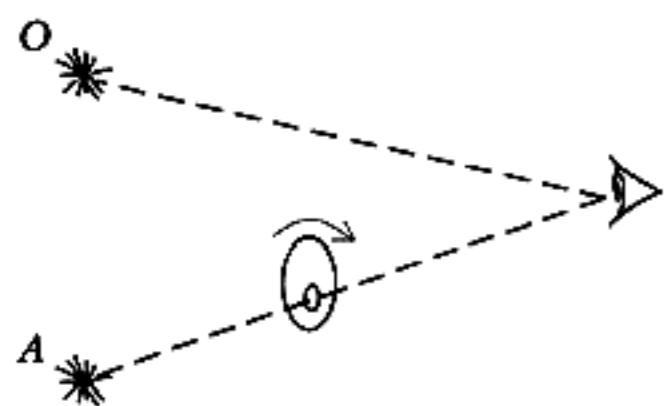


вилава) осуществляли этот уникальный опыт. Были взлеты и падения, озарения и разочарования. Только в 1941 году опыт был осуществлен.

Может ли глаз зарегистрировать такой микропроцесс? После многолетних исследований было выяснено, что мгновенно глаз в состоянии зрительно почувствовать несколько квантов (пороговое значение — восемь квантов в секунду). Оказалось, наш глаз в определенных условиях является уникальным прибором, который может заглянуть даже в микромир! Как же осуществить это?

В опыте С.И. Вавилова слабо светящееся пятно *A* малых размеров, яркость которого можно непрерывно ослаблять, регистрируется глазом (см. рисунок). При сильном ослаблении



пятна, когда за секунду в глаз будет попадать немного квантов, должны возникнуть колебания яркости источника. Для наблюдателя источник из постоянного должен превратиться в мигающий. В этом, казалось бы, простом опыте необходимо учитывать несколько фактов, которые необычайно усложняют его осуществление.

Во-первых, очевидно, надо работать с источниками очень малой интенсивности, так как в обычных условиях множество движущихся частиц излучения создают сплошной световой поток.

Во-вторых, необходимо учитывать, что существуют «классические» и квантовые флуктуации света. «Классические» флуктуации, определяемые движением и взаимодействием атомов или молекул источника, связаны с процессами, происходящими внутри источника света. Источник, в котором практически будут отсутствовать такие флуктуации, можно создать. Например, флуоресцирующие молекулы, растворенные в очень вязком веществе, не подверженные возбуждающему или тушающему действию вязкой среды, будут излучать свет непрерывно и постоянно. Кванто-

вые флуктуации при достаточно сильном разрежении должны наблюдаться всегда.

В-третьих, необходима достоверная регистрация глазом этих флуктуаций. Некоторые свойства глаза не позволяют провести эксперимент в таком простом варианте. А именно. Глазное яблоко очень подвижно, поэтому колебания яркости наблюдаются и при больших интенсивностях. Для того чтобы устранить этот недостаток, глаз фиксируют, помещая более яркую (обыкновенно красную) светящуюся точку *O* в стороне от светящейся точки *A*. В центре сетчатки получают изображение этой фиксации точки, а изображение источника *A* получается в стороне, на постоянном расстоянии от центра.

Кроме того, глаз обладает свойством сохранять зрительное впечатление. Это может приводить к тому, что быстрые колебания интенсивности источника будут сливаться, усредняться и размываться глазом. Для того чтобы устранить этот эффект, между глазом и источником помещают диск с одним отверстием. Диск совершает один оборот в секунду, оставляя источник открытым для глаза только во время прохождения отверстия (например, в течение одной десятой секунды).

Эта необычайно простая установка позволила зарегистрировать необычайно сложное явление. Если число квантов больше порогового значения, каждому прохождению отверстия будет соответствовать вспышка. Если же число квантов уменьшается до порогового значения, не всякому прохождению отверстия будет соответствовать видимая вспышка. При постепенном ослаблении яркости такие колебания интенсивности действительно были зарегистрированы. Чем слабее интенсивность источника, тем больше наблюдается пропусков. Зная число пропусков и вспышек, можно статистически определить среднее число квантов, излучаемое за одну вспышку. Таким образом оказалось действительно возможным «воочию убедиться в квантовой, прерывной структуре света.»

Сейчас существуют тончайшие приборы — фотоумножители и счетчики квантов, но первым увидел квант света невооруженный человеческий глаз.

С.В. Вавиловым совместно с В.Л. Лёвшиным было определено так-

же отклонение от закона Бугера при очень больших интенсивностях. Они наблюдали так называемое просветление кристаллофосфоров при возбуждении их источниками света большой интенсивности. Однако объяснение этих явлений стало возможным лишь после появления новых мощных источников света — лазеров и создания нового направления исследований взаимодействия света с веществом — квантовой электроники.

Свет в кристаллах

Совершенно удивительные и на первый взгляд фантастические явления происходят при распространении света в кристаллах.

В 1669 году из Исландии в Данию были привезены большие куски прозрачных кристаллов кальцита (CaCO_3), которые позднее стали называть исландским шпатом. Изучая оптические свойства этих кристаллов, профессор Копенгагенского университета Эразм Бартолин (1625—1698) обнаружил удивительное их свойство — явление двулучепреломления (двойного лучепреломления).

Это открытие произошло случайно. В том же (1669) году соотечественником Бартолина Николаем Степноном (1638—1685) был установлен один из законов кристаллографии, отражающих высшую гармонию в Природе, — закон постоянства углов. В своем трактате «О твердом, естественно содержащемся в твердом» он сформулировал его следующим образом: «На плоскости число и длина сторон кристалла по-разному изменяются без изменения их углов». Бартолин проверял этот закон, исследуя кристаллы исландского шпата. Обрисовывая грани кристаллов, он сравнивал различные чертежи. Однажды, положив кристалл исландского шпата на чертеж, он увидел, что чертеж раздвоился. Снял кристалл с бумаги. Перед ним лежал один чертеж. Положил кристалл на сделанные записи — и опять то же самое. Все буквы раздвоились. На что бы он ни смотрел сквозь исландский шпат — все удваивалось. В своем трактате «Опыты с двупреломляющим исландским кристаллом, которые привели к открытию чудесного и необыкновенного преломления», изданном на латинском языке в 1669 году, он пишет: «В дальнейшем ходе моего исследования кристалла откры-