширина предмета была удвоена и утроена; и я утверждаю, что мне столь же легко было оценить расстояние в одну тридцатую дюйма, как интервал, в сто или тысячу раз больший. Пусть он проведет такой эксперимент и опровергнет полученный мною результат, если сможет».

Этот раздраженный наступательный тон в разговоре о вещах вполне конкретных, затронутых некомпетентной критикой, сменялся, однако, иными интонациями, исполненными горечи и разочарования, когда Юнг начинал размышлять о ситуации в целом. «С этой работой мои занятия наукой будут окончены,— так завершает он свой ответ Бругэму,— отныне я решил ограничить мои исследования и мое перо одними медицинскими предметами. За способности, которые бог мне не дал, я не несу ответственности, но те, которыми я обладаю, я до сих пор развивал и применял настолько прилежно, насколько мои возможности позволяли мне это делать; и я буду продолжать применять их с усердием и спокойствием к этой профессии, которая постоянно была основной целью моих трудов» \*\*.

Как это похоже на решение оставить науку, принятое некогда в подобной же ситуации Ньютоном. Решение, так и не выполненное им. Впрочем, так же, как и Юнгом.

Увы, ответ Юнга, несмотря на то что в него было вложено столько душевных сил, оказался не в состоянии парировать статьи Бругэма. Хотя бы потому, что разошелся всего в одном экземпляре.

Впрочем, возможно, это была не причина, а следствие: к тому времени, когда Юнг подготовил свой ответ, общественное мнение было уже настроено против него. Об этом говорит хотя бы тот факт, что Юнг, собиравшийся в это время издать свои лекции, прочитанные им

---

\* Имеется в виду ширина картонного экрана.

\*\* Дело в том, что Юнг начинал свою карьеру как врач и продолжал занятия медициной на протяжении почти всей своей жизни.

в Королевском институте, не смог этого сделать. Как пишет один из друзей Юнга, Джордж Эллис, после появления злополучных статей в «Edinburgh Review» издатель пришел к ученому и сказал, что эти статьи необычайно напугали всех книготорговцев, а потому он вынужден просить «освободить его от этой сделки».

Интересно, что процитированные слова взяты из письма Эллиса Вальтеру Скотту. Известен и ответ знаменитого романиста. «Я сожалею по поводу этой очень досадной катастрофы с публикацией д-ра Юнга...—писал он.— Эти господа обозреватели должны... помнить, что разрушать гораздо легче, чем созидать, критиковать гораздо легче, чем сочинять».

Наконец, может быть, здесь стоит привести еще слова биографа и издателя Юнга профессора Джорджа Пикока, из которых видно, к каким последствиям привели статьи в эдинбургском журнале. «Их влияние... на общественное мнение было более значительным, чем можно было ожидать... Они не только нанесли на какое-то время серьезный ущерб научной репутации д-ра Юнга, но и отвлекали общественное мнение, по крайней мере у него на родине, от проверки истинности его теорий примерно в течение двадцати лет».

Эта оговорка, что работы Юнга были преданы почти полному забвению именно у него на родине, не случайна: за границей, в соседней Франции, они получили подтверждение и поддержку несколько раньше. Но об этом речь впереди.

Юнгу все же удалось издать лекции, прочитанные в Королевском институте. В 1807 году в Лондоне вышли два тома его «Курса лекций по натуральной философии и механическим искусствам». В нашей Библиотеке имени Ленина и сейчас можно получить эти уникальные увесистые тома. Прежде чем попасть туда, они побывали, в дореволюционное время, в библиотеке морского министерства и библиотеке гидрографического депо, как о том свидетельствуют наклеенные на титульные листы пышные эмблемы этих библиотек с изображением орлов, подзорных труб, якорей и надписями «хоры», «шкапъ...», «рядь...», «№ волюма...», «№ сочинения...» и т. д.

Среди прочего в этих лекциях Юнг приводил наиболее убедительный эксперимент с тремя экранами, один из вариантов «experimentum crucis», доказывающего

явление интерференции. Сначала однородный свет направлялся на первый экран, в котором было проделано большое отверстие. Оно как бы представляло собой источник света, падающего на два других экрана. В среднем экране отверстий было два. Располагались они на небольшом отдалении друг от друга. Наконец, пучки света, проходившего через эти отверстия, попадали на третий экран. В том месте, где они перекрывались, видны были чередующиеся темные и светлые интерференционные полосы. Если же исследователь закрывал одно из отверстий, полосы, как того и следовало ожидать, исчезали.

Таков был этот вариант решающего эксперимента. Как видим, опять-таки прост и бесхитростен. Быть может, человеку, стоящему в стороне от науки, он мало что скажет. Но физик, читая сегодня о нем, наверняка пожалеет о тех безвозвратно ушедших временах, когда с помощью таких простых опытов можно было делать великие открытия.

\* \* \*

С Владимиром Ивановичем Корниловым разговор о Юнге зашел у нас, когда я только начинал писать эту главу. Мы встретились на каком-то конгрессе, проходившем в Москве. Хотя перерыв между заседаниями кончился, в фойе толклось довольно много народу. На второй — третий день всякого многолюдного научного собрания ученый народ все менее охотно покидает места расположения буфетов, чайных столов, книжных и журнальных лотков с тем, чтобы возвращаться в залы заседаний.

Владимир Иванович стоял возле окна, листал какие-то журналы, очевидно, только что купленные. Поговорили о том, о сем, обменялись новостями. Корнилов спросил, как продвигается книга. Просто так спросил, для приличия в основном. Или чтобы разговор продолжить. Я ответил в тон ему, без особого вдохновения: мол, пишу о Юнге.

— Ну и в каком плане? — Владимир Иванович листает журнал, запнулся на какой-то странице.

— В плане подвига Юнга. Подвига человека, посягнувшего на авторитет Ньютона и раздавленного, и выстоявшего...

— А-а-а... Эта история с Бругэмом?..— вяло отзывается Корнилов.— Какой там подвиг! Не зацепи он сам первым этого Бругэма, все бы прошло как по маслу, его работы сразу же были бы признаны. Любите вы все драматизировать...

Назревает спор, а мне что-то не хочется спорить: миллион раз уже говорилось, что в момент появления оптических работ Юнга Англия была просто не готова к их восприятию. Англичанин пишет, Уэвелл: «В 1800 г., когда Юнг опубликовал свои мнения о принципе интерференции, как об истинной теории оптических явлений, положение в Англии не благоприятствовало справедливой оценке достоинства этих новых понятий. Ученые люди были заражены сильным пристрастием в пользу гипотезы истечений, не только вследствие национальной гордости славой Ньютона и естественного почтения к его авторитету, но также и вследствие уважения к геометрам Франции, которые считались нашими учителями в приложении математики к физике и о которых думали, что они держатся ньютоновских воззрений в оптике, как и в других науках. Со времени Ньютона сильно преобладало в философском естествознании стремление к атомистике. Сродная этому стремлению гипотеза истечения была так легко понятна, что после рекомендации ее высокими авторитетами сделалась общедоступною и популярною; тогда как гипотеза световых волн, несравненно труднейшая для понимания, даже при особенном напряжении мысли, оставалась в пренебрежении и была почти забыта».

Любопытное признание, не правда ли? Особенно если учесть, что исходит оно от соотечественника Юнга и Ньютона. Разумеется, в разговоре с Корниловым я не сумел бы привести эту цитату наизусть, хотя сослаться на нее, пересказать вполне был в состоянии. Однако вопрос: зачем? Можно сказать похлестче или помягче, но истина сама по себе давно и хорошо известна: не могли быть приняты, как подобает, работы Юнга на его родине. Более или менее случайными обстоятельствами определялась только сила отторжения, которую должны были испытать эти работы. На деле случилось так, что попались они под руку людям, «писавшим сильно и резко, и иногда даже не совсем прилично»...

Настроение Корнилова не поймешь. Иногда он бросается на тебя, что называется, с места в карьер,

однако вскоре становится ясно, что спорить ему в общем-то не хочется. Словопрение быстро затихает. В другой раз, напротив, вроде бы в спор вступать у него нет никакого желания, тут бы и кончить его, однако никак не отпускает он тебя и расходится понемногу. Так и теперь — словно бы отсутствует в нем полемический азарт, а все не прекращает он разговора.

— Я уверен: работы Юнга не были признаны широкой публикой потому, что писал он довольно тяжело и неясно... — говорит Владимир Иванович.

— Разве только от широкой публики зависит признание научных работ?

— ...Погодите, не перебивайте. А коллеги их не признавали, поскольку свои идеи он не разрабатывал математически в достаточной мере.

— Много ли, Владимир Иванович, найдется ученых, или, скажем так, много ли в прошлом было ученых, которые сразу же представляли законченное математическое подтверждение своих открытий?

Корнилов опять упорствует:

— Некоторые явления Юнг просто не мог объяснить при помощи своей теории. Причем это обнаруживалось как раз в тот момент, когда она подвергалась наиболее сильным атакам. Вы понимаете, какие явления я имею в виду? Ну да, разумеется, те, что связаны с поляризацией и двойным лучепреломлением. А ведь как раз их объяснение и служило в те времена пробным камнем правоты в соперничестве двух теорий света. Одним из пробных камней. Не из-за этой ли беспомощности и вся теория Юнга представлялась несостоятельной его современниками?

— Мне кажется, вы опять слишком много требуете от первооткрывателя, — говорю я. — Когда линия фронта стремительно продвигается вперед, нельзя от наступающей армии требовать, чтобы она оставила гарнизоны и вывесила свой флаг во всех городах и селах. Юнг сам вполне сознавал, какие «населенные пункты» он временно обходит стороной. Он говорил при этом, что в ходе развития теории иногда приходится оставлять некоторые вопросы неразъясненными, в надежде, что они получат разъяснение в дальнейшем.

Я чувствую: никак не решится Корнилов высказать главное, ради чего, собственно, и затеял он спор. Ходит вокруг да около.

— Видите ли,— Владимир Иванович мнется,— боюсь вам наскучить навязчивыми идеями, однако соль здесь опять-таки в том, что Юнг не с того начал... С гипотез... К тому же и гипотезы-то были, мягко говоря, не совсем обычные. Интерференция: свет плюс свет — получается тьма. Помните, как у Араго: «Вот, бесспорно, самая странная из гипотез! Неожиданностью было видеть ночь среди ясного дня, в точках, которых свободно достигали солнечные лучи, но кто бы мог подумать, что свет, слагаясь со светом, может вызвать мрак!» И дальше хорошо у него сказано: «Физик поистине торжествует, когда может объявить результат, в такой степени нарушающий обычные представления; но ему следует немедленно подкрепить его доказательствами под страхом уподобиться тем восточным писателям, причудливые фантазии которых услаждали тысячу и одну ночь султана Шарриара. Юнг не принял этой предосторожности. Он показал сначала, что теория его применима к различным явлениям, но лишь как одно из возможных объяснений этих явлений. Разработав позднее настоящие доказательства, он натолкнулся на предубеждение публики и не смог его сломить». (Тут я опять-таки привожу цитату уже в точном виде, сверив ее по первоисточнику. Владимир Иванович, понятное дело, цитировал слова по памяти, лишь приближенно передавая их смысл.)

— Да, но что пишет Араго вслед за этим?

— А что, собственно?

— Я вам напомню: если бы не предубеждение, опыт, которым Юнг подкрепил свою гипотезу, хоть кого способен был убедить, ни у одного человека «не мог бы вызвать и тени сомнения». Здесь имеется в виду опыт с двумя пучками света, огибающими с двух сторон узкий экран.

Тут Владимир Иванович посмотрел на меня как-то странно.

— Вы извините меня, ради бога, если я задам вам вопрос... Может быть, он неуместен, но я что-то не пойму: о какой гипотезе вы говорите?

Я и в самом деле удивился: что за вопрос!

— Разумеется, о волновой гипотезе... Точнее о гипотезе, согласно которой свет распространяется в виде волн...

— Как так распространяется? В чем распространяется? В какой среде?



— В эфире, конечно.

— Вот-вот, в эфире... Главное-то как раз — гипотеза эфира. Она главная. Через нее не перескочишь. Нет. Дудки! — Владимир Иванович забормотал часто-часто, так что я едва мог слышать, что он говорит. — Ну там, волновую гипотезу еще можно, допустим, подкрепить, доказать... Но как же гипотезу эфира докажешь? Кто ее доказал? Юнг ведь ничего похожего не доказал. А эта гипотеза между тем стоит на первом месте. Помните: «Светоносный эфир, в высокой степени разреженный и упругий, заполняет Вселенную»?

Вдруг ему как бы совестно стало, что он одерживает такую легкую победу надо мной. Тон его сделался извиняющимся.

— Видите ли, мне кажется, что мы с вами о разных вещах толкуем. То есть, собственно говоря, это уже выяснилось вполне достоверно, без всяких «мне кажется»: вы имеете в виду одну гипотезу, я совершенно другую. Как нам теперь вполне ясно (теперь! — обращаю ваше внимание на это слово), волновая гипотеза оказалась весьма удачной для объяснения ряда явлений, она сыграла свою роль в продвижении физики к той точке, в которой сегодня находится. Но посмотрим на вещи более широко: волны требовали эфира, и этот эфир был признан за реальность вместе с признанием волновой гипотезы. Несколько десятков лет длилась эта убежденность, что он реален. Целое поколение людей на земном шаре родилось «под знаком эфира», прожило жизнь, умерло... А потом мы взяли и потихоньку отказались от эфира, словно его и не было. Так что ж это за научный метод, я вас спрашиваю?! С одной стороны, мы продвигаем вперед «позитивное знание», с другой — вдавливаем в головы людей мифы. И к тому же удивляемся, что они эти мифы не признают беспрекословно. Да почему кто бы то ни было должен их признавать, будь то хоть англичанин, хоть француз, хоть индеец или папуас?!

Как всегда в момент наивысшего накала своей речи, он неожиданно стушевался, засуетился, сказал, что ему через десять минут выступать, и, торопливо пожав мне руку, исчез в дверях, ведущих в зал заседаний.

Я был ошарашен. Не то чтобы история с эфиром представляла для меня какую-то новость, однако с таким поворотом этой истории я сталкивался впервые.

Минуту я размышлял, стоя на том же самом месте в фойе у окна, потом пошел вслед за Владимиром Ивановичем в зал. Разумеется, выступить ему было не через десять минут, а по меньшей мере минут через сорок: в списке выступающих его фамилия стояла предпоследней. Подсесть к нему оказалось невозможно: рядом с ним не было свободных мест. Я послал ему записку: «Владимир Иванович! Неужто Вы в самом деле считаете, что наука может обойтись без гипотез? Каким же образом, если бы не была принята гипотеза эфира, можно было преодолеть расстояние от Ньютона до Эйнштейна?»

Я видел, как он прочитал ее и, скомкав, торопливо сунул в карман.

После заседания мы снова с ним столкнулись в фойе, однако на этот раз он куда-то спешил.

— Ньютона, Ньютона читайте,— только и сказал он мне шутливым, заговорщическим шепотом, взяв меня за рукав.

\* \* \*

Тут я должен ближе познакомить читателя с Владимиром Ивановичем Корниловым.

Владимиру Ивановичу под шестьдесят. Он высок, сухощав, сед. Тяжелые роговые очки на его худом морщинистом лице кажутся еще массивнее и тяжелее. Человек он необычайно азартный, увлекающийся. По этой причине, потому что ничего не умеет делать без увлечения, без азарта, всю свою жизнь он был раздираем страстями. Трудно сказать, пользы или вреда это ему больше принесло. Смотря что считать пользой и что вредом.

Университет он окончил в сорок первом и сразу же после экзаменов ушел на фронт. Служил в артиллерии. Придумал какую-то оптическую штуку для более точного ведения огня. Заслужил похвалу начальства, представлен был к награде. Хвалить-то поосторожней надо было, учитывая неумный норов изобретателя. А так воспарил наш Эдисон и после следующего боя едва не отправился под трибунал: во время танковой атаки противника, вместо того чтобы командовать расчетом, стал прилаживать очередное свое приспособление...

К началу мирной жизни много накопилось у него идей. Такой зуд, прямо невтерпеж. Хоть целые сутки не выходи из лаборатории. И не выходил. Интересная с ним произошла история, стоит рассказать. Зачем-то понадобился Корнилову хрусталь особо высокого качества. В то время где его достать? Попробовал кое-что из посуды — не годится. Разузнал Владимир Иванович, что в прежние времена знаменитые дворянские фамилии имели собственные печати, сделанные из лучших кусков кристаллического кварца. Стал искать по московским комиссионным и действительно несколько печатей нашел, неведь каким путем перекочевавших на прилавок от прежних владельцев. Оказалось: в самом деле много лучше по качеству, чем хрусталь ваз и бокалов, но все-таки — не то, не то...

Остановиться Владимиру Ивановичу, естественно, уже невозможно было. Кликнул он клич, разослал гонцов по всем городам и весям, где только могли эти печати оказаться. Тратил на них всю свою зарплату. Уже пронюхали какие-то темные дельцы, что некий чудака, не останавливаясь перед ценой, этот товар покупает. Скоренько наладили производство стеклянных подделок (кварцевые печати от стеклянных только в лаборатории можно было отличить). Чуть было совсем Владимир Иванович на этих печатях не прогорел, как тогда на фронте на изобретенном им приборе, да сжалился над ним один знакомый физик. Этот физик был отпрыском известного дворянского рода и пожертвовал Корнилову сохранившуюся у него печать. Она-то и оказалась идеальной для той работы, которую Владимир Иванович задумал. Эксперименты прошли прекрасно, цель была достигнута, успех оказался стопроцентным. Корнилов сразу обрел всесоюзную, а отчасти и мировую известность. Полученная же им премия, к особенному удовольствию его супруги, с лихвой покрыла все расходы на негодные печати...

Впрочем, негодные они — только для научных целей. Как предмет коллекционирования эти печати с той поры здорово возросли в цене. Владимиру Ивановичу, который считается владельцем самой крупной коллекции (это не считая, конечно, поддельных экземпляров, которых тоже множество), не раз предлагали за нее гораздо большие суммы, чем те, которые он когда-то истратил. Но он ни за что не хочет с печатями расстать-

ся — ни с настоящими, ни с фальшивыми, храня их как память о своей научной молодости, о том времени, с которого начался его крутой взлет.

Вскоре после той работы с кварцевыми кристаллами стал Корнилов во главе крупной лаборатории. Есть у него одна особенность: продолжать, совершенствовать начатое кем-то он не умеет. Только одно признает — придумывать новое: новые приборы, новые установки, новые направления исследований. Долгое время судьба к нему благоволила: все, что он предлагал, удавалось «довести до ума». Известность и слава его росли. Однако так не могло, разумеется, продолжаться вечно. Другие умеют остановиться вовремя, оглядеться, закрепить успех. С возрастом делаются осторожнее, все менее охотно идут на риск. Корнилов ничего этого не умел и не признавал. Крах наступил, когда он был уже директором института. Несколько лет НИИ в полном составе бился над воплощением очередной директорской идеи. Сама по себе идея была прекрасна, однако никак не удавалось преодолеть технические трудности. С одной стороны, интуиция подсказывала Корнилову, что его затея преждевременна, что решение задачи — дело будущего, с другой — человек увлекающийся, он не в состоянии был остановиться на полпути, придумывал все новые и новые способы преодоления препятствий.

Все это могло бы очень долго продолжаться: Корнилову доверяли. Однако будучи личностью бесхитростной, он всеми своими сомнениями с подчиненными делился. И вот один из них, который своей головой никогда бы не додумался, что избранный Корниловым путь, по-видимому, в данный момент не приведет к цели, с готовностью подхватил эту от самого же Корнилова услышанную версию. Разнес, раззвонил повсюду, обратился в вышестоящие инстанции. Хотя делал он все это с единственной целью — «подсидеть» Владимира Ивановича, занять его директорское кресло, объективно его доводы были совершенно правильны: негоже занимать сотни людей преждевременным делом. Его поддержали. Корнилов сдался без борьбы, не прибегая ни к аргументам, ни к связям. Вполне сознавая, что его «занесло». Пошел на прежнее свое место, завлабом. Поработал еще годиков пяток, а после взял и вовсе ушел из физики.

Тут надо кое-что объяснить. Все эти последние годы новый директор, «спихнувший» Корнилова, опасаясь его, даже поверженного (и поделом: сам-то он в подметки Корнилову не годился), вел против него беспрерывную, гнусную, мелкую войну, стремясь его выжить во что бы то ни стало. Так что если бы Владимир Иванович просто оставил институт — тут бы еще ничего не было удивительного. Но Корнилов — на тебе! — взял да и оставил вовсе любимую свою науку. В чем тут дело? Выдохся? Иссяк? Многие ученые мужи, растратив творческую энергию, «под занавес» делаются администраторами, науковедами, даже литераторами, журналистами... К Корнилову это все совершенно не относится. Он заставил свою судьбу совершить новый крутой поворот опять-таки по увлечению — увлекся историей науки.

На этом-то повороте я с ним и познакомился. Ни о чем он не жалел, не вздыхал. Рассматривал все как должное. Не чинился, не гордился ни своим именем, ни своим прошлым. Был так же прост и естествен со всеми, как, наверное, в молодые свои годы.

Как и прежде, не признает он в науке никакой табели о рангах. Единственная мерка, которой он оценивает всякого человека, — «сотрясает» ли этот человек воздух или вкладывает мысль в свои слова.

Что касается истории науки, Владимир Иванович воспринимает ее так, словно бы это не история, а часть его собственной биографии. Даже более непосредственно и живо ощущает, чем собственную биографию: к событиям своей прошлой жизни (за исключением разве что некоторых) он в общем-то довольно равнодушен...

Впрочем, читатель уже заметил, наверное, эту черту Владимира Ивановича — горячее его отношение к предмету наших споров. И опять возникает вопрос: хорошо ли это? Всегда ли эта горячность и страстность помогает отыскать истину? Я не собираюсь вдаваться в оценки. Таков человек есть — вот все, что хочу сказать.

\* \* \*

Было бы неверно считать, что одна только невежественная критика стала препятствием на пути волновой теории. Препятствия воздвигались также вполне объективными обстоятельствами. Начиная с 1808 года одно

за другим было сделано несколько экспериментальных открытий, вроде бы опять склонивших чашу весов в пользу корпускулярной гипотезы. Главные из них принадлежали французскому военному инженеру Этьену Малюсу. Араго утверждает, что первое и основное открытие было сделано совершенно случайно. Однажды вечером — это было как раз в 1808 году — Малюс рассматривал сквозь кристалл исландского шпата отражение заходящего солнца от окон Люксембургского дворца (дворец располагался против его квартиры). Он заметил, что вместо обычных двух изображений, наблюдаемых при прямом рассматривании предмета через кристалл, здесь получается только одно.

Согласно другой версии Малюс увидел два изображения, но разной яркости, тогда как во время непосредственного наблюдения сквозь исландский шпат яркость обоих изображений бывает одинаковой.

Что же, подобное расхождение в передаче обстоятельств того или иного открытия — вещь вполне возможная. Небольшие неточности тут вполне объяснимы и простительны. Не исключено, что к ним относится и утверждение Араго о случайности этого открытия: хорошо известно, что в начале 1808 года Парижская академия объявила конкурс на разработку теории двойного преломления света и Малюс сразу же принялся за решение этой задачи. Пусть даже какие-то обстоятельства его открытия и были случайными — заходящее солнце, Люксембургский дворец, даже сам отраженный свет, однако то, что человек, решающий задачу о двойном преломлении, пропускает свет через кристалл исландского шпата, вполне естественно, тут ничего случайного нет. Всякий экспериментатор на каком-то этапе исследований более или менее вслепую, на ощупь пробует различные варианты и комбинации. И любую комбинацию, оказавшуюся удачной, принесшую важные результаты, можно назвать случайной...

Так или иначе, сразу же вслед за этим первым «случайным» наблюдением Малюс провел ряд тщательно продуманных экспериментов уже со свечой, свет которой он отражал от поверхности воды и от зеркала. И в этих опытах при некоторых углах отражения кристалл давал одно-единственное изображение пламени свечи. При других же углах яркость двух изображений оказывалась различной.

Так было сделано открытие поляризации света при отражении от гладкой поверхности прозрачного тела. Как сказал Араго, «в эту ночь... Малюс создал одну из наиболее замечательных ветвей современной оптики и завоевал неоспоримое право на бессмертное имя». «Отражение света занимало наблюдателей еще со времени Платона и Евклида», однако на протяжении более чем двух тысяч трехсот лет «никто не подозревал в нем ничего большего, как средство отклонять лучи, никто не воображал, что изменение пути может быть причиной изменения природы».

Это-то открытие и сыграло почти решающую роль в соперничестве волновой и корпускулярной теорий. Дело в том, что Малюс в ту пору был сторонником корпускул и свое открытие он истолковал в соответствующем духе. Когда-то Ньютон в одном из вопросов «Оптики» написал: «Не обладают ли лучи света различными сторонами с различными изначальными свойствами?» Малюс ответил на этот вопрос утвердительно. А поскольку в то время много говорили о различных открытиях в области электричества, он стал рассматривать стороны светового луча как полюсы и ввел само понятие поляризации. Впрочем, Ньютон также намекал на то, что частицы света, может быть, обладают какими-то свойствами, сходными с теми, какие проявляют полюсы магнита (разумеется, все это у него изложено опять-таки в вопросах «Оптики»).

Позднее Малюс сделал ряд других открытий, в частности, установил, что поляризация происходит не только при отражении, но и при преломлении. То обстоятельство, что подобных успехов добился сторонник корпускулярной гипотезы, окрылило всех ее защитников. И хотя вскоре, незадолго до своей кончины (он умер в 1812 году), Малюс отошел от представления о корпускулах, это никого уже не интересовало. Теория истечения готова была праздновать свой триумф.

Впрочем, такому настроению способствовало и реальное положение дел. После открытия Малюса поляризация света обрела самостоятельность, независимость от двойного преломления, так что ее нельзя уже было объяснить при помощи особых эллипсоидальных волн, как это делал когда-то Гюйгенс, придумывая механизм преломления «необыкновенного» луча. Благодаря открытиям Малюса, как из рога изобилия, посыпались и дру-

гие открытия, касающиеся поляризации и двойного преломления. Причем когда дело шло об их истолковании, тут позиции корпускулярной теории были явно предпочтительнее. Находясь в одиночестве и будучи не в силах дать приемлемое объяснение открываемым фактам, Юнг, казалось, все более терял уверенность в справедливости своей теории. Об эволюции его настроений говорят хотя бы два письма, написанные в 1811 и 1815 годах. В первом из них, адресованном Малюсу, Юнг говорит: «Ваши опыты устанавливают недостаточность теории, которую я выдвигаю, но они не доказывают ее ложности». В другом, направленном Брюстеру, та же самая мысль изложена более пессимистически: «Что касается моих основных гипотез о природе света, я с каждым днем все менее и менее расположен занимать ими свои мысли по мере того, как все большее число фактов, вроде тех, которые открыл Малюс, доходит до моего сознания...»

Как раз в этот решающий момент и вышел на арену Огюстен Френель. Всего каких-то девять — десять лет продолжалась его научная деятельность, но к концу этого десятилетия, как сказал известный советский физик Григорий Самуилович Ландсберг, «оптика была преобразована».

## ДВОЙНИК

Хотя человек не в силах поставить эксперимент, чтобы лучше уяснить себе те или иные исторические обстоятельства, сама история порой прибегает к весьма интересным опытам. Один из них она провела в начале прошлого века, выпустив на научную арену двух людей, разработавших одну и ту же область, обладавших примерно одинаковым талантом и взглядом на вещи. Причем эти два человека долго не знали друг о друге, хотя и жили в соседних странах. И еще одна деталь: ученые, которых я имею в виду, своего рода двойники, вступили на научное поприще не одновременно, а один чуть позже другого, именно — спустя пятнадцать лет. Как будто в замысел экспериментатора входило посмотреть, много это или мало в данную эпоху — пятнадцатилетний промежуток.

Одним из ученых, старшим по возрасту, был англичанин Томас Юнг, другим, младшим — француз Огюстен Френель.



Опыт в самом деле получился интересный. Долгое время Френель шел буквально по стопам Юнга, повторял его открытия, совершал те же самые ошибки. Различие заключалось, пожалуй, лишь в том, что свои эксперименты Френель ставил технически более изощренно и тонко, нежели Юнг. Как ни странно, причина этого отчасти заключалась в том, что нередко Френель не имел для опытов самого необходимого и вынужден был все делать своими руками. «Не исключено, что эта бедность обстановки лишь стимулировала природную изобретательность Френеля... — писал по этому поводу Григорий Самуилович Ландсберг. — Поистине Френель в высшей степени обладал искусством, которого требовал от физики Веньямин Франклин: уметь пилить надфилем и шлифовать пилрой».

Будучи на пятнадцать лет моложе Юнга, Френель ровно пятнадцатью годами позже его опубликовал свой первый труд по физической оптике — «Мемуар о дифракции света». Впрочем, сказать «опубликовал» не совсем точно. Он представил его Парижской академии наук, которая, в свою очередь, поручила разобраться в этой работе двум своим членам — Араго и Пуансо.

Как раз этот мемуар Френеля и говорит в первую очередь, что он шел путем, очень близким к пути Юнга. Правда, в отличие от своего английского коллеги он вовсе не стремился скрыть или хотя бы затушевать, что посягает на ньютоновский авторитет. Наоборот, свой мемуар Френель начинает категорическим заявлением, что у него имеются возражения против теории Ньютона. Однако это различие, обусловленное, конечно, тем, что французу Френелю в общем-то нечего было бояться тени великого англичанина, почти исчерпывает список различий между ними. Как и Юнг, Френель не удовлетворен ньютоновским представлением о «приступах» «легкого отражения» и «легкого прохождения света». Как и Юнг, он не понимает, каким образом, исходя из корпускулярной гипотезы, можно объяснить, что лучи света устремляются от разных источников с одинаковой скоростью. Подобно Юнгу, стремясь утвердить в правах волновую теорию, он обращается к плодотворной аналогии между светом и звуком. В мемуаре содержится почти такое же объяснение появления цветных полос в результате «перекрещивания» лучей света. Только вместо узкой картонной полоски в одну тридцатую дюйма (что

составляет около девяти десятых миллиметра), которую применял Юнг, Френель пользовался железной проволокой толщиной в миллиметр, а вместо того чтобы затенять один край полоски экраном, как это делал Юнг в своем «*exregimentum scucis*», он приклеивал к проволоке с одной стороны небольшой квадрат, вырезанный из черной бумаги. Поскольку цветные полосы, или, как пишет Френель, каемки внутри тени при таком одностороннем перекрытии исчезали, как и в опыте Юнга, Френель, вслед за своим старшим коллегой, сделал единственно правильное заключение, что они образуются из-за взаимодействия лучей, идущих с обеих сторон проволоки.

Между прочим, тут же Френель делает вывод о возможности взаимного погашения волн: «Легко можно догадаться, что колебания двух лучей, которые скрещиваются под очень малым углом, могут действовать в противоположные стороны в тех случаях, когда узлы одних волн соответствуют пучностям других».

Итак, почти точно в свой срок, в тот срок, который наметила для него история, Френель открыл закон интерференции через четырнадцать лет после Юнга.

Иногда спорят, что было бы, если бы тот или иной великий ученый не родился вовремя. В данном случае, как видим, можно сказать вполне определенно: если бы не было Юнга, его открытия, по крайней мере многие из них, очень скоро сделал бы Френель. Хотя, конечно, нельзя из этого выводить общее правило. Отнюдь не всегда за выдающимся исследователем через столь короткий промежуток времени следует его «двойник».

Как и Юнг, Френель тотчас применил открытый им закон интерференции ко «многим отдельным явлениям», в том числе к ньютоновским цветным кольцам, цветам на «исцарапанных» (то есть штрихованных) поверхностях... Как и Юнг, исследуя различные явления, он подсчитал длину воли и пришел к выводу, что она одна и та же для одних и тех же цветов...

Но, пожалуй, самое удивительное, что Френель в своем мемуаре повторил ошибку Юнга, заключив, что цветные полосы, окаймляющие тень проволоки снаружи, возникают из-за интерференции двух лучей — луча, отраженного краем проволоки, и другого луча, который проходит мимо этого края, не задевая его, непосредственно от источника света.

О том, что Френель ничего не знал о работах Юнга, говорит письмо, которым он сопровождал свой мемуар: «Теория Ньютона пока еще повсюду принята. Мне неизвестна ни одна работа, в которой эта теория подвергалась бы прямой критике».

Впрочем, он вполне допускает, что содержащиеся в мемуаре теоретические соображения и опыты, которые он считает новыми, на самом деле могут оказаться уже известными, поскольку он «не имеет возможности быть в курсе прогресса науки»: в ту пору Френель был инженером службы мостов и дорог в глухой провинции (его письмо помечено: «Матье, около Кана, департамент Кальвадос»).

Стоит ли удивляться, что о работах Юнга не знал молодой провинциальный инженер? В то время и светила французской науки (только ли французской?) не ведали о них. Случай, который позволил двоим из них познакомиться с этими работами, можно было бы счесть за анекдот, если бы он не произошел на самом деле. В 1816 году Араго и Гей-Люссак побывали у Юнга и рассказали ему о мемуаре Френеля. Здесь-то они и узнали, что почти все, сделанное их молодым соотечественником, гораздо раньше сделал сам Юнг. Когда же гости засомневались, что Юнг действительно осуществил один из центральных опытов, описанных в мемуаре Френеля, присутствовавшая при разговоре хозяйка дома положила на стол огромный том «in quarto» и указала на рисунок, где изображались дифракционные полосы. Этот том был одним из «волюмов» юнговского «Курса лекций» — того самого, который и теперь можно полистать в Библиотеке имени Ленина.

Френель, узнав от Араго, что он действительно стал жертвой своей недостаточной осведомленности, послал Юнгу трогательное письмо, после чего между ними установились дружеские отношения, отношения сотрудничества, а не соперничества. «Когда веришь, что сделал открытие, — писал Френель, — то не без сожаления узнаешь, что кто-то другой сделал его до тебя, и я со всей искренностью признаюсь Вам, сэръ, что таковы были чувства, которые я испытал, когда Араго показал мне, что в моем представленном в Институт мемуаре было очень небольшое число действительно новых наблюдений. Однако если что-нибудь и могло меня утешить... так это то, что судьба свела меня с ученым, который обогатил

тил физическую науку таким большим количеством важных открытий,— обстоятельство, которое в немалой степени увеличивает мое доверие к теории, принятой мною.

Позже мы еще раз сможем убедиться, что Френель не страдал избытком тщеславия, которое довольно часто сопутствует научному таланту, впрочем, как и всякому другому.

### **«ЧУДЕСНАЯ МОЩЬ ИНТУИЦИИ»**

Правда, если быть совсем точными, в первом своем мемуаре Френель все-таки сделал шаг вперед по сравнению с Юнгом. Этот шаг касался методики эксперимента: Френель пришел к выводу, что явления дифракции и интерференции можно исследовать, не только наблюдая за тенью предмета на экране, но и без помощи экрана — непосредственно глядя через лупу на предмет, освещенный сзади каким-либо источником света. Позднее этот способ позволил Френелю сделать свои измерения гораздо более точными.

Несмотря на положительный отзыв о мемуаре Френеля, который дали Араго и Пуансо, решающего поворота в умонастроениях французских физиков в сторону волновой теории он не произвел (как ранее не произвели такого же поворота в умонастроениях англичан работы Юнга). Это видно хотя бы потому, что в начале 1817 года Парижская академия объявила конкурс на лучшее объяснение явлений дифракции. Причем само объявление о конкурсе было составлено таким образом, что не оставалось сомнений, какой именно из двух соперничающих гипотез — волновой или корпускулярной — придерживаются его авторы. В объявлении ясно говорилось, что дифракционные полосы образуются тогда, когда свет «проходит очень близко от границ» предмета, бросающего тень и предлагалось «вывести... движения лучей при их прохождении вблизи тел», то есть формулировки вполне отвечали гипотезе истечения.

Учитывая это, Френель сначала не хотел участвовать в конкурсе, однако потом, поддавшись уговорам Араго и Ампера, переменял свое решение. Шутливое письмо, направленное Френелю его братом, свидетельствует о нешуточной борьбе вокруг этого конкурса. «Вчера я видел Ампера,— говорится в письме,— который расспра-

шивал о тебе и настойчиво убеждал меня написать тебе, чтобы ты выступил и послал на конкурс свой мемуар с новыми наблюдениями, которые ты сделал и еще можешь сделать. Он наверняка получит премию, — говорил он мне; и для дела, и для него лично необходимо, чтобы он участвовал в конкурсе. Я возражал, основываясь на пристрастности комиссаров, если они будут избраны из секты биотийцев (сторонники Био). Ампер мне ответил, что этого не следует бояться и что генерал Араго в момент избрания комиссаров не преминет указать на недопустимость назначения людей одного цвета...»

К указанному сроку Френель представил академии новый мемуар. Начиная с этого момента, эксперимент, поставленный историей науки, являет нашему взору иные результаты, чем до сих пор: Френель перестает повторять Юнга и быстро уходит вперед. Прежде всего он усовершенствует опыт с интерференцией лучей. Дело в том, что сторонники корпускулярной теории утверждают, будто интерференционные полосы возникают не из-за взаимодействия лучей света, а из-за влияния краев экрана или отверстия. Так вот, в своем новом эксперименте Френель обходится без экранов и отверстий, смешивая лучи при помощи двух зеркал, слегка наклоненных друг к другу. Результат получается тот же самый, что и в прежних его опытах, а также в опытах Юнга, когда использовались экраны и отверстия.

Далее Френель исправляет свое собственное заблуждение (подобное заблуждению Юнга), доказав, что характер дифракционных полос не зависит от того, каков край экрана, и что, следовательно, эти полосы не могут быть результатом интерференции прямого луча и луча, отраженного от экрана.

Но тогда как же объяснить образование дифракционных полос? Френель предложил весьма сложный механизм, в основе которого лежал принцип Гюйгенса. Согласно этому принципу, как мы помним, всякую световую волну можно рассматривать как сумму элементарных волн, испускаемых различными точками той же самой волны в один из предшествующих моментов. То, как Френель объясняет с помощью этого принципа возникновение дифракционных полос, отчасти напоминает объяснение образования теней, к которому прибегал сам Гюйгенс: результирующая элементарных волн во

всех точках волны одинакова, но если часть ее задержать экраном, тогда интенсивность волны будет изменяться в зависимости от расстояния до края тени; если бы волны, испущенные соседними точками, не взаимодействовали друг с другом, тогда просто происходило бы плавное увеличение интенсивности от края тени к полностью освещенному месту; однако в результате интерференции соседних волн образуются светлые и темные полосы, чередующиеся друг с другом...

Наиболее ценным здесь было не это физическое объяснение, от которого со временем пришлось отказаться, а связанный с ним способ расчета положения дифракционных полос и распределения интенсивности света.

Всего на конкурс академии было представлено лишь две работы, включая мемуар Френеля. Не известно, кто был автор другого мемуара, однако он оказался совершенно не в состоянии соперничать со своим конкурентом. По словам Араго, который делал доклад от имени конкурсной комиссии, этот ученый хотя и проявил себя как опытный физик, однако наблюдения его не были достаточно точными, а в некоторых частях работы содержались очевидные ошибки. Не говоря уже о том, что он продемонстрировал полное незнание с работами Юнга и первым мемуаром Френеля. (Как видим, в 1818 году комиссия Парижской академии уже рассматривала такое знакомство как необходимое условие для всякого, кто желает внести хоть какую-то лепту в познание природы света. Это при том, что в состав комиссии входили такие твердые сторонники корпускулярной теории, как Био, Лаплас, Пуассон.)

Напротив, мемуар Френеля получил самую высокую оценку комиссии, которая и присудила ему премию.

Немалую роль в этой справедливой оценке сыграл, конечно, Араго, который с момента своего знакомства с первой работой Френеля взял над ним опеку, сделался для него другом, сотрудником.

Впрочем, сотрудничество Френеля и Араго было исполнено большого внутреннего драматизма, может быть, незаметного на поверхностный взгляд. Уже в 1816 году, когда благодаря хлопотам Араго Френель получил отпуск и приехал из своей глуши в Париж, чтобы провести дополнительные исследования в соответствии с пожеланиями комиссии, рассматривавшей его первый мемуар,

они вместе, Френель и Араго, сделали ряд опытов в лаборатории Политехнической школы. Казалось, Араго все более захватывала свойственная его другу увлеченность волновой теорией. Но одна из их совместных работ неожиданно стала препятствием на пути его обращения в новую веру.

В середине 1816 года они попытались определить, оказывает ли поляризация лучей какое-либо влияние на интерференцию, но никакого влияния не заметили. Несколько месяцев спустя Френель обнаружил, что лучи, поляризованные во взаимно-перпендикулярных плоскостях, смешиваясь, не дают интерференционных полос. С точки зрения волновой теории результат был совершенно не понятен. Когда они обсуждали этот эксперимент с Араго, у Френеля, по его словам, возникла идея: всему причиной то, что свет представляет собой не продольные, а поперечные колебания. Эта идея настолько противоречила представлениям о колебаниях упругих жидкостей, что Френель не решился сразу предать свою догадку гласности.

Дальше дело происходило так. О результатах этого опыта Араго рассказал Юнгу — как раз во время того самого посещения, когда произошло их знакомство. Интуиция Юнга сработала безошибочно: он тоже выдвинул гипотезу о поперечных колебаниях и опередил Френеля с публикацией. Снова Френелю пришлось признать его первейство. «Г-н Юнг, более смелый в своих предположениях и менее доверяя взглядам математиков, — писал он с грустью по этому поводу, — опубликовал эту гипотезу ранее меня (хотя, может быть, он пришел к ней и позднее) и, следовательно, ему принадлежит приоритет и в отношении этой теоретической идеи, как и в отношении многих других».

Правда, тут надо отметить важную деталь: Юнг, как и Френель, не мог не видеть, что идею о поперечных колебаниях трудно объяснить физически, опираясь на представления об упругих жидкостях, а потому он просто отказался от физического ее истолкования, заявив, что эта идея есть всего-навсего удобный «математический постулат», но что он вовсе не утверждает, будто поперечные колебания происходят на самом деле.

Френель, однако, не пожелал присоединиться к такому простому выходу из положения. Он долго и мучительно размышлял над действительной физической кар-

тиной происходящего. В конце концов он пришел к выводу, что без признания реальности поперечных колебаний не обойтись. Когда он сказал об этом Араго, тот заявил, что у него никогда не хватит смелости опубликовать подобную концепцию, а потому в их совместном мемуаре, посвященном взаимодействию поляризованных лучей, который был напечатан в 1819 году, о поперечных колебаниях нет ни слова. Описываются результаты экспериментов и только, «независимо то какой-либо гипотезы».

Лишь спустя два года в работе, появившейся за одной его подписью, Френель впервые печатно заговорил о «колебательных движениях волн», которые «происходят только в плоскостях самих этих волн». Он предположил, что сопротивление эфира сжатию несравненно больше, нежели сопротивление смещению (имелось в виду смещение концентрических слоев его, расположенных вокруг источника света). Второе выдвинутое им предположение — что скорость колебания молекул светящегося тела, передаваемая ими эфиру, бесконечно меньше, чем скорость передачи сжатий и разрежений. В результате, если рассматривать каждый отдельный момент, нашему глазу предстанет такая картина: соседние концентрические слои эфира неподвижны друг относительно друга, а колебания происходят вдоль этих слоев. Иными словами, составляющая колебаний, направленная вдоль лучей, бесконечно мала по сравнению с поперечной составляющей.

Представив световые волны таким образом, Френель сразу же обрел возможность сделать следующий шаг — объяснить механизм поляризации. Приняв такое представление, логично было предположить: поляризация светового луча заключается в том, что все его колебания происходят в одном и том же направлении. Как достигается такое единство? В каждое отдельное мгновение свет, испускаемый какой-то одной частицей светящегося тела, поляризован в направлении, соответствующем направлению колебаний частицы. Но поскольку в целом колебания различных частиц хаотичны, то внутри светового луча перемешаны волны, обладающие различной поляризацией. Правда, в этом смешении можно выделить некую равнодействующую, или, иными словами, одно преобладающее направление поляризации, но оно будет преобладать лишь какое-то мгновение и в следующий



миг сменится другим, так что в целом свет будет неполяризованным. Из этого следует необычайно важный вывод: сам акт поляризации заключается не в том, что внутри светового луча создаются движения одного направления, а в том, что уже происходящие там колебания сортируются по двум взаимно перпендикулярным направлениям и эти поперечные друг к другу составляющие отделяются одна от другой.

Конечно, сделанные Френелем предположения о слоях эфира, их сжатии и взаимном смещении весьма произвольны и умозрительны. Возможно, потому и охладел к волновой теории Араго, после того как услышал от Френеля о поперечных волнах. Живо представляешь, какими глазами он посмотрел на своего коллегу: этот человек пускается во все тяжкие, только бы отстоять свою теорию. Собственно, Араго сам признавал, что перелом в его настроениях произошел как раз в тот момент. Он не только отказался подписать вместе с Френелем мемуар, где говорилось о поперечных волнах, но в дальнейшем вообще весьма туманно говорил о природе света, так что трудно было понять, какую из двух конкурирующих теорий он считает более справедливой. Например, в одной довольно обширной статье, написанной в 1824 году, Араго старательно избегая волновой теории, в то же время говорит о частицах света. Только в конце он упоминает о световых колебаниях, но лишь затем, чтобы рассказать об известной уже нам истории, когда он отказался присоединиться к выводу Френеля насчет поперечного характера этих колебаний.

Такого рода непоследовательность и сомнения сохранились у Араго до конца его жизни.

Впрочем, не исключено также, что здесь сказалось еще одно обстоятельство — то, что Араго занимал официальный пост в Парижской академии, был ее непременным секретарем, а потому, говоря словами Уэвелла, «должен был выдерживать удары противника в частых дискуссиях на тему о волновой теории». «Лаплас и другие влиятельные члены, — читаем мы у английского историка, — были настолько предубеждены против этой теории, что не желали даже терпеливо выслушать аргументы, выдвигаемые в ее защиту».

В общем-то идея поперечных волн, физическое обоснование которой страдало очевидной слабостью, усилило возражения противников волновой концепции.

Что касается самого Френеля, умозрительность и произвольность предположений, подкрепляющих идею поперечных волн, по-видимому, мало его беспокоили. Основную ставку он сделал на то, чтобы объяснить с помощью нового представления как можно более широкий круг явлений, не объяснимых другим способом. И добился в этом успеха. Как сказал Уэвелл, «овладев... принципами и механизмом поляризации», Френель стал прилагать их к объяснению и других явлений поляризованного света с такою быстротою и остроумием, которые напоминают нам ту гениальность, с какою Ньютон выводил следствия из принципа всеобщего тяготения». Помимо интерференции поляризованных лучей, ему удалось успешно истолковать великое открытие, сделанное его соотечественником Этьеном Малюсом, — поляризацию света при отражении, раскрыть сущность круговой и эллиптической поляризации, разработать теорию двойного лучепреломления... Все это в конце концов несравненно более ощутило усилило волновую теорию, нежели умозрительные допущения Френеля ослабили ее. Как иллюстрацию можно привести хотя бы такой эпизод. Когда в 1822 году обсуждался мемуар Френеля о двойном лучепреломлении, растроганный Лаплас заявил, что эта работа выше всего, что в течение многих лет докладывалось академии. Такое признание было тем более весомо, что тринадцатью годами раньше сам Лаплас опубликовал исследование, в котором тот же самый круг явлений истолковывался с точки зрения корпускулярной теории...

Как же понять, что на основе произвольных и в общем-то ошибочных представлений ученый приходит к поразительно верным результатам, продвигающим фронт познания далеко вперед? *Post factum*, после свершившегося тут ничего нельзя сказать другого, как только то, что догадка была удачной. Но поскольку не всякий выдвигает удачные догадки, не всякий вовремя к ним присоединяется, не всякий даже бывает настолько прозорлив, что не сопротивляется им, постольку для объяснения ссылаются еще на интуицию. Именно в таком духе отозвался о догадке Френеля его постоянный противник Жан-Батист Био в разговоре с Леонором Френелем: «Какую чудесную мощь интуиции проявил ваш брат в своем плодотворном представлении о поперечных колебаниях».

Увы, это признание было произнесено спустя почти двадцать лет после смерти Френеля.

А уже в наше время Григорий Самуилович Ландсберг сказал о том же самом еще сильнее: «Вряд ли можно указать в истории физики другого ученого, который обладал бы в такой мере, как Френель, физической интуицией и пронизательностью. Он буквально «чувствовал», где лежит истина, и угадывал ее с исключительной прозорливостью».

## ЗАКАТ КОРПУСКУЛ

После работ Юнга и Френеля бывшее могущество корпускулярной теории быстро пошло на убыль. Быстро, если мерять крупными историческими мерками. Однако в масштабе бытия одного человека такого рода перемены никак нельзя назвать стремительными. Во всяком случае ни у Юнга, ни у Френеля под конец жизни вовсе не было оснований считать себя триумфаторами.

Френель, обогнавший Юнга в исследованиях, обогнал его и в другом: будучи значительно моложе Юнга, он умер двумя годами раньше его, а научную работу, по сути дела, прекратил из-за болезни за три года до кончины. В год его смерти вышел том «Encyclopædia Metropolitana», где статья «О свете», написанная Джоном Гершелем, в основном опиралась на корпускулярные идеи, а о волновой теории говорилось, что, по-видимому, она «не имеет оснований в природе», хотя и представляет собой «один из самых счастливых вымыслов», к которым когда-либо прибегал человеческий гений для того, чтобы охватить целиком различные явления природы. А Дэвид Брюстер еще и четыре года спустя после смерти Юнга писал, что «национальная слабость» все еще побуждает его чтить и поддерживать «храм, который некогда был ареной деятельности Ньютона».

Тяжелы были последние годы Френеля. Собственно, на протяжении всей своей непродолжительной научной деятельности (он сумел посвятить науке лишь около девяти лет) Френель разрывался между оптическими исследованиями и службой в управлении мостов и дорог, дававшей ему средства к существованию. Однако этих средств оказалось недостаточно, чтобы вести научные изыскания, и он вынужден был взять на себя еще одну роль — роль нештатного экзаменатора при Политехнической школе...

В ноябре 1824 года Френель написал Юнгу: «Во мне давно уже ослабела та раздражительность, или суетность, которую толпа называет любовью к славе. Я работаю не для того, чтобы получить всеобщее одобрение публики, но для того, чтобы приобрести собственное внутреннее довольство и одобрение, которое было для меня всегда лучшей наградой моих трудов... Все похвалы, которые я получал от Араго, Лапласа или Био, не доставляли мне такого удовольствия, как открытие теоретической истины или подтверждение моих вычислений опытом».

Удивительно: откуда что берется в человеке? Всего только одиннадцать лет назад еще Френель не знал, как применить свои способности и энергию. Работа по ремонту дорог и мостов мало его удовлетворяет. Но чем заняться помимо нее? Он обращается то к религиозно-философским проблемам, то к изобретательству, то к химии... И лишь в 1814 году, что называется, находит себя в исследовании проблем оптики. А спустя какой-то десяток лет, как видим, «собственное внутреннее довольство и одобрение», доставляемое этими исследованиями, уже составляет для Френеля едва ли не главную ценность и смысл его жизни...

...Это процитированное мною письмо Юнгу написано Френелем при трагических обстоятельствах. Будучи тяжело больным, он тщетно пытается получить менее обременительную работу ради хлеба насущного, нежели работа в Политехнической школе. После очередной экзаменационной сессии в результате перенапряжения происходит обострение туберкулеза. Как раз в этот момент до него доходят неосторожно брошенные Юнгом слова: по какому-то поводу англичанин назвал Френеля яблоком от его, Юнга, яблони. Тогда-то Френель и написал ему это горькое письмо, где, говоря о своем равнодушии к славе, вместе с тем сетовал на несправедливость англичан по отношению к французской науке.

Впрочем, спохватившись вскоре, он просил Юнга сжечь это письмо, написанное им в тяжелом физическом и моральном состоянии.

Совмещение трех ролей, трех работ превысило физические силы Френеля, подорвало его здоровье. Он был вынужден отказаться как раз от той, которая доставляла ему наивысшее наслаждение, какое только может испытать человек, и занимаясь которой он достиг столь мно-

гого. Я имею в виду, конечно, исследовательскую деятельность.

Сходен с этим и последний период жизни Юнга. Его основное занятие в это время также не занятие ученого — исследователя проблем оптики. Секретарь бюро долгот — вот кем был в ту пору Юнг. На этом посту в эти завершающие годы его жизни Юнгу довелось испытать публичные нападки, равные по своей силе и нелепости тем, которые он испытал в молодые годы в связи со своими оптическими работами. На этот раз нападки были связаны с изданием «Мореходного альманаха», за которое Юнг отвечал как секретарь бюро долгот. Атаки велись в несравненно более сильных выражениях, чем даже те, которые когда-то использовал Генри Бругэм: Юнга и его коллег называли не иначе как «тупоумными беотийцами», а сам альманах — «пятном нации». Сейчас трудно понять, какие цели преследовали политиканы, раздувая скандал вокруг альманаха, да и в те времена вряд ли это было вполне ясно Юнгу, который был далек от политических игр и спекуляций. Он пытался укрыться от этого скандала, предавшись любимому занятию — расшифровке египетских иероглифов, — но тщетно. Этот скандал подорвал его силы, быстро привел к концу.

Вскоре после его кончины Вильям Уэвелл написал, что современники всегда смотрели на Юнга как на человека с «удивительно разнообразными талантами» и большими познаниями, однако «при жизни своей он не занимал между великими открывателями того почетного места, какое, наверное, даст ему потомство».

Будучи в Лондоне, я напрасно искал могилу Юнга где-нибудь неподалеку от пышной могилы Ньютона, по соседству с захоронениями других выдающихся ученых. И только потом прочел у Араго: «Смерть Юнга не вызвала на его родине слишком заметных откликов. Ворота Вестминстерского аббатства, некогда доступные для титулованной посредственности, оказались закрытыми перед гениальным человеком...» Араго задает вопрос, в чем причина такого «равнодушия английской нации к трудам, занявшим не последнее место в сокровищнице ее славы»? И приходит к заключению, что общественное мнение, которое Бругэм некогда настроил отрицательно по отношению к Юнгу, так и не переменялось вплоть до его смерти.

...Определенный и заметный поворот к волновой тео-

рии в научной среде начался только после 1830 года, когда ни Френеля, ни Юнга не было уже в живых. В 1832 году Вильям Гамильтон, опираясь на метод Френеля, доказал, что при некоторых условиях луч света, проходя через кристалл, обладающий свойством двойного преломления, должен превратиться в световой конус. Вскоре Ллойд поставил соответствующий эксперимент. Действительно, на экране, куда направлялся луч, образовывалось светлое кольцо. Это предсказание и подтвердивший его опыт произвели на всех большое впечатление. Пословам известного немецкого историка Фердинанда Розенбергера, их сравнивали с тем подтверждением ньютоновской теории тяготения, какое представил Леверье, открыв планету Нептун.

Однако решающим и вместе с тем простым свидетельством правоты той или иной теории все-таки должен был стать другой эксперимент — опытное сравнение скоростей света в двух средах, обладающих различной оптической плотностью. Ибо тут предсказания соперничающих теорий категорическим образом расходились: защитники корпускул утверждали, что скорость света увеличивается с увеличением оптической плотности, их противники настаивали на обратном (в частности, Френель уже в первом своем мемуаре пришел к заключению, которое было «абсолютно противоположно выводу Ньютона: а именно, что скорость света в стекле меньше, чем скорость света в воздухе»).

Сначала, как известно, скорость света была измерена астрономическими методами в пустоте. Что касается ее определения в какой-либо «преломляющей» среде, долго не знали, как к этому подступиться. Только в 1831 году Уитсон изобрел устройство, при помощи которого в принципе можно было бы уловить разницу скоростей света в воздухе и в воде. Идея заключалась в том, чтобы отражать вспышку света от электрической искры зеркалом, вращающимся с очень большой скоростью. Причем в одном случае свет должен был распространяться в воздухе, в другом — в воде. Расстояние от источника света до зеркала и скорость вращения предполагалось подобрать так, чтобы положения «зайчиков» в том и другом случае заметно отличались.

Однако технические трудности, встреченные экспериментаторами, не позволили провести этот опыт. Потребовалось еще почти двадцать лет, чтобы он стал возмо-

жен. Его осуществили в 1850 году, используя аналогичный принцип, двое физиков — Физо и Фуко, независимо друг от друга.

Этот год, 1850-й, и считается временем окончательного торжества волновой теории и окончательного краха корпускулярной.

Семь лет спустя Вильям Уэвелл в своей книге «История индуктивных наук» начертал своего рода эпитафию световым корпускулам. «Рассматривая внимательно историю теории истечения, — писал он, — мы можем судить по ней, каков должен быть естественный ход всякой ложной теории». Сначала такая теория может до некоторой степени объяснить явления, ради объяснения которых она, собственно говоря, и создается. Однако для истолкования каждого нового класса фактов она вынуждена бывает прибегать ко все новым и новым предположениям, не имеющим между собой внутренней связи. В конце концов этого балласта накапливается столько, что под его тяжестью разрушается все здание.

В своем первоначальном, простейшем, виде гипотеза истечения более или менее сносно объясняла отражение и преломление. Но уже при попытке обосновать цвета тонких пластинок потребовалось ввести новую, довольно искусственную гипотезу о «расположении» света к легкому отражению и преломлению — о так называемых «приступах». Чтобы объяснить дифракцию, частицам света приписали сложную способность к притяжению и отталкиванию. Когда столкнулись с поляризацией, стали утверждать, будто эти частицы обладают различными, отличающимися друг от друга сторонами. Двойное преломление, двойная поляризация потребовали новых допущений, никак не связанных с прежними. И конца этому не было видно.

«Во всей истории этой теории, — заключает Уэвелл свою «надгробную надпись», — не было неожиданных успехов, счастливых совпадений и согласования между принципами, полученными различными путями: естествоиспытатели строили машину, но части ее не действовали; они держались вместе не внутренней связью силы, а внешним насильственным давлением. Очевидно — это признаки, несвойственные истине».

И напротив, в волновой теории все стремится к единству и простоте. Окраска тонких пластинок прямо вытекает из существа теории. Дифракция объясняется про-

межутками между волнами, и эти промежутки те же самые, какие выводятся из других явлений, так что нет необходимости придумывать добавочные допущения и предположения. Правда, некоторым препятствием на пути развития теории стала поляризация. Однако задержка была недолгой, и переход от продольных волн к поперечным, позволивший препятствие преодолеть, никак нельзя считать искусственным, ибо с помощью поперечных колебаний одинаково хорошо объясняются и прежние явления, уже объясненные продольными колебаниями, и все новые и новые, для которых прежде не находилось истолкования. «Такое совпадение, — говорил Уэвелл, — возможно только в истинной теории, а никак не в ложной».

Итак, битва завершена. Произнесена хула побежденным и хвала победителям. У победителей не находят никаких изъянов, у побежденных — никаких достоинств. Между тем кое-какие достоинства у корпускулярной гипотезы все же были. Уэвелл не совсем к ней справедлив. Но начать нужно с другого — с того, что представление о «приступах» Ньютон ввел, не прибегая ни к какой гипотезе — ни к корпускулярной, ни к волновой. А о притяжении и отталкивании частиц он и вовсе говорил в вопросительной форме как о предмете, в котором следует разобраться грядущим поколениям исследователей, которые пойдут по его стопам... Сделать выбор между двумя гипотезами (не говоря уже о его общем философском принципе «*Hypotheses non fingo*») Ньютону не позволяли очевидные слабости той и другой...

Тем, кто пришел ему на смену, чужды оказались ньютоновские сомнения и колебания. Каждый из них более или менее решительно занял место по ту или другую сторону баррикады.

В ходе сражения успех сначала сопутствовал сторонникам корпускул. Этому немало способствовало, что они, без особых на то оснований, подняли над своими позициями знамя Ньютона. Юнг и Френель сумели создать перелом в ходе битвы. Сделалось ясно, что у волновой теории гораздо меньше слабостей, чем у теории истечения (это и констатировал Уэвелл, когда битва была уже закончена).

Однако вот ведь какое дело: среди слабостей волновой теории имелась одна весьма значительная — эфир. Именно она в числе прочих оттолкнула Ньютона от этой



теории. И никто не преодолел эту слабость к моменту, когда волновая теория была объявлена победительницей.

Если бы Уэвелл вспомнил хотя бы о тех произвольных манипуляциях, какие проделывал с эфиром Френель, он не стал бы с такой уверенностью утверждать, будто волновая теория в ходе своего развития «не прибегала ни к каким новым гипотезам и догадкам, но из самой себя, из своих первоначальных принципов черпала объяснение для всего, что представляло наблюдение».

Один лишь эпизод. Вскоре после того как Френель ввел представление о поперечных волнах, Пуассон доказал, что в упругой жидкости могут происходить лишь колебания, перпендикулярные к поверхности волн, а такие, которые направлены по касательной, то есть поперечные колебания, невозможны. Легко согласившись с ним, Френель заявил, что эфиру следует приписать одновременно и свойства жидкого, и свойства твердого тела. Удивительное вещество, не правда ли!

Если опора на это вещество была безусловной слабостью волновой теории, теория корпускулярная, обходившаяся без него, получала оттого немалое преимущество. Это и имел я в виду, говоря, что Уэвелл не вполне справедлив к корпускулам света.

...Я все раздумываю над нашим последним разговором с Владимиром Ивановичем (часто так бывает, что в момент спора, когда защищаешь одну какую-то позицию, не находишь особенного повода для раздумий, однако после такой повод появляется). Мой собеседник тоже ведь говорил об эфире. И одна мысль преследует меня неотступно: тому, что победу одержала именно волновая теория, несмотря на существенную свою слабость, мы в большой мере обязаны потрясающей интуиции Френеля. «...На протяжении всего XIX столетия, — пишет Г. С. Ландсберг, — оптические исследования многочисленных крупнейших теоретиков и искуснейших экспериментаторов установили, что к результатам Френеля можно кое-что добавить, что их можно уточнить или более строго обосновать, но что в них ничего не надо менять!»

Но неужели в решении наиболее сложных научных проблем мы всегда будем вынуждены «выезжать» на интуиции гения? Неужели не было никакого рациональ-

ного выхода из той ситуации, которая создалась в оптике к началу двадцатых годов прошлого века? Ведь не считать же в самом деле таким выходом полный отказ от гипотез!

\* \* \*

Между прочим, во время работы над этой частью книги у меня появились кое-какие мысли, о которых мне захотелось рассказать Владимиру Ивановичу. В то время он был в длительной командировке, в Киеве, и я написал ему письмо, благо он оставил мне свой адрес. Поскольку оно имеет некоторое отношение к теме этой книги, я подумал, что, может быть, стоит его здесь привести.

## ПИСЬМО В. И. КОРНИЛОВУ

«Уважаемый Владимир Иванович!

Когда я писал часть книги, посвященную Френелю, мне показалось интересным сравнить его метод и стиль с методом и стилем Араго. Как мне кажется, такое сравнение имеет касательство к нашему последнему разговору. Пожалуй, Араго представляет собой идеал исследователя, который почти никогда «не измышлял гипотез», по крайней мере в своих оптических работах. Вы знаете, что в 1811 году он открыл интересное явление: если пропускать белый свет через кристаллическую пластинку, помещенную между двумя поляризующими приспособлениями, пластинка окрашивается в различные цвета. И что же дальше? Он тщательно описал, как изменяется окраска в зависимости от того, из какого материала пластинка сделана, какой толщины, как она располагается. И — все. Никакой трактовки, никакого истолкования. Лишь три года спустя Био попытался объяснить этот феномен на основе корпускулярной гипотезы. А еще через три года Френель правильно обосновал его, опираясь на гипотезу волновую.

Или взять другой пример. В том же 1811 году Араго сделал еще одно открытие — обнаружил вращение плоскости поляризации в кварце. И что же? Дальнейшие события — почти те же самые, как и в предыдущем случае. Сам Араго не дает никакого объяснения своему открытию.

Позже Био применяет к ней свою теорию подвижной поляризации, в основе которой лежит гипотеза истечения. И опять точку ставит Френель, доказывающий ошибочность объяснения Био и дающий верное истолкование открытому явлению.

Наконец, пример последний. В 1810 году Араго установил, что показатель преломления призмы, пропускающей свет звезды, не меняется из-за движения Земли. И снова — никакого объяснения этому. И снова объяснение представил Френель на основе гипотезы о «частичном увлечении» эфира.

Самое удивительное — подобная история повторяется много раз. Вы можете, конечно, сказать, что не всякий исследователь бывает в силах дать толкование результатов опыта. Да, но по крайней мере присоединиться-то он к такому толкованию может, когда оно выдвинуто его более проникательным коллегой?! Между тем, как Вы знаете, Араго не присоединился к идеям поперечных волн, выдвинутой Френелем для объяснения результатов их совместного эксперимента. Ссылки на то, что он, дескать, поступил так, исходя из тактических соображений, чтобы не портить отношений с влиятельными академиками, не очень убедительны: во-первых, Араго нередко участвовал во всевозможных баталиях и даже подчас сам без особой надобности затевал их (вспомним хотя бы острую полемику с Био в 1821 году). Во-вторых, даже в 1851-м, когда ничто ему не угрожало, ибо все основные противники волновой теории были либо мертвы, либо перешли в стан противника, он все еще не хотел говорить о поперечных волнах.

Да и в отзывах о работах Френеля, написанных Араго, похвалы всякий раз заслуживают лишь «точность наблюдений» и «новизна результатов». О теоретической же стороне говорится скомканно и вяло. Например, представляя академии мемуар Френеля, получивший премию, и дойдя до весьма сложного объяснения дифракции при помощи принципа Гюйгенса, Араго отводит этому объяснению всего пятнадцать строк. При этом замечает себе в оправдание: «Границы, которых мы должны придерживаться в нашем докладе, не позволяют нам последовать за автором в этом тернистом изыскании».

Кстати, в Англии, может быть, Вы знаете, в эту же пору работал физик со столь же отчетливой нелюбовью к гипотезам. Я имею в виду Вильяма Волластона. Во

всяком случае Уэвелл отзывается о нем как о человеке, «который по своему складу долгое время мог заниматься только явлениями, не доискиваясь их причин; и кажется, что он даже для себя не решил, какая из двух враждующих теорий вернее».

Не знаю, какой именно срок подразумевает Уэвелл под словами «долгое время», однако хорошо известно, что Волластон и жил и наукой занимался гораздо дольше, чем Френель. Говорят, был прекрасный экспериментатор. Однако при всем том трудно его сравнивать, допустим, с тем же Френелем по вкладу в науку (а ведь Френель, напомню Вам, еще в 1814 году не знал даже, что называют поляризацией, спустя же два года в основном уже объяснил для себя механизм этого явления, перед которым отступали поколения физиков).

Так, может быть, дело все-таки не в одной только разнице талантов, но и в том еще, что исследователь, не отвергающий гипотез, а ищущий наиболее правильные среди них, идет гораздо дальше?..»

\* \* \*

Владимир Иванович не ответил мне сразу, а после я забыл об этом письме. Он давно уже вернулся в Москву, мы с ним не однажды встречались и разговаривали на сходные темы, как вдруг, спустя примерно полгода, приходит его ответ:

«Уважаемый...

Вы совершенно правы: Араго и Волластон не обладали той степенью проницательности, какой обладал Френель.

Ваш

В. Корнилов».

Странный, ей-богу, человек.

Впрочем, через какое-то время, месяца через два (и опять мы с ним не раз встречались в этом промежутке), от него пришло еще письмо:

«Уважаемый...

Прошлый раз Вы мне писали об Араго и Волластоне. Странно, что в числе ученых того же периода, занимавшихся вопросами оптики, Вы не назвали Малюса. Я не думаю, что Вы умолчали о нем по той причине, что

его открытия (которые он сделал, не прибегая ни к каким гипотезам) принято называть великими.

Правда, одно время, в начале своей деятельности, он как будто придерживался гипотезы корпускул, но, во-первых, это ничем ему не помогло, ибо все свои открытия он совершил, повторяю, чисто экспериментальным путем, а во-вторых, в дальнейшем Малюс сознательно стал исповедовать принцип «Без гипотез!». Короче говоря, перестав быть мнимым ньютоном (ньютонианство ему ошибочно приписывали на том основании, что он какое-то время разделял гипотезу истечения), он стал истинным ньютоном, то есть последовал тому научному подходу, который завещал его гениальный учитель.

Если Вы читали его труды, Вы не могли не обратить внимание, что по крайней мере в последних из них он тщательнейшим образом избегает каких бы то ни было выражений, имеющих «гипотетическое» звучание.

А как Вам нравятся такие его слова, выписанные мною из предпоследнего его сочинения: «...Эти новые явления приближают нас еще на один шаг ближе к истине, доказывая недостаточность всех гипотез, придуманных физиками для объяснения отражения света»? Как это можно приближаться к истине, не руководствуясь никакими гипотезами и, более того, доказывая несостоятельность всех гипотез? А?

Теперь что касается «величины» этого ученого, хотя бы в сравнении с Френелем. Как я уже упоминал и как Вы хорошо знаете, открытия Малюса принято (не мною!) называть великими. Что же получается? Френель — великий и Малюс — великий. Думаю, не имеет смысла сравнивать, кто более велик. Это все равно что сравнивать две бесконечности (в обычном, не математическом смысле).

Я понимаю, для Вас очень выгодно сопоставлять метод и стиль Френеля с методом и стилем Араго или Волластона. Но о чем говорит сопоставление Френеля с Малюсом?

Ваш В. Корнилов».

Все-таки, наверное, человек нуждается в письмах — в том, чтобы их получать и отправлять. Когда-то они были не только единственным способом связи, но и уважаемым родом литературы. Однако с тех пор как резко

сократилась их первая функция, сама собой сошла на нет и вторая: глупо печатать переписку, если на самом деле ее не было. А для чего, казалось бы, писать, если к вашим услугам, допустим, телефон? Тем более когда два человека находятся где-то рядом, скажем, в одном городе. Еще в начале века Иоффе и Эренфест переписывались, живя в разных концах Петербурга, иной раз посылали даже по два письма в день. Но сейчас-то это зачем? Взять хотя бы нас с Корниловым. Захотел что-то сказать — снял трубку и сказал.

И все же что-то есть в письмах. Телефон — это для безотлагательных вопросов. У нас с Владимиром Ивановичем — никакой срочности. Триста лет спорят, о чем мы с ним спорим, и еще, может, будут столько же. Потом телефон не располагает к размышлению. Бумага располагает.

Это я сейчас только над этим задумался, получив от моего приятеля два неожиданных запоздалых письма. Тогда-то, когда я направлял ему письмо в Киев, тогда все было естественно. Что же тут такого? А вот из Москвы — в Москву! Но подумал и решил поучаствовать в этой безобидной игре, которую предложил мне Владимир Иванович.

«Уважаемый Владимир Иванович!

Ваше последнее письмо удивило меня необычайно (иногда я теряюсь в догадках, всерьез ли Вы со мной говорите). Разве так уж определенно слово «великий», идущее от щедрости человеческого сердца? Все верно: Френель — великий и Малюс — великий; Эйнштейн — великий и Рентген... И все же величие двоих первых и двоих вторых — разного достоинства. Здесь как раз уместно привести сравнение с бесконечностью, но в ином смысле, нежели это делаете Вы. Ваше сравнение хромает. Как Вы знаете, математики сопоставляют бесконечности в теории множеств: есть множества более мощные и менее мощные... Да, Малюс сделал несколько экспериментальных открытий, распахнувших огромное поле для дальнейших исследований. Но разве можно это приравнять к тому, что совершил Френель, объединивший в стройной теории несчетное число экспериментальных фактов, покончивший с разбродом и блужданием в умах своих коллег, выведший оптику на прямую дорогу? Да, Рентген открыл неизвестные лучи, которые в дальнейшем

нашли необъятную сферу применения, причем она по сей день все расширяется и расширяется. Однако вправе ли мы ставить это на одну доску с работами Эйнштейна, который... Впрочем, что же я Вам буду рассказывать о заслугах Эйнштейна — Вы их знаете не хуже меня.

Как Вы понимаете, я пишу все это вовсе не для того, чтобы кого-то из выдающихся деятелей науки еще более возвысить, а кого-то несколько принизить: все они по достоинству занимают то место, которое занимают, по достоинству называются великими. Я хочу лишь сказать, что самые решительные шаги в науке делаются как раз благодаря гипотезам, а не тогда, когда их старательно избегают.

Дружески ...»

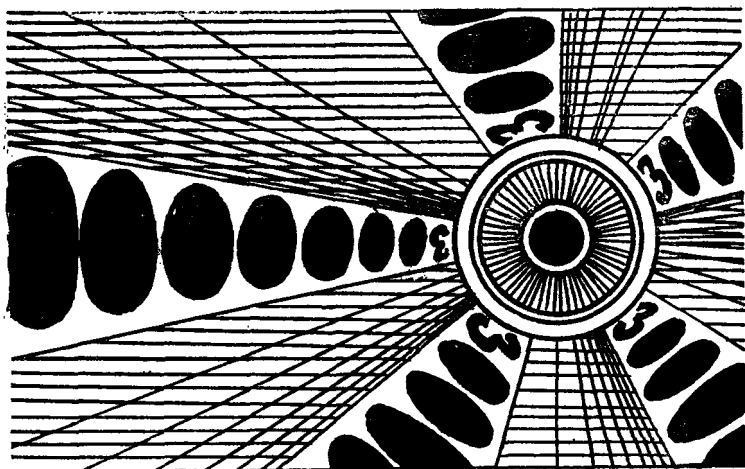
На этот раз ответное письмо я получил довольно скоро. Собственно, это было не письмо, а записка. Ее передала мне секретарь института, где Владимир Иванович работает (ему было известно, что я появлюсь у них в этот день). На клочке бумаги карандашом было нацарапано:

«Ув. ...!

Как Вы думаете, открытие закона всемирного тяготения входит в число «самых решительных шагов» или нет?

Ваш В. К.»

Я не стану здесь излагать последовавшую за этим нашу длительную пикировку — и эпистолярную, и телефонную, и так сказать «очную» — по поводу закона всемирного тяготения, поскольку тяготение далеко отстоит от темы этой книги. Скажу только, что спор наш продолжался и на «оптической» почве...



#### ГЛАВА ЧЕТВЕРТАЯ

## ПРОЩАНИЕ С МЕХАНИЧЕСКИМИ ВОЛНАМИ

### ЧТО ЕСТЬ ЗРЕЛОСТЬ НАУКИ?

Излюбленная идея Владимира Ивановича — зрелость науки.

— Зрелой науке нет надобности прибегать к гипотезам,— говорит он.— Возьмите Максвелла: сколько мыслителей до него напрягали ум, чтобы разгадать загадку света! К каким только домыслам не прибегали! Свет — это и то, и се, и пятое, и десятое... Лучи, посылаемые глазом... Образы предметов, попадающие в глаз... Частицы, которые давят на него, подобно тому, как вода давит на дно ведра, когда его начинают вращать... Волны какой-то неведомой, очень разреженной, но одновременно очень упругой жидкости, разлитой повсюду... Частицы, вылетающие из светящегося тела... Дело здесь обстоит просто: чем фантастичнее гипотеза, тем ярче она говорит



о незрелости науки. И наоборот, когда наука созревает до решения проблемы, ей почти нет надобности «измышлять гипотезы». После того как Максвелл вывел свои уравнения, предсказал электромагнитные волны, он шутя разгадал ребус насчет природы света: свет и эти самые волны — одно и то же... В работах Максвелла наука о свете достигла зрелости. А родилась-то она во-он еще когда!

— Владимир Иванович, — возражаю я, — Максвелл-то ведь только предположил, что свет и электромагнитное возмущение эфира суть одно и то же. А уж доказательства, окончательные, гораздо позже нашлись. Когда Максвелла уже в живых не было. То есть опять гипотеза. Никуда не денешься.

— Да ну вас! — машет он руками. — Предположил, предположил... Он так дело повернул, что и сомнений никаких оставаться не могло...

— Однако же оставались. Как вы знаете, теорию Максвелла, ох, как долго не признавали.

— Но это же совсем другое дело! Всякую новую теорию долго не признают. И чем она новее, тем больше сопротивление. Тут уж ничего не поделаешь — такова человеческая психология. По здравому же размышлению особых причин для сопротивления не было: Максвелл с самого начала, еще в своей статье 1864 года, представил веские доказательства своей правоты — обратил внимание на то, как близко совпадают скорость распространения электромагнитных возмущений и скорость света: одна — около трехсот одиннадцати тысяч километров в секунду, другая — между тремястами и тремястами пятнадцатью тысячами... Это не говоря уже о всякого рода теоретических доказательствах (например, Максвелл продемонстрировал, что направление электромагнитных возмущений такое же, как и световых: они поперечны к направлению распространения). Уже в 1864 году Максвелл написал: свет есть электромагнитное возмущение, которое распространяется в соответствии с законами электромагнетизма. Правда, он употребляет слово «повидимому», но общий тон его рассуждений — вполне определенный. Это не гипотеза, это хорошо разработанная теория с проверяемыми следствиями.

— Насчет теории — не согласен, — говорю я. — Свет стоит у Максвелла особняком. Он разрабатывал теорию электромагнитных явлений. А свет в те годы никто к та-

ковым не причислял. А Максвелл причислил, и это как раз была гипотеза. Что же касается численного сходства скоростей распространения, оно могло быть и случайным. Мало ли мы знаем таких совпадений. То же самое и с поперечным характером возмущений...

— Э, нет, дорогой мой,— отвечает Владимир Иванович.— На этот счет у Максвелла есть одно остроумное возражение. Не помню его дословно, но смысл таков: волновая теория света требует некоей среды, в которой свет распространяется; то же самое и с электромагнитной теорией — она тоже предполагает среду; но заполнить пространство всякий раз новой средой, чтобы объяснить новое явление,— это же абсурд, нелепость! Короче, мысль о тождестве света и электромагнитных волн неминуемо должна была возникнуть, как только появились на горизонте сами эти волны. А вы говорите — с боку припека...

— Все-таки — гипотеза. Сами же признаете: все началось с рассуждения, должен ли быть один эфир или два, или несколько... Из множества возможных вариантов Максвелл выбрал первый. Что же это такое, если не гипотеза?

— Не гипотеза! — аж подскакивает на стуле Корнилов.— Философский принцип. Принцип простоты. Один из величайших принципов.

Тут я пускаю в ход свой главный козырь.

— Владимир Иванович, вы, кажется, забыли, что само-то представление об эфире — тоже гипотеза, от которой, как вы знаете, потом отказались. Причем же здесь принцип простоты? Предполагается: природа проста (тоже, кстати, вопрос спорный: в одном проста, в другом сложна). Но здесь-то ведь речь идет не о реальном явлении природы, а о чем-то сугубо условном и предположительном, никогда никем не виданном, не обнаруженном, не измеренном. Так какая же разница, скажите, считается ли, что существует лишь один сорт этой предположительной условной субстанции — эфира или много сортов? И то и другое — гипотезы.

— Опять вы за свое,— сразу тускнеет и выдыхается Корнилов.— Для того времени, для того уровня знаний существование светоносного эфира можно было считать вполне доказанным, поскольку доказанной была справедливость волновой теории света. Максвелл так и считал. Не мог же он предвидеть развитие науки на тридцать

лет вперед. Что касается эфира электромагнитного — это понятие прямо вытекало из максвелловской теории (не предшествовало ей как гипотеза, а именно вытекало!): поскольку есть электромагнитные волны — должны же они в чем-то распространяться! Итак, существуют два эфира: один — для света, другой — для волн электричества и магнетизма... Но природе чужда подобная расточительность (тут дело не в простоте и сложности каких-то явлений, а в простоте принципов: природа всегда выбирает простые принципы). Так что все в теории Максвелла естественно и логически замкнуто. Никаких натяжек, никаких произвольных, искусственных предположений.

— Ну хорошо,— говорю я примирительно,— допустим, гипотеза эфира — не гипотеза (при этих словах Владимира Ивановича как-то странно передергивает). Будем говорить лишь о том, как Максвелл пришел к мысли, что свет и электромагнитные волны — одно и то же. Я готов согласиться, что для Максвелла она была уже вполне естественной. Правда, эта мысль подлежала еще окончательной проверке, но в общем-то ее справедливость почти уже не вызвала сомнений. Однако не потому ли так произошло, не потому ли эта идея о тождестве двух видов волн сделалась столь убедительной, что к тому времени она уже пробыла положенный срок в роли гипотезы? Я имею в виду — до Максвелла. Ведь у нее долгая история. Впервые ее высказал, кажется, еще Ломоносов, который считал вполне правдоподобным, что «электрическая материя тождественна с эфиром». То же самое, но еще более определенно говорил Эйлер. Взгляды Эйлера были известны Фарадею, в значительной мере разделявшему их. А уж от Фарадея до Максвелла — рукой подать. Вот такая цепочка выстраивается...

— Так ведь я и говорю,— едва не перебивает меня Владимир Иванович,— что до Максвелла эта мысль была умозрительной, ничем не подкрепленной. Так и бывает всегда, когда наука берется решать вопросы, до которых она не доросла, не созрела...

— Не знаю, не знаю,— отвечаю я.— Мне этот этап кажется необходимым. Это ведь не столько незрелость, сколько созревание. По крайней мере психологическое. Ученая среда как бы осваивает подступы к истине, еще

не имея на нее прав, так, чтобы в решающий момент, когда права будут обретены, не оказаться застигнутой врасплох.

\* \* \*

И все же, чувствую я, в чем-то Владимир Иванович прав. Действительно, восхищение вызывает тот путь, каким Максвелл пришел к правильному пониманию природы света. Путь необычный, мало напоминающий картину, которая до сих пор нам встречалась: ученый задает прямой вопрос: «Что есть свет?» — и выдвигает различные предположения, оценивает их справедливость...

Впрочем, Ньютон, как мы знаем, никаких предположений не выдвигал...

— Вот именно, — говорит мне Владимир Иванович, — вот именно, путь Максвелла, — это путь Ньютона. Наиболее достойный ученого путь. Вся разница между Ньютоном и Максвеллом заключается в том, что во времена Ньютона еще не было условий, чтобы разгадать загадку, наука для этого еще не созрела. Потому-то принцип «Без гипотез!» и не привел здесь Ньютона к успеху...

— В чем же тогда его преимущество? Все равно ведь, по вашим собственным словам, дело решается зрелостью науки, а не принципами.

— Да в том преимущество, что Ньютон не тратил силы на всякого рода домыслы, не пускался по ложному пути, не впадал в заблуждения. В том, наконец, — тут Владимир Иванович, как с ним часто бывает, понижает голос и напускает на себя необычайно таинственный вид, — в том, наконец, что он правильно понимал существо науки. И утверждал такое понимание. И учил ему.

— Да что это такое? — кричу я вне себя от этих бесконечных таинственных и туманных намеков. — Что это значит — «правильно понимал существо науки»? Это значит — не измышлял гипотез? Но мы ведь и спорим о том, правильно или неправильно он при этом поступал! Что же вы к тавтологиям прибегаете?

Но Владимир Иванович уже торопится закончить разговор — он, видите ли, куда-то спешит, где-то с кем-то у него назначена встреча. Все обрывается на какой-нибудь невразумительной фразе, претендующей на выражение некоей высшей истины,

Да, так вот, Максвелл подошел к свету действительно необычной дорогой. Но необычность ее, наверное, заключалась не в том, что он избегал каких-либо гипотез, касающихся природы света. Необычность была в другом: к истине Максвелл приблизился дедуктивным способом, «спустясь» к теории света от более общей теории, им разработанной, — теории электромагнитных процессов (кстати, формулы Френеля без труда выводятся из уравнений Максвелла).

Впервые он изложил свою электромагнитную теорию света в уже упоминавшейся статье 1864 года (называлась она «Динамическая теория электромагнитного поля»). Здесь он приводит два свидетельства в пользу того, что свет, по-видимому (это слова самого Максвелла), является электромагнитным возмущением: во-первых, поперечный характер возмущений, одинаковый и для электромагнитных и для световых волн; во-вторых, «достаточно хорошее» совпадение скоростей распространения волн того и другого рода. Спустя девять лет в основном своем сочинении — «Трактате об электричестве и магнетизме» — он повторяет свое предположение (гипотезу!) о том, что свет и электромагнитные волны — одно и то же. При этом Максвелл вполне отдает себе отчет, что пока его гипотеза не подтверждена полностью. Решающее доказательство, «*experimentum crucis*», все то же: «Если бы было найдено, что скорость распространения электромагнитных возмущений такова же, как и скорость света не только в воздухе, но и в других прозрачных средах, мы получили бы серьезное основание для того, чтобы считать свет электромагнитным явлением...»

Решающих доказательств пока что нет. Но нет и опровержения: проведенные до сих пор измерения говорят о том, что обе скорости — величины довольно близкие.

Кстати, интересно, как измеряется скорость электромагнитных волн? Ведь и сами-то волны еще не обнаружены. По расчетам Максвелла, скорость распространения электромагнитных возмущений в непроводящей среде должна быть равна отношению электромагнитной единицы электричества к электростатической, а уж это отношение поддается измерению. Первое такое измерение —

его Максвелл описывает в своем «Трактате» — было сделано Вебером и Кольраушем еще в 1856 году. Они измеряли заряд лейденской банки. В электростатических единицах он вычислялся как произведение емкости банки на разность потенциалов ее обкладок. Для определения заряда в электромагнитных единицах банку разряжали через катушку гальванометра, после чего подсчитывали этот заряд по некоей формуле. Получилось значение скорости 310 740 000 метров в секунду.

Оценивая погрешности измерений и расчетов, Максвелл пришел к заключению, что эта цифра несколько завышает реальную скорость распространения электромагнитных возмущений. Он придумал собственный способ определения этой скорости и нашел ее равной 288 000 000. Примерно такую же цифру получил и Вильям Томсон (282 000 000). Вот, собственно, и все значения этой величины, которыми, по-видимому, располагал Максвелл в период работы над «Трактатом».

Значения же скорости света в воздухе и в межпланетном пространстве были к тому времени получены такие: 314 000 000 метров в секунду (опыт Физо), 308 000 000 (астрономические наблюдения), 298 360 000 (опыт Фуко).

Как видим, в ту пору даже значения одних и тех же скоростей, будучи измеренными разными людьми в различных опытах, не очень хорошо согласовались между собой. Это и дало Максвеллу повод заметить: мол, скорость распространения электромагнитного возмущения в воздухе (как она вычислена на основании различных данных) не больше отличается от скорости света в воздухе (как она определена в различных наблюдениях), чем множество полученных значений этих величин разнятся одно от другого. Иными словами, заподозренное Максвеллом равенство скоростей, как теперь говорят, было удовлетворительным в пределах погрешностей измерений. Вот только погрешности получались все-таки великоваты... Более точные измерения предстояло провести в будущем.

В статье «Эфир», написанной Максвеллом для «Британской энциклопедии» незадолго до смерти, он перечисляет трудности, с которыми столкнулась волновая теория света и которые легко устраняются электромагнитной теорией. Во-первых, волновая теория допускает возможность не только поперечных, но и продольных колебаний. Во-вторых, явления отражения в этой теории лучше

объясняются, если исходить из предположения, что колебания происходят перпендикулярно к плоскости поляризации, тогда как явления двойного лучепреломления требуют, чтобы они совершались в этой плоскости. Наконец, в-третьих, для объяснения двойного лучепреломления необходимо вводить весьма искусственные соотношения между коэффициентами упругости. Что касается электромагнитной теории, все эти трудности она преодолевает с помощью одной-единственной гипотезы: электрическое смещение перпендикулярно к плоскости поляризации.

Кстати, в этой статье отчетливо проявляется отношение Максвелла к самому понятию эфира, поставленному в заголовок. Не без иронии он пишет, что гипотезу об эфире различные мыслители поддерживали по совершенно разным причинам. Одни из философского принципа, что природа боится пустоты, другие на том, опять-таки философском, основании, что протяженность — единственное существенное свойство материи (а эфир как раз олицетворяет собой протяженность)... «Но кроме этих, крайне метафизических необходимостей существования среды,— пишет Максвелл,— были и другие, более мирские, потребности в наполнении пространства эфирами. Изобретали эфиры для планет... для образования электрических атмосфер и магнитных истечений, для передачи ощущений от одной части нашего тела к другой и т. д. — пока все пространство не было наполнено тремя или четырьмя эфирами». Короче говоря, в прошлом придумывание эфиров было столь распространенным занятием и оказало такое нездоровое влияние на науку, что возникла своего рода эфиробоязнь, передававшаяся от поколения к поколению «как род наследственного пред-рассудка».

Главный недостаток всех этих придумывавшихся эфиров, полагает Максвелл, состоял в том, что авторы их «не могли указать, какова природа движения этих сред, и не могли доказать, что среды, ими придуманные, производят те эффекты, для объяснения которых они и были придуманы».

Резкий контраст с ироническим отношением Максвелла ко всем этим выдуманым в прошлые времена эфирам составляет его вполне уважительный и серьезный взгляд на эфир волновой теории. Максвелл убежден, что имеются веские доказательства в пользу его реального су-

ществования. Они появились тогда, когда были открыты «новые явления» света и других излучений и когда выяснилось, что свойства этого эфира, вытекающие из оптических исследований, точно такие же, какие требуются для объяснения электромагнитных явлений. Одним словом, собственная электромагнитная теория Максвелла, по его мнению, если и не поставила точку в подтверждении реальности «светоносного» эфира, то во всяком случае решающим образом укрепила соответствующие доказательства.

В конце статьи он пишет вовсе уже без обиняков: «...Несомненно, что межпланетное и межзвездное пространства не суть пространства пустые, но заняты материальной субстанцией, или телом, самым обширным и, нужно думать, самым однородным, какое только нам известно».

Эту-то уверенность Максвелла в существовании эфира, в том, что оно почти доказано, и принимает Владимир Иванович за признак мышления «без гипотез». Однако, если подходить к делу объективно, «светоносный» эфир, эфир, «придуманый Гюйгенсом», оставался во времена Максвелла таким же предположением, как и все другие (хотя его шансы на реальное существование и были значительно выше, чем у других).

## ИСТОКИ ОДНОЙ ИДЕИ

Я хотел бы теперь несколько пояснить тот пункт в нашем споре с Владимиром Ивановичем, где речь зашла о предшественниках Максвелла, высказавших раньше его гипотезу о тождестве электричества и света.

Ломоносов вполне определенно, без каких-либо недомолвок относит свет к электрическим явлениям. Например, в «Теории электричества», написанной им в апреле — мае 1756 года, есть такое утверждение: «Электрические явления — притяжение, отталкивание, свет и огонь — состоят в движении». Но поскольку, с одной стороны, движение не может быть возбуждено без участия какого-либо движущегося тела, а с другой — наэлектризованные тела способны оказывать действие на расстоянии, то вне этих тел должна существовать «нечувствительная» жидкая материя, которая изменяется под действием их «силы» и вызывает все эти явления.



Вопрос, однако: что это за материя? Известно ведь: свет «производится эфиром». Можно ли считать, что «электрическая материя» и эфир — одно и то же? Ломоносов считает такое предположение вполне правдоподобным. Однако чтобы устранить сомнения, необходимо изучить природу эфира. Если в результате можно будет удовлетворительно объяснить электрические явления, появится «достаточная вероятность, что они происходят именно от движения эфира. Наконец, если не найдется никакой другой материи, то достовернейшей причиной электричества будет движущийся эфир».

В дальнейшем Ломоносов еще более определенно связывал электрические явления с эфиром. Так, в одном из последующих своих сочинений — «Слове о происхождении света» — он представляет механизм электрического разряда как «коловратное» движение частиц эфира. Свет — также движение этих частиц, правда, несколько иное, «зыблющееся». Зато цвета — опять-таки движение «коловратное».

Одним словом, свет — электрическое явление, причем природа его весьма сходна с другими такими же явлениями.

Интересно сопоставить это с мыслями Леонарда Эйлера, высказанными им в «Письмах к немецкой принцессе» (1760—1761). Согласно Эйлеру, в природе не существует пустоты: «мнимая пустота» в действительности наполнена эфиром. Именно необыкновенными качествами этой жидкости — «тонкостью и упругостью» — объясняются «все удивительные электрические явления». Но, с другой стороны, ими же можно объяснить и ряд явлений, вроде бы к электричеству не относящихся. «Весьма вероятно, — пишет Эйлер, — что эфир одарен несравненно большею упругостью, нежели воздух, и что великое множество действий в природе от оной происходят... Кажется весьма справедливо, что свет есть то же самое в рассуждении эфира, что звук в рассуждении воздуха; и что свет или лучи не иное что суть как сотрясения, по эфиру распространяющиеся, равно как звук состоит в сотрясениях, по воздуху простирающихся».

Историки предполагают, что эти представления сложились у Эйлера под влиянием идей Ломоносова, с которым он постоянно переписывался. В свою очередь, на работы Эйлера неоднократно ссылался Фарадей, прямой предтеча Максвелла.

Как известно, Фарадей считал, что любое взаимодействие между частицами и материальными массами — тяготение, электростатическая индукция, магнитная сила и т. д. — передается при помощи соответствующих силовых линий, соединяющих центры этих частиц и масс. В своих «Мыслях о лучевых колебаниях», опубликованных в мае 1846 года, он высказывает предположение, что, возможно, свет — это не колебания эфира, как уже принято было в ту пору считать, а колебания электрических силовых линий. На эту мысль его навело в числе прочих то обстоятельство, что скорость света в пустоте и скорость распространения электричества — почти одна и та же.

Фарадей даже намечает возможный механизм таких колебаний и размышляет, достаточно ли протяженность, упругость силовых линий, чтобы обеспечить распространение света. В общем-то он склоняется к положительному ответу...

Впрочем, в конце этой своей эпистолярной работы («Мысли» представляют собой письмо некому Ричарду Филлипсу, эсквайру) Фарадей признается, что все эти его размышления есть лишь слабое подобие «настоящего умозрения» и одно из тех «мимолетных впечатлений духа», которые могут иметь ценность разве что в качестве «руководящей нити» для дальнейшего направления помыслов и исканий.

Вот какой путь проделало представление о тождестве электрических явлений и света.

Впрочем, выстраивая эту цепочку: Ломоносов — Эйлер — Фарадей — Максвелл, я вовсе не хочу утвердить чей-то приоритет в том, что касается идеи электромагнитной природы света. Я хочу только напомнить, что эта идея в полной мере пережила стадию гипотезы, переходя в таковом качестве от одного исследователя к другому, трансформируясь и развиваясь, пока, наконец, не оказалась в поле зрения Максвелла, который придал ей весьма достоверные черты. То, что он опирался на работы предшественников, известно от него самого. Он писал: «Электромагнитная теория света, предложенная им (Фарадеем) в «Мыслях о лучевых колебаниях»... или «Экспериментальных исследованиях»,... — это, по существу, то же, что я начал развивать в этой статье («Динамическая теория электромагнитного поля»...) за исключением того,

что в 1846 году не было данных для вычисления скорости распространения».

В 1846 году не было необходимых данных... Ну да, мы ведь помним, что константу единиц Вебер и Кольрауш впервые определили лишь десять лет спустя.

Кстати, выявление факта, что отношение электромагнитной и электростатической единиц (имеющее размерность скорости) почти совпадает со скоростью света, также говорило в пользу гипотезы... (Как раз в эту пору Максвелл начинал свои работы по электромагнетизму.)

Одним словом, гипотеза была. И у предшественников Максвелла, и у него самого.

## ОПРОВЕРГАЯ, ПОДТВЕРДИТЬ

Как-то в одной своей статье лет десять назад я вскользь упомянул, что экспериментальную проверку теории Максвелла осуществил Генрих Герц, который и подтвердил ее. Утверждение ничем не примечательное, слышанное каждым еще в школе. Но Корнилов придрался.

— Что это вы, друг мой, какую-то ерундовину нагородили насчет Герца и Максвелла? — сказал он при первой же нашей встрече вскоре после опубликования статьи.

— А что такое?

— Да как же, вы там сообщаете, что Герц изо всех сил старался своими опытами подтвердить максвелловскую теорию.

— Ну, положим, не совсем так: я не писал «изо всех сил старался», но в общем похоже... Близко по смыслу... Ну и что здесь такого? Общеизвестная истина.

— Я бы на вашем месте не очень доверялся общеизвестным истинам. Кстати, недавно вышла книжка Вьяльцева и Григорьяна «Генрих Герц». Там об этом хорошо сказано... Посмотрите-ка...

Книжку эту я смотреть тогда не стал: другим была голова занята, да и смысл замечания Владимира Ивановича был для меня вполне ясен: как большинство физиков, Герц поначалу не понял и не принял теорию Максвелла. Но почему в небольшой статье, посвященной к тому же совсем другому вопросу, я должен подробно описывать эволюцию умонастроений Генриха Герца?

Однако познакомиться с деталями этой истории мне все же вскоре довелось. Случайно. В ту пору я часто ездил в пригородной электричке. Почти каждый день. Езды — минут сорок с небольшим. Едешь — читаешь. За чтением время быстро летит. Если не взял с собой почитать, глаз невольно заглядывает в книгу соседа. Так однажды, когда мне надоело смотреть в окно (пейзаж-то уже до мелочей знаком) и изучать на противоположной стене аляповато нарисованный плакат с надписью «Не прыгай с платформы перед идущим поездом!», я скользнул раз-другой взглядом по книжке, которую держала на коленях сидевшая рядом девушка, и незаметно для самого себя втянулся в чтение.

Речь в книге шла об основных работах Герца, посвященных опытам по электромагнетизму. Первая из них — «Об очень быстрых электрических колебаниях», сделанная Герцем в конце 1886 — начале 1887 года. В ней описывались опыты с двумя незамкнутыми цепями, соединенными между собой тонкой проволочкой. При возбуждении электрических колебаний в одной из цепей колебания возбуждались и в другой. Потом Герц разъединил их — эффект сохранился. Это был первый в истории эксперимент по радиосвязи.

Так вот, по поводу этой работы Герца в книжке было написано следующее: «...Герц в этой работе впервые наблюдал действие электромагнитных волн, предсказанных теорией Максвелла. Казалось бы, он только и должен был говорить об этих волнах и об этой теории. В действительности он не только не говорит о них, но при расчетах не учитывает потери энергии на излучение... Наблюдаемые действия он объяснял явлением индукции. ...Впоследствии правильный взгляд на первую работу Герца был почти полностью утрачен, и лишь редкие авторы отмечали, что Герц производил опыты, «не подозревая вовсе, что вокруг вибратора образуются какие-то волны».

Подобным же образом автором аттестовалась вторая, третья и четвертая работы Герца.

Во второй работе ни разу не упоминается ни имя Максвелла, ни термин «электромагнитная волна». А между тем эта работа посвящена исследованию структуры электрической части электромагнитных волн, создаваемых прямолинейным вибратором. То, что Герц умалчивает о теории Максвелла, означает, по мнению автора,

что и здесь он еще не догадывается об истинной природе исследуемого явления.

В третьей работе речь идет о диэлектрическом влиянии среды, то есть об эффекте, «наиболее типичном для представления Фарадея и Максвелла» (что подчеркивает и сам Герц). Однако не следует отсюда делать поспешные заключения: ведь среда играла важную роль и в теории Гельмгольца, «сторонником которой был тогда Герц». Следовательно, подтверждение того, что диэлектрическое влияние среды существует, Герц мог рассматривать и как аргумент в пользу этой теории. То, что дело обстояло именно так, полагает автор, подтверждается отсутствием других упоминаний о теории Максвелла, или об электромагнитных волнах (тогда как электростатическая и электродинамическая силы, характерные для теории Гельмгольца, упоминаются неоднократно).

Тема четвертой работы — экспериментальное доказательство того, что скорость распространения индукционного действия в воздухе имеет конечную величину. В первом издании работы теория Максвелла опять-таки не упоминается. Что касается слова «волна», оно употребляется десятки раз, но только по отношению к волнам в проводе (представление о волнах в проводе было общим для всех теорий, существовавших в то время). Понятие волны в воздухе, свойственное лишь теории Максвелла, Герц не использует ни разу...

«Дух теории Максвелла», замечает автор книги, впервые начинает ощущаться лишь в дополнении к четвертой работе. Этим дополнением она была снабжена при своем втором издании, выпущенном спустя два месяца после первого.

И только в пятой работе — «Об электродинамических волнах в воздухе и их отражении» (март 1888 года) — Герц с начала и до конца опирается на теорию Максвелла. Да и само название говорит о том, что в его настроениях произошел перелом.

Короче, автор считает: при постановке своих опытов Герц руководствовался не теорией Максвелла, а соперничавшей в то время с ней теорией Гельмгольца. Именно ее он стремился проверить и подтвердить. И лишь тогда, когда результаты экспериментов вступили с ней в противоречие, взгляды Герца на ценность той и другой теории претерпели решительное изменение.

...Увлечшись чтением «через плечо», я не заметил, как моя соседка стала недовольно фыркать и бросать в мою сторону косые взгляды. Наконец, вовсе пересела на противоположное сиденье. Тут только я понял, в чем дело. Действительно, не совсем это прилично — читать книгу рядом сидящего (хотя в подмосковных электричках народ свойский, не обижается). Извинившись, я спросил девушку, что это за книга. Тут-то и оказалось: книга та самая, о которой упоминал Владимир Иванович (к этому времени я успел уже позабыть о нашем разговоре), и у нее два автора, а не один.

— Ну и что? — говорю я ему при очередной нашей встрече. — Что из того, что Герц на первых порах склонялся к одной теории, а не к другой? Для историка, специалиста, это действительно представляет интерес. Ему важно в подробностях знать, как и что. Но для большинства людей, интересующихся историей науки, подробности не имеют значения. Для них важен объективный смысл сделанного ученым. Надеюсь, вы не станете отрицать, что Герц, какими бы ни были его субъективные намерения, в самом деле осуществил первую проверку теории Максвелла и представил решающие доказательства его правоты?

— Как же так? Что-то несообразное получается... — скороговоркой бормочет Владимир Иванович. — Субъективные намерения одни, а объективные результаты другие... Я понимаю, конечно, — как это говорится? — дуй до берега, ищешь Индию — найдешь Америку... Лихо получается! А нельзя ли иначе вопрос поставить: искать не Индию и не Америку, а — что там вдали? — истину искать?!

— Вы забываете, как устроен человек. Он отправляется в рискованное путешествие через океан, будучи уверенным, что впереди его ждет богатая Индия. Это — попутный ветер в его паруса. Он прилагает нечеловеческие усилия, чтобы разыскать пересекающий Америку пролив, будучи убежденным, что этот пролив (за которым богатые пряностями острова) действительно существует. Человека интересует не истина вообще, не этакая худосочная абстракция, а истина в конкретной матеральной оболочке.

— Тот, кого интересует именно такая истина, удлиняет свой путь к ней, совершая по дороге множество ошибок. Ибо он не представляет хорошо, чего же он

все-таки хочет. Если он тем не менее достигает цели, ясно, что он достигает ее, несмотря на ошибки, вопреки им, благодаря либо везению, либо упорству, либо интуиции. Но какой тут крик поднимается: «Смотрите! Он искал Индию, а нашел Америку. Вот как надо действовать отныне и вовеки веков». При этом забывают: сколько таких, кто, ища Индию там, где ее нет, не нашел ни Индии, ни Америки. О них история молчит. А ведь их судьба более закономерна.

— Какое отношение это все имеет к Генриху Герцу?

— А такое... Он ведь тоже выглядит сегодня в наших глазах этаким Колумбом, немного заблудившимся на глобусе, но в конце концов вместо одного материка открывшим другой. Стремился подтвердить теорию Гельмгольца (действие на расстоянии), а вместо этого подтвердил теорию Максвелла...

— Подтвердил же...

— Да, но какой ценой! Сколько ошибок он наделал, через какие заблуждения прошел! И все из-за того, что руководствовался ложной гипотезой.

— Но в конце-то концов он ведь пришел к правильным выводам! — опять не выдерживаю я.

— Дорогой мой,— увещевает меня Владимир Иванович,— вы тоже исходите из ложной гипотезы. Вы представляете себе дело так, будто человеческая жизнь бесконечна. А это ведь далеко от истины. Она конечна, уверяю вас. Конечно! Ну-ка, посмотрите, велик ли разрыв между двумя датами: когда Герц обрел правильный взгляд на теорию Максвелла и когда он умер от заражения крови? 1888 год и 1894-й. Всего шесть лет разделяют эти события. Как видите, совсем немного. Причем первое событие вполне могло бы произойти несколько позже (заблуждения имеют свойство быть длительными), а второе — несколько раньше (преждевременная смерть — Герц умер тридцати семи лет — не особенно разбирается, насколько «прежде времени» ей произойти). Так вот, что было бы, если бы второе событие случилось чуть раньше первого?

— Вот мы говорим об ошибках, проистекающих из-за следования ложной гипотезе,— продолжает Корнилов, видя, что я не готов ответить на его вопрос.— Между прочим, в книжке Вяльцева и Григорьяна, которую я сове-

товал вам прочесть, есть одно интересное суждение, с которым я полностью согласен...

Владимир Иванович принимается искать цитату, но не в самой книге, а по своей картотеке. Мне известно, что он собирает высказывания своих единомышленников, и коллекция у него образовалась довольно большая.

— Послушайте-ка...— Владимир Иванович подносит карточку поближе к свету.— «Число ошибок в работах Герца было бы значительно большим, если бы не исключительная осторожность и умеренность в интерпретации своих результатов. Герц чаще всего только констатирует факты, оставляя открытым вопрос об их теоретическом истолковании. Он, иначе говоря, как бы следует мудрому завету Ньютона не измышлять гипотез».

— «Мудрому завету»... Вот с этим я совершенно согласен,— радостно потирает руки мой собеседник.— Кстати говоря, мне вообще представляется некоторым преувеличением, будто в своих опытах Герц постоянно следовал теоретическим построениям Гельмгольца и во что бы то ни стало стремился их подтвердить. Это верно лишь отчасти (и на этом пути Герца как раз подстерегали ошибки). В значительной же мере такое мнение навеяно всякого рода лестными высказываниями Герца о работах Гельмгольца, высказываниями, не относящимися непосредственно к делу и просто-напросто выражавшими почтительное отношение ученика к учителю. Истинного же доверия заслуживают другие слова Герца, когда он говорит, что излагал порядок и результаты своих опытов «без обращения в существенных пунктах к каким-либо специальным теориям, так как доказательная сила опытов не зависит от каких бы то ни было теорий». Вот это действительно больше на него похоже.

— Не знаю, мне кажется, это типичные слова экспериментатора, стремящегося задним числом замаскировать теоретическую основу, на которую опирались его опыты, особенно если учесть, что в конце концов теория себя скомпрометировала. Кстати, приведенная вами цитата, если не ошибаюсь, взята из статьи Герца «Об электродинамических волнах в воздухе и их отражении», то есть как раз из той работы, которая знаменовала собой окончательный перелом в его умонастроениях, полный переход на максвелловские позиции.

— Если так, эти слова тем более знаменательны. Значит, они принадлежат человеку, умудренному опытом,



человеку, который здорово «обжегся», следуя всякого рода гипотезам, и вот теперь сделал для себя надлежащий вывод. То, что он утверждает, будто всегда следовал этому правилу, даже трогательно...

— Короче говоря, не так уж бесполезно все-таки изучать историю науки, так сказать, в деталях и подробностях,— неожиданно заключил Владимир Иванович.— А то ведь мы все в общих чертах, с птичьего полета... Кто что предположил, кто что подтвердил... Словно история — это протокол заседания. Слушали — постановили... История науки должна нас чему-то учить. Как всякая история. В данном случае — учить науке. Правильному пониманию ее существа.

— Опять вы за свое, Владимир Иванович. Что такое «правильное понимание существа науки»? Неужели вы впрямь думаете, будто примитивная заповедь «Без гипотез!» в самом деле означает правильное понимание?

— Ну, во-первых, эта заповедь не такая уж примитивная, коль скоро ее придерживались такие люди, как Ньютон. Во-вторых, наука — это, конечно, океан, бесконечность. И правильное понимание ее сути — в бесконечности, так же как знание абсолютной истины. Мы можем рассчитывать, говоря словами математиков, лишь на асимптотическое приближение к этому пониманию, то есть приближаться сколь угодно близко, никогда, однако, не достигая цели. Но все-таки приближаться. Вот что ценно. Мне кажется, я уверен в этом, что принцип «Не измышлять гипотез!» — одна из проверенных и надежных точек этой асимптотической кривой.

\* \* \*

Вот такие у нас споры, такие словопрения. Что же в итоге? Каков «сухой остаток» дискуссий? Ясно одно: как бы ни оценивать субъективные намерения Герца, открыв электромагнитные волны, он действительно в решающем пункте подтвердил теорию Максвелла.

Само собой разумеется, весьма заботил Герца и вопрос о тождестве электромагнитных и световых волн. Он попытался представить то решающее доказательство этого тождества, о котором помышлял еще Максвелл, — сравнить скорости распространения тех и других. Правда, непосредственно измерить скорость электромагнитных волн Герц еще не мог, он рассчитал ее, определив

из опыта длину волны и вычислив период колебаний. К тому же допустил при этом грубую ошибку. Однако после того как с помощью Пуанкаре ошибка была исправлена, значение отыскиваемой скорости получилось весьма близким к скорости света.

С этой же целью — свести воедино электромагнитные и оптические явления — Герц стал уменьшать длину электромагнитной волны, приближать ее к световым волнам. Делал он это, уменьшая размеры вибратора и резонатора, которыми пользовался в своих опытах. Ему удалось довести длину волны до 60 сантиметров...

По этому намеченному Герцем пути в дальнейшем пошли многие экспериментаторы. Так, знаменитый русский физик Петр Николаевич Лебедев в 1895 году уже добился длины волны в 6 миллиметров, в сто раз меньше, чем Герц. В двадцатые годы нашего века были получены «герцевские» волны в миллиметры и даже доли миллиметров. Спектр волн, посылаемых вибраторами Герца, сомкнулся со спектром инфракрасных волн, то есть таких, которые испускаются естественными атомно-молекулярными «вибраторами»...

Наконец, Герц провел с «лучами электрической силы» (как он называл электромагнитные «лучи») все те элементарные опыты, которые проводятся со световыми лучами. Он усиливал их с помощью металлического зеркала, искривленного в виде параболы, помещая в его фокусе источник излучения. Наблюдал интерференцию прямого и отраженного лучей. Демонстрировал прямолинейность их распространения и пытался наблюдать дифракцию. Разобрал вопрос о поляризации лучей. Исследовал их отражение и преломление при помощи своеобразных зеркал и призм (например, роль призмы у Герца играли три приставленных друг к другу ящика с асфальтом)... Между прочим, он получил для асфальта показатель преломления почти такой же, каковы оптические показатели преломления подобных веществ.

И снова по этой проложенной Герцем дороге устремился ряд исследователей: настолько наглядны и эффективны были эти опыты, настолько значительные результаты из них вытекали.

Сам Герц проделал их с открытыми глазами, полностью сознавая на этот раз, какому богу он служит, на мельницу какой теории льют воду проводимые им эксперименты. И наибольший триумф, мировую известность

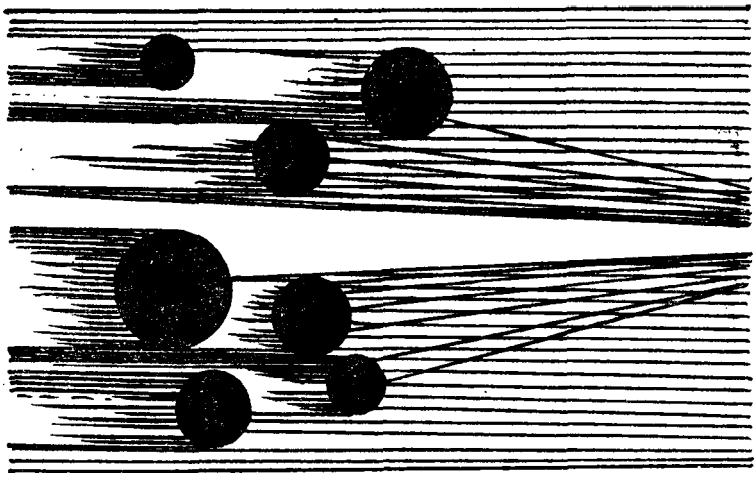
ему доставили именно они, хотя, конечно, эти опыты представляли собой лишь следствие тех, которые он осуществил ранее.

По окончании этой работы ученый с полным основанием мог заявить: «Исследованное нами явление мы называли лучами электрической силы. Пожалуй, их можно было бы назвать световыми лучами с очень большой длиной волны. По крайней мере, мне представляется весьма вероятным, что описанные опыты доказывают идентичность света, тепловых лучей и электродинамического волнового движения. Я думаю, что теперь смело можно использовать все преимущества, которые допущение этой идентичности дает как для оптики, так и для учения об электричестве».

\* \* \*

Из теории Максвелла вытекало еще одно следствие, связывающее электромагнетизм с оптикой: диэлектрическая постоянная прозрачной среды должна быть равна показателю ее преломления. Вместе с тем еще со времен Ньютона было известно, что значения показателя преломления различны для лучей «различного рода» (как потом выяснили, для лучей разной длины волны). Какое же значение выбрать для проверки упомянутого следствия?.. Естественно, Максвелл видел эту неувязку своей теории с опытом. Он, правда, попытался сопоставить диэлектрическую постоянную расплавленного парафина с показателем его преломления для волн бесконечной длины, но результат получился неважный. Тогда Максвелл сделал вывод, единственно достойный его гения. Он пришел к заключению, что «наши теории структуры тел должны быть значительно улучшены, прежде чем мы сможем выводить оптические свойства тел из их электрических свойств».

Как и Ньютон, он отчетливо сознавал, в чем слабые места его теории, и точно наметил направление, в котором следовало работать его преемникам. Лучшее понимание структуры тел — вот что стояло на очереди.



## ГЛАВА ПЯТАЯ

# ПОТРАСЕНИЕ ОСНОВ: ОТНОСИТЕЛЬНОСТЬ И КВАНТЫ

## В ГЛУБИНЫ ГЛУБИН

Когда сюжет этой книги приблизился к голландскому физику Гендрику Антону Лоренцу, мне очень захотелось возобновить наш с Владимиром Ивановичем спор насчет гипотез.

Дело в том, что Лоренц с самого начала заявил: если мы хотим заглянуть глубже в природу явлений, понять, каким образом электрические и магнитные свойства зависят от температуры, плотности, химического строения или кристаллического состояния вещества, то есть сделать шаг вперед по сравнению с Максвеллом, мы вынуждены будем обратиться к какой-нибудь гипотезе относительно скрытого механизма, лежащего в основе всех этих явлений. В качестве такой гипотезы он принял

представление об электронах \* — «крайне малых электрически заряженных частичках, которые в громадном количестве присутствуют во всех весомых телах». (Термином «весомые тела» в то время обозначали все состоящее из «обычной» материи в отличие от «свободного эфира».)

С помощью электронов Лоренц вознамерился объяснить «все электрические и оптические явления, которые происходят не в свободном эфире».

На первых порах под электронами понимали как положительно, так и отрицательно заряженные частицы. Считалось, что внутри проводника они находятся в свободном состоянии и могут перемещаться под действием электродвижущей силы: положительные частицы в одну сторону, отрицательные — в другую. Это перемещение представляет собой так называемый ток проводимости. Что касается диэлектриков, каждый электрон в них привязан к некоторой точке, пребывает в положении равновесия. Тем не менее, как предполагает Лоренц, и в диэлектриках электроны могут чуть сдвигаться под влиянием электрической силы, возникающей в эфире (эфир пронизывает всю «весомую материю»). Однако такое смещение немедленно вызывает ответную силу упругости, удерживающую электроны «в известных границах». Это быстро пресекаемое шараханье электронов и представляет собой то, что Максвелл назвал током смещения.

Наконец — что для нас особенно интересно — под влиянием упругих сил электроны способны колебаться около положения равновесия, излучая в окружающий эфир волны. Эти волны можно истолковать как тепловое или как световое излучение...

Так обстоит дело с электронами. Не менее важная часть физической картины, нарисованной Лоренцом, относится к эфиру. Одно из главных его предположений: эфир не только занимает все пространство между молекулами, атомами и электронами, но и пронизывает все эти частицы насквозь. И еще гипотеза: как бы частицы ни двигались, эфир всегда остается в покое.

Поскольку внутри электрона имеется эфир, говорит Лоренц, там может существовать и электромагнитное поле. В таком случае все, что остается исследователю сде-

---

\* Сам термин «электрон» был введен в научный обиход Дж. Стони в 1891 году.

лать,— найти систему уравнений, которая была бы справедлива и для внешнего и для внутреннего поля. Лоренц выводит такую систему, опираясь на уравнения Максвелла, и подробно анализирует ее, рассматривает ее применение для различных случаев...

Между прочим, как одно из следствий теории он получает зависимость между диэлектрической постоянной и показателем преломления, аналогичную той, которую получил Максвелл. Однако есть и разница: в уравнении Лоренца показатель преломления не остается постоянным — он зависит от длины волны света в полном соответствии с данными опыта. «Теория электронов позволила нам пойти дальше Максвелла»,— говорит по этому поводу Лоренц.

## ЭФИР НЕ НУЖЕН

Хотя Лоренц действительно сделал значительный шаг вперед по сравнению с Максвеллом — перевел разговор об электромагнитных, в том числе и оптических, явлениях на новый уровень, он мало добавил нового к нашему пониманию природы света. Что касается эфира, Лоренц вовсе лишил его каких бы то ни было осязаемых примет. («В представлении Лоренца...— писал Григорий Самуилович Ландсберг,— эфир есть безграничная неподвижная среда, единственной характеристикой которой является лишь определенная скорость распространения в ней электромагнитных возмущений и, в частности, света...»)

Собственно говоря, в своих рассуждениях об эфире Лоренц взял за основу подход Френеля: тот ведь тоже полагал эфир неподвижным и всепроникающим.

Если принять такое предположение, скорость света, распространяющегося, допустим, в потоке воды, будет различной (по отношению к неподвижному эфиру) в зависимости от того, совпадает ли направление света с направлением потока или противоположно ему. В первом случае она окажется больше, чем во втором. Естественно, скорость света по отношению к движущейся среде будет отличаться от скорости по отношению к неподвижной из-за влияния эфира.

Впрочем, все опыты такого рода не должны давать больших расхождений в значениях измеряемых скоростей.

Поэтому, если пренебречь величинами второго порядка малости, можно сказать, что движение Земли, например, не оказывает никакого влияния на распространение световых лучей.

Однако в случае учета этих малых величин такого утверждения уже нельзя сделать — тут полет Земли сквозь неподвижный эфир должен сделаться заметен.

И действительно, все опыты, поставленные с целью проверки этого предположения, опыты, в которых величины второго порядка не учитывались, вроде бы подтвердили его справедливость. Что касается экспериментов, которые позволили бы взять на учет величины второго порядка, их долго не удавалось провести. Первый эксперимент такого рода поставил в 1881 году Альберт Майкельсон. Однако ввиду технического несовершенства этого опыта результаты его невозможно было истолковать однозначно (по крайней мере так считал Лоренц). Шесть лет спустя Майкельсон повторил эксперимент вместе с Эдвардом Морли, значительно усовершенствовав его.

Идея этих опытов такова. Луч, посылаемый источником света, попадает на пластинку, установленную под углом 45 градусов. При этом он разделяется на два луча: один из них свободно проходит через пластинку, продолжая двигаться в том же направлении, что и первоначальный луч, другой, будучи отраженным от пластинки, следует перпендикулярно к первоначальному направлению. На пути обоих лучей, на одинаковом расстоянии от точки разделения, установлены два зеркала. Отразившись от них, лучи возвращаются к этой точке и здесь интерферируют друг с другом. Если установку разместить так, чтобы направление одного из лучей совпало с направлением движения Земли (а направление второго, естественно, приходилось бы поперек этого движения), тогда к моменту встречи, из-за влияния неподвижного эфира, должна была бы образоваться некоторая разность фаз. Несмотря на то что предсказываемая величина была второго порядка малости, техника эксперимента позволяла обнаружить ее: благодаря многократному отражению от зеркал путь, проходимый лучами, был достаточно велик.

В действительности, однако, никакой разности фаз, которую можно было бы приписать влиянию эфира, экспериментаторы не обнаружили...

Теперь мы знаем, что этот опыт знаменовал собой начало одного из величайших переворотов в истории науки. Прекрасная иллюстрация того, какое значение может обрести эксперимент с отрицательным результатом. Кажется бы, что за досада: собирается сложнейшая установка (источник света, зеркала, зрительная труба помещаются на каменной плите, которая плавает в бассейне с ртутью), проводятся тончайшие измерения и — нулевой результат! Однако если посмотреть на дело шире, как раз он-то и давал все основания для удовлетворения и радости. Будь этот результат положительным, опыт Майкельсона и Морли стал бы одним из многих, подтверждающих теорию неподвижного эфира. Теперь же он занял совершенно исключительное место. Его результат предстояло тщательно обдумать.

Между прочим, весьма интересно, как повел себя Лоренц, когда стало известно об этом результате. Он мог бы сразу отказаться от гипотезы эфира и вообще от своей теории распространения электромагнитных волн. Вместо этого, как многие авторы теорий в подобном положении, он продолжал ее защищать, выдвинув еще одну гипотезу, причем весьма странную и искусственную (в чем он сам признавался). Лоренц предположил, что все твердые тела при движении сквозь эфир несколько сокращаются в том направлении, в котором они движутся. Так что в эксперименте Майкельсона — Морли луч света, совпадающий по направлению с движением Земли, в действительности преодолевает более короткий путь, чем луч, перпендикулярный к нему. И эта-то разница в длине пути скрадывает ожидаемую разность фаз.

Интересно, что сокращение движущегося тела Лоренц понимал как грубый механический процесс: во время движения каким-то образом изменяются силы притяжения и отталкивания, действующие между молекулами, это и ведет к уменьшению размеров тела. Более того, даже электроны при движении сплющиваются...

Такого рода предположения, писал Лоренц, позволяют предсказать, что никакой опыт с земными источниками света не в состоянии обнаружить влияния движения Земли, даже в том случае, если он будет чувствителен не только к величинам второго порядка, но и вообще любого порядка малости. Иными словами, это влияние невозможно заметить в принципе.



Для нас сейчас очевидно, что положение дел, когда ученый одно за другим вводит различные искусственные допущения, стремясь то там, то здесь подновить какую-то свою концепцию, больше, чем что другое, свидетельствует: эта концепция терпит крах. Необходимы были какие-то совершенно новые идеи. Их выдвинул Эйнштейн. Он предположил, что не существует какого-то абсолютного времени и пространства. Они относительны. Их масштабы изменяются при переходе от одной системы координат к другой, от неподвижной — к движущейся. В принципе часы у человека, стоящего на земле, и проезжающего мимо него в поезде, идут с различной скоростью. Разной величины деления на линейках, которые лежат у них в портфелях. При этом различия в единицах длины и времени таковы, что, описывая с их помощью различные наблюдаемые явления (на земле и внутри поезда), оба человека придут к одним и тем же результатам.

В этом, если говорить коротко, и заключалась суть специальной теории относительности. С математической точки зрения почти все ее соотношения уже были в готовом виде у Лоренца. «Теория Лоренца дала готовый математический остов теории относительности Эйнштейна», — писал Сергей Иванович Вавилов. Привнесенная Эйнштейном новизна состояла в общем взгляде на природу вещей.

Если же подойти к делу с другого конца, можно сказать так: упрямо защищая свою (или Френеля) гипотезу о неподвижном эфире, гипотезу, вступившую в противоречие с данными эксперимента, придумывая всякого рода физические и математические костыли, которые хотя бы немного ее поддержали, Лоренц весьма преуспел в разработке математического аппарата теории относительности, вплотную приблизился к ней. Гипотезы и в данном случае оказались полезны (это я подчеркиваю, имея в виду наши с Корниловым споры).

Из постулатов теории относительности сам собой следовал тот вывод, который Лоренц сделал, после того как узнал об отрицательном результате опыта Майкельсона и Морли: никакой опыт с земными источниками света не может обнаружить влияние движения Земли... Однако тут Эйнштейн еще прибавил: «...и доказать существование эфира». Отдавая Эйнштейну должное, Лоренц в то же время писал с некоторой досадой: «...Эйнштейн

просто постулирует то, что мы старались... вывести из основных уравнений электромагнитного поля. При этом он, конечно, требует от нас, чтобы мы заранее верили, что отрицательный результат опытов, подобных опытам Майкельсона... является не случайной компенсацией противоположных эффектов, но выражением общего и основного принципа».

Вначале результаты эксперимента Майкельсона и Морли были восприняты большинством физиков как свидетельство того, что эфир увлекается Землей при ее орбитальном движении (поэтому, дескать, его влияние и невозможно заметить). Однако постулат об относительности пространства и времени, позволивший создать стройную и логичную теорию, сделал эфир ненужным. Представление о нем было исключено из научного обихода, хотя утверждать, как это часто делается, будто эйнштейновская теория доказала отсутствие эфира, у нас нет оснований. Вавилов так говорил по этому поводу: «Правильнее было бы вообще излагать теорию относительности, ее экспериментальные основы безо всякого отношения, как мирного, так и враждебного, к гипотезе эфира. Учение Эйнштейна не содержит гипотез (в ньютоновском смысле). Всякая гипотеза заключает предположение о ненаблюдаемой (или даже принципиально ненаблюдаемой) вещи. В теорию относительности входят только наблюдаемые факты и логические следствия из них».

Несмотря на это Вавилов с некоторым сожалением пишет о вынужденном расставании с эфиром, ибо концепция эфира, без сомнения, давала весьма наглядный образ всех происходящих в нем явлений. У нас же присоединиться к этому сожалению есть дополнительная причина: по существу, с появлением теории относительности мы лишились среды, в которой распространяется свет. А ведь мы уже свыклись с этой средой, она стала частью нашего представления о мире — некая разреженная, но вместе с тем довольно упругая материя, разлитая везде и повсюду, проникающая во все и вся (именно так ее трактовала волновая теория света). Максвелловская электромагнитная теория сделала понятие об эфире более неопределенным — не очень ясно было, какова должна быть «жидкость», переносящая электромагнитные волны. Однако теперь, повторяю, мы вовсе лишились этого переносчика. Известно только, что волны света,

как и прочие электромагнитные волны, распространяются... Но в чем?

С того самого момента, как мы отказались от эфира, эти волны, по словам Эйнштейна, перестали быть «состояниями гипотетической среды». Они сделались «самостоятельными образованиями, которые испускаются источниками света, совсем как в теории истечения».

Но это еще не все. Так же, как корпускулярная теория, теория относительности признавала перенос массы от излучающего тела к поглощающему. Ведь согласно знаменитой эйнштейновской формуле  $E = mc^2$  масса и энергия любого тела пропорциональны друг другу.

Вместе с тем, как отмечал Эйнштейн, теория относительности ничего не изменила в нашем представлении о структуре излучения, о структуре света. «...Я полагаю, что в этом аспекте проблемы,— писал он вскоре после создания этой теории,— мы стоим в самом начале пока еще необозримого, но, без сомнения, исключительно интересного пути».

## ОБИЖАТЬСЯ ЛИ НА НЕВИННЫЕ РОЗЫГРЫШИ?

Однажды Владимир Иванович пригласил меня на свою лекцию. Я хотел было отказаться, но он меня заверил, что будет интересно. Лекция для каких-то инженеров, кажется, текстильщиков. Какие-то краткосрочные курсы — не то в порядке повышения квалификации, не то просто так, в плане общего развития и знакомства со смежными областями знаний. Как выяснилось, Владимир Иванович и сам долго отказывался от этой лекции. («Ну сами подумайте,— говорил он мне,— для чего инженерам, да еще в такой специфической области, знать историю воззрений на природу света?») Но организатор этих непонятных курсов, некто Возницын Николай Федорович, оказался человеком необыкновенно настырным (впрочем, если бы он не был таковым, ему нечего было бы делать на этой работе). Он звонил Корнилову по нескольку раз в день, рассыпался в комплиментах, уверял, что от его лекции зависит решительно все — и судьба курсов, и его, Возницына, личное будущее. Подключил к этому делу дирекцию и местком корниловского института. В конце концов Владимир Иванович расшвырял: «Ну я им прочту лекцию...»

...Слушателей в зале человек пятьдесят. Народ все солидный — лет по сорок и больше. Довольно много между мужчинами вкраплено дам. Интересно посмотреть на самого Возницына: невысокого роста, плотный, необычайно энергичный; руку вашу при знакомстве он не то чтобы пожимает, а, захватив ее двумя руками, притягивает к себе и не отпускает долго, при этом как-то по-детски доверчиво смотрит вам прямо в глаза, как бы говоря: мол, что такое рукопожатие, рукопожатие — это пустяки, формальность, а вот мы с тобой такую дружбу завернем, ты только погоди, дай очухаться (это при том, что вы, со своей стороны, пока еще не выразили никаких намерений относительно дружбы).

Представление нового лектора, которого удалось залучить, — это для Возницына праздник души, это, можно сказать, его звездный час. На эпитеты он не скупится, несмотря на протестующие жесты Владимира Ивановича, одаривает ими от всей щедрости сердца: «ученый с мировым именем», «один из крупнейших специалистов» и т. д. И весь вид его говорит одно: «Вот уж он нас попотчует! Вы только не пропускайте слова мимо ушей, не будьте дураками».

В отличие от администратора сами слушатели никакого особенного восторга по поводу предстоящей лекции не выражают: лекция как лекция. Видно, что перед ними уже прошла череда подобных мероприятий и впереди их ожидает такая же череда.

Владимир Иванович меня удивил. Он появился на кафедре в каком-то старомодно-торжественном одеянии, какого я никогда на нем не видел: длинный черный пиджак, едва ли не фрак, белоснежная манишка, галстук-бабочка... Вместо массивных очков с огромными дымчатыми стеклами, которые я привык на нем видеть, очки вовсе без оправы: заушины прикреплены прямо к стеклам, стекла маленькие, круглые (где только он достал такие очки?). Вообще от всего облика Владимира Ивановича веяло торжественностью и чопорностью. Я понял, что он решил разыграть небольшой спектакль, хотя, по правде сказать, не догадывался, в чем именно он будет заключаться.

— Высокоуважаемое собрание! — произнес Владимир Иванович и строго оглядел аудиторию поверх очков, потирая руки на манер старого профессора. — Быть может, вам покажется странным и даже в некотором

смысле дерзким, что я намерен в это отпускное время (дело было в разгар лета, кажется, в июле), когда все ваши помыслы обращены в направлении парков и садов, пляжей и лесов, привлечь на короткий срок ваше внимание к теме чисто научного характера.

По залу прошел одобрителный шорох. Кто-то засмеялся. Видно было, что слушатели приняли игру. «Каково! А? Каково!» — всем своим видом показывал Возницын.

— Но именно сейчас,— продолжал между тем лектор,— находит многостороннее подтверждение та истина, что научно-технический прогресс возможен лишь в том случае, если каждый, имеющий хотя бы косвенное отношение к науке и технике, какой бы пост он ни занимал, денно и нощно пополняет арсенал своих знаний, не смущаясь всякого рода соблазнами и не задаваясь вопросом, для чего это нужно.

Снова раздался смех. Атмосфера потеплела. Рассеялась первоначальная напряженность, свойственная почти всякому собранию.

— Помня эту истину, я превозмог одолевавшие меня сомнения и теперь хочу, пользуясь данным мне почетным поручением, пригласить вас подняться на светлые вершины чистого исследования, а именно исследования физического. Я буду говорить сегодня о природе света, исходя из того, что, конечно, давно известно каждому из вас еще со школьной и институтской скамьи, но имея в виду также новые проблемы, ожидающие пока своего разрешения. Сначала коротко остановимся на истории... Для вопроса о физической сущности светового луча весьма важное значение имело открытие того факта, что свет — исходящий от звезд или от некоторых земных источников — требует определенного, поддающегося изменению времени, чтобы распространиться от места своего возникновения до места восприятия...

— Что же представляет собой то нечто, что в пустом мировом пространстве или в атмосферном воздухе распространяется во все стороны с чудовищной скоростью в триста тысяч километров в секунду? — эту фразу Владимир Иванович произнес как-то особенно патетически и вслед за этим, несколько понизив голос, но по-прежнему велеречиво и торжественно принялся излагать взгляды Ньютона, который, хотя и с многочисленными оговорками, сделал «самое простое и естественное пред-

положение, что свет — это некоторые маленькие материальные частицы, вылетающие из источника света», взгляды Гюйгенса, который противопоставил этой теории волновую, «оказавшуюся значительно более плодотворной».

— И сторонники корпускулярной теории и сторонники волновой,— продолжал Владимир Иванович,— при всем различии их взглядов сходились на том, что решение вопроса о природе света нужно искать на почве механистического мировоззрения. Однако в середине прошлого столетия Максвелл выступил со смелым утверждением, согласно которому свет является электромагнитным процессом. Конечно, сущность электромагнитных процессов несколько не яснее для нас, чем сущность процессов оптических. Но значение теории Максвелла заключается в том, что она соединила две области физики — оптику и электродинамику, в то время как механистическое мировоззрение пыталось свести электродинамику к механике тем, что рассматривало в качестве носителя электрических воздействий некую упругую среду — эфир. Решительный удар по этому представлению нанесла теория относительности, из постулатов которой следует, что ни в каком эфире нет ни малейшей необходимости... Любопытно отметить, как легко и, так сказать, бесшумно осуществился в физической литературе переход от механической к электромагнитной точке зрения — хороший пример того, что суть всякой физической теории заключается не в тех взглядах, из которых она исходит, а в тех законах, к которым она ведет. Основные уравнения оптики остались неизменными — они ведь были в согласии с опытом, но они стали толковаться не в механическом смысле, а в электромагнитном, а потому область их применения расширилась до поразительных размеров. Место периодических колебаний эфира заняло колеблющееся напряжение электромагнитного поля.

Владимир Иванович еще некоторое время говорил о попытках вернуться к эфиру, предпринимавшихся вслед за опубликованием теории относительности, о бесконечных повторениях опыта Майкельсона—Морли, в процессе которых эфир то «обнаруживался», то снова «исчезал», о том, что в конце концов от этих попыток отказались, равно как и от самого эфира...

Наконец, Владимир Иванович провозгласил патетически:

— С этой достигнутой на тернистом и многотрудном пути вершины учение о свете представляется законченным прочим зданием, внутри которого все факты, столь различные сами по себе, укладываются в строгом порядке друг возле друга и управляются одними и теми же законами.

В этой пышной фразе слушатели уловили близкий конец лекции, кое-кто зашевелился, Возницын привстал со стула, но Корнилов призвал всех к спокойствию властным жестом.

— Милостивые государи! — обратился он к залу, как бы опять напоминая о разыгрываемом здесь шутиливом спектакле. — Если бы я держал эту речь лет двадцать назад, то я мог бы ее окончить на этом месте, ибо я не мог бы прибавить ничего существенно нового и мне оставалось бы только ожидать окончательного завершения нарисованной мною картины к вящей славе современной физики. Но, вероятно, я вообще тогда не держал бы этой речи из опасения предложить вам в ней слишком мало нового по сравнению с тем, что вы узнали еще в школе. Однако ныне все обстоит совершенно иначе. Гордое здание, которое я вам нарисовал, обнаружило изъяны в самых своих основах, и многие физики считают, что подвести под него новый фундамент будет нелегко. Причина этого заключается в открытии новых фактов. Для начала я позволю себе остановиться на одном из них.

Владимир Иванович отхлебнул из стоявшего перед ним стакана и продолжал:

— Если поверхность металла, помещенного в вакуум, осветить ультрафиолетовыми лучами, из этой поверхности вылетает определенное количество электронов. Поскольку их скорость не зависит от того состояния, в котором находится металл, в частности от его температуры, естественно сделать заключение, что источник энергии вылетающих электронов не в металле, а в лучах света, которые на него падают. Далее, отодвигая источник света от металла, легко установить, что скорость электронов не зависит от интенсивности света. Она зависит лишь от длины волны: чем волна короче, тем больше скорость. Объяснение этого факта представляет непреодолимую трудность для нашей теории. Непонятно,

откуда электроны берут свою энергию, ведь при равномерном волнообразном распространении излучения во все стороны на единицу площади металлической поверхности будет попадать все меньше и меньше энергии от удаляющегося источника, так что в конце концов она станет вовсе ничтожной...

Владимир Иванович снова внимательно оглядел присутствующих.

— Единственное возможное объяснение этого факта, по-видимому, заключается в том, что световая энергия распространяется не совсем равномерно — она остается сосредоточенной в некоторых сгустках, которые летят по всем направлениям со скоростью света. Каждый такой сгусток, попадая на поверхность металла, может передать электрону свою энергию, причем эта энергия, разумеется, остается той же самой, как бы велико ни было расстояние от источника света.

Тут лектор сделал паузу, необходимую для того, чтобы присутствующие могли в полной мере оценить все значение сказанного им, и продолжал:

— Как мы видим, здесь снова воскресает старая корпускулярная теория света, хотя и в совершенно измененном виде. Однако то же самое явление, которое в свое время встало на пути световых корпускул, представляет ныне огромные трудности и для сгустков света. Я имею в виду интерференцию. Нам трудно сегодня объяснить, каким образом два световых сгустка, встречаясь друг с другом, могут нейтрализовать друг друга, не нарушая при этом закон сохранения энергии.

Владимир Иванович вопросительно посмотрел на слушателей, будто ожидая, что кто-то поможет ему разрешить эту загадку, но, не получив ответа, сам продолжал словно бы размышлять вслух:

— При такой ситуации естественно предположить, что источник энергии отрывающихся от металла электронов заключен все же не в лучах, а в самом металле. Что касается лучей, они лишь освобождают ее, служат своего рода запалом — ведь одной искры бывает довольно, чтобы взорвать бочонок с порохом...

Владимир Иванович полистал лежащий перед ним конспект.

— То, что я говорил здесь о действиях, производимых светом, в равной мере относится и к процессам, которыми сопровождается его испускание. Согласно гипотезе,



высказанной недавно одним физиком, в каждом атоме светящегося вещества происходят колебания электронов, вращающихся вокруг ядра. Однако излучение света обуславливается не самими этими правильными колебаниями — оно происходит тогда, когда эти колебания внезапно меняются, когда электрон перепрыгивает с одного из первоначальных путей на другие, более устойчивые, движение по которым происходит с меньшей энергией. Освобождающийся при этом излишек энергии вылетает из атома в пространство в виде элементарного светового сгустка. Причем самое удивительное здесь то, что длина волны испускаемого света совершенно не зависит от периода колебаний электрона — она определяется лишь количеством испускаемой энергии. Однако каким образом получается, что колебания в возникшем таким образом световом луче совершаются с величайшей правильностью, строго с определенным периодом, это пока остается загадкой.

Корнилов снова помолчал, как бы подчеркивая этим важность проблемы и трудноразрешимость задачи, после чего, захлопнув конспект, перешел, по-видимому, к заключению лекции.

— Конечно, вы можете подумать, — сказал он, — что все эти представления — не более как игра пышной, но бесплодной фантазии, ибо кто же может заглянуть в глубины атома — хотя в популярной печати и встречается часто такое выражение, — кто может заглянуть в глубины атома и сказать достоверно, что там делается? Вместе с тем, если принять во внимание, что с помощью этих представлений удастся объяснить массу самых разнообразных фактов, трудно избавиться от впечатления, что нам удалось сделать еще один значительный шаг на пути проникновения в тайны природы и что волей-неволей мы должны приписать упомянутым световым сгусткам реальное существование, по крайней мере в тот момент, когда они возникают. Что с ними происходит дальше, когда свет распространяется в окружающем пространстве — остается ли энергия сгустка неизменной, подобно тому как считали сторонники корпускулярной теории, или она распространяется во всех направлениях и распыляется до бесконечности, как полагали защитники волновой теории, — на этот вопрос науке предстоит еще ответить.

— Итак, милостивые государи,— Владимир Иванович снова возвысил голос,— мое сегодняшнее сообщение о нашем понимании природы света заканчивается не гордым провозглашением постигнутой истины, а скромным знаком вопроса. Существо вопроса, повторяю — непрерывно ли переносится энергия в световых лучах или же дискретно? Над этим бьются физики во всем мире. От его разрешения зависит все дальнейшее развитие науки... Благодарю вас за внимание.

Владимир Иванович чопорно поклонился и стал собирать разложенные на столе бумажки.

Аудитория загудела, пришла в движение, задвигала стульями. Все потянулось к выходу. Возницын подскочил к Корнилову и принялся трясти ему руку двумя руками, беспрестанно повторяя: «О-о-ч-ч интересно! О-о-ч-ч интересно!» Я сидел, ничего не понимая.

— Милостивые государи! — вдруг опять прогремел голос Корнилова, но на этот раз как-то жестко, без всякого юмора.— Милостивые государи, задержитесь-ка на минутку!

— Закройте, пожалуйста, дверь! — обратился он к передним, которые уже достигли выхода.

— Что? Что такое? В чем дело? — раздался ропот недовольства, возникла сутолока. Возницын выжидательно смотрел в рот Владимиру Ивановичу, одновременно подавая энергичные знаки стоявшим у двери: мол, закройте, закройте быстрее, говорят же вам! Дверь закрыли.

— Милостивые государи! — в третий раз произнес Корнилов.— Если бы я держал эту речь лет шестьдесят назад, то я имел бы право окончить ее на этом месте, ибо в ту пору я не мог бы ничего прибавить существенно нового к тому, что сказал... Впрочем, и это еще надо посмотреть — не мог ли. Ведь характер сообщения, согласитесь, в немалой степени зависит от личности говорящего. Так что если бы шестьдесят лет назад эту лекцию читал действительно я, я изменил бы в ней кое-какие акценты. Но все дело в том, что сейчас я пересказал вам почти слово в слово доклад, сделанный на общем собрании Общества кайзера Вильгельма 28 октября 1919 года. Сделал его Макс Планк, знаменитый немецкий физик, который, собственно говоря, и открыл эти «сгустки» энергии — он назвал их квантами — в 1900 году... Да что пересказал — я почти прочел этот доклад...

Владимир Иванович помахал тоненькой книжечкой, которая во время лекции лежала перед ним на столе и которую все принимали за конспект лекции. Отдельное издание планковского доклада...

...Гоголь снабдил немую сцену, которая, как известно, заключает «Ревизора», такой ремаркой: «Произнесенные слова поражают как громом всех. Звук изумления единодушно излетает из дамских уст; вся группа, вдруг переменивши положение, остается в окаменении».

Так и здесь — произошла немая сцена. Всем сделалось как-то неловко. Слушатели застыли на месте, не зная, то ли возобновить им процесс исхода, то ли, может, рассестись по местам, как-то обсудить ситуацию (в конце концов есть руководитель курсов, староста потока — им бы как-нибудь прореагировать надо на случившееся). Но руководитель как раз не знал, каким образом реагировать: то ли скандал затеять, то ли все к шутке свести... В данное мгновение он лишь стоял красный, как рак, и на лице его отражалась мучительная борьба: то появлялось выражение праведного гнева, то возникала растерянная улыбка...

Впрочем, все это продолжалось только несколько секунд. Владимир Иванович, разумеется, счел за нужное объяснить свой поступок:

— Видите ли, я ни в коей мере не считаю зазорным, что инженеры вашей специальности не знают этой редко упоминаемой работы старого физика, — он снова помахал книжечкой. — Ее и среди физиков мало кто знает. Но когда речь зашла о «сгустках» света, хотя бы один из вас должен был подать... если не реплику, хотя бы вопрос. Не кванты ли это? Конечно, кванты! Те самые, предсказанные Планком, а затем широко вошедшие в научный обиход. Квантовая теория, квантовая механика — неужто не слышали?

— Слышали! Слышали, конечно! — раздались голоса. — Знаем! — так школьники, потупившись, хором отвечают на увещевания учителя. Мне стало их жалко. То же ведь выдумает Владимир Иванович, такие штуки со взрослыми людьми проделывать.

— Если б хотя бы один из вас подал голос, — продолжал между тем Корнилов, — сказал бы, спросил бы... записку подал... Ну не о квантах, допустим, об атомном механизме излучения (ясно ведь, что это гипотеза Бора, вон он еще когда ее высказал)... Да, вообще, столько

в этой лекции архаизмов, которые в наше время режут ухо... Так вот, если б хотя бы один из вас ткнул меня в них носом — я тут же прекратил бы мистификацию...

Слушатели по-прежнему стояли, опустив головы. Видно, и Корнилову их стало жалко. Совесть заговорила.

— Впрочем, что ж мистификация?.. — сказал он примирительно. — В конце концов совсем не плохо услышать рассказ об одном из важнейших этапов истории воззрений на свет, так сказать, из уст самого Макса Планка... Отнюдь не хуже, чем из уст некоего Корнилова. Я ведь платы за эту лекцию не прошу... И не возьму... (при этих словах руководитель курсов вышел, наконец, из оцепенения и снова пошел рассыпаться перед Корниловым мелким бесом). А о других, последующих, этапах можно будет рассказать на следующей лекции, уже своими словами... Да заодно и прокомментировать кое-что у Планка. Старик ведь упрямый был: хоть и придумал сам кванты, никак не хотел признавать квантовый характер излучения — это в его лекции ярко отразилось... Ну а если что не так, извините, не обессудьте.

Все снова потянулись к выходу. Возницын снова тряс Корнилову руку: «О-о-ч-ч интересно!» — и все попыткавался, когда Корнилов продолжит лекцию: — Ведь все ж-таки только до девятнадцатого года дошли, Владимир Иванович, а на дворе-то какой у нас? — заискивающе говорил он.

— И чего вы затеяли этот розыгрыш? — упрекаю я Корнилова, когда мы выходим на улицу.

— Да ведь не хотел же я выступать с этой лекцией. Говорю этому: дел, говорю, по горло. Ученый совет на носу. Да и потом, для чего текстильщикам история света?! Нет пристал, как банный лист: выступите, выступите, прочтите, прочтите... Ну я и разозлился: я вам прочту лекцию!

— Слушатели-то здесь причем? Чем они виноваты, что у них такой вот... Возницын?

Он уставился на меня непонимающе:

— Вы действительно считаете, что они обиделись?

— А как бы вы отнеслись, если бы вас публично уличили в невежестве? Допустим, они бы и уличили — текстильщики (если не ошибаюсь, такова специальность ваших слушателей?). Стали бы вас в своей области экзаменовывать... А почему бы и нет? Наверное, и вам полез-

но бы знать основы ткацкого дела. А вы их знаете? Ну-ка? Каков принцип образования ткани? Из каких частей она образуется?

— Тоже вы сравнили: то ткань, а то — материя...

— Неплохо бы и о ткани иметь представление. Со-гласитесь. Как-никак материальная культура. А с другой стороны, какой тут стыд, если инженер не знает, какой стадии достигла теория квантов?

— Гм... Я не хотел их обидеть... Просто мероприятие идиотское, вот из-за чего зло берет... Лишь бы галочку поставить: прочитана лекция и ладно. А какая лекция, для чего — это дело двадцать пятое. Между прочим, могли бы и слушатели голос подать: это, мол, нас не интересует, это нам не по профилю.

— Ну хорошо, — заключил он свою речь, — в следующий раз я извинюсь перед ними, если вы считаете, что я их чем-то обидел. Нет, вы в самом деле так считаете, скажите честно?

Он посмотрел на меня с подозрением.

Неисправим человек.

\* \* \*

На продолжение его лекции я не пошел. Впрочем, и не знаю даже, состоялось ли продолжение. Если состоялось, речь там должна была идти о событиях, которыми я закончу эту книгу, так что у читателя в общем-то не должно быть повода жалеть, что и он не побывает вновь на лекции Корнилова вместе со мной (хотя побывать там — очно или заочно — подчас не лишено интереса: не столько даже для того, чтобы почерпнуть какие-то сведения, сколько ради того, чтобы понаблюдать за самим лектором).

## У ИСТОКОВ

Итак, в 1900 году Макс Планк выдвинул гипотезу квантов. В своем докладе 1919 года, который Владимир Иванович использовал для столь безжалостного розыгрыша, Планк показывает необходимость представления о квантах на примере фотоэффекта: свет, падающий на поверхность металла, «выбивает» из него электроны. На самом деле он пришел к гипотезе квантов, изучая сов-

сем другой феномен — излучение так называемого черного тела. Черное тело — некий ящик с зеркальными стенками, из которого выкачан воздух и внутри которого находятся предметы, излучающие и поглощающие свет. Излучая и поглощая, эти предметы обмениваются друг с другом энергией, и в конце концов внутри ящика устанавливается стационарное состояние излучения, зависящее лишь от температуры. Планку показалось соблазнительным найти закон распределения этого излучения по отдельным частотам спектра; такой закон обещал быть простым, а Планк полагал, что, чем более прост закон, тем более он фундаментален и всеобъемлющ. В конце концов его удалось установить, однако сам автор рассматривал найденную им формулу лишь как счастливую догадку. В попытках раскрыть ее истинный физический смысл Планк вынужден был ввести в свои выкладки некоторую постоянную. Поскольку она обладала размерностью энергии, умноженной на время, он назвал ее элементарным квантом действия.

Однако вскоре он понял, что введение этой постоянной имело значение, совершенно не соизмеримое с тем, которое можно было предположить вначале. Как говорил Планк в своей Нобелевской лекции, возникла дилемма: или квант есть фиктивная величина — тогда весь вывод закона излучения оказывался неверным и представлял собой «просто лишенную содержания игру в формулы», или при выводе этого закона в основу была положена правильная мысль — в таком случае квант должен играть в физике фундаментальную роль, его появление возвещает «нечто совершенно новое, дотоле неслыханное» и, казалось бы, требует «преобразования самых основ нашего физического мышления, покоившегося со времен обоснования анализа бесконечно малых Ньютоном и Лейбницем на предположении о непрерывности всех причинных связей».

Как видим, одна из величайших физических идей нашего века — идея квантов — родилась в результате, так сказать, честолюбивых устремлений молодого ученого, решившего попытаться открыть некий закон. Иными словами, объективная ситуация, сложившаяся к началу нашего века, как будто не побуждала физиков к поиску в этом направлении: вроде бы не было ни досадных провалов в теории, ни каких-либо непонятных фактов, для объяснения которых позарез необходимо было ввести

это понятие — «квант». Более того, сам Планк, выдвинувший свою гениальную гипотезу, впоследствии всячески противился расширенному ее толкованию, тому, чтобы ее переносили на область распространения излучения. Даже в докладе 1919 года это отчетливо ощущается. Тем более такое отношение Планка к собственному детищу было характерно для более раннего периода. Например, Абрам Федорович Иоффе вспоминает, как в 1910 году он при встрече с Планком спросил его, что он думает о квантах лучистой энергии. Планк был отрицательного мнения об этой идее. Помимо прочего, он всей душой желал, чтобы была сохранена теория Максвелла (в основе которой, как мы знаем, лежит представление о непрерывности излучения). «Она так много дала физике,— говорил он,— и, наверное, еще немало полезного даст в будущем, надо поэтому быть ей благодарным и без крайней необходимости не отступать от нее».

Позднее под натиском фактов Планк все более и более сдавал свои позиции, однако решительного шага в направлении квантов лучистой энергии так и не осмелился сделать.

Кстати, в той беседе с Иоффе Планк высказал такую мысль: «Раньше, чем рассматривать другую точку зрения, следует убедиться, что положение старой — безвыходно». Иными словами, даже в 1910 году положение со «старой», классической электромагнитной теорией не казалось ему безвыходным.

Между тем в действительности, как говорил много позже Лев Давидович Ландау, это положение было просто катастрофическим. Ландау обратил внимание на следующее обстоятельство. Из классической теории вытекает, что при любой конечной температуре энергия, сосредоточенная в непрерывном электромагнитном поле, должна быть бесконечной. Это ведет к тому, что все тела должны непрерывно излучать электромагнитные волны, причем не только во внешнее пространство, но и внутрь себя, до тех пор, пока вся энергия не превратится в энергию электромагнитного поля и температура не понизится до абсолютного нуля...

Впрочем, не надо думать, что эта неудовлетворительность классических представлений никому не была видна в начале века. Уже в 1905 году Эйнштейн предположил, что классическая теория света, хотя она и подтвержда-

ется экспериментами дифракции, отражения, преломления, дисперсии и т. д., может вступить в противоречие с опытом, будучи применена к явлениям возникновения и превращения света. Он имел в виду прежде всего явления излучения черного тела, фотолюминесценции, фотоэффекта. С его точки зрения, эти феномены лучше поддаются объяснению, если исходить из предположения, что энергия света распространяется в виде неделимых квантов, возникающих и поглощаемых только целиком.

Несколько позже, в 1909 году, Эйнштейн писал уже более определенно, что классическая теория света не в состоянии истолковать некоторые фундаментальные свойства явлений. Почему некоторые фотохимические реакции возникают только под действием световых лучей определенного цвета, а не определенной интенсивности? Почему более короткие световые волны химически активнее, чем длинные? Почему скорость катодных лучей, возникающих при фотоэффекте, не зависит от интенсивности света? Почему требуются высокие температуры, а значит, и более высокие энергии молекул, чтобы излучение, испускаемое телами, содержало коротковолновую часть?

По мнению Эйнштейна, все эти трудности связаны с тем, что согласно волновой теории элементарный процесс испускания света необратим: элементарный источник света создает расходящуюся сферическую волну; «обратной» же, сходящейся, волны не существует. Эта необратимость, предписываемая волновой теорией, как полагает Эйнштейн, и свидетельствует в первую очередь о том, что здесь она не соответствует действительности. По его мнению, «теория истечения» содержит в этом пункте больше истины: ведь согласно ей энергия, сообщенная частице света при испускании, не рассеивается по бесконечному пространству, но сохраняется вплоть до того, как произойдет элементарный акт поглощения.

Позже эти эйнштейновские слова были названы пророческими.

Между прочим, как нетрудно заметить, Эйнштейн здесь говорит почти слово в слово то же самое, что сказал Ландау примерно полвека спустя: главная неувязка классической теории в том, что она предполагает



неудержимое рассеяние энергии по бесконечному пространству.

Начало квантовой теории излучения положила написанная Эйнштейном в 1905 году статья с несколько необычным для рассматриваемого в ней предмета названием — «Об одной эвристической точке зрения, касающейся возникновения и превращения света». Интересно, что, работая над ней, Эйнштейн полагал, будто строит теорию, в известной мере противоположную планковской: ему казалось, что Планк исходил из теории Максвелла и электронной теории Лоренца, а введенное им понятие элементарного кванта в общем-то стоит особняком от созданной им теории излучения.

Однако в дальнейшем, изучив работы Планка более основательно, он убедился, что в действительности, строя собственную теорию, тот «неявно» использовал квантовую гипотезу.

Как бы то ни было, из всего сказанного ясно видно, что к идее световых квантов Эйнштейн пришел сам, независимо от планковских «элементарных квантов действия».

Не говоря уже о том, что по этому «квантовому» пути он продвинулся гораздо дальше, чем его коллега, предположив, что сам свет имеет квантовую структуру.

Насколько необычно было такое представление, показывает хотя бы эпизод с принятием Эйнштейна в Прусскую академию наук. Рекомендую его в эту академию в 1913 году, группа видных ученых (в числе которых был и Планк) вместе с тем призывала почтенное собрание не взыскивать с Эйнштейна слишком строго за присущую ему склонность выдвигать подчас спекулятивные идеи, ибо, как они писали, «не решившись пойти на риск, нельзя осуществить нового даже в самом точном естествознании».

В качестве примера такой идеи ученые как раз приводили эйнштейновскую гипотезу световых квантов.

Даже девять лет спустя, в 1922 году, Нильс Бор писал, что эта гипотеза «не может никоим образом рассматриваться как удовлетворительное решение». По этому поводу он как-то сострил:

«Даже если Эйнштейн пришлет мне телеграмму с объявлением доказательства квантов света, она не сможет дойти до меня, потому что должна быть перенесена электромагнитными волнами».

Что касается другого выдвинутого Эйнштейном представления — о прерывистом характере элементарных процессов возникновения и превращения света, оно уже вскоре было подхвачено и развито рядом ученых и более всего самим Нильсом Бором.

В статье, опубликованной в 1913 году, Бор изложил свою теорию строения атомов и молекул. С одной стороны, она опиралась на квантовые представления, с другой — на резерфордовскую модель атома.

Согласно этой модели, как известно, атом состоит из положительно заряженного ядра и вращающихся вокруг него электронов, которые удерживаются силами притяжения. Хотя такая картина казалась весьма привлекательной и, как говорил Бор, заслуживала всяческого внимания, однако в то же время нельзя было не видеть ее слабости: согласно классическим представлениям вращающийся электрон должен непрерывно излучать энергию и в результате все более и более приближаться к ядру до тех пор, пока не приблизится настолько, что взаимное притяжение ядра и электрона прекратится.

Причем, как показывали расчеты, энергия, излученная за это время, должна быть неизмеримо больше той, которая наблюдается в действительности.

Совсем другое дело, если предположить, что атом излучает энергию не непрерывно, как следует из классической теории, а определенными порциями — в согласии с планковскими идеями. Бор высказал догадку, что для каждого атома существует ряд устойчивых, стационарных состояний, в каждом из которых он обладает определенной энергией; пребывая в устойчивом состоянии, атом не испускает и не поглощает энергию; испускание или поглощение происходит только тогда, когда он переходит из одного состояния в другое, причем соотношение между частотой выпущенного или поглощенного излучения и количеством выделенной или поглощенной энергии должно быть таким, какое следует из теории Планка.

Что представляет собой стационарное состояние атома?

Чтобы ответить на этот вопрос, у Бора, по его словам, не было иных средств, кроме обычной механики. Следуя ей, он выдвинул гипотезу, что это такое состояние, при котором электрон обращается вокруг ядра с оп-

ределенной частотой по определенной орбите. Впрочем, он тут же подчеркнул, что не пытается «дать то, что обыкновенно называется объяснением». «...В наших рассуждениях,— говорил Бор,— нет речи о том, как и почему происходит излучение».

\* \* \*

До сих пор я лишь повторял чуть более подробно то, что успел тогда рассказать Корнилов в своей лекции (точнее, что сообщил Планк в своем докладе в 1919 году). Дальше речь пойдет о том, что мы, по-видимому, услышали бы, если бы побывали на продолжении его лекции...

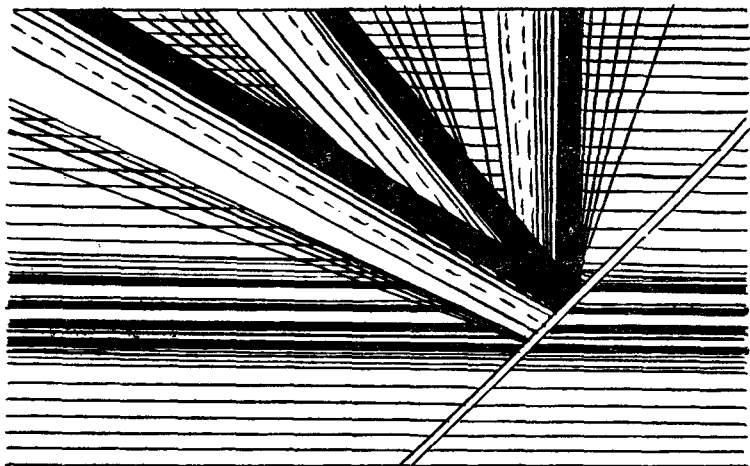
Со временем физика отказалась от навеянного традиционной механикой понятия электронных орбит. Однако идея Бора о стационарных состояниях и о переходах из одного состояния в другое, сопровождающихся излучением или поглощением, оказалась фантастически плодотворной: очень скоро за ней последовал ряд важных теоретических работ и экспериментальных открытий, сделанных разными учеными. Благодаря им приподнялась завеса над самым сокровенным — над механизмом испускания электромагнитных волн.

Хотя, впрочем, чем дальше, тем больше возникало сомнений, что этот механизм можно будет представить себе как нечто наглядное. Именно так, как сказал тогда Бор: все больше возникало сомнений, что удастся «дать то, что обыкновенно называется объяснением». В эту пору в голову ему пришла счастливая мысль: существует глубокое соответствие между классическими представлениями обо всем происходящем в атоме и квантовой теорией излучения. Благодаря этому соответствию можно, рассматривая излучение, до некоторой степени понять и представить, что происходит в потаенном, скрытом от глаз мире микрочастиц. Случилось как бы некое обращение: инструмент и цель поменялись местами. Поначалу, исследуя внутренний мир атома, Бор пытался расшифровать загадку испускания света и излучения вообще. Однако теперь он пришел к выводу, что, напротив, беря за основу излучение, можно построить новую, квантовую механику, описывающую поведение микрочастиц.

И она была построена, причем выдвинутый Бором

принцип соответствия сыграл здесь исключительно важную роль. В частности, им руководствовался Гейзенберг, разрабатывая математический аппарат своей знаменитой матричной механики.

...Много лет спустя Эйнштейн признавался, что ему всегда казалось чудом то, как Бор, стоя на необычайно зыбкой и ненадежной почве едва только зарождавшейся квантовой механики, сумел нащупать верную путеводную нить. Такое под силу разве что человеку «с гениальной интуицией и тонким чутьем». «Это кажется мне чудом и теперь,— говорил Эйнштейн.— Это — наивысшая музыкальность в области мысли».



## ГЛАВА ШЕСТАЯ

# ЧТО ЖЕ ТАКОЕ СВЕТ?

## МИРОЛЮБИЕ НИСПРОВЕРГАТЕЛЯ

Когда из обихода физики исчез эфир и на горизонте ее замаячили кванты, легко можно было подумать, что чаша весов в вековечном споре между волновой и корпускулярной теориями света вновь готова качнуться, на этот раз в сторону корпускул (чем не корпускулы эти кванты — вылетающие из источника порции энергии?).

Однако человек, которому в решающей степени и теория относительности, и световые кванты были обязаны своим рождением, как ни странно, вовсе не собирался возобновлять старый спор. Уже в своей статье 1905 года, в самом начале, Эйнштейн (речь, конечно же, идет о нем) пишет, что волновая теория прекрасно оправдывается, когда мы имеем дело с чисто оптическими явлениями — дифракцией, отражением, преломлением, диспер-

сней, а потому едва ли она будет чем-либо заменена. С другой стороны, опыты, касающиеся явлений иного рода, связанных с возникновением и превращением света (излучение черного тела, фотолюминесценция, фотоэффект), по-видимому, лучше удастся объяснить, рассматривая свет как поток неделимых, локализованных в пространстве квантов энергии. Иными словами, к одним свойствам света будет применена волновая теория, к другим — некое подобие корпускулярной. Извечный конфликт двух теорий в конце концов завершится компромиссом, мирным соглашением.

С тех пор эта мысль о компромиссе повторяется у Эйнштейна снова и снова, переходит из одной его работы в другую. В одной из статей 1909 года он пишет уже совершенно определенно: «...Я считаю, что следующая фаза развития теоретической физики даст нам теорию света, которая будет в каком-то смысле слиянием волновой теории... с теорией истечения».

...Как-то мы с Корниловым разговорились о том, почему Эйнштейн с самого начала — с момента возникновения идеи световых квантов — был настроен так миролюбиво по отношению к волновой концепции. Мог бы и он проявить задиристость: как никак возрождалась теория, казалось бы, давным-давно похороненная. Восставала из пепла. И Эйнштейн был провозвестником этого возрождения. Почему он сразу пошел на мировую, не попытался потеснить волны?

Как всегда Владимир Иванович удивил меня:

— Да он просто устал... Устал спорить...

— Как так устал? Он никогда в этих спорах не участвовал. Да и вообще в то время он только начинал свою научную карьеру.

— Ну и что же? — говорит Корнилов. — Наука — одно дыхание, единый организм. Былые споры, бури, битвы накапливаются в памяти поколений, как если бы это была память одного человека.

Интересная мысль. Спорная, правда. Иногда Владимир Иванович любит изъясняться литературно. По-видимому, под эйнштейновской усталостью он просто имел в виду то обстоятельство, что Эйнштейн достаточно хорошо знал историю физики. Знал об этом бесконечном изнурительном состязании двух теорий. Возможно, интуиция ему подсказывала, что спор этот, в котором обе стороны приводят достаточно аргументов, не может

завершиться однозначно, чьей-то безусловной победой. Или, наконец, дело было еще проще: волновая теория к этому времени настолько хорошо себя показала, что и помыслить уже нельзя было, как она может быть отвергнута. А с другой стороны — теория относительности, кванты... Это уже собственные эйнштейновские детища. Они ведут к теории истечения. К чему-то подобному ей... Нет, компромисс. Не ясно, правда, еще, в какой форме, но ничто другое, кроме компромисса, невозможно.

Такова общая ключевая идея. Поиск конкретной формы компромисса — уже практическая задача, направление и программа дальнейшей работы. Очевидно, что задача эта колоссальной сложности. Каким образом совместить два несовместимых представления об одном и том же? Волны и кванты (своего рода частицы)... История науки не знала подобных задач. В прежние времена и помыслить о таком не могли.

Эйнштейн сразу же стал набрасывать эскизы решения. В той статье 1909 года, о которой я уже упоминал, он предлагает такую модель излучения: вся энергия электромагнитного поля сосредоточена в некоторых особых точках (это и есть кванты); каждая точка окружена силовым полем в виде плоской волны, амплитуда которой уменьшается по мере удаления от этой точки; если множество таких точек находится на сравнительно небольших расстояниях друг от друга, то их силовые поля перекрываются и в результате образуется волновое силовое поле, которое, по-видимому, мало отличается от волнового поля, предсказываемого классической электромагнитной теорией света.

Впрочем, Эйнштейн тут же замечает, что до той поры пока такая картина не приведет к точной теории, «ей не следует придавать особого значения». С ее помощью он просто хочет еще раз показать, что волны и кванты нельзя считать несовместимыми.

Между прочим, мне кажется, этот случай — яркий пример того, как современный ученый, ученый XX века, прибегает к гипотезе. Сознательно прибегает, отдавая себе отчет, что нарисованная им умозрительная картина годится лишь для временного пользования и через какой-то срок скорее всего будет заменена чем-то более основательным. Но и этот временный эскиз полезен, ибо он пролагает путь к правильному решению.

— Как вы знаете, картина, к которой в конце концов пришли, мало имеет общего с этим эйнштейновским эскизом,— говорит мне Владимир Иванович.— Скажем больше: сам Эйнштейн в известной мере был против того найденного в конечном итоге решения...

Ну и что же? Тем не менее его набросок стал вехой на правильной дороге. Из того, что окончательное решение оказалось несколько иным, чем он предполагал, ничего не следует. Важно, что в преддверии открытия шел обычный научный поиск — с гипотезами и расчетами, экспериментами и наблюдениями... Исследовательская мысль постоянно подхлестывалась, получала импульсы, работала в нужном направлении.

Этот путь довольно подробно можно проследить.

## РЕШАЮЩИЙ НАТИСК

В 1923 году попытку примирить световые кванты с волновой теорией предпринял французский физик Луи де Бройль. Он уже прямо отождествил квант излучения с частицей. Даже приписал ему некоторую массу\*. Это было неверно, но в целом работа де Бройля оказалась весьма удачна.

В отличие от Эйнштейна, который в своей модели излучения рассматривал квант как некую особую точку, окруженную силовым полем, де Бройль объединил квант с волной. Согласно его гипотезе «атом света» есть некая область, внутри которой протекает какое-то «периодическое явление». Причем это явление распространяется в том же направлении, что и волна, а также совпадает с ней по фазе. Иными словами, световой квант «до известной степени» представляет собой часть волны, хотя, как отмечал де Бройль, предстоит еще понять, каким образом частью одной и той же волны могут быть несколько световых квантов (иначе невозможно будет объяснить интерференцию и другие подобные явления).

Чтобы разрешить этот парадокс, ученый предложил считать волну света нематериальной фазовой волной. Такая волна способна переносить большое число малых порций энергии — квантов, внутри которых происходят когерентные (то есть имеющие постоянную разность фаз)

---

\* Имеется в виду масса покоя.



«периодические явления». Квант не обладает инерцией и всегда движется за лучом своей фазовой волны. Когда эта волна встречается с атомами, расположенными близко от источника излучения, они также испускают кванты.

Гипотеза де Бройля о нематериальной волне чем-то напоминала старое представление об эфире, лишенном обычных свойств материи. Не ясно также было, что такое внутреннее «периодическое явление», составляющее «область» светового кванта. Впрочем, де Бройль сам признавался, что он нарочно дал «довольно неотчетливое» определение этих понятий — фазовой волны и «периодического явления»: этим он хотел продемонстрировать, что его теорию нужно рассматривать «скорее как форму, физическое содержание которой не вполне установлено, чем как окончательно разработанную стройную теорию».

Тем не менее его работа (а точнее, работы: в 1923—1924 годах он опубликовал несколько статей, посвященных квантам, и подготовил на эту тему диссертацию) была необычайно важна. Прежде всего тем, что он математически, на основе представлений теории относительности и квантовых представлений, показал необходимость связать движение частицы и распространение волны.

Хотя формально рассуждения де Бройля касались теории света, за ними стояла более широкая идея — о структурном единстве всего материального мира. Как он потом признавался, основной вопрос, послуживший для него отправным толчком, был таков: если, разрабатывая теорию света, физики в течение столетия пользовались главным образом понятием «волна» и пренебрегали понятием «частица», то не совершили ли они в теории материи обратную ошибку? Эта догадка, что два противопоставляемых издавна понятия должны на равных участвовать в объяснении устройства всей материи, не только света, по-видимому, приходила тогда на ум не одному де Бройлю...

В своей докторской диссертации, представленной им в ноябре 1924 года, де Бройль продемонстрировал, каким образом соотнести материальную частицу или систему материальных частиц с волновым полем. Именно эту работу молодого физика Эйнштейн назвал «заслуживающей всяческого внимания». Именно с этой поры стали говорить о «волнах материи», или «электронных волнах».

Один из членов комиссии, рассматривавшей диссертацию, спросил, с помощью каких опытов можно было бы доказать существование этих волн. Де Бройль ответил: с помощью опытов по дифракции электронов. Действительно, такие эксперименты были проведены спустя несколько лет. В одной из лабораторий поток быстро летящих электронов пропустили через тонкий лист металла. Позади листа был помещен флюоресцирующий экран. Исходя из обычных представлений, естественно было ожидать, что на экране получится некое размытое пятно, образуемое прорвавшимися сквозь металл электронами. Однако на самом деле обнаружилась совсем иная картина: в центре виднелось светлое пятно, а вокруг — чередующиеся темные и светлые кольца. То есть наблюдалась характерная картина дифракции — явления, свойственного, как известно, волнам, но не частицам.

До теоретических работ де Бройля эта увиденная физиком картина была бы необъяснимой. То мог быть дар судьбы, экспериментального везения. Теперь же эта картина становилась понятной.

Спустя год после диссертации де Бройль опубликовал статью «Исследования по теории квантов», где дал полное изложение своих работ, касающихся структуры электромагнитного излучения и материи в целом. В этой статье он писал, что, по-видимому, настал момент объединить корпускулярные и волновые представления: с одной стороны, «углубить понимание истинной сущности кванта», с другой — попытаться глубже понять тот феномен, который классическая физика именовала корпускулой, или частицей. В своих «Исследованиях» де Бройль вновь рассматривает частицу как объект, сопряженный с «внутренним периодическим явлением», и делает попытку доказать, что пути частиц совпадают с лучами волн.

Вместе с тем он признает: «идею, что за движением материальной точки всегда скрывается распространение волны», следует дополнительно изучить. Если в конце концов для этой идеи удастся найти «совершенно удовлетворительную форму», тем самым будет достигнут «синтез большой рациональной красоты».

...Может быть, статьи молодого физика и не получили бы сразу большого отклика. Тем более что чуть ранее он сделал несколько неудачных работ и его репутация была отчасти поколеблена (особенно среди представителей ведущих в то время физических школ — геттингенской,

мюнхенской и копенгагенской). Однако, как уже говорилось, на эти статьи обратил внимание Эйнштейн. Эйнштейновская похвала послужила рекомендацией по крайней мере одному из его коллег — австрийцу Эрвину Шредингеру. Может быть, сыграло роль и то, что Шредингер жил тогда в Цюрихе и не принадлежал ни к одной из названных школ. Над ним не довлело предубеждение против де Бройля. Так или иначе идеи французского физика вдохновили его начать работу в этом же направлении.

В 1926 году в течение нескольких месяцев Шредингер опубликовал четыре статьи, в которых излагалась разработанная им волновая механика атома. Точнее, это была одна статья, разделенная на четыре «сообщения».

В самом начале Шредингер попытался распространить идею дебройлевских волн на «несвободные» частицы, то есть на частицы, входящие в состав атома. Таким путем он пришел к своему знаменитому волновому уравнению. Это уравнение описывало изменение в пространстве \* некоторой функции — позднее она была названа волновой.

Каков ее физический смысл? На первый взгляд, как пишет Шредингер, довольно естественно было связать волновую функцию с некоторым колебательным процессом, происходящим в атоме. Может быть, она как-то отражает колебания электронов? Недаром ведь все чаще уже в ту пору высказывалось сомнение, что электроны в атоме действительно обращаются по неким орбитам. Сначала Шредингер так и хотел поступить — соотнести волновую функцию с каким-либо реальным процессом. Однако потом он предпочел чисто математический способ построения теории.

Все же Шредингер уже в первом «сообщении» позволяет себе несколько слов по поводу физического истолкования математических выкладок. Из этих выкладок, в частности, следует, что частота излучения, испускаемого атомом, пропорциональна разности частот того колебательного процесса, который, как можно думать, происходит в нем. Физически, замечает Шредингер, это очень понятно — то, что при переходе от одного собственного колебания атома к другому появляется световая волна:

---

\* В дальнейшем Шредингер вывел также уравнение, в котором фигурировали не только пространственные координаты, но и время.

нужно только предположить, что эта волна как-то связана с биениями, которые неизбежно возникают при таких переходах, и что частота испускаемого света определяется числом максимумов биений.

Стоит ли говорить, что такая картина излучения, когда энергия из одной колебательной формы преобразуется в другую (при квантовом переходе), гораздо более естественна, нежели представления о перескакивающем электроны, ведь изменение формы колебания всегда может происходить непрерывно в пространстве и во времени.

Шредингеру очень хочется, чтобы реальная картина являла собой что-то в этом роде, ибо в таком случае можно будет покончить с «этими проклятыми квантовыми скачками» — достичь главной цели, которую он перед собой ставит.

Правда, несколько смущает его то обстоятельство, что, согласно его модели (точнее модели, к которой он склоняется), атом не излучает энергию в те периоды, когда он совершает колебания с определенной собственной частотой. Ведь крупные, макроскопические тела в подобных случаях ведут себя совершенно иначе: все время посылают в пространство смесь собственных частот. Однако, может быть, именно биения — наложение нескольких колебаний с разными частотами — и есть необходимое условие того, чтобы атом мог излучать?

Во втором «сообщении» Шредингер вновь подчеркивает, что ему очень нравится истолкование излучаемых частот как биений. Вообще, с самого начала Шредингер питал надежду, что явления, происходящие в атоме, удастся описать довольно простым и наглядным способом. Однако с течением времени эта надежда все убывала и убывала. Вскоре, например, выяснилось, что волновая механика описывает «стоячие» колебания атома в реальном трехмерном пространстве только для того случая, когда он обладает одним электроном. Когда же число их больше, волновая функция становится зависимой не от трех, а от большего числа координат, то есть приходится иметь дело с колебаниями не в реальном, а в некоем абстрактном многомерном пространстве.

Тем не менее Шредингер всегда считал волны чем-то реальным. Более того, он вообще начисто отказался от понятия «частица». Так, электрон он рассматривал не

как частицу, а как некое распределение плотности электрического заряда, выражаемое волновой функцией.

Несмотря на подобные «перехлесты», работы Шредингера были встречены с одобрением, если не сказать с восторгом. Настороженным было лишь отношение «соперников» — копенгагенской и геттингенской школ, которые к этому времени приняли в качестве истины разработанную Гейзенбергом матричную механику\*. Впрочем, и эта настороженность вскоре исчезла, после того как поняли, что волиовая и матричная механика в общем-то идентичны. В основном они дают одинаковые результаты, хотя исходят из совершенно разных отправных точек.

Старик Лоренц, которому Шредингер послал гранки своих статей, был «восхищен пронизательностью» автора. Планк прислал Шредингеру открытку, начинавшуюся словами: «...Читаю Вашу статью с тем же напряжением, с каким любопытный ребенок выслушивает разгадку головоломки, над которой он долго мучился, радуюсь красотам, раскрывающимся перед моими глазами». В более обстоятельном письме он называл работу Шредингера «эпохальным трудом». Эйнштейн, услышавший о теории Шредингера от Планка, нашел его восторг «оправданным». На полях письма Шредингеру, где он делал ему одно частное замечание, Эйнштейн написал: «Замысел Вашей работы свидетельствует о подлинной гениальности».

Естественно, Шредингер был на седьмом небе. «Ваше и Планка одобрение, — отвечал он Эйнштейну, — больше значат для меня, чем одобрение полусвета».

В своей автобиографии Шредингер признавался: «Я редко говорю первое слово, но часто второе...» Происходит это, по его словам, из-за того, что обычно его интерес к какому-либо предмету зависит от интереса окружающих и побудительным мотивом для него оказывается желание возразить кому-то или поправить кого-то. Первое слово в волновой механике действительно сказал не Шредингер. Он был вторым — после де Бройля. Однако по своему значению его работа, безусловно, заняла первое место. Не говоря уже о том, что этот блестящий всплеск творческого вдохновения (необыкновенно слож-

---

\* Так именовался первый вариант квантовой механики, в котором использовалось так называемое матричное исчисление.

ная теория, затрагивающая и объясняющая основы основ, была создана всего лишь за несколько месяцев), этот всплеск мало имеет аналогий в истории науки.

...Последнее, четвертое, «сообщение» Шредингера появилось в «Физических анналах» 21 июня 1926 года, а уже месяц спустя, 21 июля, в редакцию другого физического журнала поступила статья Макса Борна «Квантовая механика процессов столкновения», в которой он давал совершенно иное толкование волновой функции и волнового уравнения.

В этой статье Борн писал, что хотя из формул квантовой механики получаются вполне удовлетворительные результаты, однако в отношении физической интерпретации этих формул мнения разделились. Согласно идеям матричной механики точное представление процессов в пространстве и во времени вообще невозможно. Поэтому она ограничивается тем, что устанавливает соотношения между наблюдаемыми величинами. Иначе обстоит дело с волновой механикой. Шредингер, который вслед за де Бройлем считает волны носителями атомных процессов, уверен, что они вполне реальны, как любые другие волны.

Ни одна из этих точек зрения не кажется Борну приемлемой. Он сообщает о своем намерении дать «третью интерпретацию».

Что же это за интерпретация?

Отправной точкой для нее послужила мысль Эйнштейна, касающаяся соотношения между волновым полем и квантами света. Эйнштейн как-то заметил, что волины нужны лишь затем, чтобы указывать квантам — корпускулам — путь. Волновое поле — своего рода «призрак», определяющий вероятность того, что квант — носитель энергии и импульса — направится именно по этому пути, а не по какому-либо другому. Само поле нематериально: оно не обладает ни импульсом, ни энергией.

Поскольку между электроном и световым квантом полная аналогия, Борну пришла в голову мысль применить к электронам те же самые рассуждения, которые Эйнштейн применил к квантам. В таком случае волны де Бройля — Шредингера, по-видимому, и будут являть собой то самое «поле-призрак». Или, точнее, «ведущее поле».

Итак, дело заключается в следующем. «Ведущее поле», задаваемое волновой функцией от координат всех участвующих в движении частиц и от времени, распространяется в соответствии с волновым уравнением Шредингера. Но перенос энергии и импульса происходит таким образом, как если бы двигались не волны, а частицы. Вероятность движения каждой из этих частиц по тому или иному пути обуславливается распределением значений волновой функции. Короче, реальных волн, как мы их привыкли себе представлять, не существует. Существуют лишь «волны вероятности». По словам Борна, парадокс состоит в том, что «движение частиц следует вероятностным законам, но сама вероятность распространяется в соответствии с законом причинности».

Свойства материи таковы, что, оперируя с волнами вероятности (при помощи математического аппарата волновой механики), мы будем приходить к таким же результатам, как если бы мы имели дело с реальными волнами.

Вероятностная интерпретация волн Шредингера — еще одна блистательная страница не столь уже продолжительной в общем-то истории создания квантовой механики. В конце концов с этой интерпретацией согласились большинство физиков, и она стала общепризнанной. Хотя произошло это не очень скоро. В оппозиции к ней находились такие выдающиеся физики, как Планк, Эйнштейн, де Бройль... Что касается Шредингера, он только плечами пожал, услышав о «волнах вероятности». «В вероятностных представлениях Борна,— писал он Планку,— самое подозрительное для меня то, что при... их проведении (сторонниками этих взглядов), естественно, появляются удивительные вещи: вероятности событий, казавшихся независимыми... при их наложении не просто перемножаются, а «интерferируют»... совершенно таинственным образом (конечно, именно так, как мои амплитуды волн). В одной самой свежей работе Гейзенберга даже мои, столь осмеянные волновые пакеты, наконец, нашли соответствующую трактовку как «пакеты вероятности». Это особенно комично... Засим, по божьей воле, умолкаю. Если действительно нужно, постараюсь привыкнуть и к таким вещам».

«К таким вещам» Шредингер так и не привык до конца своих дней. «Не привыкли» к ним и некоторые другие ученые, сыгравшие в разное время важную роль в

создании квантовой теории. Этим можно объяснить в какой-то мере то обстоятельство, что Макс Борн был удостоен за свою работу Нобелевской премии только двадцать восемь лет спустя, как сам он об этом не без горечи писал в шестидесятые годы.

\* \* \*

Разумеется, картину, построенную для электронных волн, можно целиком отнести и к световым волнам. Собственно говоря, именно так и оценивалось с самого начала значение волновой механики. И тот скептицизм, с которым она на первых порах была встречена рядом ученых, естественно, касался не только ее способности истолковать природу атомов и частиц, но и природу света. Например, Сергей Иванович Вавилов писал в 1927 году в связи с двухсотлетием со дня смерти Ньютона: «В наше время сочетание волн и корпускул — единственный оставшийся выход в вопросе о природе света. Мы имеем несколько попыток такого соединения, теорию сэра Дж. Дж. Томсона, теорию де Бройля и совершенно отвлеченную и формальную теорию Шредингера. Результаты такого сочетания удовлетворительнее, чем у каждой теории порознь, но еще рано говорить об окончательном решении задачи».

Наконец, то признание со стороны все большего числа физиков, которое мало-помалу обретала волновая механика (и квантовая механика в целом), также распространялось на ее роль толкователя природы света.

В своей книге «Основные представления современной физики» (изданной в конце сороковых годов) Абрам Федорович Иоффе так описывал результаты двух опытов с рентгеновскими лучами (понятно, что в равной мере их можно было отнести и к свету). Первый опыт — интерференция рентгеновских лучей, пропускаемых сквозь кристаллы. Рассеиваемые атомами кристаллов, лучи собираются в узкие пучки и дают на фотопластинке ряд симметрично расположенных пятен. Поскольку пятна очерчены весьма резко, можно заключить, что в рассеянии участвуют тысячи атомов в каждом кристаллографическом слое и тысячи слоев. Иными словами, электромагнитная волна, проходящая сквозь кристаллическую решетку в виде шаровой волны, охватывает



миллионы ее атомов. Именно так представляли себе пространство света в течение полутора веков.

Но вот другой опыт. Острые катода маленькой рентгеновской трубки освещается ультрафиолетовыми лучами. Примерно тысячу раз в секунду с острия срывается электрон и ударяется в антикатод, вызывая импульс рентгеновских лучей. К тому моменту, когда на антикатод попадает следующий электрон, импульс, вызванный предыдущим, уходит уже за сотни километров, так что различные импульсы действуют независимо друг от друга. Далее, на некотором расстоянии от рентгеновской трубки, в электрическом поле конденсатора, подвешивается маленькая, размером около микрона, крупинка висмута. Раз в несколько часов можно наблюдать, как под действием проходящих сквозь нее рентгеновских лучей крупинка срывается с места и начинает двигаться, что свидетельствует о потере ею одного электрона. Из других опытов известно, что этому электрону передается вся энергия, затраченная на создание рентгеновского импульса. Но вот что интересно: ведь на крупинку попадает только крохотная часть электромагнитной волны. Выходит, та неизмеримо большая ее часть, которая не задевает крупинку (распространяется по другим направлениям), начисто лишена какой бы то ни было энергии...

Одним словом, с точки зрения классической электромагнитной теории результат этого опыта необъясним. Представление о непрерывной электромагнитной волне в данном случае оказывается непригодным: с его помощью невозможно описать, что происходит при излучении отдельного импульса. Остается сделать вывод, что вся энергия импульса заключена каждый раз в одном-единственном кванте излучения — фотоне, который вылетает из рентгеновской трубки всякий раз в каком-то одном направлении. Другие фотоны летят в других направлениях...

Но при таком истолковании существа дела непонятны результаты первого опыта: чтобы на фотопластинке получилась та картина пятен, которая была видна в действительности, электромагнитная волна, как уже говорилось, должна охватить миллионы атомов, частично рассеяться при встрече с ними...

«Оба опыта, казалось бы, исключают друг друга, — пишет Иоффе, — и, тем не менее, оба отражают разные стороны того же явления — распространения света. Кван-

товая механика, определяя вероятность передачи энергии фотоном, в данном месте одинаково правильно предсказывает результаты как первого, так и второго опыта. Ее предсказания обретают тем большую определенность, чем большее число элементарных актов участвует в данном явлении».

Пожалуй, здесь еще уместно будет привести слова Григория Самуиловича Ландсберга, как он себе представлял эту вековечную загадку — свет, так сказать, в итоге многовекового блуждания в потемках... Впрочем, не только свет, но и вещество (напомню еще раз, квантовая механика не делает между ними принципиальной разницы). Итак, учебник оптики Ландсберга, Москва, 1957 год: «...Статистическая точка зрения... объединяет корпускулярные и волновые представления: в корпускулах сосредоточена энергия, масса, импульс, т. е. вообще корпускулярные свойства света или вещества, а в волнах — вероятность их нахождения в том или ином месте, благодаря чему возникает возможность вычисления распределения фотонов или электронов в пространстве, в согласии с волновыми представлениями... ...Лишь соединяя волновые и корпускулярные представления в единое целое, мы получаем адекватный образ реальных объектов».

\* \* \*

Собственно говоря, здесь бы и можно поставить точку. Дальнейшее развитие физики не внесло пока ничего принципиально нового в эту картину, хотя, конечно, нет гарантии, что со временем она не будет как-то изменена или уточнена. Давний спор двух некогда непримиримых противников, двух соперничающих теорий света в конце концов завершился миром.

Сам факт, что спор тянулся так долго и с переменным успехом, свидетельствует, что оба лика этого двуликого Януса, именуемого светом, так или иначе были видны исследователям. Или, подходя к делу с другого конца, что исследователи неизменно проявляли проницательность, прозорливость, различая в природе света две стороны: волновую и корпускулярную.

Конечно, говоря об исследователях, я имею в виду всю их совокупность в целом: пожалуй, отдельные ученые как раз чаще были полны решимости защищать какую-то одну сторону, начисто отвергая другую. Понятное дело,

ни у кого не повернется язык ставить это кому-либо из них в вину: немислимо было вообразить себе, что два, казалось бы, непримиримых представления отражают одну и ту же сущность.

Разве что Ньютон мог подозревать что-то подобное, если только его осторожность в вопросе о природе света не была обусловлена обычным для него неприятием гипотез. («Разумеется, этим она, в первую очередь, и объяснялась,— с жаром доказывает мне Владимир Иванович.— Но эта его позиция закономерно, неизбежно должна была привести к подозрению, к догадке, что тайна сия особенно велика есть. Что в вопросе о свете обычная человеческая логика — «либо — либо» — оказывается негодной».)

Впрочем, как всегда в таких случаях, потом обнаруживается, что в прошлом довольно много было высказываний, предрекавших конечный компромисс двух борющихся не на жизнь, а на смерть теорий. Историки довольно часто приводят случай с конкурсом, объявленным в 1828 году Петербургской академией наук. По условию конкурса предлагалось дать объяснение «истинной» природы света. Так вот, в одной из представленных работ провидец, чье имя осталось неизвестным, писал: «Соображая все явления света, основанные на опытах, и применяя оные к каждой из систем в вопросах, Академиею помещенных, кажется, с одной стороны, чрез истечение тончайшей упругой жидкости явления оныя могут объясниться столь же удовлетворительно, сколько, с другой, чрез сотрясение эфира, разлитого по вселенной. Но каждая система для полного объяснения света равно недостаточна».

Позднее, в 1842 году, великий математик Николай Иванович Лобачевский также предлагал соединить «теорию волнения и истечений», считая, что одна волновая теория (ставшая к тому времени безраздельной владычицей) не в силах объяснить природу света: «Систему волнений нельзя справедливо назвать теорией, а только выражением тех явлений, которые желают объяснить... Теория волнений представляет верно некоторые законы в явлениях света, но не дает еще понятия, в чем сущность заключается... Говорить о волнах, значит основывать все суждение на том, что в строгом смысле не существует, подобно тому как мы говорим о линиях и поверхностях, тогда как в природе находятся только тела».

Читая эти слова о «несуществующих в строгом смысле» волнах, так и хочется предположить, что Лобачевский имел здесь в виду нечто подобное «полю-призраку» или полю вероятностей, о которых трактует квантовая механика. Но это было бы, пожалуй, чересчур... Скорее всего он просто подразумевал, что волна не есть какой-то особенный материальный объект — она лишь представляет собой колебательное движение некоторых тел, частиц. Так или иначе, соприкоснувшись невзначай с вопросом о природе света (по случаю наблюдения солнечного затмения), Лобачевский и здесь высказал удивительно точный взгляд на вещи, достойный его гениального разума.

Наконец — впрочем, наконец ли? — французский философ Огюст Конт высказал в прошлом веке догадку, которую Вавилов назвал очень дальновидной. «Световые явления, — писал он, — всегда будут составлять категорию явлений своеобразных, безусловно не сводимых к другим: явления света навеки останутся разнородными с явлениями движения и звука».

Здесь уже речь идет не просто о том, что для описания световых явлений требуется двойкий подход, а о том, что эти явления по самой своей сути глубоко отличаются от всего, что мы привыкли наблюдать в обычном, доступном нашим чувствам мире. По-видимому, свойства микроскопического мира весьма непохожи на свойства мира макроскопического, непосредственно явленного нашему взору.

Какой бы, однако, трепет и восхищение ни вызывали у нас все эти удивительные прозрения и догадки, в общем-то вряд ли они оказали большое влияние на реальное развитие науки о свете. Люди, их высказывавшие, в какой-то мере забегали вперед, опережали свое время...

## ПОСЛЕДНЯЯ СХВАТКА

Итак, в давнем изнурительном споре волновой и корпускулярной теорий света была поставлена точка.

Эта-то точка и вызвала очередное столкновение между мною и Владимиром Ивановичем. Услышав про нее — про то, что я собираюсь написать в своей книге фразу об этой точке, он буквально расสวิрепел.

— Кто вам дал право произвольно расставлять в истории знаки препинания! — кричал он, и кожа у него на носу морщилась, как у рассерженного щенка.

Я, как мог, пытался его успокоить, однако мне долго это не удавалось. Он все произносил какие-то неприятные междометия в мой адрес и без конца в разных вариантах повторял одну и ту же фразу, насчет того, что-де всякий, кому взбредет, начинает расставлять в истории точки, запятые, восклицательные знаки и т. д. Насколько я мог понять, с этой точкой я наступил ему на большую мозоль, напомнил какие-то давние, но не забытые споры насчет толкования тех или иных эпизодов истории науки.

Наконец, он схватил карандаш и с чувством, ломая грифель и раздирая бумагу, написал цифру: 1952. Потом, немного подумав, поставил запятую и добавил еще одну цифру: 1953.

— Что это? — спросил я в недоумении.

— Годы! — не сказал, а буквально выдохнул он. — Годы, когда битва еще продолжалась.

— Впрочем, — он посмотрел на меня с подозрением, — она не прскратилась и по сей день. Тлсет огонек... Запомните это! — Владимир Иванович погрозил мне пальцем, как будто в мои намерения специально входило позабыть эти его слова. — Но эти годы — пятьдесят второй и пятьдесят третий — это статья особая. В эти годы снова пламя вспыхнуло...

Я уже понял, что он имеет в виду. Действительно, в 1952—1953 годы на короткое время возобновился открытый, очень эмоциональный и яростный спор между старыми противниками — Эрвином Шредингером и Максом Борном. На склоне лет Шредингер вновь бросил дерзкий вызов «копенгагенцам».

Владимир Иванович говорил взволнованно и страстно, словно он сам участвовал в перипетиях сражения. Правда, я никак не мог взять в толк — на чьей же стороне. Потом, наконец, понял: эта «драма идей» волновала его как актера; он с одинаково глубоким чувством готов был держать (и держал!) монолог и от имени Шредингера, и от имени Борна.

Под конец, как всегда, устал, погас. Потребовал от меня слова, что я непременно расскажу в своей книге об этом эпизоде. Даже скорее не потребовал — попросил, глядя на меня с мольбой (и одновременно с ненавистью,

как бы заранее рассчитанной на тот случай, если я не дам обещания или после вздумаю не выполнить его).

Слово я ему дал и вот теперь должен его держать. Хотя в первоначальные мои планы не входило повествовать о возобновлении полемики в пятидесятые годы. Как бы хорошо было в самом деле поставить точку — и вся недолга. Тем более, что, по существу, все было предрешиено уже тогда, в двадцатых... Но слово есть слово.

\* \* \*

Итак, в 1952 году, в августе и ноябре, в «Британском журнале философии науки» появились две части написанной Шредингером статьи под названием «Существуют ли квантовые скачки?». Начиная Шредингер издали. Всякая наука, писал он, связана с общечеловеческой культурой, любые ее открытия, даже самые выдающиеся, бессмысленны вне своего «культурного контекста». Ученые, которые не признают, что их теории и концепции в конечном счете должны быть усвоены образованной прослойкой общества и стать органической частью общей культуры, которые объясняются друг с другом на языке, понятном лишь немногим, — эти ученые обрекают свою науку на «бессилие и паралич».

Пренебрежительное отношение к прошлому, разрыв с традициями, продолжал Шредингер, — это общая тенденция нашего времени. Она проявляется, в частности, в искусстве. Плод такого пренебрежения — модернизм. Многие считают его могучим взлетом духа, он же, Шредингер, придерживается противоположного мнения.

Естественно, наука подвержена умонастроениям своего века, упомянутая тенденция грозит вторгнуться и в нее. Более того, вторжение уже произошло. Пример тому — современная теоретическая физика. Взять хотя бы пресловутые квантовые скачки. Это типичный образец «гонгоризма» (так Шредингер именуется «модернизм в науке», по имени кастильского поэта XVII века Спаниарда Гонгора, автора необычайно трудных для понимания произведений). Они представляют вызов не только мышлению чисто физическому, но и мышлению общечеловеческому, ибо согласно понятиям, сложившимся на протяжении веков, — *natura non facio saltus* — природа не делает скачков.

Откуда взялись эти скачки? Шредингер считает необходимым вкратце напомнить о том читателю. Все началось, как известно, с того, что Макс Планк открыл нарушение непрерывности там, где его менее всего можно было ожидать, — в процессе обмена энергией между атомами и молекулами, с одной стороны, и излучением — с другой. Правда, с самого начала Планк испытывал большие колебания в одном вопросе. Он никак не мог решить, следует ли настаивать на том, что любой атом или молекула в нормальном состоянии способны удерживать только определенное, резко «очерченное» количество энергии. Еще большие колебания вызывало у него другое — можно ли говорить, что само излучение состоит из отдельных порций?

Эти колебания оказались совершенно чужды Эйнштейну, который выдвинул гипотезу световых квантов и «подкрепил ее неотразимой аргументацией». Затем Нильс Бор доказал существование так называемых стационарных состояний, при которых атом или молекула обладает определенной порцией энергии (величина ее пропорциональна постоянной Планка). Теория Бора пользовалась успехом. Однако при всем том она обладала одним серьезным недостатком: хорошо описывая «стационарные» состояния, то есть «сравнительно неинтересные промежутки времени, когда ничего не случается», она вместе с тем хранила полное молчание об иных периодах, когда атом или молекула переходит из одного энергетического состояния в другое. То есть о тех самых квантовых скачках, как их тогда уже стали называть. Поскольку в теории Бора ничего о таких переходах не говорилось, оставалось подразумевать, что каждый из них происходит мгновенно, именно как скачок. И это несмотря на то, что в действительности процесс излучения, сопровождавший каждый такой скачок, само собой разумеется, требовал какого-то времени...

Эту неувязку устранила волновая механика. Она построила, или — как точнее сказать? — создала наглядную картину-модель, в которой роль «стационарных» состояний (по терминологии Бора) играли собственные колебания атома. В такой модели переход из одного состояния в другое не требовал никаких скачков — просто колебания с одной собственной частотой сменялись колебаниями с другой. Что касается частоты испускавшегося при этом излучения, она была равна разности двух соб-

ственных частот. Короче, все наблюдаемые явления вытекали из этой теории «так просто и так складно», как в обычной теории упругости, на аналогию с которой и опиралась эта модель.

Понятное дело, при таком подходе, устранялось самое главное, что вело к разрыву со старой, классической физикой,— идея прерывистости, скачкообразности процессов обмена энергией.

Шредингер рассматривает ряд экспериментов, приводимых обычно в качестве доказательства прерывистой передачи энергии, и дает им свое чисто волновое толкование. В частности, он разбирает явление фотоэффекта, которое, как известно, было одной из главных причин, побудивших Эйнштейна «пустить в обращение гипотезу световых квантов». Когда металлическую пластинку облучают светом достаточно высокой частоты, из нее тут же начинают вылетать электроны — с энергией, соответствующей частоте света. Никакой задержки не происходит даже в том случае, если интенсивность падающего света весьма слаба. Этот факт, говорит Шредингер, и расценили как доказательство того, что свет сразу же передает электрону квант энергии. Согласно «ортодоксальной» точке зрения, существует крайне малая вероятность того, что каждый из электронов металла в следующий момент после падения луча перепрыгнет в состояние с более высокой энергией. Соответствующим образом она, эта вероятность, и реализуется для крайне малой доли огромного числа электронов — они выскакивают из металла. Вместе с тем, согласно представлениям волновой механики, падение световой волны приводит к тому, что из металла вылетает дуг электронных волн. Это представление общепринято. «Но если признавать нашу волновую интерпретацию,— пишет Шредингер,— то зачем еще нужна та вероятностная схема? Разве не становится беспочвенной сама идея о мистических внезапных скачках одиночных электронов?» Без волн обойтись нельзя — ничего не стоит это доказать. Но для чего нужны эти скачки?

Шредингер отрицает не только скачки. Он отрицает сами частицы как некие объекты, обладающие индивидуальностью. Ведь на практике, в экспериментах, мы никогда не имеем дела с электроном, атомом или молекулой (по крайней мере «малой»). Правда, мысленно мы иногда рассматриваем такого рода опыты, но это, как



считает Шредингер, всякий раз неизбежно приводит к «нелепейшим следствиям». Например, такому: сферическая дебройлевская волна, которая представляет собой «Один» электрон, движется в «неизвестном» направлении; в тот момент, когда эта волна достигает фотопластинки, она внезапно расплющивается и превращается в небольшой волновой пакет — «один» электрон образует на пластинке пятно. Ничего подобного не произошло бы, если бы число «один» не считалось достоверно установленным и количество электронов с таким же успехом могло считаться равным нулю, двум или трем. Одним словом, подчеркивает Шредингер, «мы крайне нуждаемся в этих сферических волнах как реальностях», а не как вероятностях. Эти вероятности — не что иное, как способ выражения нашего незнания. Только считая волны реальностью, мы сможем объяснить интерференцию и ряд других подобных явлений.

Правда, без ответа останется важнейший вопрос: каким образом наглядно представить себе частицы? Можно ли их представлять себе чем-то вроде пенистых гребешков волн на поверхности моря? Можно ли считать, что частицы располагаются в пределах непрерывных цугов дебройлевских волн — ведь подчас эти частицы представляют собой единственное, что наблюдается в таких цугах? Хотя на все эти вопросы и невозможно пока дать исчерпывающий ответ, все же они не так страшны, полагает Шредингер. Во всяком случае, подчеркивает он, уже сейчас определенно можно утверждать, чем не являются частицы: они не являются «чем-то долговечным, маленьким, обладающим индивидуальностью».

В прежние времена Макс Борн в подобных ситуациях отделялся шуткой. Он говорил, что последовать за Шредингером в отрицании частиц он не может по одной простой причине: его институт помещается в том же здании, что и экспериментальный институт Джеймса Франка; каждый эксперимент Франка и его учеников по столкновению электронов — а эти эксперименты, естественно, тут же становятся Борну известны — представляется ему убедительным доказательством, что электрон все-таки частица.

Однако теперь вроде бы не до шуток. Ведь именно он, Макс Борн — автор вероятностной интерпретации волн де Бройля — Шредингера. И именно ему, наверно, надлежит со всей серьезностью ответить на обвинение, что

эта интерпретация, по существу, представляет собой «гонгоризм», то есть нечто невразумительное, порывающее со всей многовековой человеческой культурой.

Все же Макс Борн, по его собственному признанию, довольно неохотно принимает предложение ответить Шредингеру, поскольку считает неловким говорить публично о расхождениях по фундаментальным вопросам с одним из своих «самых старых и лучших друзей». И если он тем не менее «принимает вызов», тому, как он объясняет, есть несколько причин. Во-первых, по убеждению Борна, никакое расхождение в научных вопросах не может поколебать их со Шредингером дружбу. Во-вторых, другие его хорошие и давние друзья столь же высокого научного ранга — Бор, Гейзенберг, Паули — разделяют его точку зрения. Наконец, в-третьих — и это самое важное, — он опасается, что статья Шредингера, обладающая несомненными литературными достоинствами, широтой исторического и философского подхода, искусной аргументацией, может «вызвать беспорядок» в умах тех людей, кто не будучи физиком, тем не менее интересуется общими физическими проблемами. Соответственно он выбрал для ответа лишь те из вопросов, поставленных Шредингером, которые кажутся ему интересными с философской точки зрения.

В общем-то тон статьи Макса Борна спокоен, особенно в сравнении с эмоциональным, раздраженным тоном Шредингера. Это спокойствие человека, непоколебимо уверенного в своей правоте.

Всего лишь несколько лет назад, пишет Борн, Шредингер опубликовал статью «2400 лет квантовой теории», где подчеркивал, что открытие квантов, сделанное Планком, есть не что иное, как кульминация многовековой, насчитывающей почти два с половиной тысячелетия атомистической «линии» в науке. В то время Шредингер, по видимому, считал, что возникновение идеи атомов — конечных неделимых частиц — было большим достижением. Теперь же он утверждает нечто прямо противоположное. Шредингер обвиняет современных физиков в том, что они порывают с культурным прошлым человечества, переоценивают свои достижения и приуменьшают достижения предшественников. Однако, по мнению Макса Борна, сам Шредингер являет собой «худший пример» этого: идея атомизма со времени ее возрождения в XVIII веке оказалась столь плодотворной, что попытка Шредингера

отбросить ее представляется Борну дерзким вызовом истории. Или, во всяком случае, покушением на историческую преемственность, о которой так печется сам Шредингер.

Попытку отбросить частицы и атомы еще можно было бы как-то оправдать, если бы Шредингер предложил взамен что-нибудь лучшее. Собственно говоря, он на это и претендует, утверждая, будто все физические и химические процессы можно описать с помощью волн. Читатель-неспециалист, несомненно, поймет это так, что речь идет об обычных волнах в обычном пространстве. Но физик знает: на деле все обстоит по-другому. Если взять простейший случай, скажем атом водорода (ядро и один электрон), тут действительно все можно свести к двум волновым уравнениям в трехмерном пространстве. Однако стоит рассмотреть случай посложней, допустим атом гелия (ядро и два электрона), это уже становится невозможным. Для описания движения электронов требуется уже шестимерное пространство. А в общем случае — пространство с числом измерений, втрое превышающим число частиц.

Но тогда что же такое хваленая наглядность волнового описания? Это всего лишь иллюзия наглядности. Многомерная волновая функция — просто-напросто название некоей абстрактной математической величины «пси» (кстати, у нее имеется и другое название — кое-кто ее именуется вектором состояния в гильбертовом пространстве \*). Любая попытка представить наглядно явления, которые выражаются уравнениями с многомерными волновыми функциями, обречена на неудачу. Шредингер и не предпринимает таких попыток. Он подбирает примеры таким образом, чтобы все происходило в обычном трехмерном пространстве, то есть ограничивается простейшими случаями. Продемонстрировав при этом, что частицы ведут себя не совсем так, как должны бы вести «хорошо воспитанные» песчинки, он делает отсюда вывод: представление о частицах вообще несостоятельно.

Однако микрочастицы вовсе и не должны быть похожи по своим свойствам на мелкие крупинки обычного вещества. Хорошо известно (и это вовсе не заслуга волновой механики), что они обладают «странными» свойствами — они действительно лишены индивидуальности

---

\* Пространство с бесконечным числом измерений.

(хотя, конечно, не в шредингеровском смысле), их положение и скорость можно определить только приблизительно (согласно соотношению неопределенностей Гейзенберга \*). Но означает ли все это, что частиц вовсе нет?

По сути дела, основное утверждение Шредингера заключается не в том, что не существует частиц и атомов, а есть только волны (хотя на словах он именно это и утверждает). Главное, что, по мнению Шредингера, не имеет смысла вероятностная интерпретация квантовой механики. Здесь Борн ссылается на письмо, которое Шредингер ему прислал. В этом письме он заявляет, что почти все крупные успехи квантовой механики были достигнуты на основе более или менее ясного представления о природе рассматриваемых систем и знания закона их взаимодействия. Иными словами, вероятностная интерпретация тут не причем. Однако, как подчеркивает Макс Борн, даже беглый обзор литературы свидетельствует о противоположном: например, очень велико число подтверждений квантостатистических законов рассеяния. Даже в ядерной физике, где знание закона взаимодействия «ненадежно и скудно», принципы квантовой статистики были использованы весьма успешно. Пример тому хотя бы атомная бомба.

Разумеется, Макс Борн вовсе не хочет сказать, что статистическая, или, иначе, вероятностная, интерпретация квантовой механики совершенна и окончательна. В этом смысле можно приветствовать «нападение Шредингера» на «удовлетворенное равнодушие» некоторых физиков, которые принимают эту интерпретацию просто потому, что она «работает», то есть дает результаты, совпадающие с экспериментальными. Однако вряд ли положительное значение его статьи простирается далее этого.

«Мне нелегко критиковать философию друга, которым я глубоко восхищаюсь как большим ученым и глубоким мыслителем», — пишет в заключение Макс Борн. По этой причине он прибегает к тому же полемическому приему, что и сам Шредингер, — к цитированию людей, чей авторитет в вопросах физики не вызывает сомнений.

---

\* Согласно соотношению неопределенностей, ни одна частица не может находиться в состоянии, когда ее координаты и импульс одновременно обладают вполне определенными, точными значениями.

В качестве такого человека Борн выбирает Вольфганга Паули, по общему признанию, «наиболее критичного, логически и математически требовательного среди ученых, которые внесли вклад в квантовую механику». Борн приводит такой знаменательный отрывок из письма Паули к нему. «Вопреки всем реакционным усилиям (Шредингер, Бом и др., а в некотором смысле также и Эйнштейн), — говорится в этом отрывке, — я уверен, что статистический характер  $\psi$ -функции (а таким образом и законов природы), который Вы с самого начала усиленно подчеркивали в противоположность Шредингеру, будет определять стиль законов в течение по крайней мере нескольких столетий. Возможно, что позднее, например в связи с процессами жизни, будет найдено нечто совершенно новое, но мечтать о возвращении к прошлому, к классическому стилю Ньютона — Максвелла (а то, чему посвящают себя эти господа, есть только мечты) — это кажется мне безнадежным, неправильным, признаком плохого вкуса. И мы могли бы добавить, что это даже некрасивые мечты».

По поводу этих слов Макс Борн замечает: то, что Паули называет стилем науки, есть, другими словами, «философское лицо эпохи, которое определяет ее культурные основы». В том, что касается этого лица, они со Шредингером придерживаются различных точек зрения, и надежд на соглашение мало.

Как видим, во время этой последней яростной вспышки спора между сторонниками корпускул и волн перепалка, по сути дела, касалась уже не столько природы света, сколько природы материи вообще. Оно и понятно (мы уже говорили о том): с тех пор как на горизонте появилась квантовая механика, точнее дебройлевские «электронные волны», «волны материи», природу света перестали выделять, рассматривать обособленно от природы материи вообще. Согласно сегодняшним понятиям, структура света в принципе ничем не отличается от структуры любого вещества. Все особенности света определяются своеобразием составляющих его частиц — фотонов, которые лишены массы покоя и обладают тем удивительным свойством, что могут существовать, только мчась с невообразимо огромной скоростью — около трехсот тысяч километров в секунду...

— Ну как, вы довольны? — говорю я Корнилову, протягивая ему стопку листков. — Я последовал вашему совету — написал о последней вспышке спора между Шредингером и Борном.

Он смотрит на меня непонимающе.

— А-а-а... Это по поводу того, существуют ли частицы или мир состоит из одних только волн? Ну это казус. Об этом можно было бы и не упоминать.

Вот так. Подобные метаморфозы случаются с ним чуть ли не на каждом шагу. Соткан человек из метаморфоз. Давно ли, кажется, он чуть ли не силой, кулаками готов был заставить меня, чтобы я включил в книгу этот эпизод, а теперь об этом, видите ли, можно было и не упоминать... Видно, другим уже занята голова.

— Между прочим, — говорит мне Владимир Иванович, как бы откликаясь на мои мысли. — На днях, наконец, состоится мой доклад на ученом совете. О гипотезах... Вы ведь, кажется, интересуетесь этой проблемой? — он внимательно смотрит на меня, словно бы в самом деле до сих пор не знает, интересуюсь ли я «этой проблемой». — Так вот, приходите послушать, если желаете.

Разумеется, приду.

Все-таки я рад, что внял его совету и написал о последнем рецидиве спора. Хотя вначале, сев за машинку, я делал это, можно сказать, по принуждению, повинувшись данному Владимиру Ивановичу слову, однако потом втянулся, увлекся. Действительно интересно: сотни лет бушевали страсти — волны или корпускулы? — сотни лет каждый тянул в какую-то одну сторону; и когда уже ясно стало, что обе стороны важны — и корпускулы, и волны, когда все давно уже примирились с этим, вдруг опять прорывается крик: «Нет, волны!» Вот она, человеческая природа.

## КАК ЖЕ ВСЕ-ТАКИ ОТНОСИТЬСЯ К ГИПОТЕЗАМ?

На заседание ученого совета, где обсуждался доклад Корнилова, народу много набилось. Впрочем, и комнатка была небольшая. Кое-кто предлагал перейти в столовую, но председатель, замдиректора по науке, воздержался. Были, видно, соображения.

Корнилов принес кучу плакатов, но забыл кнопки, в нерешительности вертел ватман в руках, не зная, что с ним делать. Я не узнавал его. Куда делись его самоуверенность, четкость во всем, даже в мелочах. Кто-то вызвался ему помочь. Накололи ватманские листы на рейки. Вообще, по первому впечатлению, в эти первые минуты все было необычайно доброжелательно к Корнилову (тем резче проступило недоброжелательство в дальнейшем).

Во время доклада Владимиру Ивановичу понадобился мел — написать на доске формулу. Мела не было. Секретарь совета Любовь Васильевна, женщина прилежная и исполнительная, всполошилась, помчалась куда-то, принесла беленький брусочек. Но Корнилов к этому времени, проговорив формулу устно, уже далеко ушел. Так и перекадывал мел из ладони в ладонь за ненадобностью. Перепачкал пиджак, брюки (это при том, что обычно он на редкость аккуратен). Любви Васильевне, не терпевшей ни в чем небрежности, оставалось только страдальчески морщиться, глядя на все это.

Доклад Корнилова назывался «Эвристическое значение гипотез, как оно предстает при ретроспективном рассмотрении процесса становления некоторых физических теорий» (первоначально название состояло всего из двух слов — «Без гипотез!», однако некоторые члены совета, настроенные по отношению к Корнилову более или менее доброжелательно — таких было немного, посоветовали ему не отступать от традиции длинных наукообразных названий, поскольку это лишь усугубит его положение как автора необычной, можно даже сказать, экстравагантной концепции).

В общем-то взгляд Владимира Ивановича на гипотезы читателю хорошо известен, а потому вряд ли есть надобность излагать его здесь подробно. Скажу только, что к моменту описываемых событий этот взгляд претерпел то изменение, что сделался более конкретным: подверглась сомнению «эвристическая ценность» (повторю здесь выражение, использованное в докладе) не любых гипотез, а гипотез «ньютоновского типа» (понимая под этим тот тип, который Ньютон как раз более всего ненавидел).

Естественно, изложение строилось на материале истории физической оптики, где Корнилов был специалистом. Кроме имени Ньютона, упоминались имена древних («вынужденных» прибегать к «гипотезам-мифам»), Де-

карта (зачинателя «новой гипотезомании»), Гука, Гюйгенса, Юнга, Френеля, Малюса, Максвелла, Герца, Лоренца, Планка, Эйнштейна, Бора... Словом, все известные имена. По словам Корнилова, на первых порах так называемая удачная гипотеза вроде бы действительно оказывается полезной, помогает движению вперед, однако на самом деле уже в момент ее принятия зароняются семена будущего кризиса науки. С течением времени кризисные явления все более усугубляются, развитие науки становится все более болезненным. В основе этого — одно решающее обстоятельство: истинное знание пытаются построить на базе знания ложного, олицетворяемого первоначальной фундаментальной гипотезой. Единственный способ выйти из этого кризиса — отказаться от гипотезы. Но еще лучше было бы вообще не создавать для него предпосылок...

Разумеется, больше всего, как и прежде во время наших споров, досталось от Владимира Ивановича гипотезе эфира. По его словам, это представление, введенное однажды в обиход науки, со временем стали рассматривать чуть ли не как доказанную реальность. Эфиру приписывались разнообразные свойства... Все это повлекло за собой ряд тяжелых заблуждений.

— Помимо всего прочего, — говорил Корнилов, — разве можно признать нормальным, что в течение многих десятилетий над человечеством довлело ложное представление о картине мира, причем подаваемое от имени науки?!

Отказ от гипотезы эфира, продолжал Владимир Иванович, был делом необычайно благотворным не только для науки, но вообще для всего человеческого духа, для всей культуры... С науки же будто шоры сдернули, отпустили тормоза, она обрела естественную раскованность в своем движении, вновь получила неограниченную возможность развиваться...

— Заметьте, однако, — Корнилов поднял палец, — каким образом осуществляли проверку гипотезы эфира: искали подтверждение не его отсутствия, а его существования. Причем, когда эксперимент дал отрицательный результат, его стали повторять снова и снова. Повторяли бесконечное число раз в течение десятилетий в надежде, что авось все-таки эфир обнаружится... Хотя в теории большинство довольно быстро согласилось от него отказаться.



Среди других примеров гипотез-заблуждений Владимир Иванович привел электронные орбиты и прочую, как он выразился в несколько тяжеловесном стиле специфического научного юмора, «классическую атрибутику внутриатомного интерьера». Хотя период царствования этой гипотезы (или гипотез) продолжался несравненно короче, однако мучений она также вызвала предостаточно. И усилий для вывода науки из тупика потребовала преогромных. Был даже момент, когда поиск новых путей в физике свелся к примитивному угадыванию.

Выход опять-таки мог заключаться только в одном — чтобы отказаться от всех этих придуманных понятий. Этот выход нашел Гейзенберг. Как говорит Макс Борн, он отверг «картину электронных орбит с определенными радиусами и периодами обращения, потому что эти величины ненаблюдаемы...» Вообще, он ввел принцип, согласно которому понятия и представления, не соответствующие наблюдаемым фактам, не должны использоваться в теоретическом описании. После этого физика сразу же ступила на твердую почву, была построена квантовая механика.

— Но вряд ли,— продолжал Владимир Иванович,— значение принципа Гейзенберга ограничивается только этим эпизодом истории физики. По существу, это та же самая ньютоновская заповедь — «Не измышлять гипотез!» Ее относили к чудачествам гения и толковали так, будто она призывает к голой эмпирике. На самом деле в ней лишь выражено решительное недоверие к ненаблюдаемым, даже принципиально ненаблюдаемым вещам. Эфир ненаблюдаем. Электронные орбиты ненаблюдаемы. Ненаблюдаемы десятки других феноменов, которые в разное время выдвигались в центр внимания и предполагались существующими... На таких сваях нельзя строить науку. Ньютон — Эйнштейн — Гейзенберг... Даже этого пунктира было бы достаточно, чтобы заставить нас задуматься. Но при желании можно назвать множество других имен, привести много других подобных эпизодов из истории науки...

Корнилов говорил еще некоторое время, а потом как-то сразу оборвал свой доклад на полуслове, будто утратил к нему всякий интерес. Вяло опустился на стул. Принялся оттирать мел с ладоней...

Между тем началось чтение рецензий (доклад предварительно рассылали и раздавали различным лицам и

организациям). Некоторые рецензии читали сами рецензенты. Авторы других, видимо, сочтя свой долг выполненным, не явились на заседание, а потому роль чтеца досталась все той же Любови Васильевне. Исполненная сознания возложенной на нее ответственности, она произносила текст громко и внятно. Когда встречались иностранные термины и фамилии и Любовь Васильевна не знала, как правильно поставить ударение, она честно в том признавалась, прибегала к вариантам. Словом, все как полагается. Тон ее был абсолютно беспристрастен, независимо от того, читала ли она положительный или отрицательный отзыв.

Впрочем, положительных отзывов было всего два. Умеренно положительных. В них говорилось, что идея Корнилова интересна, хотя и недостаточно обоснованна. Но, как бы то ни было, она, разумеется, заслуживает дальнейшего развития. Эти два отзыва исходили из институтов хотя и солидных, но имеющих лишь косвенное отношение к данной проблеме. Их представил сам Корнилов. И по этой причине, и потому, что авторами их были люди, не имеющие непосредственного касательства к рассматриваемому вопросу, их оставили без внимания. Зато пять других отзывов, зубодробительно-отрицательных, не оставляющих камня на камне от корниловских рассуждений, были встречены с восторгом и одобрением. Все они были написаны компетентными, заслуживающими доверия людьми. Два — сотрудниками этого самого института, где работает Корнилов и где происходило обсуждение, три — коллегами из родственных научных учреждений.

Более всего Корнилову досталось за то, что посягнул он на концепцию знаменитого профессора Ивана Петровича Трофимова, разработанную им еще в тридцатые годы. Славная эта фамилия была упомянута раз пятьдесят, причем всякий раз, в знак особенного уважения и непреклонной решимости защитить ее от дерзких посягательств, непременно с именем и отчеством. Было такое впечатление, будто для каждого выступающего Иван Петрович был стародавним другом семьи. Впрочем, и действительно среди присутствующих находились его ученики, кому еще довелось слушать лекции прославленного профессора, кто был свидетелем всестороннего, комплексного подхода его к рассматриваемой проблеме. Концепция Ивана Петровича касалась так называемого

предзнания, «опережающего» знания. Согласно этой концепции, предзнание составляет необходимый эшелон науки, наряду с двумя другими — развивающимся знанием и устоявшимся знанием. В сферу «опережающего» знания как раз и входят всякого рода гипотезы, предположения, догадки, прогнозы... Отрицание роли гипотез (предзнания), по словам выступавших, в какой-то мере равнозначно отрицанию науки в целом, развитие которой немыслимо без эффективного взаимодействия всех трех эшелонов.

Кроме того, отвергая концепцию Ивана Петровича Трофимова, говорили присутствующие, Корнилов лишает отечественную школу приоритета в решении данного вопроса. (Напрасно Корнилов будет потом говорить, что он вовсе не имел намерения подкапываться под этот приоритет, но что-де наука такая сфера, где вообще время от времени неизбежна смена представлений, преподнесение подобных азбучных истин столь квалифицированной аудитории будет воспринято как откровенно неэтичный поступок.)

Вслед за отзывами положены вопросы к докладчику. Однако как только отзвучала последняя рецензия, прочитанная внятным дикторским голосом Любви Васильевны, почему-то поднялся сам Корнилов и начал было по пунктам возражать критикам (должно быть, заранее приготовился к такому ходу совета и уже не слышал, что председательствующий предложил задавать вопросы). Это привело всех присутствующих в необычайное раздражение и возбуждение. Всеобщая неприязнь к Корнилову как-то сразу выплеснулась. И процедура вопросов-ответов, после того как Корнилова прервали, вся прошла под знаком этого раздражения. Корнилов смешался, стал без конца снимать и протирать очки (опять я не мог узнать его, всегда такого собранного, владеющего обстановкой). После каждого вопроса магнитофонная лента его феноменальной памяти, прежде чем включиться на нужном месте, должна была несколько раз попасть не туда, куда надо, так что присутствующим приходилось всякий раз выслушивать какие-то фразы, выдернутые из произносившихся им в разное время речей, лекций, докладов, куски аргументации из каких-то споров, которые он когда-то с кем-то вел.

Задается, например, вопрос: «Как вы себе представляете, на сколько лет и в какую сторону сдвинулось бы

в случае отказа от гипотез создание электромагнитной теории, специальной теории относительности, квантовой механики?..» Ему бы ответить: «Это совершенно некорректный, не относящийся к делу вопрос. Я вовсе не призываю к отказу от всех гипотез, я говорю только о гипотезах определенного типа. Но даже и в том случае, если бы вы имели в виду лишь их, проанализировать, к чему конкретно мог бы привести отказ от гипотезы, как вы понимаете, невозможно. Это недопустимое упрощение проблемы». Вместо этого Владимир Иванович — что с ним случилось? — некстати начинает перечислять имена своих оппонентов: «Профессор Федоров, прямо скажем, довольно слабо разбирающийся в методологических вопросах...» В зале возмущенный гул. Любовь Васильевна мученически восклицает: «Я же говорила!.. Я говорила, что не надо все это затевать!» А Корнилов, запнувшись на мгновение, опять за свое: «Заведующий отделом Аркадьев, будучи не в состоянии оценить истинное значение предлагаемой концепции...» Все-то у него слабо разбираются, не в состоянии оценить... Хоть бы вслух об этом не говорил. «Отвечайте на вопрос!» — грозно обрывает его председатель. «Да он не может ответить!» — разом выкрикивают позади меня два женских голоса. Спиной я чувствую, как обе дамы прямо-таки полыхают негодованием.

Наконец после третьего-четвертого вопроса Корнилов успокаивается, начинает отвечать коротко и ясно. Но уж и эти его ответы кажутся длинны, его не слушают, сами спрашивающие обрывают на полуслове: «Спасибо, достаточно!»

Далее следуют выступления. Они мало что добавляют к рецензиям. Критикуются некоторые частности — те, что упустили авторы отзывов или не расслышали слушатели. Все устали, всем все ясно. Напоминают о регламенте, требуют сократить число выступлений. Под конец выходит уважаемый всеми старый экспериментатор, так сказать практик науки, и под общее одобрение заявляет, что ему вообще непонятно, о чем идет разговор. Независимо от того, верна ли концепция Корнилова или неверна, она никак не может повлиять на развитие познания. «Мне совершенно безразлично, — говорит он, — каким способом получать правильный результат — прибегая к гипотезам или не прибегая к ним. Важно, чтобы он был получен». Общее одобрение, смех. Председательству-

щий мягко журит практика за то, что он пренебрегает интересами методологии.

Тот же вопрос — для чего затеяли это обсуждение? — задает выступающий вслед заместитель директора смежного института, но уже с более зловещим оттенком: мало ли, дескать, рождается концепций в головах у наших сотрудников, нужно ли их все выносить на совет?

Председатель вынужден объяснить: автор — человек очень настойчивый, обращается в различные инстанции; так и сейчас, позвонили из проблемного совета, предложили обсудить; мы могли, конечно, отказаться, но зачем? Почему бы и не обсудить в самом деле? (В скобках надо сказать, что Владимир Иванович действительно вынужден был пожаловаться: его доклад на ученом совете долго не хотели ставить, должно быть, все из-за той же экстравагантности основной идеи. Вот теперь и жалобу эту ему припомнили. Как говорится, лыко в строку.)

Точка поставлена. Если и были среди присутствующих симпатизирующие Корнилову, теперь, после разъяснения предшествовавших обсуждению обстоятельств, вряд ли они остались тверды в своих симпатиях.

Владимир Иванович сидит усталый и отрешенный. Ему предоставляется заключительное слово. Он отказывается от него.

\* \* \*

Побывал я еще на одном обсуждении концепции Корнилова. Его устроила редакция журнала, опубликовавшего статью Владимира Ивановича. Не скажу, что здесь идеи Владимира Ивановича встретили единодушный восторг и одобрение, однако все на этом обсуждении было иначе, по-деловому. Никакого чтения отзывов, никакой твердо установленной процедуры, вообще никакой казенщины. Свободный обмен мнениями, так сказать «круглый стол».

Запомнилось выступление одного физика, доктора наук — невысокого худощавого человека в ковбойке с расстегнутым воротником (глаза глубоко запавшие, как-то лихорадочно блестят, когда он говорит). Физик по привычке подошел к доске, взял кусок мела, хотя особой надобности в этом не было.

— Вот вы говорите: эфир — порочная гипотеза... Давайте посмотрим... — Он написал, постукивая ме-

лом: «Гюйгенс — Френель — Максвелл — Лоренц — Эйнштейн». Потом перечеркнул Эйнштейна крест-накрест: Эйнштейн покончил с эфиром.— Почему, собственно говоря, была введена гипотеза эфира? Потому, что приняли представление о световых волнах. А почему приняли волны? Прежде всего потому, что иначе невозможно было объяснить интерференцию света (разумеется, были и другие явления, с трудом поддающиеся истолкованию с точки зрения корпускул). Так вот, неужели вы думаете,— обратился физик к Владимиру Ивановичу,— что в восемнадцатом или девятнадцатом веке можно было представить себе волновое движение без среды? Ведь к этому с колоссальным трудом пришли только в нынешнем столетии. Да и то волновое-то движение — не совсем волновое. Оно лишь описывается волновым уравнением...

Владимир Иванович сидел потупившись, с равнодушным видом. Потом сказал нехотя:

— Видите ли, вы переводите вопрос в другую плоскость. Вы рассматриваете конкретный исторический пример. Я же веду разговор в плане общей методологии науки. Нет смысла гадать, могли или не могли в девятнадцатом веке вообразить волны без эфира. Вы, по-видимому, уверены: не могли. Почему? Потому что додумались только в двадцатом. Очень логично, разумеется (как будто нельзя перевернуть аргументацию: потому и додумались только в двадцатом, что до той поры смиренно довольствовались эфиром). Но дело, повторяю, не в этом. Не в том, насколько неизбежно было принятие какой-то гипотезы в какой-то конкретной исторической ситуации. А в том, что, принимая ее в качестве основы теории, через некоторое время забывают, что основание-то — ненадежное, зыбкое. Неподтвержденное. Продолжают и продолжают надстраивать здание. А после удивляются, что оно начинает качаться. Уж хорошо бы разрушилось сразу, так нет и не рушится, и дальше строить не позволяет. Тогда начинают придумывать всевозможные подпорки. А уж это самое последнее дело...

— Так что же вы предлагаете? — засмеялся кто-то.— На календаре записывать: мол, такая-то теория основана на непроверенной гипотезе, не забыть проверить? Или, может, секретарю поручать, чтобы напомнил?

При этих словах глаза Владимира Ивановича сделались какие-то странные.

— А что вы думаете, может, и на календаре. В конце концов Ньютон не находил в этом ничего смешного. Как вы помните, он вообще не чурался гипотез. В частности, для света множество их придумал. Но поместил их не в основной текст своей работы — «Оптики», а в приложение. Так сказать, сделал пометку на календаре: вот, мол, список идей, в общем-то не совсем абсурдных, довольно правдоподобных, но подлежащих проверке. Так почему же мы не можем составлять такой реестр? Публиковать его, предлагать общественному вниманию? Даже объявлять конкурсы для тех, кто желает попытаться счастья в доказательстве (или опровержении) этих гипотез. Ведь делали же так в прошлые времена.

— Но главное,— продолжал Владимир Иванович,— это разрушить ложный психологический стереотип, ложную установку, согласно которой гипотеза — вещь сугубо полезная, чуть ли не то же самое, что открытие. А придумывание гипотез (в том числе и безо всякой необходимости) — занятие куда как почетное и благородное (сколько по этому поводу всякой ахинеи написано). Надо постоянно помнить (и другим твердить!): гипотеза — палка о двух концах. Разумеется, бывают ситуации, когда никуда не денешься, приходится к гипотезам прибегать. Однако, во-первых, не стоит это делать без крайней необходимости. А, во-вторых, прибегнув, следует постоянно помнить, что строишь здание на песке или, если хотите, на болоте...

— Весь вопрос в том,— сказал как бы в раздумье давешний худощавый физик,— что понимать под словами «крайняя необходимость». Если бы знать, когда необходимость крайняя, а когда нет...

— Тут вовсе и не требуется точного знания,— вскинулся сразу Владимир Иванович.— Важно, чтобы у каждого исследователя и научного сообщества в целом имелся высокий психологический барьер против гипотез. Тогда момент крайней нужды сам собой определится... Примеров тому множество. Взять хотя бы Планка с его гипотезой квантов. Классическая иллюстрация того, что я сказал. Уж как не хотел человек прибегать к этим квантам, как отнекивался и увертывался... Но в конце концов вынужден был... Однако и после неустанно твердил, что это гипотеза, что не следует расширять сферу ее применения... Вот образец здравого подхода.

— Разве в последнем случае он не играл роль мозаи?

— Ничуть не бывало! Его сопротивление побудило физиков тщательнейшим образом все обдумать и взвесить. Достаточно сказать, что квантам был посвящен уже первый Сольвеевский конгресс, на который собрался весь цвет физики. Никто ни на минуту не забывал, что кванты — это гипотеза, что им предстоит либо доказать свое право на жизнь, либо быть похороненными.

— Ну, положим, кванты, должны были доказывать право на жизнь потому, что они противоречили всей классической физике, отвергали идею непрерывности...

— Многое тут оказалось обусловлено именно личностью Планка. Как вы знаете, ряд других физиков, в том числе Эйнштейн, отнесся к квантам гораздо доверчивее.

— Ну а обратные примеры? Когда легко относятся к выдвижению гипотез.

— Таких тоже сколько угодно. Как вы знаете, Декарт их выдумывал по всякому поводу и без особой нужды. Как он природу света себе представлял? Материя в виде шариков вращается вокруг Солнца и под действием центробежной силы давит на глаз... Разве не ясно, что рассуждать о природе света в ту пору еще не было никаких оснований, предстояло накопить достоверный экспериментальный материал? Этим и занялся Ньютон. В наше время сходное положение в космологии. Достоверных фактов очень мало, зато гипотезы придумываются с легкостью необыкновенной. Нагромождаются одна на другую... Создается видимость познания, хотя на самом деле — сплошные белые пятна. Из космологии такой подход просачивается в другие науки («Если им можно — почему нам нельзя?»). Гипотезомания развращает ум исследователя, отучает его от строгости...

После того «круглого стола» я, помнится, сказал Владимиру Ивановичу:

— Мне кажется, в том, что касается гипотез, вы значительно отступили от своих прежних позиций. Раньше вы вообще были против них, а теперь только настаиваете на осторожном обращении с ними.

Он посмотрел на меня как-то странно.

— Кто вам сказал, что я против гипотез? — проговорил он медленно, тщательно произнося каждое слово. — То есть, разумеется, я — против... Но одновременно я — за.



Теперь пришла моя очередь уставиться на него в недоумении.

— Как это?

— Видите ли, — стал он мне нехотя объяснять, как будто речь шла о каких-то общеизвестных вещах, — гипотеза — глубокое понятие, одно из самых глубоких, какие когда-либо изобретало человечество. В чем его глубина?.. Помните апорию Зенона? Парадокс? Ахиллес догоняет черепаху. В принципе он никогда не должен ее догнать, потому что, когда он делает шаг вперед, черепаха тоже делает маленький шагок... Вот вроде бы достиг Ахиллес того места, где только что была черепаха, а она-то уже впереди. И так повторяется каждый раз, до бесконечности... Что-то похожее происходит и с познанием. В принципе оно невозможно, потому что, представьте себе... — он взял палочку и нарисовал на земле небольшую окружность. — Вот наши знания. Крохотный пятячок по сравнению с океаном непознанного. Вот мы делаем шагок вперед с нашего островка, вступая в этот океан... Что такое этот шагок? Предварительное знание, предзнание, или «опережающее знание», как говорил этот их... профессор... хотя он ничего и не смыслил в таких вещах. (Я усмехнулся про себя.) Одним словом, недостоверное, гипотетическое знание. Но как может из недостоверного знания рождаться достоверное? Никак не может! Следовательно, познание невозможно...

Он помолчал, зачеркивая палочкой свой рисунок. Потом продолжал:

— Но оно, как вы знаете, происходит. Происходит, несмотря ни на что. Каким-то загадочным образом. И разгадка, по-видимому, заключена в природе гипотезы, которая одновременно делает познание и невозможным, и возможным. Бор говорил, что там, где речь идет о глубоких вещах, справедливо и прямое утверждение, и обратное. Потому-то я и против гипотез, и за. Но поскольку «за» не требует никаких объяснений — эта позиция сама собою разумеющаяся (в конце концов все — за), то и получается, что я, наверное, чаще говорю «против»... Нет, вы в самом деле решили, что я против гипотез?

Он посмотрел на меня подозрительно. Я пожал плечами. Но он не отставал от меня:

— Вы в самом деле считаете меня гипотезоненавистником?

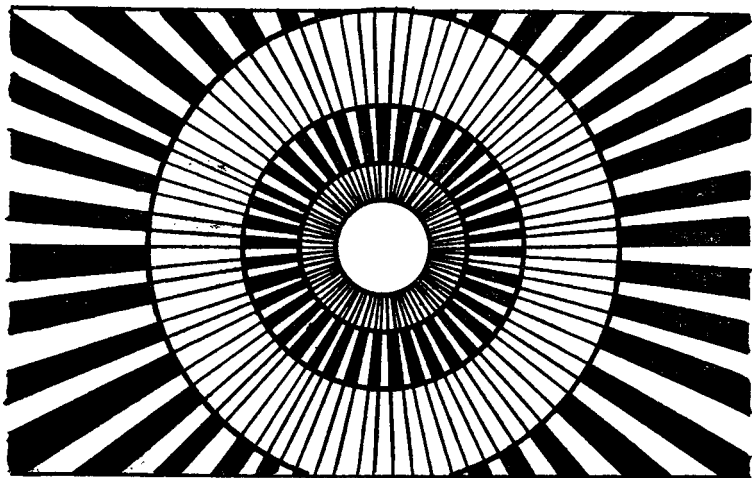
Что я мог ему ответить? Он бывает непоследователен в своих словах. Или кажется непоследовательным. Но высказать ему это — значит положить начало новому спору. Он потребует примеры, будет горячиться, опровергать и в конце концов чего доброго обидится, как с ним не раз уже бывало. Поэтому я лишь возразил ему осторожно:

— Нет, разумеется, я не считаю, что вам свойственна гипотезофобия. Но поскольку вы чаще выступаете против гипотез, вы сами только что это сказали, кто-то может истолковать вашу позицию именно так.

Он только хмыкнул.

Дальше мы с ним шли молча. Я думал об удивительной манере Владимира Ивановича всеми силами противиться тому, чтобы кто-то четко и коротко сформулировал его позицию в каком-либо вопросе. Он готов на ходу выдумать целую теорию, объясняющую его образ мыслей, напустить бездну тумана, только ради того, чтобы избежать этой краткости и четкости.

В общем-то Владимир Иванович, пожалуй, склонен все чрезмерно усложнять. Тем не менее что-то такое, какое-то, как говорится, рациональное зерно в его рассуждениях, по-видимому, есть.



## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В договоре, который заключило со мной издательство, жанр этой книги обозначен как научно-художественный. Я и старался вполне добросовестно, как говорится в меру сил и разума, написать научно-художественную книгу. Однако вот ведь какое тут дело: не очень пока ясно, что такое научно-художественная литература. Это при том, что существует уже немало прекрасных образцов ее, особенно написанных советскими писателями (вообще, надо сказать, советская литература идет впереди в развитии этого жанра). Под неясностью я понимаю главным образом теоретическую неясность. Нередко, как мне кажется, к научно-художественным относят произведения, которые следовало бы причислять к другим родам и видам литературы.

Так что, работая над этой книгой, желая сделать ее научно-художественной, я некоторые теоретические вопросы, до сих пор остающиеся спорными, решал для себя в соответствии с собственными представлениями о природе этого жанра. На мой взгляд, научно-художественное произведение есть некий сплав художественности и познавательности. Формы проявления художественнос-

ти могут быть самыми разнообразными, так же, как и в собственно художественной литературе. Впрочем, нетрудно назвать наиболее привычные для нас ее атрибуты — присутствие в повествовании личности автора (либо же человека, от имени которого оно ведется), наличие других характеров, некоторый сюжет, хотя бы пунктирный, состоящий, может быть, на первый взгляд из разрозненных эпизодов, диалогов и т. д., однако вместе с тем объединенных некоторой сквозной художественной идеей... (Разумеется, чтобы приносить художественность, все это должно быть написано именно художественно, по законам настоящей литературы.)

Главное же, что, по-моему, дает основание считать то или иное произведение научно-художественным, — это следующее условие. В том сплаве художественности и познавательности, который в нем содержится, познавательная задача, которую автор перед собой ставит, должна ощущаться достаточно ясно (хотя опять-таки конкретное содержание этой задачи может быть самым разнообразным). Простого жизнеописания того или иного ученого, фабулы, построенной на жизни научной среды, частого упоминания научных теорий, концепций, гипотез, употребления научных понятий и т. д. — всего этого недостаточно. Если познавательная задача утоплена в беллетристике, произведение и надо судить по законам беллетристики.

Как мне кажется, познавательная задача этой книги явлена в ней достаточно отчетливо. Цель ее — рассказать о том исполненном драматизма пути, который проделал взгляд на природу света с древности до наших дней.

Но, как, наверное, заметил читатель, есть в книге и другая, параллельная линия повествования, посвященная гипотезам. Отношение к этому инструменту познания — гипотезе — у разных ученых в разные эпохи было различным.

Со времени первых известных нам попыток понять, что такое свет, минуло почти две с половиной тысячи лет. На протяжении долгих веков природа света казалась труднодостижимой. Тем более таинственной должна была она представляться на заре человеческой культуры. Древние мыслители делали лишь робкие шаги в ее исследовании. Впрочем, само это слово вряд ли в данном случае применимо: исследования как такового не было, были только умозрительные предположения о том, что есть

свет. Можно ли назвать эти предположения гипотезами? Если и можно, то, пожалуй, лишь условно: слово «гипотеза» из научного словаря, оно подразумевает, что предположение не совсем произвольно, что в какой-то мере оно опирается на строгие факты. Вряд ли под это определение подходит, например, представление древних, согласно которому свет есть нечто, испускаемое глазом. Слишком уж это фантастично. Тем не менее, по-видимому, именно такие гипотезы позднее имел в виду Ньютон, отрицая значение гипотез для науки.

Умозрительный подход к предмету исследования давал о себе знать не только до нашей эры или в начале ее, но также много позднее. В XVII веке, например, Декарт объяснял природу света в соответствии с придуманной им картиной мира. Все пространство Вселенной, как он полагал, заполнено материальными частицами, которые вращаются вокруг Солнца и планет, образуя вихри. Если мысленно прочертить в разные стороны от Солнца радиусы, каждый радиус как бы образует столбик из тесно прижатых друг к другу частиц. Этот столбик играет у Декарта роль светового луча: если он упирается в глаз, меняющееся внутри него давление частиц вызывает ощущение света.

По-видимому, эта привычка все объяснять, прибегая к произвольным гипотезам (а Декарт объяснял с их помощью не один только свет), чрезвычайно раздражала Ньютона. Он считал, что гипотезам «метафизическим», «физическим», «механическим» и всяким иным «не место в экспериментальной философии».

Вокруг этого знаменитого ньютоновского принципа вот уже несколько веков идут нескончаемые споры. Принцип действительно странный: «Не измышлять гипотез!»... А как же без них?

Взамен «измышления гипотез» Ньютон предлагает индуктивный метод: исследователь экспериментирует, наблюдает и путем индукции делает обобщения. Хотя обобщение на основании данных опыта само по себе и не представляет доказательства, все же, как полагает Ньютон, это наилучший способ умозаключения о природе, какой только есть. Если никто не может найти каких-либо фактов, которые противоречили бы сделанному обобщению, это и свидетельствует, что оно верно. Если же такие факты установлены, обобщение следует пересмотреть с учетом этих фактов. Так и нужно поднимать-

ся со ступеньки на ступеньку: от действий к их причинам, от частных причин ко все более общим.

Прекрасный пример применения этого метода Ньютон продемонстрировал уже в первом своем мемуаре — о цветах. Все тринадцать выводов, которые он здесь делает, непосредственно следуют из поставленных им опытов. «1. Подобно тому, как лучи различаются по степени преломляемости, точно так же различаются они по их расположению проявлять тот или иной особый цвет...»; «2. Одной и той же степени преломляемости всегда соответствует один и тот же цвет...»; «3. Вид цвета и степень преломляемости, свойственные каждому отдельному сорту лучей, не изменяются ни преломлением, ни отражением.. ни какой-либо другой причиной...»; «4. Однако изменения цвета, по-видимому, могут получаться там, где есть какая-либо смесь различных сортов лучей...»; «7. ...Наиболее поразительна и чудесна смесь, дающая белизну... Она всегда составная, и для ее получения требуются все... цвета, смешанные в необходимой пропорции...»

Здесь действительно нет гипотез. Ученый поставил опыты, вывел заключения. Он предлагает провести такие же опыты всем желающим, даже описывает подробно некоторые из них с тем, чтобы потом сравнить полученные ими результаты со своими собственными: «Если что-нибудь окажется ошибочным или противоречащим этому сообщению, то я буду иметь возможность дать дальнейшие указания или же признаю мои ошибки, в случае если я таковые сделал». Это сказано вполне в духе того общего правила, которое Ньютон сформулировал в «Оптике» сорок пять лет спустя (в издании 1717 года): индуктивный метод не допускает иных возражений против сделанных из опыта обобщений, кроме полученных из опыта или другим достоверным путем (другое дело, что самому Ньютону сплошь и рядом приходилось выслушивать возражения, вытекавшие из неумело поставленных экспериментов).

Разумеется, Ньютон признает и дедукцию. Когда причина тех или иных явлений установлена, с ее помощью можно объяснять новые явления, новые факты. Опять же без гипотез.

Нельзя, однако, не видеть, что на деле Ньютон далеко не всегда следовал своему правилу, предписывающему обходиться без гипотез. Например, чтобы объяснить,

каким образом появляются цвета на поверхности тонких прозрачных пластинок, он ввел два понятия — «приступ легкого отражения» и «приступ легкого прохождения». Дескать, каждый луч, проходя через пластинку, попеременно приобретает то способность («приступ») легко отражаться от поверхности, то способность легко проходить через нее. Ясно, что представление о «приступах» никак не вытекало непосредственно из наблюдаемых фактов. Это было довольно искусственное представление, придуманное как раз по методу гипотез.

Итак, сам Ньютон, вопреки своему аскетическому правилу, вынужден бывал прибегать к гипотезам. Тем не менее он упорно проповедовал это правило. Почему? Каков реальный смысл этой ньютоновской заповеди? Есть ли он? Может, ученым двигало простое упрямство?

В спорах об этом редко обращают внимание на переписку Ньютона с одним из его коллег, ученым-иезуитом Пардисом. Пардис в числе других критически отозвался о первом оптическом мемуаре Ньютона, выразив сомнения в справедливости приводимых Ньютоном «гипотез». Отвечая Пардису, Ньютон писал: «...в моем мемуаре содержатся только некоторые свойства света, которые... полагаю, легко доказать. Если бы я не считал их достоверными, то скорее отбросил бы как пустые домыслы, чем признал их гипотезой». В общем-то, из этого мы пока не узнаем еще ничего нового об отношении Ньютона к гипотезам. Здесь все та же неприязнь к ним. Однако в ответе на второе письмо Пардиса Ньютон четко указывает, какое место, по его мнению, должны занимать гипотезы в науке: «Мне кажется, что наилучший и самый верный метод в философии — сначала тщательно исследовать свойства вещей и установить эти свойства опытами и затем уже постепенно переходить к гипотезам для объяснения их. Ибо гипотезы полезны только для объяснения свойств вещей, а не для определения их, по крайней мере, поскольку свойства могут быть установлены опытами...»

Я думаю, в этих словах ключ ко всему. Сначала надо опытным путем исследовать предмет, установить его свойства и только потом прибегать к гипотезам, с тем чтобы эти свойства истолковать. Опытное изучение природы должно предшествовать всему остальному. Никакого иного смысла этот принцип — не измышлять гипотез — не имеет.

Изучая свет, Ньютон, как правило (за некоторыми исключениями), действительно придерживался такого порядка: в основном ставил опыты, выявлял разнообразные свойства света...

Однако вслед за этим перед ним неизбежно должен был встать вопрос о том, какова первопричина этих свойств — какова природа световых лучей. Ньютону предстояло из любезной ему области фактов перейти в область гипотез. Он в нее вступил, но при этом четко разграничил обе области: гипотезы о природе света изложил в форме вопросов, обращенных к грядущим поколениям исследователей.

Великий физик мучительно колебался в выборе между корпускулярной и волновой гипотезами, склоняясь скорее к первой. Однако и в пользу второй виделись ему в природе свидетельства. Ньютон благоразумно не принял ни одну точку зрения на сущность света, во всяком случае не заявил о таком выборе широковещательно (хотя молва приписала ему подобный выбор: «ньютоновская теория истечения» стала расхожим оборотом во многих научных трудах и популярных книгах по истории науки).

Нельзя сказать, что в дальнейшем все ученые, изучавшие свет, были столь же благоразумны и осторожны, как Ньютон. Порой та или иная гипотеза о его природе принималась чересчур поспешно, без достаточно тщательного экспериментального исследования свойств света, как того требовал Ньютон. Но чему-то строгий ньютоновский подход все же научил исследователей: после Ньютона уже не раздавались столь произвольные и рискованные суждения о свете, как до него. Все сосредоточилось главным образом на двух противоположных гипотезах, выбор между которыми пытался сделать еще сам Ньютон.

\* \* \*

А почему все-таки нельзя буквально последовать правилу обходиться без гипотез? Ведь как бы хорошо без них обходиться: поставил эксперимент и — отыскал истину! Сразу. Без всяких догадок, домыслов, предположений. Может, когда-нибудь так и будет? Может, когда-нибудь в грядущем наука все-таки откажется от гипотез



и вместе с этим поднимется на новую ступеньку совершенства?

На эту тему случился у нас как-то разговор с Владиславом Александровичем Лекторским (в отличие от Владимира Ивановича Корнилова, который — теперь это уже можно открыто признать — есть фигура вымышленная, как говорится, обобщенный литературный образ, Владислав Александрович — лицо вполне реальное. Доктор философских наук, заведует сектором теории познания Института философии Академии наук СССР). Я и спросил его, что он обо всем этом думает.

— Видите ли, — сказал Владислав Александрович, — когда-то считалось, что между истиной и заблуждением существует резкая граница: вот тут — истина, а тут — заблуждение. Если это так, задача ученого — просто отделить одно от другого. Отделить достоверную истину от всего, что не может предъявить убедительных доказательств своей достоверности (подобным образом старатель отделяет крупинки золота от обыкновенного песка). В таком случае лозунг «Долой гипотезы! Долой все маломальски недостоверное!» вполне оправдан. Однако уже по крайней мере сто лет назад зародилось сомнение, что дело обстоит действительно так. Сомневаться в этом начали те мыслители, которые подходили к познанию природы с позиций диалектики. Энгельс в «Анти-Дюринге», а затем в «Диалектике природы» высказался вполне определенно: какой-то непреодолимой грани между истиной и заблуждением нет и быть не может. Впоследствии об этом же писал Ленин...

— Нуныче,— продолжал мой собеседник,— вполне стало ясно: наука не может просто описывать то, что непосредственно следует из опыта. Чтобы осмыслить его результаты, нужно несколько отойти, отодвинуться от него. Между любым самым элементарным эмпирическим законом, который мы формулируем, и тем, что показывает эксперимент, всегда есть некоторый «зазор». В этом смысле любой даже самый простой, будто бы выводимый прямо из эксперимента закон на самом деле до некоторой степени являет собой гипотезу. Во-первых, потому, что он не полностью описывает данные опыта. Во-вторых, потому, что заранее никогда невозможно учесть все факторы, очерчивающие сферу применимости этого закона. Всякий закон в какой-то мере есть гипотеза. Поэтому-то мы и говорим, что всякая истина относительна. Степень

ее относительности (а по-другому можно было бы сказать — гипотетичности) выявляется по мере развития науки. Это, конечно, не значит, что нет никакой разницы между относительной истиной, представляющей более или менее верное отражение реальности, и гипотезой как таковой. Но и без гипотез в полном смысле этого слова тоже не обойтись. Выдвигая гипотезу, человек как бы делает шаг за пределы познанного. Причем делает его осмысленно, а не вслепую. Недаром Энгельс — я снова обращаюсь к нему — подчеркивал, что гипотеза есть форма развития естествознания постольку, поскольку оно мыслит.

— Не кажется ли вам все-таки, — спрашиваю я Владислава Александровича, — что гипотеза несет с собой не только благо?..

— Я понимаю, что вы хотите сказать, — что она таит в себе опасность, опасность размывания границ между достоверным знанием (более или менее достоверным) и произвольными спекуляциями. В принципе такая опасность действительно существует. Ученые — по крайней мере со времен Галилея и Ньютона — довольно остро ее чувствовали. Но, как бы то ни было, совсем отказаться от гипотез, повторяю, невозможно. Тут все дело в мере. Она должна быть очень тонко выдержана. В общем, можно сказать так: гипотезы требуют к себе диалектического отношения: с одной стороны, наука не может без них обойтись, а с другой — она должна всеми силами от них освободиться. Как понять это «освободиться»? Очень просто: следует всякий раз стремиться как можно скорее превратить гипотезу в более или менее достоверное знание, то есть перевести ее в разряд относительных истин; ну и, конечно, не стоит прибегать к гипотезам без особой нужды. Одним словом, освободиться. Именно такой подход, насколько я понимаю, и проповедуется в вашей книге на примере истории познания природы света.

\* \* \*

Итак, история постижения природы света поучительна — она нас учит правильному взгляду на гипотезы: отношение к ним должно быть диалектическим. Однако урок диалектики, преподанный нам этой историей, заключается не только в этом. Издавна человек привык в своих суждениях следовать логике «либо — либо». Либо

черное, либо белое. Либо горячее, либо холодное. Либо твердое, либо мягкое. Один считает так, другой — эдак. И вот затевается спор, разгорается битва. Долгие годы длится сражение. Именно так было с исследованием света. «Волны? Нет, корпускулы!» — «Корпускулы? Нет, волны!» Каждый считает, что прав именно он. Но, странное дело, в конце концов стало ясно: истина о свете — из числа тех глубоких истин, к которым логика «либо — либо» малоприменима. Тут властвует иной логический принцип: «и—и». И волны, и корпускулы; и корпускулы, и волны — вот что такое свет.

Уразуметь это было непросто. Две с половиной тысячи лет понадобилось.

Так что история изучения света — это не только история физики. Это еще история развития важнейшей человеческой способности — способности мыслить.

Тем же, для кого и этого мало, кто полагает, что развитие мыслительного аппарата не столь уж ценное человеческое приобретение, — этим читателям я хотел бы напомнить еще об одной стороне дела — о необычайно щедрых выходах в практику, сопровождавших почти всю историю изучения света и вообще электромагнитного излучения. В мою задачу не входило специально рассматривать эту сторону. Но несколько слов о ней, может быть, стоит сказать.

Если ограничиться одним лишь примером такого рода выхода — радио, то и этого, я думаю, было бы вполне достаточно: разве мыслима без радио сегодняшняя жизнь?! Но изобретением радио вопрос, конечно, не исчерпывается. Список практических приложений данной области науки весьма обширен. И одно из наиболее ярких, сравнимых по своему значению с радио, — лазер.

...Еще в 1917 году Эйнштейн предсказал, что возбужденные частицы могут испускать фотоны не только самопроизвольно, но и под действием внешнего излучения (если частота этого излучения отвечает некоторому условию). Спустя десять лет английский физик Поль Дирак обратил внимание на то, что эти испускаемые кванты невозможно отличить от квантов, вызвавших излучение: они обладают такой же частотой, фазой и т. д. Интенсивность испущенной волны тем больше, чем больше единичных актов вынужденного испускания. Если число возбужденных частиц превышает число невозбужденных, то в процессе вынужденного излучения происходит

усиление волны. Это-то явление и используется в квантовых генераторах и усилителях.

Первый квантовый генератор, имеющий дело с радиоволнами, мазер, был создан в 1955 году одновременно в СССР и США. В нашей стране это выдающееся достижение связывают с именами академиков Николая Геннадиевича Басова и Александра Михайловича Прохорова, в Соединенных Штатах — с именем профессора Калифорнийского университета Чарльза Таунса.

Оптический собрат мазера, в дальнейшем получивший особенно широкую известность — я имею в виду лазер, — появился пять лет спустя.

Популяризаторы обычно сравнивают лазер с мячом. Как и мяч, квантовый оптический генератор «накачивают»: первый — воздухом, второй — энергией. Аналогия, однако, на этом заканчивается. После некоторой накачки мяч лопнет, произведя сотрясение воздуха в радиусе нескольких десятков метров, лазер же выпустит луч, который может достичь Марса, Венеры, какой-либо звезды.

На Земле не существует естественных лучей, подобных лучу лазера (хотя известны космические мазеры). В этом смысле он представляет собой гениальное творение человеческого ума. При всем том это обычный луч света, как луч фонаря или прожектора, как луч солнца: он состоит из обычных световых волн (или, иначе говоря, световых квантов). Однако луч, испускаемый обычным источником света — лампой, вольтовой дугой, звездой, представляет собой пестрое смешение волн, обладающих различной частотой, амплитудой, не совпадающих по фазе и по направлению. В луче лазера все волны имеют почти одинаковую частоту, амплитуду, фазу и движутся почти параллельно. Именно благодаря параллельности волн этот луч способен преодолевать громадные расстояния, практически не рассеиваясь. Благодаря параллельности волн и другим удивительным качествам его с помощью простой линзы можно сфокусировать в очень тонкий, в несколько раз тоньше паутины, световой поток.

В таком тоненьком пучке концентрируется поистине гигантская энергия. Любой предмет, подставленный под него, в принципе можно нагреть до миллионов градусов, то есть сжечь, или, точнее, испарить.

Волны в обычном луче, словно толпа новобраицев: разношерстная, разнокалиберная, чуждая собранности, лишенная боеспособности. Лишь после того как новобранцы станут солдатами, преследующими одну и ту же цель, толпа превратится в боевую единицу — роту, батальон, обладающую силой, способностью наносить концентрированный удар. Таков и лазер с его «стандартизованными» волнами.

Именно этот образ лазерного луча — луча, прожигающего в мгновение ока металл, алмаз, любые самые прочные и твердые материалы, — волею судеб стал для многих людей олицетворением его удивительной сущности, хотя на самом деле этот луч обладает немалым числом и других замечательных качеств. Поначалу даже установился обычай оценивать все вновь создаваемые лазеры в зависимости от числа бритвенных лезвий, прожигаемых ими. И это независимо от той цели, для которой лазеры предназначались.

Лазер давно перестал быть достоянием одних научных лабораторий. За него ухватились инженеры самых разнообразных профилей, привлеченные удивительными свойствами прибора. Первой и естественной мыслью было использовать лазер для обработки твердых материалов, например алмаза. Известно, что изготовление алмазных фильер — отверстий для протягивания тонкой проволоки — весьма сложное дело, если использовать обычный инструмент. А лазер «просверливает» в алмазе дырку в одну десятую миллиметра за тысячную долю секунды.

Вообще тонкие и глубокие отверстия — настоящее проклятие для рабочего: одно неосторожное движение — и инструмент ломается. Здесь также ожидается облегчение. Уже существуют лазерные станки, позволяющие делать отверстия с весьма большим отношением длины к диаметру, причем в самых различных материалах — в керамике, нержавеющей стали, латуни, алюминии, жаропрочных сплавах. Отверстие не обязательно должно быть круглым, при желании ему можно придать любую форму.

Пробивающий, прожигающий луч лазера превращается в свою противоположность, если несколько уменьшить его энергию так, чтобы он не испарял материал, а только плавил его. Такой луч становится инструментом сварки. При этом, поскольку луч-электрод необычайно

тонок, он плавит очень тонкую кромку свариваемых материалов — сварка становится поистине ювелирной операцией.

Так используется энергия лазерного луча. Находит применение и другое замечательное его свойство — идеальная прямизна, недостижимая для прочих орудий техники. С этой прямизной сопоставляют наклоняющиеся, прогибающиеся, провисающие сооружения, выпрямляя их, выправляя, ограничивая кривизну. По лазеру выставлялась вертикаль Останкинской телебашни, по лазеру нивелируются строящиеся мосты, тоннели, железнодорожные пути, корпуса океанских судов.

В первые годы после появления лазеров ожидалось, что они довольно быстро найдут применение для связи. Основанием для таких надежд была огромная емкость лазерного луча как носителя информации: в одном луче «помещаются», например, миллионы телевизионных и миллиарды телефонных каналов (для сравнения скажем, что на радиоволне длиной в один метр, используемой ныне в телевидении, помещается всего пять—десять каналов). Однако со временем стало ясно, что наладить лазерную связь не так-то легко: луч быстро ослабевает в атмосфере, на качество связи влияет погода. Некоторые исследования говорят, что лазерная связь довольно устойчива при тумане, дожде и ветре, однако не всегда надежна в снегопад. Снежинки оказываются теми помехами, которые в конце концов сводят на нет силу лазерного луча. И все же фантастическая емкость лазеров как передатчиков информации — столь соблазнительное их качество, что трудно себе представить препятствие, которое побудило бы отказаться от использования квантовых генераторов в этой области. Особенно если учесть, что радиодиапазон забит каналами связи почти полностью. Место осталось лишь в диапазоне оптическом. И, по существу, это место — неограниченное.

Действительно, на погодный барьер, вставший на пути лазерной связи, сейчас ведется атака со всех сторон. Она уже привела к удивительному решению — пустить лазерный луч, луч света, не через открытое пространство, а по проводу, по специальному световоду из стекловолокна. Разумеется, добиться от световода такой же прямизны, которой обладает свободный луч лазера, невозможно. Но этого и не требуется. Луч лазера не покидает световод даже при резких его перегибах, повто-

ряет все его повороты, сохраняя при этом свои необычные свойства,— явление само по себе замечательное.

Лучу лазера, заключенному в световод, не страшна никакая непогода, однако в целом обращение к световодам — это в какой-то степени шаг назад, как если бы сейчас отказались от радио и снова вернулись к проволочному телеграфу. Поэтому продолжают попытки использовать для связи лазерный луч в его первоизданном виде...

...Безнадежно пытаться здесь хотя бы упомянуть обо всех сферах применения лазера. Уже сейчас их много и с каждым годом становится все больше. Как всякое великое открытие — колесо, маятник, магнит, радио,— лазер поистине вездесущ. Он и эталон длины (быть может, в школе вам еще приходилось учить, что таковым эталоном служит штриховой жезл, изготовленный из специального сплава и хранимый в специальном помещении парижской палаты мер и весов), он и измеритель расстояний (с его помощью было точно измерено расстояние от Земли до Луны, в частности с помощью приборов, установленных на советском «Луноходе»), он и точнейший гироскоп (прибор, устанавливаемый на кораблях, самолетах, ракетах и измеряющий угол и скорость их поворотов), он и микроскоп, способный заглядывать внутрь рассматриваемого предмета, он и хирургический инструмент, позволяющий «приваривать» сетчатку глаза к соединительным тканям.

Наконец, одно из самых интересных поприщ лазера — голография, техника объемных изображений. Не так давно в Советском Союзе был создан первый в истории голографический фильм — провозвестник киноголографии будущего.

И еще одно. Я уже говорил, что в принципе лазерный луч способен нагревать предмет, на котором он сфокусирован, до миллионов градусов. Правда, на практике добиться этого нелегко: нагреваемое тело отдает тепло окружающей среде, причем тем интенсивнее, чем больше оно разогрето. И все же эти миллионы градусов были получены. Ныне плазму, разогретую до такой температуры, уже используют для осуществления термоядерной реакции. Считается, что «лазерный термояд» — одно из перспективных направлений, ведущих к решению проблемы управляемого термоядерного синтеза.

...Вряд ли стоит напоминать, что вся эта широкая панорама технических возможностей есть прямое следствие развития фундаментальных областей физики. Уже сами названия «квантовая электроника», «квантовый генератор» говорят, что человек не вправе был бы даже помыслить о том, чтобы взойти на эту ступеньку технического прогресса, если бы история науки не подвела его к тем представлениям о свете, или, говоря шире, об электромагнитном излучении, которые в конце концов возобладали благодаря усилиям многих поколений ученых.



## ОГЛАВЛЕНИЕ

<i>Глава первая.</i>	ДВА СВЕТОНОСНЫХ ГЛАЗА . . .	5
<i>Глава вторая.</i>	ВОЛНЫ ИЛИ ЧАСТИЦЫ? . . .	17
<i>Глава третья.</i>	СКВОЗЬ ВЕЗДЕСУЩИЙ ЭФИР	59
<i>Глава четвертая.</i>	ПРОЩАНИЕ С МЕХАНИЧЕСКИМИ ВОЛНАМИ . . . . .	111
<i>Глава пятая.</i>	ПОТРЯСЕНИЕ ОСНОВ: ОТНОСИТЕЛЬНОСТЬ И КВАНТЫ . . . . .	131
<i>Глава шестая.</i>	ЧТО ЖЕ ТАКОЕ СВЕТ? . . . . .	156
Заключение . . . . .		194

**Олег Павлович МОРОЗ**

### **СВЕТ ОЗАРЕНИЙ**

Зав. редакцией научно-художественной  
литературы М. Новиков  
Редактор Н. Яснопольский  
Мл. редактор М. Вержбицкая  
Художник А. Григорьев  
Худож. редактор В. Савела  
Техн. редактор С. Птицына  
Корректор С. Качеико

**ИБ № 2500**

Сдано в набор 7.08.79 г. Подписано к печати 21.01.80 г.  
Индекс заказа 807709. Формат 84 × 108<sup>1/32</sup> Бумага № 1.  
Гарнитура литературная. А 03125. Печать высокая.  
Бум. л. 3,25. Печ. л. 6,5. Усл. печ. л. 10,92. Уч.-изд. л.  
11,17. Тираж 75 000 экз. Изд. № 307. Заказ 368. Цена  
70 коп. Издательство «Знание», 101835, ГСП, Москва,  
Центр, Проезд Серова, д. 4.

Киевская книжная фабрика республиканского производ-  
ственного объединения «Полиграфкнига» Госкомиздата  
УССР, ул. Воровского, 24.



70к.