

Рой Глаубер: краткая биография

Предисловие к книге:

**Roy J. Glauber. Quantum Theory of Optical Coherence
Wiley-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA. 2007**

Перевод М.Х. Шульмана (shulman@dol.ru, www.timeorigin21.narod.ru)

В первые дни января 1944 года молодой человек 19-ти лет сошел с поезда на заброшенной железнодорожной станции Lamu, штат Нью-Мехико, где железная дорога Санта-Фе проходит ближе всего к городу Санта-Фе. Молодой человек не был единственным, кто сошел с этого поезда; вместе с ним сошел еще один джентльмен-коротышка. И только когда они оба приблизились к дому 109 по East Palace Avenue в городе Санта-Фе, оба обнаружили, что направляются в одно и то же место. Старший джентльмен зарегистрировался под именем Джонни Ньюмен, а молодой – как Рой Глаубер. Первым был знаменитый математик, физик и компьютерщик Джон фон Нейман, второй использовал свое настоящее имя. Их общей целью был Лос-Аламос.

Вы можете, конечно, спросить, почему 19-летний юноша оказался приглашенным в Манхэттенский проект? Очень просто – Рой Глаубер был вундеркиндом. Он еще в детстве сконструировал свой первый телескоп, завоевал премию Вестингауза и в 16 лет поступил в Гарвард. Там он изучал физику под руководством признанных наставников и в 19 лет освоил почти всю известную тогда физику.

Ядерная физика и первый опыт

В течение полутора лет, проведенных им в Лос-Аламосе, Рой работал в группе Роберта Сербера над диффузией нейтронов. Он также взаимодействовал с Ричардом Фейнманом, который руководил небольшим отделением теории. Таким образом Рой приобрел начальное знакомство с большим количеством шуточек Фейнмана, которые теперь стали известны благодаря книге *Вы, конечно, шутите, мистер Фейнман*.

На испытаниях образца бомбы “Тринити” под Аламогордо, штат Нью Мехико, комната была только для старшего персонала (такого, как Ферми). Так что наш энергичный герой Рой вместе с группой наблюдал это событие с вершины Sandia на расстоянии 100 миль от места испытаний. Назначенный час наступил, но ... они ничего не увидели! Подождав еще некоторое время, они решили, что бомба в результате не сработала. Поэтому они начали собираться в обратный путь в Лос-Аламос. Именно тогда южное небо озарилось пурпурным заревом; остальное вам известно.

После времени, проведенного в Лос-Аламосе, Рой начал работать над своей диссертацией в области теории мезонов под руководством Джулиана Швингера (Нобелевская премия по физике 1965 года) в Гарварде. Закончив аспирантуру на исходе 1949 года, он получил грант с приглашением работать в Институте передовых исследований в Принстоне. Двумя месяцами раньше он в отеле в Беркли установил интересное соотношение, касающееся умножения двух экспоненциальных операторов, содержащих операторы рождения и уничтожения. Найденное им тождество произвело большое впечатление на директора института Роберта Оппенгеймера. Даже книга Мессиа по квантовой механике

ссылается на Глаубера в этой связи. Позже оказалось, что это соотношение было очень важным для описания когерентных состояний.

В первый год, проведенный в Принстоне, Рой встретился с Вольфгангом Паули, посетившим Институт. Паули предложил Роя позицию на лето 1950 года. Тот согласился и отправился в Европу роскошным лайнером *Иль-де-Франс*. Даже сегодня Рой вспоминает о впечатляющей жизни на этом судне: шампанское, коктейли, изобилие необыкновенных блюд в любое время дня и ночи, большое число юных девушек, совершавших новогоднее путешествие 1950 года в Европу. Первая остановка в Старом Свете была в Париже, где в Институте Пуанкаре проходила большая конференция по физике. По этому случаю он получил первый опыт наблюдения за общением Паули с людьми. Рой простудился в первые дни пребывания в Париже и потерял голос. Когда он увидел Паули, то смог лишь сказать ему: “Я потерял голос”. Паули с широкой улыбкой ответил: “Да, вы потеряли голос и неважно выглядите”.

После встречи он несколько дней отсутствовал и наслаждался жизнью в Париже. Больше он никогда не бывал в этом городе, “Открытки становятся жизнью”, как он вспоминал об этом позже. По этой причине он приехал в Цюрих спустя несколько недель после Паули. Его мать была удивлена сыном, так как она ничего не слышала про его отъезд из Америки. В этой связи она написала письмо профессору Паули, спрашивая его о Рое. Паули тут же заставил Роя написать письмо матери. Позже Паули использовал любую возможность поддразнить Роя по поводу запроса от его матери. Он часто прерывал свои лекции, видя Роя входящим в аудиторию, и спрашивал его: “Как поживает ваша матушка?”

Другой пример веселой натуры Паули проявился на экскурсии по его отделению в Stansstad. В конце полудня группа играла футбол, а некоторые купались в озере. Время от времени Паули целенаправленно отбивал мяч в озеро, так что брызги попадали на студентов и ассистентов. Наконец, он нацелился в Роя, который стоял рядом с большой камерой весь полуденный перерыв и снимал Паули, играющего в футбол. Существует замечательная фотография Паули, бьющего мячом прямо в камеру. Мгновения спустя Рой был опрокинут на пол этим ударом.

Новое приближение рассеяния

Летом 1951 года Рой получил первую постоянную должность. Калтех только что переманил на работу Фейнмана из Корнелла. Однако тот хотел провести свой первый год на Sabbatical в Бразилии. Хорошо известно, что Фейнман во время этого визита учился играть на барабанах “бонго”. Рой замещал Фейнмана и вел его класс по квантовой механике. По этому случаю он также сотрудничал весной 1952 года с группой квантовой химии Лайнуса Полинга. Здесь он заинтересовался рассеянием электронов на молекулах. Эксперименты В.Шумейкера дали определенные замечательные результаты, которые не могли быть объяснены теорией возмущений в первом порядке, т.е. в приближении Борна. По этой причине Рой разработал новое приближение, справедливое также и для коротких волн. Эта теория нашла применение во многих разделах физики и известна в теории рассеяния как “приближение Глаубера”.

Тем временем Швингер договорился с администрацией в Гарварде, что может взять себе ассистента. На эту позицию и был приглашен Рой, который вернулся в Гарвард. После первого года он стал профессором-ассистентом и остается в Гарварде до сего дня. С 1976 года он – Mallinckrodt Professor. В последующие годы Рой посвятил много времени развитию теории рассеяния.

Центральную важность в этом контексте имеет его открытие дифракционной диссоциации.

Рождение квантовой оптики

В ранние шестидесятые Рой занялся совсем иной темой. Он развивал квантовую теорию оптической когерентности и детектирования фотонов, за что в конечном счете получил в 2005 году Нобелевскую премию. Здесь он заложил основы квантовой оптики.

Квантовая теория излучения уже была заложена на заре квантовой механики Максом Борном, Паскуалем Йорданом, Вернером Гейзенбергом и Полем Дираком. Тем не менее, эта теория не могла дать количественного описания физических процессов, поскольку она содержала сингулярности. Так было до 1947 года, до экспериментов В. Лэмба и П. Куша по сдвигу энергетических уровней атома водорода и аномальному магнитному моменту электрона, когда стала общепризнанной квантовомеханическая интерпретация света. Эти революционные эксперименты привели к развитию квантовой электродинамики. Однако еще сохранялась вера в то, что квантование поля излучения не имела большого значения для оптических процессов.

В середине пятидесятых интерферометрические измерения размера удаленных звезд, выполненные Р. Брауном и Р. Твиссом, радикально изменили ход событий. Они использовали корреляции интенсивности фототоков в двух пространственно разделенных детекторах и наблюдали их рост, когда разность оптических длин волн двух сигналов стремилась к нулю. Наш герой Рой интерпретировал этот рост как квантовый эффект. Термальный свет приходит в виде “сгустка” фотонов, т.е., следовательно, они поступают не поодиночке. Вероятность детектирования фотона сразу вслед за другим может быть выше, чем в последующие моменты. Этот эксперимент с группой фотонов от термального источника света может рассматриваться как рождение квантовой оптики.

Квантовая теория оптической когерентности

После открытия лазера и мазера в ранние шестидесятые в воздухе носились новые идеи относительно квантовых эффектов поля излучения. Однако еще не существовало теории для их наблюдения. И только в 1963 году Рой разработал квантовую теорию оптической когерентности. Здесь понятие состояния когерентности играет центральную роль. Когерентные состояния были предложены впервые Эрвином Шрёдингером в 1927 году с целью показать, что волновой пакет не должен быть всегда расходящимся. Когерентное состояние стало ключевым средством для теории оптической когерентности Роя. В частности, он смог показать, что для когерентных полей все корреляционные функции факторизованы. Как следствие, корреляции интенсивности не зависят от времени задержки. Этот эффект также наблюдался с использованием лазерного света.

Однако, кроме группировки фотонов, существует и противоположный эффект – антигруппировка. При коротких задержках времени корреляции интенсивности исчезают. Вероятность детектировать два фотона сразу одного за другим становится нулевой. Антигруппировка света появляется, например, при резонансной флюоресценции одиночного атома и была независимо детектирована группами Л. Мандела (Рочестер) и Г. Вальтера (Гарчинг). В этих случаях свет находится в неклассическом состоянии. Характеристика

неклассических световых полей связана с когерентными состояниями и введением распределений в квантовомеханическом фазовом пространстве. Они создают мост между классическим и квантовомеханическим описанием поля излучения.

Представление Глаубера для оператора плотности в терминах когерентных состояний было также важным для понимания лазера. Развитие квантовой теории лазера, выполненное группами В. Лэмба и М. Скулли (Йел), М. Лакса (Bell Labs) и Г. Хакена с Х. Рискен (Штутгарт), и даже теория атомного лазера использовали раннюю работу Роя. Действительно, квантовая теория когерентности не ограничивалась светом, но могла быть применена также к бозонным полям и, в частности, к конденсату Бозе-Эйнштейна (Bose-Einstein-Condensate – BEC). Недавно корреляции интенсивности BEC были измерены и оказались в полном согласии с теорией. Более того, с помощью алгебр Грассмана Рой смог также распространить свою теорию на фермионные поля, которые можно тестировать с помощью фермионных атомов. Уже выпущены отчеты с первыми экспериментальными результатами.

Старый вопрос: что такое фотон?

Во время проведения летней школы в Les Houches в 1964 году Лэмб, получивший нобелевскую премию в 1955 году за открытие сдвига уровней энергии в атоме водорода, читал лекции по полуклассической теории лазера. В его формализме свет интерпретируется на основе классической электродинамики, а материя – с использованием квантовой механики. В теории Лэмба нет надобности в понятии фотона. Несмотря на этот факт, многие ученые в Les Houches использовали слово “фотон” даже при упоминании эффектов, объяснение которых не было связано с квантовой теорией излучения. Это неправильное использование слова “фотон” злило Лэмба, и он ввел лицензии, дававшие право владельцу использовать слово “фотон”. Ученый без лицензии не имел права даже упоминать фотоны. Рой был одним из немногих, кто получил от Лэмба такую лицензию.

Проблема фотона наилучшим образом подытожена высказыванием Альберта Эйнштейна в 1951 году: “За 50 лет размышлений я все еще не подошел близко к ответу на вопрос, что собой представляют световые кванты. Сегодня какой-нибудь Том, Дик или Гарри думает, что он знает это, но он ошибается.” Теория фотодетектора Роя обусловила, однако, значительный прогресс в этом направлении. Он смог связать световые кванты поля с откликом детектора. Релевантная теория должна учитывать, что поглощение фотона детектором изменяет состояние поля излучения. Это условие приводит к так называемому нормальному упорядочению полевых операторов рождения и уничтожения. Рой однажды в шутку сформулировал свою теорию фотодетектирования в виде следующей фразы: “Я ничего не знаю о фотонах, но знаю об одном из них, когда вижу его.” Эту фразу вспомнил Поттер Стюарт из Американского Верховного Суда, когда его в 1964 году попросили определить, что такое порнография. Он ответил: “Я знаю, что это, когда вижу ее.”

Учитель и Человек

Рой может гордиться впечатляющим списком своих постдоков и аспирантов, которые сами заложили известные научные школы в теоретической физике. Его аспирант Дэн Уоллс, к несчастью, очень рано умерший, создал крайне успешную школу квантовой оптике в Новой Зеландии и Австралии. В Германии популярность

Глаубера поддерживали Фриц Хааке (Эссен) и Матей Левенштейн (Ганновер). Он является лауреатом премии Гумбольдта в Институте квантовой оптики имени Макса Планка и провел много летних сезонов в университете Ульма.

Мы также восхищаемся тем, как Рой воспитывал своих детей, Вэла и Джеффа. Будучи единственным родителем, Рой нес все нелегкие обязанности по дому, играл с детьми в футбол и воспитывал их. Он делал все это, будучи профессором Гарварда и отцом для всех нас. За все это он действительно заслуживает “премии Благородства (Noble Prize)”

Рой обладает большим чувством юмора. По этой причине его часто просят выступить с послеобеденной речью на научных банкетах. Блестящим примером является его речь на *Летней школе НАТО по гравитации и сжатым состояниям света* в 1981 году. Эта встреча проходила в городке, ставшем после Второй мировой войны центром спа и носящем ныне имя “Bad Windsheim” (близ Нюрнберга). Выступая, он заметил: “Не знаю, почему этот город стал плохим (Bad), но мы замечательно провели здесь столько времени, что теперь его следует именовать Good (хороший) Windsheim”.

September 2006

Marlan Scully, College Station, TX

Wolfgang P. Schleich, Ulm