чем химии, так как в ее состав входили группа рентгеновских исследований, большая группа цветных центров и еще разные подгруппки, которые скорее относились к физике, чем к химии. Не лучше ли было бы разобрать на части этот сервис, передав химикам все химическое, а из остатков и моей секции магнитного резонанса создать вполне респектабельную *Лабораторию физики твердого тела,* заведовать которой можно было бы уговорить меня. Оставалось уговорить химиков не только не алкать чужого добра, но и расстаться с частью своего. Вряд ли можно упрекать их за то, что они упирались.

Я решил выложить свой козырь - приглашение в Филадельфию, на которое я еще не ответил отказом. Я обратил внимание Перрена на то, что положение главы секции, даже автономной, вряд ли достойно физика моего возраста и моей международной репутации и что существуют места, в которых мой талант ценят больше, чем в КАЭ. Фрэнсис со мной согласился и даже предложил, чтобы моя лаборатория называлась *"Лаборатория твердого тела и магнитного резонанса"* (так она еще называется и теперь, в 1990 году). В заместители мне дали Андре Эрпена, знакомого с кристаллографией и с классическим магнетизмом.

Из сказанного выше у читателя может создаться впечатление, что я честолюбивый интриган. Хочу его искренно заверить, что это совсем не так. У меня было одно желание: быть хозяином своей собственной лаборатории, больше ничего. Обстоятельства поставили передо мной, не в последний раз, проблему "или ты командуешь, или тобой командуют".

Новые обязанности столкнули меня с новыми проблемами и с новыми физиками, что было совсем неплохо. Эрпен взял на себя немалую долю административных обязанностей. Это было слишком хорошо, чтобы длиться долго и продолжалось немногим более года. В начале 1959 года Ивон оставил обязанности начальника департамента и стал директором ОФАР (Отделения физики и атомных реакторов), которое включало большую часть (но не всю) ядерной физики КАЭ.

Чтобы объяснить, как это затрагивало меня, я, к сожалению, вынужден изложить сложное положение флагмана физики КАЭ - его ядерной физики. Крупная Лаборатория ядерной физики, основанная и возглавляемая вначале Андре Бертело, была разбита на три части. Первая и самая крупная, возглавляемая самим Бэртэло, была посвящена тому, что сегодня называется физикой элементарных частиц, и пользовалась крупнейшими доступными тогда ускорителями - "Сатурном" и машинами Церна. Вторая, Лаборатория ядерной физики средней энергии (ЛЯФСЭ), была под руководством Жака Тирьона (Jacques Thirion), талантливого и

энергичного физика. Он располагал циклотроном нового типа, построенным фирмой Филиппе, но значительно усовершенствованным самим Тирьоном. Третьей частью являлась Лаборатория ядерной физики низкой энергии (ЛЯФНЭ), которая использовала электростатический ускоритель Ван де Граафа; главой ее был Евгений Коттон, с которым я встречался в лаборатории Розенблюма в 1946 году.

Все это должно было бы стать частью владений Ивона. Но Андре Бертело, основоположник ядерной физики в КАЭ и любимый ученик Жолио, добился прямого подчинения Верховному Комиссару, так что из лабораторий ядерной физики Ивон руководил только Коттоном и Тирьоном.

Услыхав о новой организации, Коттон и Тирьон, оба хорошие мои приятели, пришли ко мне с неожиданной просьбой, чтобы я стал главой департамента, которому они будут принадлежать; таким образом, они будут отчитываться перед человеком, с которым у них есть общий язык. Я сказал: "Что за дурацкая затея; я теперь пишу книгу, руковожу собственной лабораторией, и у меня еще большая лаборатория, как я буду еще вами заведовать?" На следующий день Ивон предложил мне то же самое, и я отказался также категорически, хотя и в иных словах. "Хорошо", - сказал Ивон, - "тогда я назначу X". X был вполне приличным человеком, но я такого главой департамента не назначил бы. На следующий день у меня появилось ужасное сомнение. Я снова пошел к Ивону. "А что будет со мной? Моя лаборатория будет зависеть непосредственно от вас?" - "Нет, Я больше не хочу иметь автономных лабораторий. Вы будете подчинены X". Тогда я принял решение: "Если не поздно, я готов принять ваше вчерашнее предложение". Ивона это, по-видимому, не удивило, и он согласился. Мне кажется, у него было больше юмора, чем я полагал. Вот так я оказался главой департамента ядерной физики и физики твердого тела (ДЯФТТ) с тремя лабораториями. (Эрпен заменил меня во главе Сервиса твердого тела.) Укрепления, которые я воздвигал вокруг своей личной лаборатории, все больше расширялись.

С новым назначением моя нагрузка увеличилась менее, чем я опасался. Первой задачей было найти надежного заместителя, которому я мог бы доверять во всем. Я предложил эту должность Комбриссону. К моей радости, он согласился. Тирьон и Коттон привыкли заведовать своими лабораториями, а Эрпен в моей бывшей лаборатории правил всем, что не касалось моей личной лаборатории. Но все же моя новая должность не была синекурой. Я был представителем департамента перед властями, что требовало хорошей осведомленности о том, что там происхо-

дило, и представителем властей внутри департамента. Без меня не принималось ни одного решения насчет деятельности его трех лабораторий. Две обязанности особенно занимали меня в определенное время года: подготовка бюджета и ежегодное продвижение персонала. Подготовка бюджета начиналась с представления бюджетных документов, подготовленных лабораториями и согласованных на уровне департамента; затем следовали ожесточенные дискуссии в центре, где глава департамента, поддерживаемый начальниками лабораторий, отчаянно торговался с представителями центрального финансового управления. К продвижению персонала я относился с особой ответственностью. Я отказывался просто передоверять повышение по лабораториям и настаивал на составлении единого списка на весь департамент. Я приглашал к себе кандидатов на повышение, чтобы они рассказали мне о своей работе. Таким образом, я тоже кое-чему учился.

В другой главе я опишу сотрудничество моей личной лаборатории с физиками-ядерщиками в области поляризованных мишеней, в которой моя личная лаборатория играла ведущую роль.

Одно последнее замечание насчет моего восхождения по служебной лестнице: после Алжирского восстания, которое привело де Голля к власти, немалая часть служащих КАЭ приняла участие в демонстрации протеста. Я был одним из них. Администрация КАЭ не могла об этом не знать, как знала и о моей принадлежности к профсоюзу ГТК. Тот факт, что это не помешало моему продвижению по служебной лестнице, стоит отметить. Не знаю, так же скучно будет читать про мою служебную карьеру, как мне было писать о ней; я включил ее описание, потому что она определяет граничные условия, в которых развивалась моя научная деятельность.

Коллеж де Франс

Omnia docet
(Преподает все)

*Уникальное учреждение. - Кандидаты и выборы. - Третий порядок скромности. - Знаки отличия. - Визиты верхушки. - Четыре физика, четыре администратора. - "Горизонтальный" и "вертикальный". - *Поляризованные пучки и мишени. - *Ядра без отдачи. - *Красное смещение и краска стыда. - *Магический кристалл. - Новый Завет. - Первые подручные*

Мое восхождение по служебной лестнице КАЭ не совсем удовлетворило мои порывы. В предыдущей главе я объяснил, каким образом желание быть полным хозяином в собственной лаборатории невольно привело к постепенному расширению моих полномочий на все более обширные области научной деятельности КАЭ, превращая тем самым мою личную лабораторию во все меньшую долю моих владений. Но чего-то мне все еще не хватало.

Писание книги *"Принципы ядерного магнетизма"* разбудило страсть, которая меня никогда совсем не покидала: учить людей. Я сказал раньше, что чувствовал себя способным объяснить все, что понимал. Мне казалось, что я понимал все больше и больше интересных вещей, и мне хотелось объяснять их другим. Не приняв предложения профессуры в Филадельфии, которое, я должен признаться, помогло мне укрепить независимость моей лаборатории, я отказался от преподавания и теперь сожалел об этом. Дорога в университет Франции была для меня закрыта.

(Стоит заметить, что я сказал не французские университеты, а университет Франции, т.е. фактически одно монолитное учреждение с подразделениями в разных городах, а не, как в Англии, Америке, Германии, различные, независимые, конкурирующие между собой заведения высшего образования. Все французские университеты считались равными во всем, что касалось устава, дипломов, окладов, профессоров и студентов. За последние тридцать лет много говорили о необходимости это изменить. Говорят и теперь. Кое-что меняется, но страшно медленно.

Нужно ли пояснять, что университет Франции не признавал иностранных докторских дипломов, будь они из Оксфорда, как у меня, или из Патагонии. В сорок три года у меня не было ни времени, ни охоты писать диссертацию под чьим-либо руководством. Теперь я хотел иметь учеников, а не руководителя, которого я когда-то тщетно искал столько лет.

Профессор Альфред Кастлер (впоследствии Нобелевский лауреат) посоветовал мне попробовать себя в Коллеж де Франс (к которому он сам не принадлежал).. Я постараюсь объяснить, что представляет собой это учреждение, которое я считаю уникальным не только во Франции, но и во всем мире. Из прежних тамошних профессоров физики я знал Ланжевена, Бриллэна и Жолио. Не метил ли я слишком высоко? Правда, там был тогда профессором физики и Фрэнсис Перрен, слегка менее внушительная личность, и я мог ожидать от него поддержки моей кандидатуры. Я себя спрашиваю, кто даже во Франции знает, какие требуются дипломы от кандидата на кафедру в Коллеж де Франс. Ответ простой: никакие. Конечно, никакого диплома не выдается и студентам или, как мы их зовем, "слушателям". В нашей стране, где нужен диплом, чтобы стать почтальоном или кондуктором, не говоря уже о профессоре университета, это замечательное исключение. Оно объясняется историей Коллеж де Франс.

Коллеж де Франс был основан королем Франсуа I в 1530 году. В то время Парижский университет, тесно скованный своими традициями и привилегиями, пользовался монополией на преподавание в подвластной ему области и был врагом любых новшеств. Его четыре факультета - богословия, юстиции, медицины и словесности - преподавали все, чему было полезно и дозволено учиться. Преподавали исключительно на латинском языке, даже Священное Писание и древних (греческих) авторов. По совету ученого Гийома Бюде (Guillaume Budé) король даже не попытался обновить это закостенелое учреждение; вместо этого он назначил шесть "королевских лекторов", трех по древнееврейскому, двух по греческому, одного по математике. Таково было начало Коллеж де Франс, где сегодня пятьдесят две кафедры.

Однажды я пробовал объяснить американскому коллеге устройство Коллежа (так я буду его называть для краткости в дальнейшем). "Да это же копия нашего Принстонского института", - воскликнул он. Я ему сказал, что он напоминает мне зрителя, который после представления Гамлета нашел, что автор начитался Фрейда.

Понадобилось много времени, чтобы состав профессоров, начиная с шести королевских лекторов, достиг числа игральных карт. Среди них процент козырей не меньше, чем в обыкновенной колоде, что, по-моему, очень хорошо. Более тридцати лет тому назад, когда я начал помышлять о Коллеже, там было уже сорок восемь кафедр. В то же время число профессоров университета увеличилось в пять раз. Желающим обвинить Коллеж в мальтузианстве, я напомню сценку из вольтеровского романа "Кандид", где молодой наивный герой Кандид и его спутник, опытный Мартен, расспрашивают парижанина: "Сколько у вас театральных пьес?" - "Пять или шесть тысяч." - "Это много," - сказал Кандид. "А сколько из них хороши?" - "Пятнадцать или шестнадцать." - "Это много", - сказал Мартен. (Из сорока восьми профессоров, которые соблаговолили избрать меня тридцать лет тому назад, не ушел еще на пенсию только наш "Моцарт", математик Сэрр (Serre), ставший профессором в тридцать лет.)

Король Франсуа хотел создать нечто *новое,* и можно усомниться в новизне учреждения, которому более четырехсот пятидесяти лет. Залогом новизны, которая, по-моему, сохранилась до сих пор, является изменчивость кафедр. Что не меняется, или меняется очень медленно, так это число кафедр, или, на нашем жаргоне, *кредитов на кафедру.* Когда профессор уходит с должности, освобождается не *его* кафедра, а кредит на кафедру. Сохранение предмета само собой не разумеется и подвергается столь же строгому обсуждению, как и замена другим предметом. Когда один предмет заменяют другим, между ними часто нет никакой связи. Предшественник Жолио занимался санскритом, мой - арабской литературой, а мой преемник - специалист по геодинамике.

В девятнадцатом веке кафедры "вращались" медленнее. С 1801 по 1862 год Жан Батист Био занимал кафедру Общей физики, на которой затем его заменил до 1900 года Жозеф Бертран. (Воистину "из кресла в гроб".) Но в те дни существовал замечательный обычай *заместителей.* Профессор, испытывая тяжесть преклонного возраста, имел возможность передать обязанность чтения лекций заместителю , которому он выплачивал из своего кармана малую часть своего жалования. До того, как он унаследовал кафедру Био, Жозеф Бертран служил несколько лет его заместителем.

В связи с жалованием профессоров Коллежа можно рассказать следующий факт, малоизвестный и, по-моему, забавный. Хорошо известно, что сравнения цен или жалований на протяжении нескольких десятилетий, а тем более столетий, чрезвычайно обманчивы. Это обусловлено, конечно, в первую очередь, инфляцией; например, франк или стерлинг 1914 года не имеет ничего общего с их сегодняшней ценностью, но даже относительные цены продуктов или услуг крайне изменчивы в зависимости от успехов технологии или курсов на сырье. Однако статистикой установлено, что число стрижек, которое профессор Коллежа способен оплатить своим месячным жалованием, практически не изменилось со времени Наполеона. Это, вероятно, объясняется тем, что стоимость стрижки мужских волос, как и преподавания в Коллеже, мало зависят от технологии и от стоимости сырья. (С 1973 года один из профессоров Коллежа - дама. Если число дам значительно увеличится, в будущем это может повлиять на наш инвариант.)

Коллеж действует по принципу самоуправления. Органом самоуправления является собрание профессоров, так называемая ассамблея. Ассамблея выбирает председателем одного из своих членов, который носит скромное название администратора. Он обеспечивает управление Коллежем между заседаниями ассамблеи и принимает все решения, в которых отчитывается перед ней. Он также осуществляет связь между Коллежем и министерством. Ассамблеи собираются, по крайней мере, четыре раза в год, всегда по воскресеньям. Одной из самых важных обязанностей ассамблеи является определение предметов и выборы новых профессоров. Спокон веков среди моих коллег поднимаются протесты против выбора воскресенья для созыва ассамблей. Так как воскресенье - единственный день, когда возможно собрать если не всех, то хоть кворум, протесты остаются бесплодными. Лично я ничего не имею против собраний по воскресеньям. Встречаться с друзьями и коллегами, погружаться иногда в совершенно другой мир, выслушивать доклады, всегда изящные, иногда понятные, обыкновенно умеренно длинные, внести порой и свою крупицу, при голосовании волноваться за своего кандидата - все это намного интереснее, чем стоять в очереди в кино.

Кафедры разделяются на "литературные", т.е. гуманитарные, и "научные", но это деление не официальное, так как мы все считаемся учеными, а наши предметы науками. "Научным" кафедрам соответствуют науки *математические, физические и естественные*. "Литературные" кафедры подразделяются на науки *философские и социологические и на исторические, филологические и археологические*. Сегодня приблизительно сорок процентов всех кафедр "научные".

Выборы нового профессора разделяются на две части. Первая и самая важная - выбор предмета. Она самая важная, потому что за каждым предметом уже скрывается личность, и, когда я говорю "скрывается", я хочу сказать совсем обратное. Задолго до первого голосования кандидат пишет автобиографическую брошюру (notice), в которой он описывает свою предыдущую карьеру и публикации, а также планы будущих исследований. Она печатается и рассылается всем профессорам Коллежа. После чего кандидат наносит визит каждому из профессоров. Во время выборной ассамблеи голосованию предшествуют доклад профессора, который предложил данный предмет, и прения. Обыкновенно соревнуются два предмета, реже три, иногда бывает представлен только один предмет. Хотя каждый прочел брошюрку кандидата и провел с ним около часа, имя его во время прений, как уступка традиции, не произносится. После того как выбран предмет, второе голосование, во время которого забрало кандидата поднято, - простая

формальность. Я провел в Коллеже двадцать пять лет и принимал участие более чем в шестидесяти голосованиях, и не помню, чтобы хоть раз кандидат, чей предмет был отклонен в первом голосовании, баллотировался во втором. В принципе, это не противоречит уставу и, когда разница между двумя предметами невелика, это вполне мыслимо. Просто это не делается, или, вернее, больше не делается, так как это все-таки имело место при выборах, которые предшествовали моим, о чем я расскажу дальше.

Возвращусь к собственной кандидатуре. Летом 1958 года преждевременно скончался Жолио, осенью в Коллеже открылась вакансия, и я спросил Перрена, не согласится ли он представить мою кандидатуру на кафедру ядерного магнетизма. Перрен ответил, что ему кажется предпочтительным не менять бывшего предмета Жолио, т.е. ядерной физики, и предложить туда известного ядерного физика немецкого происхождения Ганса Гальбана (Hans Halban), эмигрировавшего в Англию после прихода Гитлера к власти и являющегося теперь французским подданным. Что касается меня, то он твердо надеялся добиться создания для меня новой кафедры, на что не мог рассчитывать для Гальбана. Таким образом, он полагал, что мы оба попадем в Коллеж. Это было, конечно, лестно, но показалось мне маловероятным. Выбора у меня не было, и я согласился.

Перрен посоветовал мне написать брошюру и приступить к визитам. Сразу после первого визита к "администратору", профессору Батальону (Bataillon), специалисту по испанской литературе, я осознал всю двусмысленность своего положения: я был кандидатом на вакансию, которой не существовало. Но брошюра была напечатана и разослана по адресам, и я приступил к визитам. Профессорам, которые интересовались, на какую, собственно, вакансию я был кандидатом, я кротко отвечал, что и сам не знаю, но доверяю профессору Перрену создать ее для меня. Это странное обстоятельство имело одно преимущество: нормальный кандидат должен был проделать все визиты до первого голосования приблизительно за два месяца, а для меня подобного ограничения не существовало.

Я храню прекрасные воспоминания об этих визитах. Все профессора, кроме одного (научного), приняли меня радушно. Особенное впечатление на меня, конечно, произвели "литературные", потому что с людьми такого высокого умственного уровня мне вообще вне Коллежа никогда не приходилось встречаться. К тому же, как я говорил уже не раз, я люблю объяснять, и меня привлекала возможность поделиться своими интересами с людьми столь далекими от них. Я не хочу сказать, что уровень научных был ниже, просто с этим типом ученых я был уже давно знаком.

Когда пришел срок, Перрен представил свое предложение ассамблее, но замахнулся на создание сразу *трех* кафедр. Он мотивировал свое опрометчивое предложение необходимостью уравновесить число литературных и научных кафедр. Конечно, коллеги "послали его подальше" и меня вместе с ним. Тем временем появился грозный конкурент кандидатуре Гальбана. То был, друзья, Лепренс-Ренге (Leprince-Ringuet), крупная фигура французской научной номенклатуры. Ему было тогда пятьдесят семь лет, он был профессором физики в Политехнической школе и членом Академии наук. Прежний сотрудник дюка Мориса де Бройля, он являлся, наряду с другими учениками знатного дюка, представителем направления политически правого, близкого к католической церкви. Ему противостояло прогрессивное направление, возглавляемое четой Жолио, Перреном и Оже. В таких условиях соперничество Лепренс-Ренге и Гальбана, богатого космополита немецкого происхождения, несколько раз женатого, к тому же еврея, не могло не принять характера столкновения двух партий, в котором физика играла второстепенную роль. Я наблюдал за этим соперничеством бесстрастно, но не без любопытства.

Что сказать о Лепренс-Ренге как о физике? В главе "Хождение по мукам" я писал о Перрене: "Он все знает и все понимает, но что он делает!" Я не рискну затронуть вопрос, что в физике знает Лепренс-Ренге и тем паче что понимает, но скажу, не колеблясь, что для физики он что-то *сделал.* Вот как: Лепренс-Ренге в высшей степени скромный человек, но не так, как все; я бы сказал, что его скромность "третьего порядка". Он охотно говорит, что ничего не понимает в теории. Это скромность первого порядка. Второй порядок такой скромности, конечно, уже не скромность, так как ввиду его положения он вполне может ожидать, что ему не поверят, как в старом анекдоте: "Вы говорите, что вы едете в Бердичев, чтобы я думал, что вы едете в Гомель, когда вы на самом деле едете в Бердичев, так зачем вы врете?"

Лепренс-Ренге свойственна скромность третьего порядка. Он не лжет самому себе, он *знает,* что он ничего не понимает в теории и очень мало в физике вообще, и выводит из этого правильные заключения. Он окружает себя молодыми и способными физиками, полными энтузиазма, и дает им возможность работать и развиваться в хороших условиях. Если при этом он сам тоже зарабатывает репутацию великого ученого, разве это так важно? Я считаю, что "общий баланс положителен".

На первом голосовании Перрен предложил кафедру с названием "Ядерная физика", за которым таился Гальбан, а для Лепренс-Ренге было предложено название "Ядерная физика высоких энергий". Выборы показали небольшой перевес в два три голоса в пользу первого названия. Лепренс-Ренге решил не ретироваться и заявил свою кандидатуру на победивший предмет, что было не принято, но не противоречило уставу. Один из профессоров (тот самый математик, кстати иностранный член Академии наук СССР, который принял меня не слишком радушно) отсутствовал при первом голосовании, но перед вторым повел страстную кампанию за Лепренс-Ренге и добился небольшого перевеса в его пользу. Вот как, порвав с неписанным правилом, Лепренс-Ренге занял кафедру в Коллеже. (С тех пор и по сей день это правило больше не нарушалось.) Его ученики усердно готовили ему лекции и тщательно их ему объясняли.

Ну а я? Со мной все было просто. В 1959 году профессор арабской словесности ушел на пенсию, и Перрен предложил заменить его кафедру "Ядерным магнетизмом"; другого предмета никто не предложил, и его предложение было принято, но не единогласно; воздержавшиеся были против выборов с единственным кандидатом. Хотели ли его коллеги загладить обиду, нанесенную Перрену двумя его поражениями, или на них произвела впечатление моя репутация, - не могу знать, но полагаю, что было и то, и другое. Во втором голосовании никто не попытался оспаривать у меня ядерного магнетизма, как это было с бедным Гальбаном.

Объяснив подробно, как *стать* профессором Коллежа, мне хотелось бы сказать несколько слов о репутации этого учреждения у нас во Франции и за границей. Справедливо или нет, но оно рассматривается французской интеллигенцией как верх успеха, и попасть туда - мечта любого профессора наших университетов. Для научных кафедр в поддержку этого суждения могу призвать статистику. В то время, когда я пишу эти строки (1989 год), в Коллеже тридцать "научных" профессоров, семь из них почетные. Все, кроме шести, действительные члены нашей Академии наук, которых у нас всего сто двадцать, что составляет двадцать процентов. Можно, конечно, считать, что эти цифры не так внушительны, как кажется, так как академики из Коллежа могли бы "тянуть" к себе своих коллег, явление, напоминающее то, что в физике называется конденсацией Бозе - Эйнштейна. Но есть статистика, для которой это возражение недействительно, а именно доля членов Коллежа среди французских ученых с иностранными отличиями. В Британском Королевском обществе десять иностранных членов из Франции, шесть из них из Коллежа. В Национальной Академии наук США двадцать два иностранных члена из Франции, тринадцать из них из Коллежа. Американской Академии естественных и гуманитарных наук (American Academy of Arts and Sciences) принадлежат четыре французских математика - двое из них из Коллежа - и четыре физика - двое из них из

Коллежа. Среди четырех наших Нобелевских лауреатов трое из Коллежа. Из пяти французских математиков с медалью Филдса (для математиков не существует Нобелевской премии) двое из Коллежа. Среди тринадцати физиков с медалью Лоренца (первым был Планк в 1927 году) один француз - он из Коллежа. Можно привести и других медалистов, но хватит вешать анонимные медали.

К сожалению, не могу привести такой же перечень для "литераторов" - я не знаю про *их* медали и попрошу читателя поверить мне на слово, что среди них тоже много выдающихся граждан Франции.

Должен пояснить, что предыдущее восхваление Коллежа я сделал только на экспорт; его можно также найти в английской версии этой книги, но не во французском оригинале.

Наши правители не раз отмечали значение Коллежа. Президент Жискар почтил нас своим посещением в 1980 году по поводу четырехсотпятидесятилетия Коллежа. В своей речи он всячески хвалил нас, но нашел, что наш старинный гордый девиз "docet omnia", т.е. "преподает все", слишком элитарен. Лично он предпочел бы девиз "преподает все всем" или, как он выразился по-латыни, "docet omnia *omnibus*". Я горжусь тем, что, несмотря на присутствие всех наших "литераторов", я один заметил, что "омнибус" президента ехал не туда, куда надо, иными словами, что его латынь хромала и что правильнее было бы сказать "docet omnia *omnes*". Так и написали в отчете о его визите.

Президент Миттеран тоже осчастливил нас визитом и поручил нам подготовить проект "Преподавание будущего" - нелегкая задача. Мой вклад ограничился несколькими ушатами холодной воды на энтузиазм моих коллег. Например, я настаивал на том, что необходимо обеспечить хотя бы минимум дисциплины, когда собирают двадцать или тридцать детей для умственных занятий, хотя это казалось нежелательным некоторым из моих коллег, имеющим больший опыт в руководстве работой над диссертациями, чем в преподавании арифметики или правописания. Я также считал, что умение обращаться с компьютерами не является универсальным ответом на все запросы культуры. Возможно, мое участие помогло сделать наш доклад слегка более реалистичным, чем его первый набросок. Но где этот доклад сегодня, пять лет спустя?

Когда я покидал Коллеж в октябре 1985 года, мне пришлось расстаться с четырьмя его физиками: Пьер-Жилем де Женом, Клодом Коэн-Тануджи, Филипом Нозьером, Марселем Фруасаром (Pierre-Gilles de Gennes, Claude Cohen-Tannoudji, Philippe Noziéres, Marcel Froissart). Я горжусь тем, что сыграл не малую роль в их выборе и был докладчиком на ассамблеях при выборе двух

из них, и немного расскажу о них. Не хочу скрывать, что в этом квартете для меня первым среди равных является де Жен. Не стану приводить здесь подробные отзывы о его достижениях, которые я составлял для Коллежа и для Академии. Он занимает кафедру физики конденсированного состояния, но он - завоеватель, который не привык довольствоваться достигнутым. Трудно найти в этой области предмет, которого бы он за последние тридцать с лишним лет не затронул и не обновил, спеша "явиться, прогреметь, блеснуть, пленить и улететь", оставив его ученикам, теоретикам и экспериментаторам, которые углубляют проведенную им борозду. Один американский физик написал, что сегодня де Жен - наше лучшее приближение к Ландау (без колючек и с добавлением численных данных, прибавил бы я). Прозрачность лекций де Жена порой обманчива: его "интуитивные" приближения являются часто плодом утонченных и глубоких размышлений и гораздо менее очевидны для слушателей, чем он считал. Скажу еще, что этот неутомимый труженик давно отрекся от всех обязанностей не первой необходимости; одна из них - присутствие на ассамблеях Коллежа.

Клод Коэн-Тануджи - воспитанник лаборатории Бросселя - Кастлера, откуда вышло после войны много талантливых французских физиков. Весьма парадоксально, что составление доклада о его кафедре доставило мне больше работы, чем о кафедре де Жена несмотря на то, что предмет, предложенный мною, "Атомная и молекулярная физика", был тем же самым, что и у его предшественника Перрена. Трудность заключалась в том, что лаборатория Перрена превратилась под конец в своего рода туманность, главным созвездием которой стала физика высоких энергий (как в лаборатории Лепренс-Ренге), а атомная и молекулярная физика были в упадке. Надо было показать, что "новая" атомная и молекулярная физика, родившаяся в лаборатории Кастлера и Бросселя и блестяще усовершенствованная самим Коэн-Тануджи, не имела ничего общего с ее дряхлой предшественницей, которая медленно угасала в лаборатории Перрена. Коэн-Тануджи не только блестящий исследователь, чьи работы об атоме, "одетом" с помощью излучения, принесли ему международную известность, он еще и замечательный преподаватель. В отличие от де Жена, он ведет своих слушателей к цели по столбовой дороге, где они не рискуют споткнуться о кочку или завязнуть в болоте блестящей, но порой обманчивой простоты.

Менее близок я к Филипу Нозьеру, потому что в течение многих лет он был профессором в Гренобле, где и теперь находится центр тяжести его научной деятельности. Я пытался привлечь его в Коллеж на десять лет раньше, но не нашел достаточной

поддержки у литературных", так что дело тогда даже не дошло до выборов. Недавно он был награжден премией Вольфа, которая очень ценится среди физиков.

Марсель Фруасар заменил Лепренс-Ренге в 1973 году. Я искренно убежден, что Фруасар был гениален, - слово, которое я легко не употребляю, - пожалуй, гениальнее, чем остальные трое (постольку, поскольку такое можно определить количественно). В отделе теоретической физики Сакле, где исключительно одаренных было немало, он, бесспорно, стоял выше всех. Начиная с его ранних публикаций, все видели в нем преемника Дайсона или Швингера; но теперь, кажется, он потерял интерес к такого рода деятельности. Мне говорят, что он довольствуется компетентным управлением обширной лабораторией, которую ему оставил Лепренс-Ренге.

Чтобы дополнить описание Коллежа, хочу упомянуть о тех четырех администраторах, которые управляли им в мое время.

Первый, кого я встретил по приходе, был, как я сказал раньше, Марсель Батальон, специалист по испанской цивилизации, администратор с 1955 по 1965 год. Он был очень красив; его благородные черты, белоснежная шевелюра, сдержанная любезность, его точная и медленная речь - все в нем напоминало испанского гранда. Он не был лишен некоторого сухого юмора, о чем свидетельствует следующий пример. При голосовании (втором), где философ Жан Гиполит (Jean Hyppolite) был единственным кандидатом, в своей защитной речи по его кандидатуре докладчик говорил гораздо больше о Гегеле, чем о Гиполите, что толкнуло меня опустить в выборную урну бюллетень с именем Гегеля. Провозглашая результаты голосования, Батальон без улыбки отозвался на имя Гегеля следующим замечанием: "Я не был письменно уведомлен в законный срок личностью, чье имя обозначено на этом бюллетене, о намерении быть кандидатом, и я должен объявить бюллетень с этим именем недействительным".

Испанским грандом он был и в своих отношениях с безликим божеством, которое заведовало нашими судьбами, министерством. На одной из ассамблей он выразил удивление, что письменная просьба одной из лабораторий Коллежа об увеличении стипендии, которую он переправил в министерство, оставалась без ответа целых два месяца. У "научных", которые прекрасно знали, что для того, чтобы вырвать фунт плоти из когтей министерства, надо было не только писать, но и звонить по телефону, и ходить туда, да не раз, подобная невинность могла вызвать только улыбку умиления. Беспомощность "литераторов" перед требованиями "научных" принимала разные формы. Так, эндокринолог Робер Курье (Robert Courrier) рассказывал мне, как много лет

тому назад тогдашний администратор, специалист по средневековой цивилизации, так реагировал на его заказ на двадцать четыре термометра: "Но, дорогой коллега, даже если вы повесите по два в каждой комнате, все равно будет вдвое больше, чем нужно".

Преемник Батальона с 1966 по 1974 год, эмбриолог Этьен Вольф (Etienne Wolf) не сделал бы подобного замечания. В своей лаборатории он был принцем тератологии[17], т.е. создателем чудовищ и химер в животном мире. На первый взгляд он был резок и авторитарен, но много выигрывал при близком знакомстве, так как за его суровым обликом скрывались застенчивость и доброта. Ему не повезло, так как он оказался на посту во время студенческих беспорядков 1968 года, и я думаю, что они причинили ему много огорчений. Я также думаю, что Коллежу повезло, что наши левые, псевдореволюционеры, которые хорошо знали Сорбонну, где они выкидывали свои штучки, даже не подозревали о существовании Коллежа.

С 1974 по 1980 год Вольфа заменил умный и добродушный Алан Горо (Alain Horeau), специалист по химии гормонов, не имевший равных в решении щекотливых задач, которые возникали между его коллегами, или между профессорами и их сотрудниками, или между министерством и профсоюзами. Однажды он мне рассказал, что его лаборатория работает над усовершенствованием противозачаточных средств, после чего спросил: "Как вы думаете, сколько у меня детей?" - "Шесть," - ответил я. "Нет, двенадцать." Я не решился заметить, что сапожник всегда без сапог.

С 1980 года и по сей день (1989) наш администратор - профессор Ив Лапорт (Yves Laporte), выдающийся нейрофизиолог. Высокий, изящный, со строгими чертами лица, которые иногда освещаются очаровательной улыбкой, он постоянно печется об улучшении условий труда членов Коллежа; должен с благодарностью заметить, в том числе и почетных. Особенно я ему благодарен за возможность располагать компьютером, при помощи которого были написаны французская и английская версии этой книги, а также эти строки. Потому ли что он появился как на этот свет, так и в Коллеже *после* меня, а не *до,* как его предшественники, потому ли что разделяет мою любовь к Шекспиру или по какой-нибудь другой причине, но во время наших ассамблей под его председательством я всегда испытываю по отношению к нему чувство взаимопонимания, которого не было по отношению к другим.

В начале этой главы я сказал, что был кандидатом на кафедру в Коллеже, потому что мне хотелось преподавать. Это, конечно,

[17]Тератология - наука, изучающая уродства и пороки развития у растений, животных и человека. - *Примеч. ред.*

правда, но не вся правда. Я говорил, что КАЭ - учреждение с авторитарной структурой. Может наступить день, думал я, когда я вынужден буду сказать его хозяевам "нет". Коллеж будет тогда для меня крепостью, из которой я скажу это "нет". Так оно и вышло. Двенадцать лет спустя ..., но об этом позже.

До сих пор я ничего не сказал о своих лекциях. Они тесно связаны с работами моей лаборатории и, конечно, еще больше с работами других лабораторий. Среди физиков, как полагаю и в других науках, есть универсалы, которые знают мало, но обо всем, и специалисты, которые знают все, но мало о чем. (Как сказал бессмертный Козьма Прутков, "специалист подобен флюсу; полнота его одностороння".) Есть еще Ганс Бете, который знает почти все почти обо всем, и четвертая категория, которую не нужно описывать. Я предпочитаю говорить о физике "горизонтальном" или "вертикальном", как бы выглядел он на графике, где предметы отложены по оси абсцисс, а знания по оси ординат. За исключением (в некоторой степени) самого ядерного магнетизма, я считаю себя "горизонтальным".

Я вижу тому четыре или пять причин. Во-первых, как я уже говорил не раз, я - "поздно начавший" (late beginner) в течение многих лет вынужден был заниматься самообразованием, т.е. читать книги, написанные на разные темы другими, вместо того, чтобы самому писать статьи на одну тему.

Во-вторых, в КАЭ я заведовал все более и более обширными научными отделами. И мне казалось немыслимым числиться начальником какого-нибудь физика, не понимая предмета его занятий, что опять вело к самообразованию. В некоторых счастливых случаях его физика сливалась с моей. К этому я еще вернусь.

В-третьих, сыграл не малую роль мой двадцатипятилетний стаж профессора Коллежа. По уставу в лекциях профессор должен изложить "результаты своих исследований и открытий, сделанных им за предыдущий год". Что касается открытий, то и в урожайные годы двух лекций было бы более чем достаточно, а что касается исследований, проведенных в моей лаборатории, то меня не привлекало излагать слушателям, не столь уж многочисленным и, кроме того, состоящим в значительной части из моих сотрудников с кафедры, то, что я уже подробно обсудил с ними в лаборатории. Приходилось читать лекции об ином, что было не так просто.

Главное различие курсов в университете и в Коллеже заключается в том, что в университете слушатели меняются каждый год, а предмет, если и изменяется, как у лучших профессоров, то весьма мало, в то время как в Коллеже наоборот - публика мало меняется, а значит, *должен* меняться курс. У меня был накоплен большой материал о ядерном магнетизме и в первые годы в Коллеже я намного превышал норму устава, которая для кафедр с лабораторией, как моя, равна девяти лекциям и девяти семинарам под руководством профессора. (Много лет тому назад администратору пришлось напомнить одному профессору-"литератору", что "руководство семинаром" предполагает присутствие профессора на семинаре.) Профессору университета, который, может быть, считает, что это очень легкая нагрузка, я посоветовал бы попробовать в течение двадцати пяти лет читать каждый год новый курс искушенной и критически настроенной публике.

В первый год, полный юношеского азарта (ведь мне было всего сорок пять лет), я прочел двадцать семь лекций и провел пятнадцать семинаров, но постепенно угомонился и под конец приблизился к норме устава и ко всем моим коллегам. Надо было искать новые темы, т.е. новые для меня. С теперешней специализацией физики не ходят на лекции, предмет которых даже слегка отдален от их собственных интересов. Когда профессор Коллежа берется излагать тему, которая не совпадает с его собственными исследованиями, перед ним возникает щекотливая проблема: желательно, чтобы слушатели интересовались этой темой и даже сами работали бы над ней, потому что иначе они не придут на лекции; но нежелательно, чтобы они знали предмет гораздо лучше профессора, который тогда ежеминутно рискует потерять свое лицо.

Для новичка-профессора единственной возможностью заинтересовать слушателей-специалистов является тогда оригинальное изложение, к которому специалисты не привыкли. Иногда мне это удавалось. Конечно, очень важно, чтобы эта тема интересовала самого профессора. Из моих двадцати трех курсов не более половины были посвящены самому ядерному магнетизму, хотя все так или иначе имели дело со спинами. Двадцать три курса, а не двадцать пять, потому что профессор Коллежа может при желании воспользоваться "саббатическим" отпуском (впервые так названным в американских университетах, где он дается каждый седьмой год), т.е. освободиться на год от обязанности преподавать, обыкновенно, чтобы путешествовать, и я дважды брал такой отпуск.

Иногда выражается мнение, что для Коллежа обязанность преподавать - пережиток прошлого, который отнимает драгоценное время у научной работы, и который надо упразднить, как это делается в некоторых выдающихся исследовательских учреждениях. Я считал бы это опасной ошибкой: обязанность преподавать каждый год курс, способный заинтересовать научных работников, младших или старших, - лучшее противоядие от окостенения или просто безделья. Так легко ничего не делать тому, кто поднялся

на известный уровень научной иерархии и "руководит" работой других! Минута правды наступает тогда, когда стоишь перед слушателями и замечаешь зевающие рты или отсутствующие взгляды, и нет обиды хуже этой. Все предыдущее сказано для того, чтобы объяснить, боюсь слишком длинно, почему мои лекции толкали меня к "горизонтальности".

Четвертой причиной является сама природа ядерного магнетизма, который сам по себе или через его применения соприкасается с невероятным числом других предметов: всей физикой конденсированного состояния, статистической механикой, физикой ядерной и элементарных частиц, сверхнизких температур, химией, биологией, а сегодня, благодаря ЯМР-изображению, с клинической медициной. Все это превращает специалиста по ядерному магнетизму в человека эпохи Возрождения, как я напыщенно назвал его в своей вступительной лекции.

*Поляризованные пучки и мишени

Самым наглядным примером симбиоза моей и чужой физики является *проблема поляризованных пучков и мишеней.* Я работал над этой темой в близком сотрудничестве с моим "подчиненным", физиком-ядерщиком Жаком Тирьоном, а позже с ЦЕРН'ом. В чем там дело? Как я уже объяснял, в ядерной физике обстреливают мишень пучком частиц из ускорителя и изучают столкновение между частицей пучка и частицей мишени. Игроки в бильярд знают, что, если придать шару кием вращение (по-английски спин), это изменит результат столкновения с другим шаром. Большое число атомных ядер, в том числе протоны и дейтроны, имеют внутренний спин, что аналогично вращению бильярдного шара вокруг оси, и результат столкновения одной из этих частиц с мишенью будет зависеть от ориентации спина по отношению к направлению пучка. Обыкновенно пучки частиц не поляризованы, т.е. направления их спинов беспорядочны, и в столкновении пучка с мишенью наблюдается усреднение по всем ориентациям спинов. Из-за этого теряется информация. Желательно оперировать с поляризованными пучками, где все спины имеют одну и ту же определенную ориентацию.

В начале шестидесятых годов я придумал оригинальный метод получения поляризованных пучков, основанный на использовании радиочастотных полей с учетом моей старой знакомой - сверхтонкой структуры атома. Эта структура, обусловленная связью между ядерным магнитным моментом и гораздо большим электронным, действует как рукоятка, которой можно перевернуть ядерный момент посредством электронного. Это если не тот же метод, то, по крайней мере, та же идея, как ДЯП солид-эффектом, где электронная поляризация передается ядерным спинам. В результате нашего сотрудничества ребята Тирьона успешно построили источник для поляризованных пучков.

Но чтобы успешно употреблять наш поляризованный источник для ядерных реакций, его надо было сочетать с другим устройством - поляризованной мишенью. В бильярдном столкновении довольно легко придать кием шару спин (в английском смысле слова), но не ясно, как обеспечить тем же спином шар, в который метишь. (Правила бильярдной игры об этом умалчивают.) В нашей лаборатории мы называли эту вторую, более трудную часть проблемы "принцессой Маргарет", следуя анекдоту, рассказанному нашим другом Арни.

Принципом поляризованной мишени мы овладели несколько лет тому назад: это был "солид-эффект". Оставалось решить нелегкую техническую задачу построения мишени операционной, как говорят военные. Эта мишень пропускала протоны малой энергии (от 10 до 20 МэВ) и, значит, была очень тонкой (толщиной 0,1 мм), была окружена радиочастотной катушкой для измерения протонной поляризации, находилась внутри миллиметрового резонатора и была охлаждена до 1 К в криостате, введенном в зазор магнита, который создавал поле в 2 Тесла. Без помощи нашего одаренного инженера-криогенщика Пьера Рубо, бывшего морского офицера, и его искусного помощника Кустама не знаю, справились ли бы мы с этой задачей. Наконец, мы добились успеха, и в 1962 году физики Тирьона осуществили первый в мире эксперимент по рассеянию поляризованного протонного пучка на поляризованной протонной мишени, построенный по моему методу.

Желая найти клиентов для наших "товаров", я предлагал нашу технику нескольким французским ядерщикам. Все казались заинтересованными, но все придумывали какие-то сложные хитроумные эксперименты, которые было бы трудно осуществить даже с обыкновенной мишенью без осложнений, связанных с поляризацией. Их поведение напоминало мне следующий анекдот. Акробат ходит по натянутому канату на высоте в двадцать метров, на плечах у него сидит ребенок, а на голове зажженная керосиновая лампа; в руках у него скрипка, на которой он играет Крейцерову сонату (рояль надо полагать, остается внизу). Критически настроенный зритель замечает: "Да, это не Ойстрах".

От ядерной физики низких энергий мы перешли к мишеням для физики высоких энергий, где мы близко сотрудничали с физиками ЦЕРН'а. Трудности здесь были диаметрально противоположными. Вместо очень тонких мишеней и всех трудностей, связанных с этим, наши новые клиенты желали располагать как можно боль-

шими мишенями. Они готовы были "купить" мишень объемом до литра, т.е. в миллион раз большим, чем у нашего прежнего творенья. В некоторых отношениях это было даже легче при наличии надлежащей аппаратуры, электронной, криогенной, магнитной и механической, из которой немалую часть предоставил нам ЦЕРН. Зато усложнением являлась необходимость увеличить в мишени долю "свободных" протонов, т.е. не связанных в ядрах других элементов. Наконец, требовалось увеличение скорости роста поляризации и скорости ее переворачивания. Это привело к поискам подходящих парамагнитных примесей с очень быстрой релаксацией, позволяющей им успешно справляться с обязанностями "царя Соломона".

В то же время развивалась и теория динамической поляризации. Оказалось, что ширина линий ЭПР парамагнитных примесей была слишком велика для применения упрощенной модели солид-эффекта, и пришлось вырабатывать более утонченные теории. Пионерами этой теории, слишком сложной, чтобы ее здесь объяснять, явились советские физики Провоторов и Буишвили, а позже многие другие (в частности, и на Западе), в том числе мои сотрудники Соломон и Гольдман, да и я сам. Кроме того, есть еще и другие эффекты, о которых я только упоминаю, как, например, "узкое горло", фононное, хорошо знакомое в ЭПР релаксации, которое еще сильнее усложняет теорию. В обширной монографии, написанной с Гольдманом и вышедшей в 1982 году (есть русский перевод), мы дали подробное и, признаюсь, довольно неудобоваримое изложение теории ДЯП.*

В течение пятнадцати лет физики высоких энергий, возглавляемые Оуэном Чемберленом, который был награжден Нобелевской премией в 1959 году за открытие антипротона, проявляли большой интерес к поляризованным мишеням. Даже Карло Руббиа, получивший Нобелевскую в 1984 году за открытие W и Z бозонов, сотрудничал с нами некоторое время. Завязалось активное сотрудничество между физиками низких температур и резонанса, с одной стороны, и физиками высоких энергий, с другой. Все разделяло их и, прежде всего, гигантский скачок энергии в 10^{15} раз. Несмотря на это различие, было организовано немало совместных конференций в Сакле, Беркли, Чикаго, Харуэлле, Брукхейвене, Женеве, Лозанне и т.д. На этих конференциях для нас, "резонаторов", проблемным был вопрос: "*как* поляризованные мишени осуществить", для них, физиков высоких энергий, проблемным был вопрос "*зачем* поляризованные мишени строить". Это было столкновение двух культур, столкновение легкой и тяжелой науки.

Чемберлен не раз высказывал мнение, что поляризованным мишеням суждено сделаться для физики высоких энергий орудием, подобным пузырьковой камере, изобретение которой принесло Дональду Глазеру Нобелевскую в 1960 году. Слыша такие речи и видя глубокий интерес физиков высоких энергий к поляризованным мишеням - изобретению, по-моему, гораздо более остроумному и изощренному, чем пузырьковая камера, - возбуждали у физиков высоких энергий, так ли уж удивительно, что и я порой мечтал о поездке в Стокгольм. В своих мечтах я охотно делил награду с моим соперником и хорошим другом профессором Карсоном Джефризом (Carson Jeffries) из Беркли, который другим путем тоже пришел к идее и реализации поляризованных мишеней. Более того, в этих несовершившихся мечтах я тайно рассчитывал на хорошо известное искусство физиков Беркли проталкивать своих, а значит, и Джефриза, на Нобелевскую, которую тогда уже нельзя было бы не разделить между нами.

(Здесь я открою маленькую скобку: когда ЦЕРН начал интересоваться поляризованными мишенями, там составилась партия обожателей Америки, которые ратовали за то, чтобы выписать поляризованные мишени из Беркли, вместо того чтобы пользоваться нашими. В докладе в ЦЕРН'е, где я агитировал за наши мишени, я рассказал следующий анекдот. Во время войны с японцами некоторые американские войска были переведены в Австралию. Невеста одного из солдат, сомневаясь в верности возлюбленного, написала ему: "Что там есть такого у этих австралийских девиц, чего нет у меня?" На что он ответил: "Ничего, дорогая, но у них это здесь".)

Ничего из этих мечтаний не вышло по одной простой причине: Чемберлен и коллеги, которые разделяли его мнение, ошибались. Из поляризованных мишеней вышло несколько результатов интересных, но отнюдь не фундаментальных, подобных тем, что были получены на пузырьковой камере. Сегодня эти мишени мало кого интересуют, кроме некоторых энтузиастов, которые еще ведут борьбу в арьергарде и публикуют странные, труднообъяснимые результаты. Во всяком случае, как я объяснил в главе "Ускорители и резонансы", общий интерес передвинулся от *любых* неподвижных мишеней, поляризованных или нет, на коллайдеры. В заключение скажу, что я создал для рынка прекрасное изделие, на которое, вопреки ожиданиям, оказался малый спрос.

Во всяком случае все это скобяное и водопроводное дело, связанное с поляризованными мишенями для высоких энергий, мне смертельно надоело даже до того, как выяснилось падение спроса на них. Для моей любимой дочки - динамической поляризации в твердых телах - я имел в виду других женихов, но об этом позже.

Что касается неуловимой Нобелевской, я любил рассказывать товарищам следующую историю. Мать часто у меня спрашивала: "Почему все получают Нобелевскую, а у тебя ее нет?" На что я отвечал: "Мама, я не Жан Поль Сартр. Когда *я* отказываюсь от Нобелевской, я это делаю так, чтобы никто об этом не слышал". Это, конечно, дважды выдумка: во-первых, тот, кто прочел написанное в этой книге о маме, поймет, что подобный вопрос от нее немыслим; во-вторых, отказ Сартра от Нобелевской премии, окруженный неслыханной рекламой, произошел через два года после кончины мамы.

Интересно заметить, что в 1933 году, когда Дирак был награжден Нобелевской премией, он хотел от нее отказаться, потому что ненавидел рекламу. Резерфорд уговорил его этого не делать, уверив, что отказ сделает еще большую рекламу. Сартра подобные соображения не смущали.

*Ядра без отдачи

Есть область физики, в которой лично я почти ничего не сделал, но которая меня очень заинтересовала, как только она появилась - *испускание и поглощение излучения атомными ядрами без отдачи,* или, как это названо по имени физика, открывшего это явление, - эффект Мёссбауэра. Вот в чем заключается его принцип. Атомное ядро *A* может перейти из возбужденного состояния $|e>$ в основное состояние $|g>$, испуская гамма-квант с энергией *E.* Ядро *B,* находящееся в основном состоянии $|g>$, может поглотить этот квант и перейти в возбужденное состояние $|e>$. Это - явление резонансного поглощения, широко известное в оптике. Но в случае ядерного излучения появляется затруднение. Во время эмиссии, чтобы выполнялся закон сохранения количества движения, на отдачу ядра *A* уходит энергия *R* за счет кванта гамма-луча, который уносит лишь энергию $E' = (E - R)$. Аналогичное рассуждение показывает, что для возбуждения ядра *B* потребуется энергия $E'' = (E + R)$. Получается расхождение в *2R* между энергией луча и той, которая требуется для возбуждения ядра *B.* Таким образом, резонансное поглощение может произойти только в том случае, если уровни достаточно широки и энергия гамма-квантов достаточно "размазана", чтобы покрыть расхождение *2R.* В оптическом резонансе так оно и есть, но не в ядерном, где уровни энергии гораздо уже.

Например, для ядра ^{57}Fe его подробно изученный переход с энергией 14,4 кэВ имеет естественную ширину Д $\approx 4,6 \cdot 10^{-9}$ эВ, в то время как энергия отдачи R к $2 \cdot 10^{-3}$ эВ, т.е. на шесть порядков величины больше. Все это было известно до Мёссбауэра, и физики-ядерщики уже давно старались искусственно увеличить

ширину перехода, сообщая ядрам кинетическую энергию порядка *2R.* Это делалось увеличением температуры или источника, или поглотителя, или их обоих. Британский физик Филип Мун (Philip Moon) пытался даже передать ядрам источника кинетическую энергию *2R,* помещая источник на окружности быстро вращающегося колеса, как будто метая гамма-частицу пращой.

В конце пятидесятых годов молодой немецкий физик Рудольф Мёссбауэр поставил опыт, в котором он *понизил* температуру источника (или поглотителя, не помню которого из них) радиоактивного изотопа ^{191}Ir, вместо того чтобы ее повысить, как делали все, и к своему удивлению наблюдал, что поглощение вместо того, чтобы уменьшиться, как ожидалось, увеличилось. Его главная заслуга заключается в том, что он не только обнаружил, но и объяснил это замечательное явление.

На самом деле объяснение было известно и даже давно опубликовано, но не было замечено из-за необыкновенной слепоты всех тех, кто до сих пор занимался этим делом. Все рассуждения велись так, как будто радиоактивные атомы находятся в газе без взаимодействий. В твердом же теле, если энергия отдачи невелика по сравнению с энергией колебаний атомов в образце (что соответствует так называемой частоте Дебая), отдачу испытывает не атом, а *весь образец,* унося при этом энергию R', которая пренебрежимо мала. Это верно и для поглотителя. Понижение температуры в эксперименте Мёссбауэра уменьшало вероятность испускания или поглощения фононов одновременно с отдачей ядра, что могло бы размазать необыкновенно узкое поглощение или испускание ядерного излучения.

Замечательно, что в 1939 году, за двадцать лет до открытия Мёссбауэра, Уиллис Лэмб (Willis Lamb) опубликовал полную теорию этого эффекта, правда для нейтронов, а не для гамма-квантов, но принцип там тот же. Что еще любопытней, это то, что Мун, тот, который метал гамма-кванты пращой, советовался с Пайерлсом в связи с этой проблемой и что тот рекомендовал ему почитать статью Лэмба. Что касается самого Лэмба, когда я однажды сказал ему в шутку: "Проморгали вы еще одну Нобелевскую" (первую он получил за несколько лет до того за открытие так называемого "лэмбовского сдвига", которое привело к возрождению квантовой электродинамики), он отозвался на эту дружескую шутку с горечью; очевидно, был не прочь получить вторую.

Два американских физика повторили эксперимент Мёссбауэра, подтвердили его результаты и опубликовали их в "Physical Review Letters", что, наконец, привлекло внимание всех к этому открытию, в том числе и мое. Замечательно, что вместо того, чтобы

проделать опыт на каком-нибудь другом ядре, тем более, что на многих других эффект гораздо нагляднее, чем на ^{191}Ir, они повторили опыт на *том же* ядре. Они просто не поверили результатам Мессбауэра и хотели показать их ошибочность.

Невероятная тонкость мёссбауэровских линий, как они теперь называются, привела к совершенно новому методу развертки. Хорошо известно, что из-за так называемого допплер-эффекта частота Ω источника, приближающегося к поглотителю со скоростью v, *покажется* поглотителю смещенной на $\Omega(v/c)$, где c - скорость света. Естественная ширина мёссбауэровской линии, скажем в ^{57}Fe, 2Д и 10^{-9} эВ, и ее относительное значение, $X = (2\Delta/\Omega)$, где $\Omega = 14,4$ кэВ - энергия перехода, равно $X \approx 7 \cdot 10^{-13}$! Из этого следует, что изменение относительной скорости источника и поглотителя, необходимое, чтобы пройти через линию, равно $v = cX = 3 \cdot 10^{10} \cdot 7 \cdot 10^{-13} \approx 0,02$ *см* $\cdot$ c^{-1}. На самом деле несовершенство решетки, спин-спиновые взаимодействия внутри образца и конечная толщина источника и поглотителя несколько расширяют линию: значение ее относительной ширины в ^{57}Fe будет ближе к $2 \cdot 10^{-12}$, чем к $7 \cdot 10^{-13}$. Я привожу все эти подробности потому, что они потребуются немного позже.

Приведенные выше данные явно переводят изучение эффекта Мессбауэра в область легкой и даже ультралегкой науки. Как только я услышал об этом эффекте, я стал о нем размышлять, потому что он мне страшно понравился чисто с эстетической точки зрения, и я посвятил ему тринадцать лекций в моем первом курсе в Коллеже. Я записал лекции на французском языке. Несмотря на это, один американский издатель выпустил их отдельной книжкой. Говорят, что в нее иногда заглядывают до сих пор. Физики-ядерщики, которые пришли в большом числе на первую лекцию, скоро убедились, что эффект Мессбауэра не для них, а для физиков твердого тела.

В моей лаборатории Соломон из подручных материалов и приборов, одолженных в соседних лабораториях, смастерил за несколько дней аппарат, с помощью которого он смог наблюдать спектры некоторых соединений железа. Мое знакомство с теорией сверхтонкой структуры помогло ему в объяснении результатов. Независимо от других он обнаружил так называемый изомерный сдвиг, который, как я показал, аналогичен изотопическому сдвигу в оптических спектрах и объясняется разницей радиусов ядра в основном и в возбужденном состояниях. Я также показал, что знак квадрупольного момента ядра железа ^{57}Fe в первом возбужденном состоянии, приводившийся в литературе, ошибочен.

Эта область физики, где собралась куча народу, довольно скоро надоела нам с Соломоном. Моим главным вкладом в эффект

Мессбауэра я считаю то, что уговорил заняться им молодого одаренного французского физика Пьера Эмбера (Pierre Imbert), искавшего в ту пору тему. Сегодня его лаборатория одна из лучших в мире.

*Красное смещение

В заключение я хочу рассказать историю наблюдения с помощью эффекта Мессбауэра явления, называемого *"красным смещением"*. Это сдвиг частоты электромагнитного излучения в гравитационном поле; он был предсказан Эйнштейном, так же как и отклонение луча света под действием гравитационного поля, которое наблюдалось впервые Эддингтоном во время солнечного затмения в 1919 году. Необыкновенная узость мёссбауэровских линий создала в первый раз возможность наблюдать воздействие гравитации на электромагнитное излучение в лаборатории. Принцип эксперимента очень прост. Представим себе источник и поглотитель гамма-лучей в земном гравитационном поле с ускорением g, первый выше второго на расстояние h. Наивно, но в общем законно можно сказать, что гамма-фотон "падает" с источника на поглотитель, что при "падении" его энергия увеличивается и что относительное значение этого увеличения, т.е. относительное значение смещения его частоты, равняется (gh/c^2). В данном случае это не красное, а синее смещение; чтобы сделать его красным, достаточно поменять местами источник и поглотитель. Для высоты в двадцать метров красное смещение $2 \cdot 10^{-15}$, т.е. приблизительно *одна тысячная* относительной ширины мёссбауэровской линии в ^{57}Fe.

Возникает вопрос: возможно ли наблюдать (и измерять) смещение линии, равное одной тысячной ее ширины? Роберт Паунд первый опубликовал подробное обсуждение возможности подобного эксперимента, который он намеревался осуществить в своей лаборатории. Ввиду интереса, который возбуждает в широкой публике все, связанное с теорией относительности, этим предложением заинтересовалась пресса, и "Нью-Йорк Тайме" взяла у Паунда интервью, которое появилось на первой странице газеты. В среде физиков поднялся гвалт: "Не он-де один придумал этот эксперимент, и неприлично выскакивать вперед, да еще на страницах газеты, с тем, что пока еще является лишь неосуществленным проектом." Паунда эти нападки очень огорчили, но, как увидим ниже, он взял блестящий реванш.

Несколько месяцев спустя группа британских физиков из Харуэлла (того самого государственного атомного центра, где когда-то работал злополучный Фукс, и отношения с которым когда-то боялся испортить лорд Чаруэлл, допустив меня к профессуре в

Оксфорде) опубликовала результаты первого измерения красного смещения. Им удалось наблюдать и измерить красное смещение в ^{57}Fe; знак и порядок величины наблюдения соответствовали теории. За последние годы звезда Харуэлла слегка поблекла в глазах британской публики, и начальство центра сделало этому открытию, может быть, чрезмерную рекламу, организовав интервью участников по радио и их пресс-конференцию.

Вот когда произошло то, что я лично называю первым эффектом Джозефсона. Юный кембриджский студент Брайан Джозефсон (Brian Josephson), прочитав в прессе отчеты об успешном харуэллском эксперименте, был обуян сомнениями. Он открылся в оных своему наставнику (в Оксфорде и Кембридже их зовут tutors). Тот нашел его соображения правильными и посоветовал Джозефсону написать о них харуэллским физикам. Те, прочтя письмо, пришли в ужас, да и было от чего. Джозефсон доказывал очень простыми доводами, что различия температуры в один градус между источником и поглотителем было достаточно, чтобы произвести смещение порядка самого красного смещения. А несчастным даже в голову не приходило измерять систематически и тем более регулировать это различие. Ясно, что их измерениям была грош цена.*

Что было дальше, я рассказываю со слов Уолтера Маршалла (Walter Marshall), позже лорд Маршалл стал заведующим всей британской программой по атомной энергии. Харуэллские чины ринулись к телефону звонить Джозефсону в его Кембриджский колледж. Попросили к телефону доктора Джозефсона. "Нет у нас такого", - кратко ответил привратник колледжа. "Может быть, он не доктор?" - догадался один из чинов. - "Да, у нас есть студент Джозефсон". - "Попросите, пожалуйста, его к телефону". - "Студентов к телефону не зовем", - и повесил трубку. Чины и физики "затолкались" в две официальные машины и помчались в Кембридж (добрых сто километров от Харуэлла), где Джозефсон подтвердил им устно более подробно то, о чем он им уже писал. Краска на лицах была куда краснее смещения.

Все это время мой друг Паунд работал над своим экспериментом, но, очевидно, "тщательней", чем в Харуэлле. Наблюдая невоспроизводимость результатов своих измерений, он догадался о роли температуры и пришел другим путем к тому же заключению, что и Джозефсон. Он тщательно регулировал температуру и добился воспроизводимого результата, совпадавшего в пределах погрешностей опыта с предсказанием Эйнштейна. Его доклад на конференции стал триумфальным; никто другой не смог представить надежного результата.

Ну а Джозефсон? Он появился на конференции, посвященной эффекту Мёссбауэра, которую я организовал в Сакле в 1961 году, и где, покрыв себя славой в харуэллском сражении (или кораблекрушении), был одним из почетных гостей. Он был очень молод, выглядел совсем мальчиком и упорно молчал. Как всем известно, еще бо́льшая слава пришла к нему после открытия "настоящего" эффекта Джозефсона в области сверхпроводимости, за что он был награжден Нобелевской премией в 1973 году. И, как не всем известно, он с тех пор стал заниматься такими предметами, как парапсихология или так называемый телекинез (передвижение предметов мыслью), на горе своим поклонникам и на радость разным чудакам и жуликам.

На нашей Мёссбауэровской конференции присутствовал шведский физик Ивар Валлер (Ivar Waller), представитель Нобелевского комитета, постоянно ищущий по всему свету возможных лауреатов. Я ему объяснил, почему считаю таковым Мёссбауэра. Очевидно, не я один был такого мнения, потому что Мёссбауэр был награжден в том же году, тридцати двух лет от роду.

На каком-то собрании Жюль Герон говорил о трагедии получивших Нобелевскую слишком рано, а я не удержался и сказал: "Благодарим Бога за то, что он отвел от наших уст эту чашу". Но, несмотря на дурацкий характер его замечания, в нем есть крупица правды. Слишком часто юные Нобелевские лауреаты высыхают, охваченные вихрем почестей или власти, или, быть может, потому, что бросают свои прежние исследования и изнуряют себя в бесплодных поисках "второго" открытия такого же масштаба. Возможно, так оно было с Джозефсоном. Но не так это было с Мёссбауэром. Слава не вскружила ему головы. Хотя он не уклонялся от ответственности (он был одним из первых директоров ИЛЛ, т.е. международного Института Ланжвена - фон Лауэ, основанного на использовании исследовательского реактора, построенного в Гренобле Францией, Германией и Великобританией), он в течение многих лет работал усердно и умно над применениями ...эффекта Мёссбауэра. (Теперь он занимается физикой нейтрино.)

Вернемся на минуту к его открытию. *Открытие* безусловно было достойно Нобелевской премии; за это ее и дают - за открытия. Почти тридцать лет спустя я все еще убежден, что оно заслуживало премии, чего не могу сказать о некоторых других открытиях, подобно награжденных. Но что придало открытию Мёссбауэра особую важность, так это существование радиоактивного изотопа ^{57}Fe. Все в этом изотопе, от его изотопического изобилия до замечательных особенностей его распада, а также то, что это изотоп *железа*, сделало из него, как по заказу, отборное

орудие для химии, металлургии, магнетизма, а с изучением гемоглобина и для биологии. Мёссбауэр сделал свое открытие не на этом изотопе, и само его существование оказалось замечательно счастливой случайностью. Ну и что? Иногда говорят, что Нобелевская премия - это лотерея, в некоторой степени это так и есть. Но, как в любой лотерее, чтобы выиграть, нужен билет, а он далеко не у всех имеется. У Мёссбауэра билет, безусловно, был.

Еще два воспоминания в связи с ИЛЛ. Однажды в Гренобле Мёссбауэр организовал для меня осмотр института. Очевидно, желая доставить мне удовольствие, он собрал всех сотрудников, которые когда-либо занимались ЯМР, чтобы они мне рассказали о обо всем, что они делали в этой области. После визита он захотел узнать мои впечатления, на что я ответил словами (конечно, вымышленными) лорда Чемберлена, ответственного за нравственность лондонских театров: "Зачем мне ходить в театр, чтобы смотреть на адюльтер, мужеложство и кровосмешение, когда я все это могу найти дома". Я не уверен, что Мёссбауэр понял, что именно я хотел этим выразить, так как он спешил на заседание.

Второе воспоминание тоже связано с ИЛЛ и с немцами, но без Мессбауэра. Я был одним из крестных отцов ИЛЛ, и вначале мы вели переговоры только с Германией; англичане вошли в ИЛЛ (как и в другие европейские предприятия, Общий рынок и ЦЕРН) с большим опозданием. Заседания были двуязычные, с синхронным переводом. Наш (КАЭ) административный директор нашел, что в организации, предлагаемой немцами, было слишком много начальников и слишком мало исполнителей. "Что это за мексиканская армия?" - спросил он (выражение, которое употребляется по-французски в этом смысле). "Welche Mexikanishe Wehrmacht? Warum Mexikanishe Wehrmacht?" - завопили немцы, услышав перевод.

*Магический кристалл

В области динамической ядерной поляризации (ДЯП) есть одна забавная вещица, которую я придумал во время пребывания в Оксфорде зимой 1962-1963 года. Вот что это такое. Если быстро вращать в магнитном поле кристалл, погруженный в жидкий гелий, через пару минут ядерная поляризация, скажем у протонов кристалла, увеличивается в сто раз или больше по сравнению с ее величиной при тепловом равновесии. Забавно, не правда ли? Почему? - "Элементарно, дорогой Ватсон": кристалл легирован очень анизотропными парамагнитными примесями. Когда магнитное поле параллельно известной оси *A* кристалла, их ларморова частота Ω сравнима с частотой свободного электрона, т.е.

на три порядка выше, чем у протона. Благодаря своей быстрой релаксации спины примесей быстро достигают своей равновесной поляризации, которая тоже на три порядка выше, чем у протонов. Вдоль другой оси *B,* ортогональной оси к *A,* ларморова частота примесей равняется нулю (в редкоземельной группе есть несколько таких парамагнитных ионов).

При вращении кристалла от *A* к *B* найдется промежуточная ориентация (фактически гораздо ближе к *B,* чем к *A),* где ядерные и электронные частоты равны и где между электронами и ядрами происходят флип-флопы, сохраняющие энергию и уравнивающие их поляризацию. Если бы было одинаковое число электронов и ядер, после одного поворота ядра были бы значительно поляризованы. Но так как электронов гораздо меньше, после первого поворота электроны почти совсем деполяризованы, а ядра лишь немного поляризованы. Кристалл снова приводят в положение *A,* где электроны опять быстро поляризуются, а поляризация протонов, чья релаксация очень медленна, не меняется. Затем приводят кристалл в положение *B* и т.д.

Благоприятным является тот факт, что электронная релаксация, очень быстрая вдоль оси А, где электроны с ядрами "не разговаривают", гораздо медленнее около *B,* где они "общаются" между собой. Поляризация накачивается, как насосом. Конечно, поступая как бережливая дама, которая махала головой вместо веера, вместо кристалла можно вращать магнитное поле.

Невиль Робинсон (Nevile Robinson), экспериментатор из Кларендона (пожалуй, ловчее самого Соломона), стибрив у своего сына мотор от игрушки, смастерил за два дня нечто, что я не решаюсь назвать аппаратом, с помощью которого он продемонстрировал правильность моей идеи, получив увеличение протонной поляризации в несколько раз. Мы решили отложить публикацию до сооружения менее кустарного аппарата. Но в Кларендоне гостил тогда американский физик, сотрудник Джефриза, который, услышав о нашей работе (трудно было о ней там не услышать - мы рассказывали о ней всякому, кто не отказывался слушать), сообщил нам, что он только что получил письмо от Джефриза с той же самой идеей, что тот еще не поставил эксперимента, но послал для публикации письмо с описанием принципа в журнал низких температур "Cryogenics". Нельзя было терять ни минуты с публикацией. К счастью, главным редактором "Cryogenics" был специалист по низким температурам Курт Мендельсон (Kurt Mendelssohn), чей кабинет был рядом с моей комнатой в Кларендоне. Я отнес ему написанную за ночь статью, и она появилась в том же номере "Cryogenics", что и статья Джефриза.

Позже высокие протонные поляризации, до 80%, были получены бывшим учеником Джефриза с помощью маленькой турбинки для быстрого вращения кристалла. Главное преимущество метода *"магического кристалла"* для поляризованных мишеней заключалось в том, что, так как в нем не использовался резонанс, он не требовал очень однородного магнитного поля. Но более серьезным недостатком была невозможность менять знак поляризации часто и быстро, как в методе "солид-эффекта".

"Магический кристалл" никогда не смог вытеснить "солид-эффекта", но по-моему трудно найти лучший пример из забавной физики.*

Одной из причин моего приглашения в Оксфорд было отсутствие Блини, уехавшего в саббатический отпуск. Я дал серию лекций об ЭПР в полупроводниках и снова погрузился в атмосферу парамагнетизма переходных элементов, с которой я был так хорошо знаком, когда работал в Оксфорде над диссертацией, и затем снова, когда заинтересовался эффектом Мёссбауэра. Классическая монографиия Ван Флека, посвященная этим проблемам, была написана тридцать лет тому назад, задолго до открытия ЭПР. Мне казалось, что весь материал, экспериментальный и теоретический, накопленный за двадцать лет в работах Блини и его сотрудников и в теоретических работах Прайса, Стивенса, Элиотта и других, в том числе и моих, заслуживал, чтобы ему была посвящена монография. Я поговорил об этом с Блини, которому понравилась мысль написать со мной такую монографию. Результатом нашего сотрудничества стал увесистый трактат более чем в восемьсот страниц о парамагнитном резонансе соединений переходных элементов от железа до актиноидов, включая группы редкоземельных элементов, палладия и платины.

Я описывал теорию, а он - экспериментальные методы и результаты; хотя иногда, желая описать некоторые части теории своим языком, он вторгался на мою "территорию". Как и можно было ожидать от книги, писавшейся в сотрудничестве двумя авторами в разных странах, каждый со своей культурой и индивидуальностью, она страдала некоторым недостатком единства. Один злой критик (не я ли?) сказал, что это две книги в одном переплете, но это несправедливое преувеличение (для красного словца не пожалеешь и близнеца?). Мы согласовали обозначения и установили перекрестные ссылки между частями. Собранные экспериментальные данные в его части, против которых я возражал вначале (я до сих пор не знаю, против чего он возражал в моей), оказались драгоценным источником информации для специалистов ЭПР и большим плюсом для книги. Что касается меня, я приложил главные усилия к выяснению и объяснению наиболее

трудных вопросов теории, часто неверно толкуемых. Был сделан перевод на русский язык с тем же редактором, как для "Ядерного магнетизма", а на французский - группой французских физиков из Гренобля. Книга имела более чем приличный успех и недавно была переиздана в дешевом издании (paperback). Израильские физики зовут ее *"Новым Заветом"*.

Во французское и английское издания этой автобиографии я включил в знак признания и дружбы перечень сотрудников (увы, далеко не всех), которые чередовались в моей лаборатории. Я полагал, что большинство, прочитав одну или другую версию, увидят, что я о них не забыл. Так как по-русски они не читают, кроме, может быть, одного из них, сначала я хотел пропустить эту часть. Но потом мне это показалось маленькой изменой, и я эту часть сохраню, заранее извиняясь перед русским читателем и приглашая его пропустить то, что вряд ли может его заинтересовать. Этот перечень я разобью на две части. В другой главе я напишу специально о тех, кто участвовал в многолетней работе по изучению ядерного магнитного порядка, которую я считаю главным своим достижением и опишу подробно.

*Моя лаборатория увидела свет, если я могу так выразиться, в подвале Ecole Normale Парижа в 1954 году. На следующий год она была перенесена в Сакле, где просуществовала до 1968 года. Затем она была перенесена в другой центр, так называемый Orme des Merisiers, в трех километрах от Сакле (об основании которого я расскажу в следующей главе), где она находится по сей день. В течение первых лет численность сотрудников мало менялась: десяток физиков, которые в КАЭ звались инженерами; от трех до пяти аспирантов, работающих над диссертацией, от пяти до десяти техников, и от двух до пяти физиков из-за границы - немало для легкой науки, но жидковато для тяжелой.

Первые подручные

Я уже писал об Ионеле Соломоне, который оставил меня в 1962 году, чтобы основать собственную лабораторию в Политехнической школе. С самого начала работа этой лаборатории была замечательно успешной. Главной темой ее исследований были полупроводники, а методом исследований - магнитный резонанс. В длинной серии исключительно изящных экспериментов, пользуясь всеми возможностями магнитного резонанса, оптики и электрических измерений, он открыл немало новых эффектов. Это он посвятил трех из моих первых сотрудников - Мориса Гольдмана, Андре Ландесмана и Жозе Эзратти (Maurice Goldman, Andre Landesman, José Ezratty) - • в тайны экспериментальной техники магнитного резонанса.

О Жане Комбрисоне я уже говорил и вернусь к нему в будущей главе, где расскажу, как я стал директором отделения физики.

Жак Винтер (Jacques Winter) пришел ко мне после защиты очень интересной диссертации у Бросселя. Его обширные познания в физике твердого тела и в атомной физике, а главное, его прекрасно развитый критический ум были полезны всем и в первую очередь мне. Я охотно говорил (полушутя), что, какой бы я ни предлагал новый эксперимент, Винтер убедительно доказывал, что, во-первых, это невозможно, во-вторых, не представляет интереса и, в-третьих, уже давно было сделано. Пробиться через этот тройной барьер (что мне иногда удавалось) было тонизирующим упражнением. Винтер покинул на время КАЭ, чтобы занять должность научного директора в НЦНИ (CNRS), служил несколько лет вице-директором в ИЛЛ и снова вернулся в КАЭ, где он теперь заведует научным департаментом в Гренобле.

Жозе Эзратти был сотрудником, с которым все в лаборатории любили работать, и сотрудничал со многими из нас. Все ценили его доброжелательность и юмор. Теперь он директор учреждения, задачей которого является подыскивать места для работы в промышленности молодым кандидатам наук.

Андре Ландесман долго работал над динамической поляризацией в жидкостях. Я отправил его на два года в командировку в США, откуда он вернулся специалистом по твердому ^3He. Он сделал несколько интересных работ в этой области и написал прекрасный обзор об обменном взаимодействии. Я широко воспользовался этим обзором в монографии, которую написал вместе с Гольдманом в 1982 году.

Шарль Ритер (Charles Ryter) - швейцарец по национальности - пришел ко мне уже опытным специалистом ЭПР. Он соорудил спектрометр необыкновенной чувствительности и первым наблюдал так называемое смещение Оверхаузера, которое возникает в металлах при усиленной ядерной поляризации. Теперь он астрофизик.

Мишель Боргини (Michel Borghini) успешно работал над динамической поляризацией и над конструированием поляризованных мишеней сначала у меня, а затем в ЦЕРН'е, где он трудится и теперь.

Клод Робер (Claude Robert) - необыкновенно искусный экспериментатор (он первым наблюдал ЯМР ^{57}Fe в необогащенном изотопическом железе), теперь профессор физики в Страсбурге.

Морис Герон (Maurice Guéron) - сын Жюля Герона, одного из лидеров юного КАЭ, - защитил хорошую диссертацию по ЭПР в полупроводнике $InSb$, а после того переключился на ЯМР в биологических веществах. У него теперь своя лаборатория в Политехнической школе.

Дени Жером (Denis Jerome) защитил прекрасную диссертацию о переходе металл - диэлектрик в сильно легированном кремнии. После того, как он покинул мою лабораторию, он стал известен своими работами по органическим сверхпроводникам. Боюсь, что злободневность его работ пострадала от недавнего открытия сверхпроводников с высокой критической температурой.

Жан-Марк Дельриё (Jean-Marc Delrieu), работая без всякой моей помощи, защитил выдающуюся диссертацию о ЯМР в вихрях сверхпроводников второго рода, а затем сделал очень оригинальную работу о природе обменного взаимодействия в твердом ^3He. Его, скажем, независимый характер создавал проблемы, пока он не удалился из лаборатории, чтобы работать в "своем углу".

Ганс Глаттли (Hans Glattli) - швейцарец, изучая с помощью ЯМР свойства твердого метана, открыл оригинальный способ определения его низко лежащих уровней энергии. Путем облучения он создавал в метане парамагнитные центры, энергии которых при известных значениях магнитного поля входят в резонанс с уровнями метана. К нему я еще вернусь.

Вильяме (Williams), прозванный почему-то Тито, прибыл ко мне из Оксфорда как специалист по ЭПР. В течение некоторого времени он тщетно искал метастабильные возбужденные состояния в твердом ^3He, следуя моей (безумной) идее использовать их как парамагнитные примеси для динамической поляризации. После этого он изучал поведение ионов и электронов над поверхностью жидкого гелия. Эти работы, вдохновленные Валерием Шикиным, приехавшим к нам из Института физики твердого тела, были очень успешны. По моему настоянию он отмежевался от моей лаборатории, с которой его работы уже не имели ничего общего, и основал собственную группу.

Рей Фриман приехал из Оксфорда. Химик по специальности, он существенно развил ЯМР высокого разрешения. Однажды я сказал ему, что среди ломаного английского, который царил в лаборатории, он является нашим стандартом английского языка, на что он ответил: "Пора отослать ваш стандарт домой для новой калибровки".

Уоррен Проктор (Warren Proctor) уже был упомянут в связи со спиновой температурой и динамической поляризацией. Своим сотрудничеством в этой области он внес важный вклад в деятельность нашей лаборатории. По сей день помню, как после того, как мы поляризовали "вслепую" ^6Li в LiF в течение часа (позднее выяснилось, что было достаточно двух минут), мы увидели, как увеличенный сигнал ^6Li проплыл по экрану осциллографа.

"Анатоль, - воскликнул он, - видите ли вы то, что вижу я?" Божественный сюрприз!

Уолтер Гарди (Walter Hardy) - канадец из Ванкувера - провел со мной два года в середине шестидесятых. Я предложил ему изучить ДЯП в твердом дейтерированном водороде *HD* для постройки поляризованной мишени с высокой концентрацией водорода (чистый водород H_2 не подходит по причинам, о которых здесь нет места распространяться). Гарди, искусный и остроумный экспериментатор, прежде всего построил, начиная с нуля, аппарат для приготовления чистейшего *HD* и провел способом ЯМР подробное исследование его свойств. Результаты позволили сделать два противоречивых вывода: 1)как материал для поляризованной мишени *HD* не подходил; 2)как образец молекулярного твердого тела он был очень интересен. Это был интересный и отнюдь не единственный пример "прикладной" работы, которая приводит к результатам, представляющим общий интерес. Теперь Гарди - профессор в Ванкувере, где мы встречались в последний раз в 1987 году.

Нил Сюлливен (Neil Sullivan) - новозеландец и бывший ученик Паунда в Гарварде - пробыл у нас почти десять лет. Теперь у него кафедра во Флориде. Большинство его работ было посвящено тщательному изучению фазовых переходов в смесях твердого орто- и пара-водорода, а также твердого азота с разными примесями. Превосходный экспериментатор, он научил работать двух молодых блестящих французских физиков Даниэля Эстева и Мишеля Деворе (Daniel Estéve, Michel Devoret).

Эта пара после успешного сотрудничества с Сюлливаном совсем оставила ЯМР и изучает макроскопические квантовые явления в джозефсоновских контактах. Тем хуже для ЯМР, тем лучше для физики!

Слава Лучиков, Милан Оденал и Александр Малиновский пришли к нам с Востока. Все трое - прекрасные физики, провели в лаборатории немало времени, работая над ДЯП. Все вернулись в свои страны (Оденал преждевременно скончался в 1988 году). Лучиков заведует отделом нейтронной физики в Дубне. Малиновский (болгарин) сотрудничал с Глаттли в области приготовления и испытания материалов для поляризованных мишеней, иногда приезжает к нам на короткие промежутки времени.

Предупреждаю читателя опять, что будет еще список в другой главе.

Директор физики

Быть или не быть

Коварный инспектор. - Снова на школьную скамью. - Не вникать в мелочи. - Заместители. - "Великие" проекты. - Июнь 1968 и как из него извлечь пользу. - Возвращение Цинцинатуса

В 1962 году Луи де Бройлю исполнилось семьдесят лет и он покинул свою кафедру в Сорбонне. В связи с этим Жак Ивон решил оставить свою должность директора Отделения Физики и Атомных Реакторов (ОФАР) в КАЭ, чтобы занять освободившуюся кафедру. И наши властители - ГА и ВК - решили разбить на две части отделение, возглавляемое Ивоном, которое слишком разрослось. Были созданы два новых отделения: Отделение Атомных Реакторов (ОАР) и Отделение Физики (ОФ). Горовицу предложили первое, которое он принял, а мне - второе, от которого я отказался. Причину моего отказа легко объяснить: лекций в Коллеже, заведования лабораторией и моих собственных исследований - трех занятий, не отделимых друг от друга (я не говорю о моей ответственности начальника департамента, которую заменили бы обязанности директора), - мне хватало вполне.

Директорская пышность - еженедельное заседание директоров КАЭ вместе с Главным Администратором и Верховным Комиссаром и "на закуску" прекрасный обед в директорской столовой, персональная машина, частые встречи с советниками министра и менее частые с самим министром, иногда приглашения на приемы в президентский дворец - не прельщала меня настолько, чтобы повлиять на мой отказ. Кроме того, я собирался отлучиться в Оксфорд на несколько месяцев, что было бы невозможно сразу по вступлению в новую должность. Оставалась одна проблема: если не я, так *кто*? Мои деловые отношения с Ивоном были очень хорошими: я его ценил и уважал, и мне кажется, что он тоже относился положительно и к тому, как я управлял департаментом, и, что еще важнее, к моей физике. Я не видел никого ни внутри, ни вне КАЭ, с кем я мог бы установить такие же отношения, как с Ивоном. Снова возникала проблема, с которой я встретился три года тому назад, когда взвалил на себя ответственность начальника департамента, чтобы не иметь над собой начальника, с которым я мог бы не поладить. Но мне совсем не хотелось снова лезть вверх. Вот почему я предложил Перрену назначить директором вместо меня Анри Байсаса (Henri Baissas), который занимал около него место, освободившееся после того, как Жан Дебьес, которого я описал в главе "Ускорители и резонансы", стал

директором Сакле. Было несколько неуважительно предлагать человека столь культурного и обходительного, как господин Байсас, на роль царя Чурбана, но что-то в этом роде было у меня на уме. Фрэнсис принял мой отказ и предложение взять взамен Байсаса с готовностью, на которую я мог бы обидеться, если бы не знал ее причины, которую объясню немножко позже.

Как и Дебьес, Байсас до КАЭ служил инспектором в Министерстве народного образования. Ему было шестьдесят три года, и, по крайней мере, в принципе, он должен был уйти из КАЭ два года спустя, когда ему исполнится 65 лет. Назначение директором физики привело его в восторг, он горячо благодарил меня за рекомендацию и уверял, что будет бдительно следить за тем, чтобы должность директора через два года перешла ко мне.

Его прошлая карьера очень походила на карьеру Дебьеса, но, в отличие от Дебьеса, его нельзя было обвинить в вертлявости и фокусничестве. Что касается компетенции в области физики, я, право, не знаю, кому из них присудить первенство. Во всяком случае в течение трех (да, трех) лет он мне ни в чем не мешал, а на большее я и не рассчитывал. Его заместителем был Жан Пельрен, "очень милый и благовоспитанный молодой человек" (как я описал его в предисловии), который успешно сглаживал мои отношения с Байсасом. В 1964 году Байсасу исполнилось 65 лет; в продолжительном разговоре с глазу на глаз он изложил мне административные причины, малопонятные, но тем более убедительные, которые делали желательным для него остаться на посту еще на один год, и попросил моего согласия. Меня это тронуло, так как решение не от меня зависело, я ничего не возразил, и он остался на третий год. За эти годы я убедился, что обязанности директора были одновременно более интересны и менее хлопотны, чем у начальника департамента, и мысль унаследовать должность после ухода Байсаса начинала мне улыбаться. Вся административная деятельность (работа, которая меня всегда мало привлекала) велась на уровне департамента. Напротив, на уровне директора были возможности повлиять на важные решения, что мне нравилось гораздо больше.

Весной 1965 года я узнал окольным путем, что с благословения Перрена Байсас намеревался остаться на четвертый год и, пожалуй, еще дольше, напирая на то, что в ведомстве инспекторов народного образования возраст ухода на пенсию был не 65 лет, как в КАЭ, а 70. Это вероломство меня взорвало. Я пошел к Главному Администратору и доложил ему, что позже осени 1965 года я должность директора Отделения Физики не приму, потому что не хочу, чтобы весь КАЭ надо мной смеялся. Это

подействовало, и осенью 1965 года пятидесяти лет отроду я стал директором Отделения Физики КАЭ.

Пора объяснить странное поведение в этой истории нашего Верховного Комиссара, причиной которого был Андре Бертело (Andre Berthelot). Как я рассказал в главе "Карьера", Бертело был основателем ядерной физики в КАЭ. Он был любимым учеником и в прошлом ассистентом Жолио и оставался сильно привязанным к нему. После вынужденного ухода Жолио из КАЭ Бертело вел себя вызывающе по отношению ко всем политехникам, которые во главе с ГА управляли КАЭ и которых он винил в изгнании своего учителя. Единственным исключением из правителей был сам Перрен, который как и Бертело, был выпускником Высшей Нормальной Школы. Ввиду моей дружбы с "мушкетерами", Бертело и меня зачислил в политехники. (Для Коварски я был плох тем, что не политехник, а для Бертело панибратством с политехниками. Трудно!)

Резкие выходки Бертело довели до того, что прежний главный администратор несколько лет тому назад лишил Бертело звания начальника его собственной Лаборатории Ядерной Физики. Благодаря неустанной поддержке Перрена он продолжал ею руководить и получать жалование, но официально лишь в качестве консультанта. Вся его деятельность протекала под крылышком Байсаса, который еще до того, как стал директором, обеспечивал связь между Бертело и администрацией. Я полагаю, что чрезмерная снисходительность Перрена к Бертело объясняется, прежде всего, его несомненными научными заслугами, а более того (тут я только догадываюсь), неловкостью, которую Перрен, может быть, испытывал, заняв место своего друга Жолио. Перрен опасался, как он мне сам впоследствии признался, что, став директором и, значит, прямым начальником Бертело, сменив покладистого Байсаса, я буду, как он выразился, "мучить" (tourmenter) Бертело.

"Мучить" Бертело мне никогда не приходило в голову, но я не мог допустить (и не допустил) того, чтобы часть моего отделения имела своего рода экстерриториальный статус. Я добился от нового ГА Роберта Гирша (Robert Hirsch), с которым у меня установились хорошие отношения, чтобы Бертело был восстановлен в должности начальника департамента в моем отделении. Бертело понадобилось некоторое время, чтобы привыкнуть к тому, что у него теперь не было прямого провода к верховному комиссару через мою голову, когда он в чем-либо нуждался, что в конце концов образумило его и сблизило нас. Кроме моей неуступчивости, была наша общая привязанность к науке и мои искренние усилия добиться для его лаборатории тех средств, которые казались необходимыми ему (и мне).

Бертело скончался несколько лет тому назад. Он был благородным человеком, и я, нередко расходясь с ним во мнениях, ценил его. Он был прекрасным преподавателем и активным руководителем, и его деятельность помогла продвинуть нашу страну на ее теперешнее место в области физики высоких энергий. Чего ему не хватило, так это возможности провести после войны пару лет в передовой лаборатории за границей, занимаясь исключительно наукой. Вместо этого сразу после войны ему доверили управление крупным отделом с персоналом, который вначале, по крайней мере, был не из лучших. Я полагаю, что он сам это сознавал и что в этом таилась причина его порой безрассудного поведения.

Я давно мечтал ознакомиться с физикой элементарных частиц, и мои новые обязанности превратили мечту в необходимость. Представилась великолепная возможность: знаменитая летняя школа теоретической физики, находящаяся на склоне Альп, Лезуш (Les Houches) предлагала летом 1965 года двухмесячный вступительный курс по этому предмету. Как все студенты, я послал прошение о принятии меня на курс (желающих было гораздо больше, чем свободных мест). Я был принят и в пятьдесят лет уселся на школьную скамью рядом со студентами, в большинстве в два раза моложе меня, в той самой школе, где в предыдущие годы сам не раз читал лекции (на другие темы, конечно). Не хочу скрывать, что мне было нелегко и даже очень, но я вытерпел и впитал большую часть того, чему меня учили.

По-моему, время тогда было не очень благоприятным для теории элементарных частиц. Было много данных и еще больше теорий, но ни одна из них меня не удовлетворяла. К счастью, несколько лет спустя были сделаны большие успехи, но я не буду здесь задерживаться на этом, так как еще вернусь к этому предмету в другой главе. Во всяком случае, я вернулся из Лезуш вооруженным достаточными знаниями, чтобы понимать и оценивать инициативы главы департамента элементарных частиц, т.е. Бертело, его финансовые потребности, а также его предложения о продвижении по службе его сотрудников.

Теперь несколько слов о самом Отделении и прежде всего перечень его отделов: Департамент элементарных частиц, о котором я уже говорил; Департамент "Сатурн", ответственный за работу нашего ускорителя того же названия с энергией в 3 ГэВ, который "я сквозь магический кристалл еще не ясно различал", когда руководил группой орбиты двенадцать лет тому назад; Департамент ядерной физики, возглавляемый Альбером Мессиа, который кроме циклотрона Тирьона и Ван-де-Граафа Коттона обогатился линейным электронным ускорителем в 600 МэВ с малой скважностью импульсов; Департамент ядерного синтеза во главе с "мушкетером" Трошри; две автономные лаборатории - Физики твердого тела, в которой приютилась моя личная лаборатория, и Теоретической физики под руководством Клода Блоха; наконец, своего рода "туманность", унаследованная со времени основания КАЭ, к которой я еще вернусь позже, названная "Автономная лаборатория прикладной физики". Если прибавить, что Горовиц руководил громадным Отделением атомных реакторов, можно сказать, что карьера "мушкетеров" в КАЭ складывалась не так уж плохо.

В 1966 году численность всего персонала Отделения физики равнялась 1500, из которых приблизительно 400 научных сотрудников. Ежегодный бюджет был 150 миллионов франков по курсу 1966 года, т.е., вероятно, больше полумиллиарда франков по курсу 1989 года. Чтобы управлять всем этим, у меня были два заместителя или, как они у нас звались, "адъюнкта" (которых здесь я стану называть ассистентами). То были Жан Комбрисон, с которым я основал свою личную лабораторию более десяти лет тому назад, и Жан Пельрен, которого я унаследовал от Байсаса. Я ладил прекрасно с обоими, а они - неплохо между собой, с помощью моего вмешательства время от времени, чтобы определить сферу деятельности каждого из них.

С самого начала я принял два решения. Первым было *ни в коем случае* не запускать научную работу, скорее сложить с себя должность; вторым - не делать *ничего самому* из того, что можно было без ущерба доверить моим ассистентам или главе одного из моих департаментов. С ассистентами мы собирались каждый день в моем кабинете с пяти до семи для обсуждения текущих дел. Эти часы растягивались при необходимости, например, во время подготовки бюджета или обсуждения продвижения по службе сотрудников. Чтобы пояснить мой подход к делу, я расскажу о решении мною так называемой проблемы Гольдзаля (Goldzahl), которое цитировалось впоследствии в КАЭ и вне его как "суд царя Соломона".

Гольдзаль занимался физикой высоких энергий в НЦНИ, Перрен приютил его с группой в Сакле. В годы изобилия расходы группы оплачивались из специального бюджета, находящегося в личном распоряжении Верховного комиссара. С приходом "голодных лет" этот источник иссяк, и проблема финансовой поддержки их работ свалилась на голову директора Отделения физики. Гольдзаль работал в той же области, что и Бертело, но тот категорически отказался выделить хоть крупицу из своего бюджета для Гольдзаля, мотивируя это, вполне резонно, по-моему, тем, что не видит повода, чтобы оплачивать работы, которые не он предложил и за которые не он отвечает. К тому же их проводили люди, не связанные ни с ним, ни вообще ни с кем в КАЭ. Логика

требовала, чтобы платил за своих питомцев НЦНИ, но он медлил из-за многих более или менее убедительных доводов, главным из которых, по-моему, был "зачем платить, если в конце концов КАЭ заплатит".

Проблема Гольдзаля стала чем-то вроде чудовища Лох-Несс: каждую неделю Пельрен возбуждал вопрос о Гольдзале, как щенок, который притаскивает старую ночную туфлю снова и снова. Каждый раз я ему отвечал, что это прекрасный пример задачи, которую ассистенты могут решить без моего вмешательства. Пельрену, очевидно, тоже надоело таскать эту туфлю, потому что полушутя, полусерьезно он заявил: "Господин директор, мы ожидаем от вас четких инструкций насчет этой проблемы". "Хорошо", - ответил я, "вот вам инструкции". Я посмотрел на часы: "С шести часов сегодняшнего дня такого-то числа я запрещаю вам произносить слово "Гольдзаль" в моем кабинете". Решение оказалось правильным: о Гольдзале я больше не слышал и лишь лет десять спустя увидел его в Сакле на каком-то семинаре. Издали он выглядел вполне удовлетворенным.

Я рассказал про этот случай потому, что он описывает не только мой подход к исполнению директорских обязанностей, но и особенности моих отношений с сотрудниками.

Каковы бы ни были слабости такой обширной организации, как КАЭ, с которыми я хорошо знаком, я считаю, что наша процедура продвижения по службе персонала могла бы служить примером другим организациям нашей страны. Например, за трудовой стаж полагалось увеличение жалования, но оно сопровождалось повышением по службе только в том случае, если наблюдалось повышение квалификации; каждый научный руководитель был лично знаком с работой всех своих подчиненных, заслуги которых рассматривались подробно каждый год. В этом отношении КАЭ резко отличался от НЦНИ, где специальные комиссии обсуждали достоинства кандидатов, которых они лично не знали, опираясь на письменные отзывы других. Кроме того, в отличие от КАЭ, там существовало автоматическое повышение в должности за трудовой стаж.

В моем отделении я оставлял начальникам департаментов инициативу предложений на продвижение их служащих, но следил за соразмерностью предложений от разных департаментов. Назначение или повышение самих начальников департаментов, сервисов и секций было моей прямой обязанностью. Я также старался понять физику, которая развивалась во всех отделах. Это была самая интересная часть моих обязанностей.

Каждый понедельник от десяти до часа все девять директоров отделений КАЭ собирались для совещания под совместным председательством ГА и ВК в обширном кабинете ВК на одиннадцатом

этаже здания главного управления КАЭ в Париже, а затем все вместе сытно обедали на десятом этаже.

Будучи одним из ветеранов КАЭ, я давно был знаком со всеми присутствующими. С двумя из них читатель уже встречался: с Гольдшмидтом - заведующим научными программами (которыми сам он мало занимался) и международными связями (которым он посвящал всю свою деятельность) и с моим старым другом Горовицем, который заведовал атомными реакторами. Наибольший вес, т.е. наибольший бюджет, был у так называемого Директора военных применений. С нашим ВК я был знаком дольше всех директоров (тридцать лет к 1966 году), а что касается ГА, Робера Гирша, то, за исключением Гольдшмидта, который с ним учился в лицее, остальные его мало знали.

Все, кроме, пожалуй, чувства юмора, отличало меня от этого человека, которого, может быть, именно из-за этого я находил интересным и с которым я хорошо ладил. Он был, конечно, политехником, как и все ГА, но его предыдущая карьера была далеко не шаблонной. Перед назначением в КАЭ он успел побывать летчиком на истребителе, региональным префектом (Préfet de Region), нечто вроде генерал-губернатора) и главой французской уголовной полиции (Sûreté Nationale). Своим лысым черепом и орлиным носом он напоминал римского императора эпохи упадка, может быть Вителлия, но взгляд его был оживлен и улыбка лукава. Он был прекрасно знаком со всеми превратностями государственной службы и всегда знал, откуда ветер дует, но он видел на своем веку восход и упадок слишком многих министров, чтобы выказывать подобострастие кому-либо из них. Несмотря на цинизм, с которым он отзывался обо всем, и на осторожность, приобретенную во время длинной и сложной карьеры, в отличие от некоторых своих предшественников и преемников, он не был лишен гуманности.

Гирш был неистощимым источником забавных рассказов о том, что происходит в высших кругах, вдали от нескромных глаз. Мне понравился его рассказ о том, как он принимал генерала де Голля в своем регионе. За два дня до того де Голль остался чудом в живых после покушения на его жизнь. Террористы, вооруженные автоматическим оружием, залегли вдоль дороги, по которой проезжала машина генерала, и на перекрестке Кламар (Clamart) выпустили несколько очередей по машине, разбив все стекла, но не затронув ни генерала, ни его шофера. "Горе-стрелки", - было единственным замечанием генерала. После визита генерал был гостем Гирша на завтраке в префектуре, и Гирш с ужасом прочел в меню завтрака "куропатки а ля Кламар"

(Perdreaux á la Clamart). К счастью, генерал проголодался во время визита и в меню не заглядывал.

У Гирша было несколько любимых изречений. Одно из них: "Не отвечайте на вопросы, которые вам не задают". Но однажды он сказал мне: "Горовиц перебарщивает: он не отвечает даже на вопросы, которые я ему задаю". С чем бы к нему ни обращались, он всегда отвечал: "Желательно увидеть это в письменной форме". (Позже в этой главе я расскажу, как я воспользовался этим советом.) Однажды за директорским обедом возник вопрос об отношении к подчиненным женского пола. Гирш сказал:" Я следую указаниям моего доброго друга епископа N: "Никогда в епархии!"

Весьма неожиданно для человека столь искушенного он верил в гороскопы, что привело к забавному инциденту во время церемонии, когда он вручал мне офицерскую степень ордена Почетного легиона. За несколько дней до этого его секретарша позвонила мне, чтобы узнать, в котором *часу* я родился (число было, конечно, указано в моем досье). Я не имел понятия и сказал, чтобы отделаться: "В восемь часов утра". На обряд вручения ордена Гирш явился с гороскопом, который он специально заказал для меня, родившегося в восемь часов утра, 15-го декабря 1914 года. Он прочел вслух гороскоп, настаивая на точности, с которой он описывал мой характер. Я вынужден был ему возразить, что 15 декабря было моим днем рождения по старому стилю, а по современному календарю, по которому, конечно, был высчитан мой гороскоп, я родился 28-го декабря.

Самое смешное его замечание связано со взрывом большой пузырьковой водородной камеры, наполненной шестью тысячами литров жидкого водорода, предназначенной для СССР, или, чтобы быть более точным, со взрывом ее модели в натуральную величину. Помещение, в котором находилась эта модель строили так, чтобы в случае взрыва (6000 литров жидкого водорода - это не шутка) крыша взлетела без сопротивления. Так и случилось; отделались испугом, и ранений не было. На ближайшей встрече директоров Отделения я, конечно, доложил о взрыве моей водородной камеры. До этого директор Отделения военных применений докладывал о трудностях, которые он испытывал, чтобы добиться взрыва водородной бомбы, над которым работал его отдел. "Поменяйтесь отделениями, господа директора," - сказал Гирш после моего доклада.

Надеюсь, я начертал не слишком идиллический портрет господина Гирша. Он, конечно, не был ангелочком, но из всех наших ГА он - тот, кого я предпочитаю.

В течение моей директорской службы я встречался с семью министрами (они менялись чаще, чем наши директора). Имена их, наверное, ничего не значат для русского читателя, и я упомяну только двух. Первая встреча была с министром науки Аланом Перфитом (Alain Peyrefitte), молодым честолюбивым политическим деятелем из правых, но умным и энергичным. Он написал несколько книг и стал впоследствии членом Académie Francaise, т.е. нашей Литературной Академии. Он поразил меня качеством, весьма редким среди политических деятелей, - умением слушать и даже запоминать то, что ему говорят. Очевидно, мой доклад ему понравился, потому что через несколько дней Гирш сообщил мне, что наш министр собирается в поездку в СССР, во время которой он осмотрит много советских лабораторий и даже посетит город Фрунзе, и что он желает, чтобы я его сопровождал. Гирш прибавил, что кроме научных знаний ему будет полезным мое знание русского языка. Я был, конечно, в восторге, но не надолго, потому что несколько дней спустя Гирш сообщил мне со своей лукавой улыбочкой, что ввиду важности министерского визита наш Верховный комиссар решил пожертвовать своей персоной и поехать с министром вместо меня. Я был немножко огорчен, но нисколько не удивлен. Я знал, что мой Фрэнсис обожал путешествия: узнав, что поездка будет простираться аж до китайской границы, он вызвался ехать сам.

В другой раз на встрече с Перфитом присутствовали представители НЦНИ, а также министр народного образования Кристиан Фуше (Christian Fouchet). Тяжелая наука и, в частности, физика высоких энергий подверглись нападкам, и как, представитель КАЭ, я был морально обязан вступиться за нее. Перфит обратился ко мне: "Я знаю, профессор, что лично вы предпочитаете легкую науку. Почему бы вам не посоветовать вашим сотрудникам направить свои усилия в легкую науку? Ведь это тоже интересно и гораздо дешевле." На что я ответил: "Господин министр, отвечу вам словами нашего любимого юмориста Жоржа Куртелина (Georges Courteline): "Зачем мне платить пятнадцать франков за зонтик, когда я могу иметь стакан пива за двадцать сантимов".

Моим единственным соприкосновением с "верхами" было приглашение в президентский дворец в честь советского премьера Косыгина. Эта честь мне обошлась недешево: пришлось взять на прокат фрак, купить к нему накрахмаленную рубашку, лакированные штиблеты и шелковые носки. Портниха Сюзан, с которой мы посоветовались, убедила нас (вернее, Сюзан), что порядочная дама не может появиться на президентском приеме в платье, взятом напрокат, так что пришлось заказать у нее вечернее платье (я не говорю о бальных туфлях и длинных лайковых перчатках). На

приеме стоял в очереди "тесный ряд аристократов, военных франтов, дипломатов и гордых дам", где, в отличие от пушкинской музы, "порядок стройный олигархических бесед, и холод гордости спокойной, и эта смесь чинов и лет" мне не понравились. Наконец, после того как дежурный (министерский, если не выше) громогласно объявил всем мое имя и звание, мы удостоились высочайшего рукопожатия генерала и премьера. Генерал улыбнулся и сообщил своему соседу: "Один из наших ведущих атомщиков". Это ему, наверное, шепнул кто-то сзади; я сомневаюсь, чтобы он узнал меня после встречи восьмилетней давности, когда он вручал мне пустой конверт; не знаю, видел ли кто-нибудь когда-нибудь премьера Косыгина улыбающимся, я - нет. Генерал был во фрачном мундире, а Косыгин, нахально... в пиджаке.

При исполнении моих обязанностей мне приходилось встречаться с журналистами. Хочу рассказать про одну такую встречу, потому что она является примером недоразумений, которые могут возникнуть между представителями науки и прессы. Когда запустили наш новый электронный ускоритель с энергией в 600 МэВ, один молодой журналист Франсуа де Клозе (Francois de Closets) попросил меня об интервью.

В этом интервью я объяснил ему, между прочим, различие между электромагнитными силами, которые действуют путем обмена безмассовыми фотонами с бесконечным радиусом действия, и ядерными силами, действующими путем обмена тяжелыми частицами, так называемыми пионами, с малым радиусом действия. К счастью, я настоял на том, чтобы он показал мне свою статью перед тем, как отдать ее в печать. Будучи умным и добросовестным молодым человеком, он захотел объяснить своим читателям, почему именно у электромагнитных сил бесконечный радиус, а у ядерных - конечный. И объяснил, но не совсем так, как надо. "Дело в том", - писал он, - "что в противоположность фотонам пионы - нестабильные частицы. Поэтому, если два атомных ядра слишком отдалены друг от друга, пион, испущенный первым ядром, распадется, не успев долететь до второго, и не будет им поглощен. Этим и объясняется малый радиус действия ядерных сил". Я похвалил его за усилия в пользу своих читателей и за остроумие его объяснения, но вынужден был ему сказать, что оно не имеет ничего общего с истиной.

Перехожу теперь к описанию крупнейших реализованных проектов, а также, если можно так выразиться, "нереализованных", в которых я принимал участие как директор, причем я горжусь вторыми не менее, а пожалуй, и более, чем первыми.

Среди первых назову постройку линейного электронного ускорителя, перенос всей моей легкой науки к ускорителю, в новый центр в нескольких километрах от Сакле, названный Орм де Меризье (Orme des Merisiers) и постройку большой пузырьковой камеры под названием "Мирабель" ("Mirabelle").

Среди последних назову непостройку громадного синхротрона на 45 ГэВ; непостройку большой установки для ядерного синтеза, названной "Суперстатор", "нереволюцию" 1968 года (я объясню ниже, что я под этим подразумеваю), непроведение большой программы в области магнитогидродинамики.

Главной своей неудачей я считаю проект о свободе перемещений внутри Отделения, который обстоятельства помешали мне претворить в жизнь.

Электронный ускоритель кроме его высокой энергии в 600 МэВ отличался высокой интенсивностью и малой скважностью импульсов. Он был задуман, как своего рода микроскоп для изучения тончайших деталей строения атомного ядра. Хорошо известно, что чем выше энергия частицы, скажем электрона, тем короче ее де-бройлевская волна и тем отчетливее наблюдаются детали ядра. Большая интенсивность ведет, конечно, к улучшению статистики, т.е. точности, а малая скважность импульсов позволяет наблюдать совпадения между разными частицами, рождающимися при рассеянии электрона на ядре.

Я думаю, что когда этот ускоритель был запущен, он являлся лучшей в своем классе машиной в мире. Моя роль в постройке заключалась в том, чтобы убедить министерство в пользе проекта, освещая его особенности и его специфичность, подготовить решения о выборе фирмы-конструктора (у нас всегда конкурируют несколько фирм) и места, где будет построен ускоритель, и в том, чтобы следить за соблюдением сроков и начальной сметы. Машина строилась три года и была закончена с опозданием в три месяца; расходы превысили смету на десять процентов. И то, и другое можно считать удовлетворительным.

Мне показалось неразумным оставлять в одиночестве физиков линейного ускорителя вдали от тех, кто работал в Сакле, и я решил перенести в Орм де Меризье всю мою "легкую науку". Я добился постройки там нового здания, в котором поместились физика твердого тела, теоретическая физика, научная библиотека, штаб дирекции (в том числе и я) и аудитория на сто мест. В отличие от самого Сакле, где проводились разного рода работы и где вход посторонних был связан с исполнением известных формальностей, в Орм де Меризье (ввиду его тематики) стало возможным разрешить свободный вход всем научным работникам

страны, а также иностранцам, что, конечно, способствовало обмену информацией. Мы перебрались туда летом 1968 года без заминки, несмотря на беспорядки, которые тогда охватили страну.

Проект "Мирабель", начатый по инициативе Бертело задолго до того, как я стал директором, имел хорошую рекламу благодаря оттепели, действительной или кажущейся, - не мне судить, возникшей между Францией де Голля и СССР. В октябре 1965 года в СССР заканчивалась вблизи Серпухова постройка протонного ускорителя с энергией в 70 ГэВ, которая обеспечила ему мировое первенство по величине энергии в течение нескольких лет. В пучке частиц, производимых ускорителем, проектировалось установить гигантскую пузырьковую камеру, построенную нами, которую Бертело окрестил "Мирабель" (читатель мне простит, я надеюсь, если я не стану объяснять происхождения этого названия, основанного на игре слов, весьма сложной и, по-моему, не особенно забавной). По-моему, некоторые черты проекта "Мирабель" можно считать замечательным успехом, а некоторые другие - полным провалом. В связи с проектом мне приходилось ездить в СССР несколько раз, и я отложу объяснение этих утверждений до главы "Запад и Восток", посвященной описанию моих путешествий.

Я обращаюсь теперь к истории того, что я назвал бы крестовым походом за синхротрон с энергией в 45 ГэВ. Ввиду того, что я позволил себе раньше назвать пушку с калибром в 75 миллиметров "семидесятипяткой", я не вижу, почему бы я не мог для краткости назвать эту машину "сорокапяткой". Вот история этой "сорокапятки". В шестидесятых годах Бертело выдвинул предложение, чтобы Франция построила протонный синхротрон с энергией в 60 ГэВ, для которого он предложил звучное название "Юпитер". Ввиду того, что энергия нашей предыдущей машины "Сатурна" была всего 3 ГэВ, для энергии в 60 ГэВ требовалась, безусловно, самая большая планета. Лично я не видел тогда и не вижу теперь, зачем надо было Франции строить в одиночку машину с энергией в два с половиной раза большей, чем у европейской машины ЦЕРН'а, но факт, что это предложение воспламенило всех французских физиков высоких энергий внутри и вне КАЭ. Довольно скоро, чтобы продемонстрировать свой "реализм", они согласились снизить свои требования до 45 ГэВ, но после этого поклялись не уступать больше ни одного ГэВ. Вождем крестового похода стал профессор Блан-Лапьер (Blanc-Lapierre) из Орсэ (Orsay). Блан-Лапьер смыслил в физике высоких энергий не больше меня (скорее, меньше), но он был опытным и искусным администратором, привыкшим вращаться в министерских кругах. В проекте "сорокапятки" его воспламенила, я думаю, не физика, которую можно изучать с ее помощью, а грандиозность проекта. Единственным человеком, способным добиться принятия этого проекта властями, мог быть только он.

Я оказался в щекотливом положении. С одной стороны, я считался в КАЭ опекуном и защитником физиков высоких энергий, и мне не подобало высказывать холодности по отношению к проекту, которым они так дорожили; тем более, что в этом случае они объединились со своими братьями-физиками вне КАЭ, с которыми не всегда ладили, под лозунгом "Даешь сорокапятку". С другой стороны, в глубине души своей, я находил, что этот проект, мягко выражаясь, граничил с безумием. Вот почему, маршируя под возгласы моих соратников "Умрем за сорокапятку!", я еле передвигал ноги.

К счастью, я нашел неожиданную поддержку у самого Перрена. Он считал (и совершенно правильно), что успех французской "сорокапятки" мог бы повредить развитию ЦЕРН'а, к которому он был очень привязан; поэтому со своей стороны он тоже тормозил исподтишка, но весьма эффективно. Кончилось тем, что министр учредил специальную комиссию, которая должна была представить ему свои заключения. Председателем комиссии назначили высокопоставленного чиновника из министерства финансов, генерального инспектора в отставке, господина Панье (Panier - по-французски означает "корзина"). От сторонников "сорокапятки", в которые зачислили и меня, ожидалась аргументация, способная убедить господина Панье, а через него и правительство, в необходимости построить "сорокапятку" для благосостояния и доброй славы нашей страны. Сколько времени я заседал в этой комиссии со своим верным подручным Пельреном, я забыл, но помню, что это длилось очень долго. Господину Панье, у которого, очевидно, было мало других занятий, наши заседания страшно нравились, и он был бы непрочь превратить нашу комиссию в перманентную организацию.

Не только мне, но и большинству членов, эти заседания, которые, очевидно, никуда не вели, успели порядком надоесть. В один прекрасный день я сказал господину Панье: "Господин председатель! Мне кажется, что мы заседали достаточно. Когда мы начали, у меня были тоненькие черные усики, сегодня у меня полуседые густые усы; пора кончать." (Почему полуседые не требует объяснения; а густые потому, что я стал пользоваться электрической бритвой, не подходящей для тоненьких усиков.) Большинство членов согласились со мною, и заседания прекратились. Формальное решение не строить "сорокапятку" никогда не было принято, но в нем не было нужды, так как для ее строительства ничего не было выделено в бюджете.

Иначе дело было с крупной установкой для изучения ядерного синтеза, названной "Суперстатором", запроектированной до того, как этот департамент стал моим достоянием. О самой установке, не будучи специалистом, я здесь ничего не скажу. Но в отличие от безумной "сорокапятки" это был тщательно подготовленный проект, для которого в бюджете КАЭ было отложено сорок миллионов франков (по курсу 1968 года). (Когда вопрос о финансировании проекта возник впервые, Фрэнсис Перрен выразил готовность положить живот за него.) "Суперстатор" был результатом долгих трудов наших лучших специалистов, "поезд стоял на рельсах", и постройка должна была начаться в ближайшем будущем.

Вот тогда до меня стали доходить окольным путем слухи, что внутри департамента существуют очень серьезные разногласия насчет качеств "Суперстатора" по сравнению с другой машиной, недавно родившейся в СССР и носившей странное название "Токамак". Это меня обеспокоило. Я созвал собрание всех тех, кто имел какое-либо отношение к "Суперстатору" и потребовал, чтобы все высказали откровенно свое мнение: строить или не строить. "Сегодня ваш последний шанс сказать, что вы думаете, завтра будет поздно." Прения были длинными и ожесточенными, после чего я пригласил всех участвовавших проголосовать за или против "Суперстатора", что вообще в КАЭ не принято. Результатом голосования было почти единогласное решение не строить "Суперстатор".

Я информировал об этом в первую очередь нашего финансового директора, который был страшно недоволен, потому что наше решение ничего не тратить в ближайшем будущем расстроило его тщательно построенный бюджет.

Теперь я хочу рассказать о студенческих беспорядках 1968 года в нашей стране, с которыми как директор физики КАЭ я не мог не столкнуться. С тех пор у нас появилась куча книг с попытками описать и объяснить, что именно произошло и почему. Полагаю, мой русский читатель слыхал о том, что наши студенты бунтовали, жгли автобусы, разбирали мостовые, чтобы бросаться булыжниками в полицейских или строить из них баррикады, одним словом, играли в революцию. Насчет причин этого странного явления, мнения расходятся. Причины эти вряд ли экономические, потому что, мне кажется, что никогда во Франции так хорошо не жилось большинству, во всяком случае студентам, как в 1968 году. Известный французский журналист, скончавшийся до начала беспорядков, написал однажды: "Франции скучно." Пользуясь ресурсами русского языка, я скажу: "С жиру бесились".

Хочу все-таки заметить, что все эти беспорядки, несмотря на кажущуюся неистовость студенческого бунта, носили сравнительно безвредный характер; в частности, полиция ни разу не стреляла, не было ни одного убитого, за что парижане должны быть благодарными хладнокровию и гуманности префекта полиции того времени господина Гримо (Grimaud). На словах, конечно, было совсем не так: большая часть интеллигенции - профессоров, писателей, артистов и журналистов - поддалась тому, что я назову словесным распутством.

Даже крупнейшие ученые, к которым я питал большое уважение, как Лоран Шварц, Альфред Кастлер и Жак Моно, сбились с панталыку, позволяя себе в своей солидарности со студентами такие выражения, как "резня" (massacre) студентов полицией, которой, конечно, не было и в помине. Профессора хором заявляли об уходе со службы в знак протеста, прекрасно зная, что вернутся туда, когда все успокоится. Что касается ассистентов, они были напористей самих студентов, их лозунгом мог бы быть "Мировая революция и профессура для всех." Хуже всех, на мой взгляд, были математики, по крайней мере немалая часть. До "революции" они систематически проваливали студентов на экзаменах, после - стали пропускать всех, выказывая этим (как до, так и после) одинаковое презрение к своим студентам.

На всех факультетах и во всех лабораториях (ну, почти во всех) царил хаос. Я забыл сказать, что главным вдохновителем всей этой свистопляски был не кто иной, как великий кормчий - Мао Цзе-Дун.

Стареющий Жан Поль Сартр не мог, конечно, удержаться от того, чтобы не полезть в эту (словесную) драку и не окунуться в источник молодости, бегая по митингам и превосходя юнцов резкостью и нелепостью своих заявлений. В одной статье он напал особенно злобно на своего школьного товарища профессора коллежа и знаменитого социолога Раймонда Арона (Raymond Aron). Хотя я и не разделял политических взглядов Арона, я уважал его ясный и острый ум и твердость его убеждений и был к нему привязан. В той же статье Сартр описал свой идеал университетского образования, который, хотя и был во всем противоположным тому, который я ненавидел в студенческие годы, был еще хуже. Я не выдержал и написал ему длинное злое письмо, на которое не ожидал и, конечно, не получил ответа. Арон, которому я послал копию письма после смерти Сартра и, как оказалось, незадолго до его собственной, ответил кратко: "Мне очень понравился урок, который вы ему дали; он его заслуживал." Я вхожу во все эти подробности, потому что во французской версии я поместил

это письмо целиком, но здесь его опускаю, не желая надоедать русскому читателю нашими французскими распрями.

Свистопляска закончилась так же внезапно, как началась. Снова появился бензин, в котором была нехватка из-за забастовок, возникших через несколько недель после начала беспорядков, и парижане разъехались на каникулы.

У нас в Отделении физики, в полном контрасте со столпотворением в университетских лабораториях и в НЦНИ, ничего особенного не произошло. Весь мой народ продолжал работать, как ни в чем не бывало. Было несколько митингов и пламенных речей, которые никого не воспламенили. Самые "революционные" из ораторов скоро оказались самыми усердными карьеристами. Я созвал собрание всех сотрудников моей собственной лаборатории и попросил высказаться всех желающих. Были недовольные распределением жидкого гелия или квартальных премий, но были они и до "революции" и наверное существуют по сей день.

Было, однако, на собрании предложено одно нововведение, которое я приветствовал. Это было создание на уровне каждого отделения, департамента, лаборатории, секции советов, избираемых служащими и заседающих под председательством начальника соответствующего отделения. Эти советы отличались от профсоюзов тем, что не занимались защитой таких интересов служащих, как зарплата, продвижение по службе, часы работы, отпуска и т.д. Советы следили исключительно за улучшением организации, качества и производительности работы.

Именно с помощью советов я смог, наконец, успешно решить наболевшую проблему, связанную с "автономной лабораторией прикладной физики", которую я раньше уподобил туманности, к сожалению, никакими яркими созвездиями не блиставшей. Частью ее программы были работы по магнитогидродинамике. Мне лично было не совсем ясно, куда они вели, но было очевидно, что они стоили 11 миллионов франков в год. Вся их важность заключалась в том, что ими очень интересовалось "Электрисите де Франс" (Electricité de France), которое снабжает страну электричеством. Мы сговорились позавтракать вместе с начальником исследований "Электрисите де Франс", чтобы поговорить об этом. За завтраком он мне подтвердил, что его учреждение действительно очень заинтересовано работами по магнитогидродинамике, которые велись в Сакле. "Я страшно рад это слышать. Как будем делить бюджет? Пополам?" - "Шутите, профессор Абрагам?" - "Нет, серьезно, сколько вы готовы платить?" - "Дорогой профессор Абрагам, бюджетную статью по магнитогидродинамике мы давно закрыли; я не могу вам заплатить ни одного сантима." Мне оставалась только закрыть и *нашу* статью.

Но, кроме магнитогидродинамики, была еще одна проблема - посерьезнее - с этой злополучной лабораторией. Они там проводили исследования по ядерному синтезу, которые дублировали работы департамента, чьей ответственностью это являлось. Я принял трудное решение, что "Карфаген должен быть разрушен", т.е. лаборатория упразднена. Это оказалось сложной операцией, которую было бы трудно довести до успешного конца без сочувствия и содействия советов. Я назначил ответственным по операции Жана Комбрисона, и он справился со сложной задачей перетасовки персонала исчезающей лаборатории по разным местам в отделении, терпеливо, умно и гуманно. С каждым служащим он имел отдельный разговор в присутствии представителей советов, чтобы выяснить его желания, способности и квалификацию. Всех удалось устроить. Хоть этим пресловутый май 1968 года оказал пользу.

Однако с самого начала профсоюзы отнеслись враждебно к созданию советов, в которых они видели соперников своему влиянию и всячески старались уменьшить их значение; это им в конце концов удалось, советы не были формально упразднены, но роль их постепенно сошла на ноль.

В конце сентября 1970 года (за несколько месяцев до прекращения моей директорской деятельности, о чем я еще тогда не знал) я задумал план свободы перемещений в моем отделении и изложил его в подробном письме всем руководителям отделения (полный текст его находится в моей книге: "Reflexions d'un physicien" она же "Reflections of a physicist"). Здесь я кратко изложу его суть. Каждому физику КАЭ, желающему изменить направление своих работ, должна была быть дана возможность сделать это эффективно и без риска.

Я предлагал назначить в каждом подразделении ответственного за "гостеприимство", у которого кандидат, желающий переменить работу, мог бы получить конкретные сведения о деятельности этого отделения. Эта информация должна была делаться на нескольких уровнях: быть краткой при первом контакте, затем более подробной по мере того, как новый предмет привлекал кандидата. Наконец, следовало "посвящение", где у каждого пришельца из другого подразделения был свой "крестный", который вводил его в курс дела. В течение года каждый пришелец мог при желании вернуться „домой" без ущерба своему служебному положению или остаться и тогда через год официально становился членом нового подразделения. Я желал возбудить во всем отделении широкую дискуссию вокруг этой затеи; главное ее преимущество я видел в разнообразии исследований *внутри* отделения и в возможности

предложить сотрудникам выбор нового занятия, оставаясь под его крылышком.

В начале октября я уехал в США читать лекции в Гарварде и Ейле (Yale), а вернувшись, нашел совершенно новую обстановку в КАЭ. Сняли наших ГА Робера Гирша и ВК Перрена. Новым ГА был назначен Андре Жиро (Andre Giraud) - высокопоставленный чиновник, сравнительно молодой человек (лет сорока пяти), энергичный и честолюбивый, - с заданием перестроить КАЭ и, между прочим, увеличить вес прикладных исследований за счет фундаментальных, что мне мало улыбалось. Новым ВК был назначен наш Жак Ивон, который оставил свою кафедру в Сорбонне за два года до пенсии. Новый государственный декрет широко расширил полномочия ГА за счет ВК. К тому же Ивон не имел ни престижа, ни опыта Перрена, пробывшего на посту почти двадцать лет, и не мог бы ни в коем случае служить противовесом новому ГА. Мне необходимо было спешно определить свое поведение по отношению к этим переменам, и во всяком случае уже не время было проводить реформы в моем отделении.

Отказаться от должности директора я помышлял давно. Неумолимо мои служебные обязанности захватывали все большую часть времени и, что того хуже, становились все более и более бюджетными и все менее и менее научными. Однажды, когда мне особенно надоело торговаться с нашими властями по поводу бюджета, будучи в упадке духа, я заявил своим добрым друзьям Комбрисону и Пельрену: "Зачем я не банкир; делал бы то же самое и загребал бы деньги!" Мне оставалось все меньше времени для моей лаборатории и для лекций в Коллеже, не оставляли меня и печальные воспоминания о поздних лекциях Жолио и Перрена.

Не лучше ли было бы мне уйти раньше? Трудное решение! Мне стукнуло пятьдесят пять лет. Сохранилась ли еще у меня способность посвятить все свое время науке, не сваливая ответственность за неуспех на административные обязанности? Или, выражаясь более легкомысленно, отделавшись от сварливой жены (т.е. администрации) и посвящая все свое время прелестной любовнице (т.е. науке), был ли я еще способен в своем преклонном возрасте удовлетворить ее желания? Но все же я считал, что перед уходом надо постараться провести реформу по внутренним перемещениям.

Приход Жиро положил конец моим колебаниям, несмотря на то, что новый хозяин КАЭ обошелся со мной гораздо лучше, чем с большинством начальников. Я думаю, он согласился бы с моим определением его личности: "Умен, энергичен, груб". У него был свой план перестройки КАЭ, и с его приходом начался вальс директоров: одних он снял, других - переместил. В

его плане высшие начальники делились на две категории: "Staff and line", т.е. "штаб и ряд". В первой категории так называемые "делегаты" вырабатывали программы и бюджеты, во второй - "директора" командовали крупными отделениями и претворяли в жизнь инструкции, выработанные делегатами.

Мне он предложил должность делегата по основным исследованиям, что было скорее повышением по службе. Кроме физики, это включало области, в которых я ничего не смыслил - химию, биологию, геологию и т.д. Я мог также, если хотел, остаться директором Отделения физики, но программу и бюджет теперь определял бы не я, а делегат по основным исследованиям. Это мне тоже не подходило, я был знаком с пословицей: "Кто платит, тот и музыку заказывает" ("Who pays the piper calls the tune").

Но были у меня основания и посильнее. Я видел, как Жиро обращался с некоторыми из моих братьев-директоров, чего лично я не был намерен переносить. Поэтому я решил уйти подальше от греха сегодня вместо того, чтобы быть вынужденным уйти завтра, хлопнув дверью. В ночь после свидания с Жиро я написал прошение об отставке, в котором тщательно взвесил каждое слово, мотивируя свой уход желанием посвятить все свое время лаборатории и кафедре (текст прошения я поместил в той же книге, что и проект о внутренних перемещениях), и записался у него на прием. Когда он меня принял, я положил перед ним прошение, прибавив : "Ваш предшественник научил меня, что желательно представлять предложения письменно, и я следую его совету." Он прочитал прошение внимательно, перечитал еще раз, и сказал: "Я все-таки не понимаю, что у вас на уме". - "Да то, что написано в прошении, господин генеральный администратор, ничего больше".

Жиро попросил меня остаться на посту еще несколько месяцев и предложить ему преемника на должность директора физики (с новым определением его полномочий). Я предложил талантливого "мушкетера" Клода Блоха, чем вряд ли обрадовал Альбера Мессиа. К сожалению, Клод Блох скончался от инфаркта несколько месяцев спустя, так что Мессиа все-таки унаследовал директорскую должность.

Несколько лет спустя, когда Ивон ушел на пенсию, Жиро предложил мне должность Верховного Комиссара. Я ответил: "Наши теперешние отношения являются несуществующими и поэтому превосходными. Мне лично хотелось бы, чтобы они оставались таковыми". Он нисколько не обиделся. Думаю, он меня уважал, потому что я его не боялся и ему не льстил. Так как я оставался членом КАЭ, он создал для меня чисто почетное звание

"Директора Исследований" (Directeur de Recherches), под прикрытием которого я продолжал руководить своей лабораторией.

1971 год был последним, когда я мог составить себе общее впечатление об основных работах по физике в КАЭ. Смело скажу, что впечатление было хорошим. Не раз говорили, что исследования в КАЭ обходились дороже, чем вне его. Я не согласен. Кто-то, кажется Пьер Эгрен (Pierre Aigrain), ввел понятие о "стоимости научного сотрудника". Эта стоимость определялась как частное от деления бюджета лаборатории (без жалования) на число сотрудников. Предполагалось, что чем меньше это частное, тем эффективнее работает лаборатория. И когда оказалось, что это число выше в лабораториях КАЭ, чем в университетских, пытались критиковать КАЭ за расточительность. Аргументация была нелепой: в университетских лабораториях, чтобы увеличить знаменатель, записывали в научные работники молодых студентов и старых профессоров, из которых ни те, ни другие научными работами не занимались. и вообще получалось, что эксперимент, сделанный десятью сотрудниками, выглядел дешевле, чем тот же эксперимент, сделанный пятью.

Был ли я хорошим директором? Когда я ушел в 1971 году, мой добровольный уход прошел почти незамеченным среди многих вынужденных, и не было речей, прославлявших мои заслуги. Единственным показателем было то, что после безвременной кончины Клода Блоха ко мне пришла делегация физиков, настойчиво просивших вернуться. Когда, глядя назад, я стараюсь составить свое мнение, не могу отрицать, что в лучшем случае я был директором на полставки, сочетавшим директорские обязанности с обязанностями профессора и руководителя небольшой лаборатории; у меня никогда не хватало времени самому следить за всеми проблемами. С самого начала я оставлял многое в руках моих помощников и начальников департаментов. Не уверен, что это имело только отрицательные последствия. Я употреблял свой авторитет не часто и только в важных случаях. Мне кажется, что я добивался не худших результатов, чем мои коллеги, которые вмешивались во все и сами все решали. Добавлю, что авторитет - это умение сказать "нет", авторитаризм - это удовольствие говорить "нет".

Следующие десять лет, т.е. до 1980 года, когда мне исполнилось шестьдесят пять лет, я прожил припеваючи между своей кафедрой в Коллеже и своей лабораторией в КАЭ. Но на горизонте угрожающе обрисовывалась проблема: по уставу КАЭ в шестьдесят пять лет я должен был покинуть это учреждение, а значит, и лабораторию, в то время как на кафедре Коллежа я мог оставаться до семидесяти. Кафедра без лаборатории меня

мало привлекала. Надо было искать выход. Я собирался поговорить об этом с директором Отделения физики, но он как раз тогда выпустил инструкцию, которая показала мне всю бесплодность подобного разговора. Инструкция гласила: "Мы все чаще встречаемся с проблемой особ (notables), которые, достигнув пенсионного возраста, желают сохранить связь с нашими лабораториями. Какова бы ни была респектабельность этих лиц, между ними и КАЭ не может быть официальной связи. Они должны возвратить свой пропуск и приходить к нам в гости только по приглашению".

Кроме слова "особа", которое, я признаюсь, вызвало у меня скрежет зубовный, ничто в этой директорской инструкции не противоречило официальной политике КАЭ, но в ней можно было прочесть отказ от какого-либо полюбовного соглашения. Позже мне передавали, что инструкция была направлена совсем не против меня, хотя кто в нашем отделении был более "респектабельной особой", чем я? Надо было действовать на другом уровне. Я записался на прием к Главному Администратору Мишелю Пекеру (Michel Pecqeur), заменившему Жиро, когда последний сделался министром промышленности (и впоследствии министром обороны). Я знал, что Пекер откажет мне в продлении моей должности, чтобы не создавать прецедента, и выбрал иной подход.

Я предложил ему заключить договор между двумя учреждениями, КАЭ и Коллежем, для совместного изучения ядерного магнетизма. Вкладом Коллежа в сотрудничество являлись услуги двух видных личностей - профессора Анатоля Абрагама, заведующего в Коллеже кафедрой ядерного магнетизма, и его заместителя доктора Мориса Гольдмана (я добился этого назначения для Гольдмана за несколько лет до того) - и символический денежный взнос 25 000 франков. (Конечно, я заручился согласием Алена Горо, администратора Коллежа.) КАЭ вносил в договор свою лабораторию, расположенную в Орм де Меризье, с ее оборудованием, персоналом и бюджетом, который превышал взнос Коллежа более, чем в сто раз, т.е. это соответствовало пропорциям в паштете из куропатки: "одна куропатка, одна лошадь", хотя надо признать, что меня можно было считать довольно упитанной куропаткой. Никто не мог бы придраться, что нарушалось незыблемое правило КАЭ об уходе с работы в шестьдесят пять лет, и обе стороны подписали договор, который дал мне еще пять безмятежных лет в лаборатории, до 1985 года, когда, как у нас говорится, я стал почетным профессором Коллежа, т.е. ушел на пенсию.

Перечитывая эту главу, я испытываю некоторою неловкость. Я все время описываю здесь себя самым разумным, тем, за которым всегда остается последнее слово и который всегда принимает пра-

вильное решение. Не могу не спросить себя, так ли оно было на самом деле? Не умолчал ли я про обстоятельства, при которых, исполняя свои директорские обязанности, я наделал грубых ошибок и вынужден был идти на попятный или просто попадал впросак, как не раз бывало в моем прошлом? Когда я роюсь в своей памяти, у меня нет такого впечатления, но что это доказывает? В течение долгой жизни разум приучается процеживать воспоминания, чтобы сохранить умственное и душевное равновесие. Может быть, на диване психоаналитика или в кабинете опытного следователя я бы оказался совсем иным. Может быть. Но мне моя верная, послушная память повторяет то, что я рассказал в этой главе.

Ядерный магнитный порядок

"...порядок новый учредить"

*Чем я занимался. - *Порядок внутренний и внешний. - (Ватикан и Лондон). - *Ключи к задаче. - **Вращающаяся система и лампа в холодильнике. - Старт. - *Первые шаги и первые результаты. - **Микроскопические зонды. - **Нейтроны на подмогу. - *На стыке двух наук. - *Взяв быка за рога. - **Упорядоченные вращающиеся фазы. - **Ядерный псевдомагнитизм. - *Псевдоядерный магнетизм. - Действующие лица. - Трутни. - *μSR - поздний ребенок*

За тридцать лет, которые я провел в своей лаборатории, мы, конечно, брались не за одну проблему. Мы их подбирали и решали с некоторым пристрастием к изяществу, которое наперекор великому Больцману, мы не считали исключительной привилегией портных. Мои личные вкусы влекли меня к решающим - "да или нет" - экспериментам и к оригинальным и специфическим методам, применяемым, к сожалению, обыкновенно лишь к тем проблемам, для которых они были придуманы. Мне не хватало терпения для длительных, тщательных и точных измерений (которого, к счастью, хватало моим сотрудникам). Меня могли бы обвинить вполне справедливо в недостатке настойчивости, если бы исследование, протянувшееся на два десятилетия через удачи и неудачи, которое дало заглавие этой главе, не составляло бы доказательства обратного. Перед тем, как обратиться к этой задаче, было бы неприлично не напомнить о двух областях ЯМР, в которых работают более девяноста процентов исследователей и

почти сто процентов фабрикантов и в которых моя лаборатория совсем не принимала участия.

Первой областью является, так называемый "ЯМР высокого разрешения", посвященный наблюдению и истолкованию очень сложных спектров ЯМР органических и биологических молекул. Изощренное (и дорогое) оборудование, включающее усовершенствованные компьютеры в сочетании с остроумными, постоянно обновляемыми методами ЯМР, позволяет глубоко проникнуть в структуру биологических молекул. Это, безусловно, увлекательная область науки и можно, конечно, спросить, почему моя лаборатория осталась в стороне от столь интересных и важных исследований. На это легко ответить: физик, специалист по ЯМР, - будь он семи пядей во лбу, - который предлагает свои услуги биохимии или биологии, никогда не станет выше инженера-техника в этой области, если не решится радикально изменить свое направление и стать наполовину, а пожалуй на все сто процентов, биологом или биохимиком. Если бы я встретился с хорошим специалистом, способным увлечь меня за собой, я, может быть, перешагнул бы через этот порог, так как долго хранил некоторую гибкость и способность менять направление. Но такого специалиста я не встретил.

Вторая область, более знакомая широкой публике, это изображение (томография) человеческих органов с помощью ЯМР. Назову ее для краткости ЯМР-томография. Эта техника, которая широко развернулась в течение последнего десятилетия, делает возможным наблюдение человеческих органов с более высоким разрешением, чем рентгеновская томография. И здесь моя лаборатория осталась в стороне, но по другой причине.

В этом методе каждая малая часть изучаемого органа дает по очереди ЯМР сигнал от протонов, которые она содержит. С помощью специально выработанной техники сигналы от разных частей наблюдаются и регистрируются один за другим, и компьютерный алгоритм превращает временную последовательность этих сигналов в пространственную карту плотности протонов в органе, точно так же, как рентгеновский сканнер дает пространственную карту электронной плотности. Контраст может быть подчеркнут благодаря неоднородности скоростей ядерной релаксации в образце. ЯМР-томография - это на 95% компьютеры, и именно их фантастические успехи за последние пятнадцать лет выдвинули ее на первый план. Предвидение и настойчивость пионеров, которые в начале семидесятых годов предпринимали первые исследования с довольно примитивными средствами, вызывают восхищение, но нельзя не признать, что без компьютерного взрыва, который про-

изошел за последние годы, их усилия вряд ли увенчались бы успехом.

Успехи ЯМР-томографии ставят меня иногда в неловкое положение. Ввиду успеха, которым пользовалась моя книга "Принципы ядерного магнетизма", многие воображают, что я принимал участие в развитии томографии и некоторые врачи-радиологи, желающие ознакомиться с нею, покупают мою книгу и, конечно, страшно бывают разочарованы. Эта неловкость приняла особенно острую форму, когда французское Общество радиологов присудило мне в 1986 году свою медаль за услуги, оказанные томографии. Чтобы предотвратить незаслуженную награду, я написал президенту общества, что я не только ничего не принес томографии, но вначале просто не верил в ее будущее. В ответ они возразили, что Резерфорд тоже не верил в будущее атомной энергии. Тот факт, что Резерфорд открыл атомное ядро, в то время как ЯМР открывал не я, по-видимому, их не смущал. Не желая их обидеть, я принял незаслуженную медаль и отблагодарил лекцией о ядерном дальнем порядке, который их интересовал как прошлогодний снег.

Но довольно о том, чего я не сделал.

*Порядок внутренний и внешний

Мне помнится, что я услышал в первый раз про ядерный ферромагнетизм от Парселла, когда встретился с ним на Амстердамской конференции в 1950 году. Он считал, что это очень интересное явление, но ненаблюдаемое при тогдашних криогенных возможностях. С тех пор я задумывался об этом время от времени, но только после того, как открыл динамическую ядерную поляризацию (ДЯП), догадался, как это сделать. Чтобы понять суть ядерного ферромагнетизма или вообще любого дальнего ядерного порядка, неплохо сначала вспомнить природу так называемого *внешнего или зеемановского* (Zeeman) *порядка,* который создает в системе ядерных спинов внешнее магнитное поле. Таков порядок, который существует при всех ЯМР-экспериментах. Ядерный спин, погруженный в магнитное поле, стремится направить связанный с ним магнитный момент параллельно полю, чтобы уменьшить его магнитную энергию. Однако в веществе ядерные спины постоянно меняют ориентацию из-за теплового движения. Между ориентацией, навязанной внешним полем Я, и дезориентацией, производимой тепловым движением, возникает компромисс, при котором ядерная поляризация вдоль поля равняется приблизительно отношению $(\mu H/kT)$ между магнитной энергией ядерного момента μH и тепловой энергией kT.

Мы видели в главе "Ядерный магнетизм и я", что для протонов при комнатной температуре это отношение равняется нескольким миллионным долям в поле 1 Тесла. Но мы также видели, что при температуре жидкого гелия, пользуясь ДЯП, можно произвести поляризации, близкие к единице. А каковы условия для возникновения дальнего ядерного порядка, скажем ферромагнитного, при отсутствии внешнего поля? Он может появиться, когда энергия единичного спина, возникающая за счет его взаимодействия с соседями, не мала по сравнению с тепловой энергией kT. Грубую оценку температуры можно произвести следующим образом: можно считать, что каждый спин находится в локальном поле H_L, создаваемом его соседями. Для локального поля порядка нескольких гауссов и для магнитного момента протона это соответствует температуре ниже микрокельвина. Неудивительно, что Парселл считал это пределом криогенных возможностей того времени.*

Возможности достичь этой цели будут рассмотрены дальше, но сперва я хотел бы пояснить разницу между зеемановским порядком, который создает *внешнее поле,* и *внутренним* порядком, который создают спиновые взаимодействия, с помощью образа, который мне подсказывает моя одновременная принадлежность к Британскому Королевскому Обществу и к Ватиканской Папской Академии.

Представьте себе римскую толпу, собравшуюся на площади Святого Петра, к которой обращается Святой Отец из окна Ватикана. В толпе все взоры обращены к этому окну и, конечно, неизбежно все носы, которые мы примем за векторные модели спинов. Все носы параллельны друг другу (если пренебречь малым параллаксом). Мы имеем здесь зеемановский порядок носов, производимый внешним "папским полем".

Теперь представим себе ту же толпу, но за час до того, как папа должен появиться в окне. Нет необходимости обращать свои взоры (и носы) к этому окну, поэтому можно считать, что ориентация римских носов совершенно беспорядочна. Чтобы увидеть, как мог бы появиться внутренний порядок расположения носов, мы должны сделать кое-какие предположения насчет их взаимодействия. Мы предположим (гипотеза отнюдь не абсурдная), что все эти римляне охотно употребляют в пищу в немалом количестве чеснок, но что они ценят вкус чеснока более, чем его запах от дыхания своих ближайших соседей. Каждый римский нос будет отворачиваться от лица ближайшего соседа и ориентироваться на его спину, что сделает эти носы параллельными друг другу. Возникает своего рода "ферромагнитная" связь между их ориентациями. Означает ли это, что все носы на площади

будут параллельны друг другу? Ничуть. Я уже сказал, что это - *римская* толпа, оживленная и разгоряченная. Люди обмениваются замечаниями и шутками, толкают друг друга, и не один нос не сохраняет долго одно и то же направление. Кроме того, их неприязнь к запаху чеснока не так уж сильна. Иными словами, мы имеем дело *со слабым взаимодействием и с высокой температурой.* В результате будет иметь место *ближний* порядок, где два соседние носа будут параллельны, но этот порядок не распространяется на большое расстояние, и между двумя носами, отдаленными друг от друга, скажем на десять шагов, никакой корреляции не будет.

Представьте себе теперь толпу британских джентльменов (вымирающая порода, как я понимаю), которые *незнакомы друг с другом* и которым, конечно, никогда в голову не приходило есть чеснок. Зато они смертельно боятся, чтобы с ними заговорил сосед, который не был им представлен. Поэтому они испытывают сильную потребность уставиться в спину соседа, подозреваемого в подобном намерении. Это тоже ведет к ферромагнитному упорядочению носов, причем с гораздо более сильным взаимодействием, чем у римлян. Кроме того, это толпа "холодная". Люди не толкаются и не вертятся на месте, и каждый британский нос сохраняет ориентацию в течение долгого промежутка времени. Здесь мы имеем *сильное взаимодействие и низкую температуру* и, значит, *дальний порядок;* все британские носы будут параллельны друг другу. Ферромагнетизм не единственный дальний порядок, который может существовать среди спинов: с электронными спинами наблюдался уже более полувека тому назад *антиферромагнитный* порядок, при котором два ближайших соседа антипараллельны друг другу (читатель сможет сообразить сам, какого рода пища могла бы произвести такого рода порядок в модели римской толпы).

Легкомысленную аналогию между системой спинов и римской толпой можно провести немного дальше. Внешнее "папское поле" действует на *взоры,* а не на *носы* римлян и ориентирует носы лишь косвенно, ввиду их вынужденного анатомического параллелизма со взорами. *Внутренний* порядок в "чесноковой модели", наоборот, обусловливают сами носы. Нечто подобное происходит в электронном ферромагнетизме. Там каждый спин является носителем параллельного ему магнитного момента, напоминая параллелизм между носом и взглядом римлян. Внешнее магнитное поле ориентирует не спины, а *магнитные моменты,* за которыми спины следуют из-за своего вынужденного параллелизма с ними. За внутренний порядок ферромагнитного вещества отвечают сами спины благодаря *немагнитному квантовому обменному* механизму

связи, как было объяснено раньше в другой главе, а магнитные моменты лишь послушно следуют за ними.

В ядерном порядке обменная связь между спинами не встречается (за исключением ^3He, к которому я еще вернусь). Между ними существует лишь магнитная связь, которая, по крайней мере для легких ядер, имеет вполне определенную математическую форму так называемого дипольного взаимодействия и силу, обусловленную величиной магнитных моментов и междуатомных расстояний, - все вещи хорошо известные. В дипольном магнитном упорядочении все может быть подсчитано из первых принципов: это "чистая" задача. Именно эти два свойства - чистота и трудность (нечто вроде недоступной белизны Гималайской вершины) - влекли меня к ядерному магнитному порядку в течение двадцати лет, меня и тех, которые согласились проделать со мной хоть часть этого пути. Хорошо, но "Как и Кто, и Когда", - сказал Киплинг. "Вот вопрос", - сказал некто другой.

*Ключи к задаче

Ключи к задаче были в моих руках: это динамическая ядерная поляризация (ДЯП) и спиновая температура. Первая создает почти совершенный зеемановский порядок спинов; вторая - "охлаждение" спинов до температур, потребных для появления дальнего ядерного порядка (до микрокельвина или меньше), при которых зеемановский порядок переходит во внутренний, дипольный.

На самом деле вместо понятия спиновой температуры удобно пользоваться понятием энтропии, о которой здесь достаточно напомнить, что она является количественной мерой беспорядка, царствующего в системе. Энтропия равняется нулю при совершенном порядке и принимает максимальное значение при полном хаосе. Создавая почти совершенный зеемановский порядок, мы приводим энтропию почти к нулю или, по крайней мере, к значению, которое ниже критической энтропии, соответствующей дальнему порядку. Следующий шаг заключается в том, чтобы снять внешнее поле, но очень медленно, почти адиабатически, т.е. увеличивая при этом энтропию как можно меньше. Во время этого адиабатического размагничивания внешний зеемановский порядок постепенно переходит во внутренний, дипольный. (Римской аналогией здесь являлось бы медленное исчезновение папы из своего окна, подобно исчезновению чеширского (Cheshire) кота в "Алисе в стране чудес".)

В 1960 году я предал бумаге свои мысли о ядерном магнитном порядке с некоторыми подробностями о возможности их осуществления в письме в "Physical Review" под заглавием "О возможности наблюдать кооперативные явления в ядерном магнетизме."

Оно ко мне вернулось от рецензента с двумя замечаниями, одним лестным, другим не столь. В первом говорилось, что раз автор руководит лабораторией с международной репутацией, почему бы ему не поставить сначала опыт, а потом писать о нем. Во втором говорилось, что эта идея приходила в голову многим физикам. Первое замечание не было лишено здравого смысла, а насчет второго можно теперь спросить, почему ни один из физиков, которому эта идея приходила в голову, ничего с ней не сделал. Я не стал спорить и опубликовал свои размышления в "Докладах" (Compte Rendus) нашей академии, журнале гостеприимном и мало читаемом за границей, что иногда позволяет публиковать промежуточные результаты, не возбуждая внимания соперников.

С экспериментальной точки зрения было одно затруднение, которое от меня не ускользнуло. Ввиду малости ядерных магнитных моментов ЯМР был тогда и, пожалуй, остался (почти) теперь единственным методом для наблюдения поведения ядерных спинов. Но ЯМР наблюдают в сильном поле. Если мы снизим его до нуля через адиабатическое размагничивание, мы, может быть, создадим упорядоченное состояние спинов, но тем самым лишим себя возможности убедиться в его существовании. Это как попытка узнать, гаснет ли лампа в холодильнике, когда закрываешь дверцу. Об этом я думал, когда опубликовал в "Compte Rendus" в 1962 году краткую заметку под заглавием "Ядерный ферромагнетизм во вращающейся системе координат". Теперь я открою скобки, чтобы объяснить сущность вращающейся системы, понятия широко употребляемого в ЯМР, а затем изложу принцип решения задачи "лампы в холодильнике".

'*Вращающаяся система и лампа в холодильнике

Раз ЯМР требует сильного поля, надо сделать так, чтобы были и волки сыты и овцы целы, т.е. ухитриться обеспечить обмен энтропией между резервуарами зеемановской и дипольной энергии в таком поле. Трудность заключается в том, что зеемановская энергия квантована *в* квантах, скажем, по сто мегагерц каждый, в то время как спектр дипольной энергии простирается на протяжении не более ста килогерц. В сильном поле эти системы, как говорятся, друг с другом не разговаривают. Однако существует возможность обеспечить поток энергии, а значит, и энтропии между ними, если снабдить дипольную систему энергией, которой ей не хватает, чтобы "разговаривать" с зеемановской системой. Это снабжение осуществляется радиочастотным полем, вращающимся с частотой Ω, близкой к зеемановской частоте Ω_0. Одну из этих частот (обыкновенно зеемановскую Ω_0) медленно (адиабатически) изменяют, начиная со значения, отдаленного от Ω, до самого Ω,

т.е. до резонанса. При резонансе большая часть энтропии неупорядоченной дипольной системы переходит в зеемановскую систему или, что то же самое, большая часть зеемановского порядка переходит в дипольную систему. Затем радиочастотное поле выключается, и обе системы, зеемановская и дипольная, становятся снова изолированными друг от друга.

Казалось бы, что после этого можно было бы просто забыть про существование сильного магнитного поля, но это не так. Хотя выключение радиочастотного поля останавливает переход энергии из одной системы в другую, можно показать (мы не будем здесь этого делать), что само присутствие сильного поля делает некоторые части дипольного взаимодействия неэффективным и что эти части необходимо отбросить. Эффективная часть взаимодействия, обыкновенно называемая "усеченной" (truncated), имеет ту особенность, что ее форма и величина зависят от ориентации сильного магнитного поля по направлению к осям монокристаллического образца, что очень важно.

Предыдущие соображения можно уточнить, если ввести понятие вращающейся системы координат. Чтобы описать поведение спинов в присутствии вращающегося поля, удобно выбрать систему координат, которая вращается с угловой скоростью П этого поля. В этой системе вращающееся поле с амплитудой H_1, ортогональное к сильному полю Я, становится статическим полем H_1, что, конечно, гораздо проще. Но не надо забывать, что новая система координат, ввиду того что она вращается, не является инерциальной и что нужно учесть инерциальные силы. Можно показать, что для этого достаточно заменить внешнее поле H фиктивным полем ДЯ = (Я — H^*), где Я* - значение поля Я при резонансе, когда По = П. Во вращающейся системе спинам "кажется", что они испытывают эффективное поле H_e, которое является геометрической суммой двух статических полей ΔH и H_1, ортогональных друг к другу. Операция, которая приводит к обмену энтропией между зеемановской и дипольной системами, называется Адиабатическим Размагничиванием во Вращающейся Системе, АРВС. (Adiabatic Demagnetisation in the Rotating Frame, ADRF). Вдали от резонанса эффективное поле H_e почти параллельно внешнему полю Я, а, значит, также и равновесной намагниченности М. Во время АРВС намагниченность "следует" за эффективным полем H_e, направление которого отклоняется от направления поля Я тем более, чем ближе к резонансу. При резонансе фиктивное поле ДЯ обращается в нуль, а эффективное поле H_e сводится к полю H\. АРВС завершают, выключая это поле H_1. Если начальная поляризация была достаточно высокой, наблюдается дипольный дальний порядок.

Надо заметить, что, если АРВС начинать с той стороны резонанса, где ДЯ = (Я - H^*) *антипараллельно* внешнему полю Я, значит, АРВС было начато исходя из состояния, где равновесная намагниченность М, которая, конечно, параллельна внешнему полю Я, была *антипараллельна* эффективному полю H_e. С точки зрения вращающейся системы спины находились в состоянии с отрицательной температурой. Знак температуры сохраняется на протяжении АРВС и при его завершении ведет к дипольному состоянию с отрицательной температурой.

Так как АРВС проводится в сильном внешнем поле, по его окончании возможно употребить ЯМР, чтобы наблюдать свойства размагниченного состояния спинов и, как было сказано раньше, решить таким образом проблему "лампы в холодильнике". Но АРВС позволяет к тому же осуществить новые замечательные вариации на тему обыкновенного дипольного порядка. Во-первых, различные ориентации внешнего поля по отношению к осям образца приводят к различным формам дальнего порядка. Во-вторых, для каждой ориентации поля противоположные знаки спиновой температуры тоже приводят к различным дипольным структурам. Не надо забывать, что при отрицательной температуре стабильной структурой является та, которая *максимизирует* энергию. Время жизни упорядоченного состояния спинов, в котором абсолютное значение их температуры в миллион раз ниже температуры окружающей их среды, ограничено временем спин-решеточной релаксации дипольной энергии T_d, которое короче на несколько порядков обыкновенного зеемановского времени релаксации T\. Тем не менее при благоприятных условиях значение T_d может превысить час, что делает изучение дальнего дипольного порядка вполне возможным.**

Старт

Мне кажется, что большинство идей, изложенных выше, были у меня на уме, по крайней мере в качественной форме, в 1965 году, когда я предложил двум из моих лучших сотрудников - двум Морисам - Морису Шапелье и Морису Гольдману (Maurice Chapellier, Maurice Goldman) - заняться со мной этим делом, предварительно успешно преодолев "пробу на кислую реакцию" моего присяжного критика Жака Винтера.

В 1965 году Шапелье было двадцать семь, Гольдману - тридцать два, мне - пятьдесят, и ни один из нас не был политехником. Вклад Морисов в наше совместное предприятие трудно преувеличить, и я был очень рад, когда несколько лет спустя они разделили со мной самую крупную премию нашей академии. В следующие

годы наша маленькая команда обогатилась другими участниками, которых я назову позже.

Постепенно Шапелье удалился от нас (это было в начале семидесятых годов), чтобы работать в области низких температур, но в первых наблюдениях ядерного магнитного порядка он был главным действующим лицом.

Деятельность Гольдмана оставалась тесно связанной с моей собственной до моего ухода в 1985 году. Он прослужил четырнадцать лет моим заместителем на кафедре в Коллеже. Его вклад в теорию ядерного магнитного порядка неоценим: там мало пунктов, в которых бы он не принимал участия. Мы написали вместе обширную монографию, которая вышла в свет в 1982 году под заглавием "Ядерный магнетизм: порядок и беспорядок" (Nuclear magnetism: order and disoder; имеется русский перевод). Там мы рассматривали лишь области ядерного магнетизма, к которым испытывали влечение, что объясняет отсутствие биохимических и медицинских применений ЯМР. Львиная доля была отдана спиновой температуре, динамической ядерной поляризации и, конечно, ядерному магнитному порядку, который я впредь буду сокращать в ЯМП. Теории ЯМП посвящена целая глава, где Гольдман больше напирал на строгость, а я - на ясность.

В 1976 году Гольдману была присуждена Гольвековская премия (через 18 лет после меня и через пять лет после Соломона), и в 1986 году он был избран членом-корреспондентом нашей академии. И то, и другое доставило мне большое удовольствие. Среди физиков его поколения Гольдман занимает особое место. Его физическая интуиция, которая опирается на прекрасную теоретическую подготовку, его постоянное стремление к научной строгости, наши общие вкусы и интересы вместе с весьма различным подходом к проблемам - все вместе сделало его идеальным товарищем в нашем долгом совместном путешествии по ядерному магнетизму. Я мечтал, чтобы он занял кафедру, когда я уйду. Мои коллеги решили иначе. Не знаю, надоел ли им ЯМР или физика вообще, но, как я уже говорил, меня сменил специалист по геодинамике.

*Первые шаги и первые результаты

Прежде всего, надо было выбрать подходящий образец, в котором мы могли бы создать и наблюдать ЯМП. В 1965 году мы умели поляризовать разные вещества, содержащие водород, служившие нам материалом для поляризованных мишеней, но мы отбросили их с самого начала, потому что их структура была так сложна и так мало исследована, что даже если бы нам удалось создать в них ЯМП, мы не смогли бы в этом убедиться методами

ЯМР. Вместо этого мы выбрали монокристалл фтористого кальция CaF_2, в котором ядра фтора ^{19}F со спином (1/2) составляют простую кубическую решетку, а ядра кальция, за исключением редкого изотопа, к которому мы вернемся позже, имеют нулевой спин. Так как форма упорядоченных состояний зависит от ориентации внешнего поля по отношению к осям кристалла, необходимо было пользоваться монокристаллами. Гольдман рассчитал все структуры, которые могли возникнуть при разных ориентациях внешнего поля, для обоих знаков спиновой температуры, пользуясь приближенным методом локального среднего поля Вейсса (Weiss).

Следующим шагом явился выбор парамагнитных примесей, которые исполняли бы обязанности царя Соломона по отношению к ядерным спинам фтора. Последовал долгий период испытаний в этом качестве трехвалентного урана, с которым ядерные поляризации в 30% были достигнуты в 1966 году и в 50% в 1967. Решающим шагом явилась замена трехвалентного урана двухвалентным туллием и, что было еще важнее, понижение температуры решетки до 0,3 К. Это было достигнуто с криостатом на жидком ^3He, который Шапелье нахально состряпал за шесть месяцев, не имея в этом деле никакого предварительного опыта. Третьим новшеством было удвоение микроволновой частоты, употребляемой в ДЯП: длина волны была укорочена от четырех миллиметров до двух. Ядерная поляризация спинов ^{19}F достигла 60%, а позже и всех 90%. Проделав на них АРВС, мы, наконец, увидели плато на кривой зависимости спиновой поперечной магнитной восприимчивости от дипольной энергии. Согласно предсказаниям, сделанным Гольдманом, это был безошибочный признак ядерного антиферромагнетизма.

Итак в 1969 году, через четыре года после начала нашего предприятия, Шапелье, Гольдман, Вю-Гоанг-Шо (молодой аспирант) и я опубликовали описание того, чего никто еще не видел, - создания и наблюдения ядерного антиферромагнитного состояния.

Среди работ по ЯМП во фтористом кальции за следующие годы самой интересной я считаю обнаружение *ферромагнетизма* с доменной структурой. Согласно теории такая структура должна существовать при отрицательной спиновой температуре, когда внешнее поле направлено вдоль оси [111] (вместо оси [100] при наблюдении антиферромагнетизма). Возник нелегкий вопрос, как отличить безошибочно и бесспорно доменный ферромагнетизм от антиферромагнетизма.

В антиферромагнитной структуре, упомянутой раньше, ядерные спины находятся в соседних атомных плоскостях, поочередно параллельны и антипараллельны внешнему полю, как в двухподрешеточной модели Нееля. Спины фтора, параллельные полю, дают положительный сигнал ЯМР, спины антипараллельные дают сигнал такой же величины, но обратного знака; эти сигналы не компенсируют друг друга, потому что смещены друг относительно друга локальным (вейссовским) полем, которое имеет обратный знак в каждой подрешетке. Ферромагнитная доменная структура состоит из доменов в форме плит, перпендикулярных к внешнему полю, с намагниченностью, тоже поочередно параллельной и антипараллельной этому полю. Толщина каждой плиты имеет порядок нескольких сотен межатомных расстояний; легко убедиться, что "положительные" и "отрицательные" плиты тоже должны давать сигналы ЯМР с противоположным знаком, смещенные по отношению друг к другу и фактически неотличимые от сигналов, наблюдаемых в антиферромагнитном состоянии (теория предсказывает малую, но фактически ненаблюдаемую разницу между расстояниями пиков в этих двух структурах). Прямыми методами ЯМР их нельзя было различить.*

**Микроскопические зонды

Мы сумели их распознать благодаря существованию редкого изотопа кальция ^{43}Ca с концентрацией 0,13%. В антиферромагнитной структуре все спины ^{43}Ca "видят" одно и тоже локальное поле, создаваемое фторами, в то время как в доменной ферромагнитной структуре спины кальция, которые "сидят" в доменах с противоположными знаками, "видят" локальные фторные поля обратного знака. Из этого следует, что сигнал зеемановского ЯМР ^{43}Ca состоит из одной единственной линии при антиферромагнитной структуре, но расщепляется на две в доменной ферромагнитной, что, конечно, нельзя не заметить, как нос посреди лица (le nez au milieu de la figure). Признаюсь, что это один из моих любимых экспериментов.

Ввиду малой концентрации ^{43}Ca и его малого магнитного момента, чтобы наблюдать сигнал от него, пришлось его поляризовать почти на сто процентов. Ввиду той же малой концентрации и по причинам, которые было бы слишком длинно излагать здесь, знакомый читателю метод ДЯП царя Соломона оказался неприменимым к ^{43}Ca.

Пришлось употребить косвенный метод, вариант метода Хана и Хартмана (Hahn, Hartman), который я здесь изложу кратко, потому что он понадобится позже в связи с объяснением "вращающихся структур". В этом методе спины фтора поляризуются по царю Соломону, после чего их поляризация передается спинам кальция следующим образом: накладывают на образец два радиочастотных поля, одно с частотой, близкой к ларморовской частоте фтора, второе - к ларморовской частоте кальция. Эти частоты подобраны

так, чтобы эффективные ларморовские частоты обеих пород спинов, каждая в своем собственном эффективном поле, были равны. Имея одинаковые ларморовские частоты, спины фтора и кальция могут "разговаривать" друг с другом через сохраняющие энергию флип-флопы, и высокая поляризация фтора передается кальцию.

На все это ушло немало времени, но под конец все же удалось. Докладывая в первый раз в 1973 году на международной конференции о наблюдении ядерного ферромагнетизма, я заметил: "Прошло четыре года после моего доклада о наблюдении антиферромагнетизма в CaF_2, где внешнее поле было направлено вдоль оси [100]. Сегодня я докладываю о наблюдении ферромагнетизма в том же образце, но с внешним полем, направленным вдоль [111]. Для того чтобы повернуть кристалл от одной оси к другой, ушло четыре года. Согласитесь, что такое вращение можно считать одним из самых медленных вращений в истории физики."

Нейтроны на подмогу

В течение двадцати лет нейтронная дифракция являлась самым мощным способом исследования *электронного* антиферромагнетизма. Чтобы понять как и почему, начнем с дифракции рентгеновских лучей. Когда рентгеновский луч падает на кристаллическую решетку, то при некоторых ориентациях луча по отношению к атомным плоскостям кристалла между рентгеновскими X-фотонами, рассеянными решеткой, происходит конструктивная интерференция и в некоторых направлениях рассеянное излучение представляет резкие максимумы, так называемые брэгговские пики. Если кристалл антиферромагнитный, то атомные магнитные моменты в двух соседних атомных плоскостях имеют противоположные ориентации. Амплитуда рассеяния рентгеновского кванта магнитным атомом очень мало зависит от ориентации его магнитного момента, и рентгеновский квант не способен различить две такие плоскости, которые ему "покажутся" одинаковыми.

Нейтрон же, будучи вооруженным собственным магнитным моментом, будет рассеян по-разному двумя магнитными атомами с противоположными моментами. Нейтрону две соседние плоскости антиферромагнита "покажутся" различными, и период решетки ему покажется удвоенным. Применение условия Брэгга к этому новому периоду предсказывает появление новых брэгговских пиков, когда кристалл переходит в антиферромагнитное состояние. Их наблюдение в 1949 году явилось первым прямым подтверждением двухрешеточной модели антиферромагнетизма, предложенной Неелем на пятнадцать лет раньше.

Так почему же не поискать с помощью нейтронов такого же прямого подтверждения и для ядерного антиферромагнетизма, который, я должен признаться, был встречен специалистами электронного магнетизма с некоторым недоверием? Все эти вращающиеся системы и отрицательные температуры слишком уж были непохожи, по их мнению, на "настоящий" ферромагнетизм или антиферромагнетизм, к которому они привыкли. (В 1969 году на международной конференции по магнетизму, где я докладывал о первом наблюдении ядерного антиферромагнитного порядка, мне возразили, что такой порядок невозможен, потому что при нем дипольная энергия спинов принимает *максимальное* значение. Мой ответ, что спины с отрицательной температурой только о том и мечтают, не убедил моего оппонента.) Однако с нейтронной дифракцией было одно маленькое затруднение (на которое те же специалисты поторопились мне указать) - ядерные магнитные моменты меньше атомных на три или четыре порядка и то, что хорошо для электронного магнетизма, не годится для ядерного.

Конечно все это так, но есть выход и из этого тупика. Рассеяние нейтрона на атомном ядре - результат *ядерной* силы, и, как я объяснил в главе о поляризованных мишенях, его амплитуда зависит от взаимной ориентации спинов нейтрона и ядра. На ядрах с противоположными спинами амплитуды рассеяния нейтрона будут различными. Иными словами, нейтрон, в отличие от рентгеновского кванта, способен отличить два ядерных спина с противоположными ориентациями. Правда, это происходит благодаря *ядерному* взаимодействию *спинов,* а не *магнитному* взаимодействию *магнитных моментов.* - "Добра и редька, коли рыбы нет". - Главное, что нейтрон способен "распознать" две атомные плоскости с противоположной намагниченностью, а значит, может стать орудием исследования ядерного антиферромагнетизма.

Для наглядности удобно делать вид, что это распознавание магнитное, и приписать каждому ядерному изотопу фиктивный магнитный момент, который я назову *псевдомагнитным* и обозначу символом μ^*. Пусть μ^* - магнитный момент, который должен иметь данный изотоп для того, чтобы сила его *магнитного* взаимодействия с *магнитным* моментом нейтрона равнялась силе настоящего *ядерного* взаимодействия его *спина* со *спином* нейтрона.

Ядерные силы намного превосходят магнитные. Следовательно, можно полагать, что псевдомагнитный момент любого ядра окажется намного большим его настоящего момента. В некоторых благоприятных случаях он даже может быть сравним с электронным магнитным моментом, величина которого сделала возможным изучение электронного антиферромагнетизма с помощью нейтронной дифракции. Так это обстоит с протоном: давно известно, что рассеяние нейтронов на протонах сильно зависит от спи-

на. Эту зависимость можно выразить количественно; величина псевдомагнитного момента протона $\mu^*(^1H)$ равна 5,6 электронных магнетонов, т.е. в 3500 раз (!) больше его настоящего магнитного момента. Но мы наблюдали антиферромагнетизм не протона, а фтора ^{19}F. Как обстоит дело с фтором?

Я набросился на таблицы ядерных данных, в которых, к своему разочарованию, нашел псевдомагнитные моменты (вернее, амплитуды, из которых я их подсчитал) только четырех нуклидов: протона, дейтрона, кобальта и ванадия. Причина такой скудности данных заключалась в том, что в рассеянии нейтронов на *неполяризованной* мишени величина μ^* входит в квадрате и измерима только, если она велика. Это именно так для четырех предыдущих ядер. Что касается ^{19}F, то таблицы давали для абсолютной величины $\mu^*(^{19}F)$ только верхнюю границу, в 200 раз большую настоящего $\mu(^{19}F)$, и без знака. Эта граница не исключала возможности наблюдать ЯМП во фтористом кальции. Но чтобы проверить это, необходимо было осуществить брэгговскую дифракцию *поляризованных* нейтронов на *поляризованной* мишени из фтористого кальция.**

*На стыке двух наук

В Сакле имеется атомный реактор, предназначенный для научных исследований. В то время группа нейтронщиков прилежно изучала там антиферромагнетизм (электронный, конечно) с помощью нейтронной дифракции. Моя проблема заключалась в том, чтобы уговорить их забросить все, что они делали, и вместе с моей лабораторией приняться за эксперимент, в то время весьма новый для них (да и для всех) и посвященный нейтронной дифракции поляризованных нейтронов на динамически поляризованной мишени фтористого кальция. Расскажу, может быть слишком подробно, как мне удалось их убедить. (Напомню, что свои директорские полномочия я сложил с себя пару лет назад и что я мог рассчитывать лишь на свое красноречие.) Это оказалось не так просто.

Я объяснил нейтронщикам, как важно было продемонстрировать неопровержимо для всего мира физическую реальность ядерного антиферромагнетизма, пользуясь нейтронной дифракцией, которая, в конце концов, была их хлебом насущным. Но до того, как пускаться в это, несомненно, сложное и длительное предприятие, необходимо было осуществить краткий предварительный эксперимент и убедиться, что величина μ^* для фтора достаточно велика для этого. Мое красноречие убедило их не сразу, и они задали мне следующий, весьма разумный вопрос: "Что если, осуществив ваш "краткий" эксперимент (который, на наш взгляд, не такой уж краткий), мы обнаружим, что величина $\mu^*(^{19}F)$ слишком мала для изучения ядерного антиферромагнетизма во фтористом калии; будут ли наши труды потрачены попусту или результат измерения сможет заинтересовать, по крайней мере, ядерных теоретиков?" - "Не знаю", - ответил я честно, - "но постараюсь узнать".

Я обратился к главе наших ядерных теоретиков, большому любителю ядерных волновых функций, и задал ему тот же вопрос: "Интересует ли их величина $\mu^*(^{19}F)$". - "Не очень", - был его ответ. "Точность, с которой мы можем оценить ваши μ^*, не превышает 20%, а этого мало для проверки качества разных ядерных моделей, которыми мы пользуемся". - "Жаль", - сказал честный посредник и добавил, - "наши нейтронщики заканчивают постановку измерения и им, конечно, очень хотелось бы сравнить результаты своего эксперимента с теоретическими предсказаниями". - "Ну, тогда совсем другое дело. Если они на самом деле проводят эксперимент, мы это, конечно, подсчитаем. У меня есть новый аспирант, и я дам ему эту тему для диссертации".

Я вернулся к нейтронщикам и сообщил им, что теоретики страшно заинтересованы результатом их измерения и уже доверили теоретическую разработку этого вопроса аспиранту как тему для диссертации. "Ну, тогда совсем другое дело; если они действительно над этим работают, мы возьмемся за эксперимент". Читатель может сделать свое собственное заключение из этой маленькой истории. Мое личное заключение: сближение между разными областями науки - вещь прекрасная, если его проводить разумно.

Несколько слов о результатах. Теоретическое предсказание было $\mu^*(^{19}F)$ *fa* $-140\mu(^{19}F)$. Нейтронщики получили $\mu^*(^{19}F)$ и $-15\mu(^{19}F)$, что было слишком мало для изучения ЯМП во фтористом калии с помощью нейтронной дифракции. Замечу еще, что огромная переоценка теоретиков, которые слегка оскандалились, нам помогла, так как в противном случае мы, вероятно, и не взялись бы за эксперимент. А мы извлекли из него опыт, как оперировать в совокупности поляризованными нейтронами и поляризованными мишенями, который оказался чрезвычайно полезным в дальнейшем. Так началось наше длительное, дружеское и плодотворное сотрудничество с нейтронщиками. Тем же методом мы измерили $\mu^*(^7Li)$ и измерили бы и другие, если бы я не придумал другой способ для измерения ядерных μ^*, намного лучший, о котором расскажу позже.*

*Взяв быка за рога

В 1974 году мы решили предпринять поляризацию ядерных спинов водорода и лития в гидриде лития LiH с целью произвести в

нем ЯМП, наблюдаемый с помощью нейтронной дифракции. На это ушло четыре года! Лишь весной 1978 года мы в первый раз увидели ядерный антиферромагнитный брэгговский пик. Не хочу здесь слишком распространяться насчет бесконечных трудностей, которые нам пришлось преодолеть: запастись монокристаллическими образцами *ЫН;* создать в них парамагнитные дефекты, облучая их быстрыми электронами из электронного ускорителя и устанавливая на опыте оптимальные условия для облучения (энергию электронов и температуру мишени).

Пришлось спроектировать и сконструировать сверхпроводящий соленоид с полем 5,5 Тесла и криостат для температуры ниже 0,1 К (не теперь, когда все эта техника стала стандартной, а пятнадцать лет тому назад; и тот и другой должны были пропускать входящие и выходящие нейтроны, не деполяризуя их); держатель для образца, позволяющий менять его ориентацию извне; рожок для облучения образца электромагнитной двухмиллиметровой волной; радиоэлектронику, способную производить синхронное АРВС обеих спиновых систем ^1H и ^7Li; наконец, постоянное автоматизированное измерение их поляризаций. До "тяжелой" науки было еще далеко (не считая, конечно, реактора), но от наших кустарных экспериментов в первые годы лаборатории тоже было далеко. Добавлю еще, что время поляризации было порядка сорока восьми часов (это для тех, кто не умеет считать, два дня и две ночи), в то время как длительность упорядоченного ядерного состояния после АРВС не превышала часа.

Но "терпение и труд все перетрут", и в один прекрасный день весны 1978 года мы сделали следующий эксперимент. Счетчик для регистрации нейтронов, дифрагированных от образца, был поставлен туда, где ожидался антиферромагнитный брэгговский пик. Ядра *ЫН* были поляризованы, протоны до 90% и ядра ^7Li до 65%. Счетчик считал нейтроны фона; других не ожидалось, так как образец еще *не был антиферромагнитен.* Произвели АРВС, на что ушло тридцать секунд. Произошел прыжок в скорости счета нейтронов, что соответствовало появлению ожидаемого брэгговского пика. Затем скорость счета (а значит, и пик) медленно спадали с постоянной времени порядка часа вследствие спин-решеточной релаксации до тех пор, пока энтропия спинов не достигла критического значения, выше которого исчезает антиферромагнитный порядок.

Я помню, как мы все молча стояли, уставившись на счетчик (кроме того, кто проводил АРВС). Вдруг появился прыжок в скорости счета - знак того, за что боролись четыре года. Увидеть то, что ожидали, там, где ожидали, таким, как ожидали, - парадоксально, такой чудесный сюрприз! Стоит ли добавлять, что

после этого эксперименты по дифракции нейтронов на *ЫН* продолжались, улучшались, сравнивались с предсказаниями теории и представлялись на многочисленных международных конференциях. Больше про *ЫН* не буду говорить - боюсь истощить терпение тех читателей, которых я еще не потерял по дороге.

Прибавлю лишь одно замечание в связи с наблюдением дальнего спинового порядка с помощью нейтронной дифракции. Здесь есть забавная симметрия или, скорее, антисимметрия между ЯМП и электронным дальним порядком (ЭДП). Я не раз настаивал на том, что электронный антиферромагнетизм является результатом обменного взаимодействия между *спинами,* которое по сути *немагнитно.* Однако наблюдение его с помощью нейтронной дифракции обусловлено *магнитным* взаимодействием между *магнитными* моментами нейтронов и электронов. В итоге это *немагнитное* явление, наблюдаемое *магнитными* средствами. С ЯМП совсем наоборот. Это чисто *магнитное* явление, обусловленное *магнитным* взаимодействием ядерных *магнитных* моментов. Но наблюдение его с помощью нейтронной дифракции обусловлено чисто ядерным *немагнитным* (псевдомагнитным, как я его назвал) взаимодействием ядерных и нейтронных спинов. В итоге это магнитное явление, наблюдаемое немагнитными средствами. "Ну, так что?", - могут спросить. - "Да ничего, забавно, вот и все."*

Несмотря на риск совершенно обескуражить многострадального читателя, расскажу еще про три явления: упорядоченные вращающиеся фазы, ядерный псевдомагнетизм и еще одно, которое слезно прошу не спутать с предыдущим и которое я назвал псевдоядерным магнетизмом.

*Упорядоченные вращающиеся фазы

Во всех ядерных упорядоченных фазах, которые мы наблюдали до 1980 года, спины всегда были параллельны или антипараллельны внешнему полю Я. Ввиду того что ось вращения вращающихся координат совпадает с направлением внешнего поля, все эти фазы выглядят одинаково в лабораторной и во вращающейся системе координат. Но в своей теории Гольдман предсказывал существование *поперечных* фаз. Во вращающейся системе они кажутся статическими, но в лабораторной системе, в той, в которой, в конце концов, мы живем и устанавливаем наши детекторы, они вращаются с ларморовской частотой. Упорядоченные фазы, которые вращаются с угловой частотой в сотни мегагерц и тем не менее устойчивы в течение времен порядка T_d, т.е. порой в течение целого часа, казались, мягко выражаясь, маловероятными. Эта кажущаяся невероятность была немного смягчена тем, что после АРВС полная поперечная намагниченность системы спинов равна

нулю и, значит, не способна произвести электродвижущую силу в любой макроскопической катушке. В обратном случае возникло бы затухание, которое моментально привело бы существование такой фазы к концу.

Гольдман построил теорию (более изощренную, чем обычная модель локального поля Вейсса), которая предсказывала, что во фтористом калии при *положительной* температуре, когда внешнее поле направлено вдоль оси [111], стабильной должна оказаться геликоидальная поперечная структура (напомню, что при *отрицательной* температуре и том же направлении поля мы имели доменный ферромагнетизм). Но как это доказать, если макроскопическая ядерная намагниченность образца равна нулю?

Гольдман придумал замечательно остроумный эксперимент, который я постараюсь объяснить. Вернемся к методу Хартмана и Хана, который мы описали раньше, где резонансный переход поляризации между спинами ^{19}F и спинами ^{43}Ca происходит, когда ларморовские частоты обеих сортов спинов, каждая в своем собственном вращающемся эффективном поле, равны. Как раз такой резонансный переход наблюдался в предлагаемой поперечной упорядоченной фазе спинов фтора, *хотя никакого радиочастотного поля на спины фтора не накладывали!* Объяснение бросалось в глаза: локальное поле Вейсса, которое "видел" каждый спин фтора, само *вращалось,* что было возможным, если только вращалась вся упорядоченная фаза. Этот эксперимент я храню в своем маленьком личном музее наук.

**Ядерный псевдомагнетизм

Наградив каждый ядерный спин псевдомагнитным моментом μ^*, я почувствовал соблазн пойти дальше по этому пути и ввести понятие ядерной псевдонамагниченности: $M = N\mu^* P$, где N - число спинов в единичном объеме, P - ядерная поляризация, а также понятие псевдомагнитной индукции: $B^* = (H + 4\pi M^*)$.

Хорошо известно, что в настоящем магнетизме *внутри* магнитного вещества поле, которое "видит" нейтрон, т.е. то, которое определяет его ларморовскую частоту, не Я, а индукция B (в тридцатых годах у Блоха с Дираком по этому поводу был великий спор; прав оказался Дирак). Было соблазнительно размышлять о том, что по аналогии внутри поляризованной ядерной мишени ларморовская частота нейтрона Ω_n пропорциональна псевдомагнитной индукции $B^* = (Я + 4\pi M^*) = \mu(H + H^*)$, где $Я^* = 4\pi M^* = 4\pi N\mu^* P$ является псевдомагнитным полем, которое "видит" нейтроны. Ларморовская частота нейтрона Ω_n смещена по сравнению со своим значением в вакууме на $\Delta\Omega_n = \gamma_n H^*$, где γ_n - гиромагнитная постоянная нейтрона.

Я недолго размышлял об этой гипотезе, потому что ее оказалось очень легко доказать, пользуясь псевдопотенциалом Ферми, понятием, которое он ввел много лет тому назад (все в этой истории было псевдо-, но вполне реальным).

Оставалось доказать экспериментально физическую сущность псевдомагнитного поля, которого пока еще никто не видел. Для поляризованной протонной мишени это выглядело просто. Псевдомагнитный момент протона $\mu^*(^1H)$ огромен и псевдомагнитное поле Я* внутри водородной мишени будет порядка двух-трех тесла (!) для стопроцентной поляризации.

Экспериментальная установка была стандартной. Пучок нейтронов со стопроцентной поляризацией проходит через поляризованную протонную мишень, которая погружена в жидкий гелий внутри криостата. При выходе из мишени нейтроны падают на анализатор, который настроен так, чтобы допускать до нейтронного счетчика лишь нейтроны с поляризацией, *обратной* поляризации пучка. Счетчик, понятно, считает очень мало нейтронов. Радиочастотная катушка, намотанная вокруг образца, создает внутри мишени вращающееся поле с амплитудой H_1. Если частота вращающегося поля равна ларморовской частоте нейтрона *внутри* мишени, поле резонансно поворачивает спины нейтронов и анализатор допускает к счетчику большее число нейтронов. Скорость счета увеличивается. По значению резонансной частоты, при которой это происходит, можно определить смещение $\Delta\Omega_n$ и измерить псевдомагнитное поле Я*.

Все это проще простого, но возникла экспериментальная трудность, преодоление которой сделало эксперимент гораздо более интересным и, осмелюсь сказать, более красивым. Чтобы перевернуть спин нейтрона в одну микросекунду (таково было время пролета нейтрона через мишень), требовалось вращающееся поле с амплитудой в *сто* гауссов, что было немыслимо с катушкой, купающейся в жидком гелии.

Постараюсь объяснить, как мы выбрались из этого тупика, что нелегко описать словами. Да простит мне читатель, которому объяснение покажется тарабарщиной. Накладываем на образец вращающееся радиочастотное поле с амплитудой $H\backslash$ в один гаусс (вместо требуемых ста). Частота его сдвинута на небольшую величину Д (соответствующую сотне гауссов) от ларморовской частоты *протона* (не нейтрона!!). Эффективное поле H_e, которое тогда "видят" протоны, наклонено по отношению к главному внешнему полю Я на малый угол $\beta = (H_1/\Delta) \approx (1/100)$. Вдоль эффективного поля H_e ориентируется ядерная намагниченность М, а также ядерная псевдонамагниченность М* и псевдомагнитное поле $Я^* = 4\pi M^*$, которое в нашем эксперименте было приблизительно

10000 гауссов! Ввиду малой величины угла β продольная слагающая вектора Я* практически не меняется, но Я* теперь имеет поперечную слагающую, равную $H_1^* \approx \beta H^*$ и $(1/100) \times 10000 \approx 100$ гауссов. Таким образом, мы одарили псевдомагнитное поле поперечной вращающейся слагающей Я* величиной 100 гауссов, как и требовалось.

"Ужель загадку разрешили? Ужели слово найдено?" - Нет, не совсем. Правда, мы создали вращающееся псевдомагнитное поле с амплитудой 100 гауссов, но вращается оно с частотой, близкой к ларморовской частоте *протона,* которая в *вакууме* отличается от нейтронной множителем порядка $-(3/2)$, т.е. не только величиной, но и знаком. Что делать? Протон (как и все остальные ядерные спины мишени) "видит" только внешнее *магнитное* поле Я, а нейтрон *видит* вдобавок и продольное псевдомагнитное поле Я*. Припомним пир в "Макбете", где призрак Банко один видит Макбет. Легко подогнать внешнее поле Я так, чтобы ларморовская частота нейтрона $\Omega_n = \gamma_n(H + H^*)$ равнялась внутри образца ларморовской частоте протона $\Omega_p = \gamma_p H$.

Все сработало! Спин нейтрона под действием резонансного вращающегося псевдомагнитного поля H_1^* в 100 гауссов переворачивается, как миленький. Физическая реальность псевдомагнитного поля была доказана с блеском. Добавлю, что я не знаю другого примера, где чисто ядерное поле модулируется как электромагнитное. Забавно, не правда ли?

Кроме доказательства физической реальности псевдомагнитного поля, этот акробатический эксперимент позволил измерить, конечно, μ^* протона, но это представляло мало интереса, так как он был давно известен. Для измерения μ^* ядер других изотопов этот метод не подходит, потому что он основан именно на очень большой величине μ^* протона.

Я придумал вариант, основанный на методе, который Рамзи предложил много лет тому назад для очень точного измерения магнитных взаимодействий в двухатомных молекулах и с помощью которого он по сей день тщетно пытается "насыпать щепотку соли на хвост" неуловимого *электрического* дипольного момента нейтрона. Не стану здесь излагать мой вариант, который подходит для всех μ^*, даже самых малых. Его изложение можно найти в нашей монографии с Гольдманом. Скажу только, что мы измерили этим способом μ^* приблизительно для сотни изотопов. Результатами наших измерений широко пользуются нейтронщики всего мира.

Чтобы покончить с псевдомагнетизмом, я должен сообщить, что через некоторое время после нашего опыта с вращающимся псевдомагнитным полем я обнаружил, не без немалого неудовольствия

(как сказал бы немец), что на несколько лет раньше два советских теоретика из Дубны - Подгорецкий и Барышевский - предсказали теоретически существование нейтронной прецессии в поляризованной мишени. Их подход во многом отличался от моего, но результат, конечно, был тот же. Хотя Дубна располагала тогда лучшими нейтронными пучками в СССР, а также сильной группой, работающей над поляризованными мишенями, их статья не содержала ни одного реалистичного указания, как обнаружить прецессию, и экспериментов в Дубне не было проведено. Это свидетельствует о качестве контактов в СССР между экспериментаторами и теоретиками. Хочу надеяться, что они тоже перестраиваются.

Хочу еще поворчать на советских теоретиков. Они справедливо считаются лучшими в мире, но у них есть раздражающая привычка подсчитывать и предсказывать невероятное число разных явлений, мало заботясь о порядке их величины и еще менее о способе их обнаружения. Когда через несколько лет кто-нибудь, кто (как я) никогда не слыхал об их предсказаниях, обнаруживает экспериментально такое явление, они заявляют о своем приоритете. Их публикации - это пари на будущее.

Бдительный читатель может мне заметить, что я сделал то же самое в моей публикации 1960 года, и не будет неправ. В защиту могу лишь сказать, что десять лет спустя эксперименты все-таки сделали мы, а не кто-нибудь другой.

*Псевдоядерный магнетизм

Я подразумеваю под этим названием следующее явление. Некоторые парамагнитные ионы, особенно в семействе редкоземельных элементов, не имеют электронного магнитного момента на своем основном уровне, единственном, который населен при низких температурах. Но в присутствии магнитного поля ионы поляризуются, т.е. приобретают существенный магнитный момент. Это поле может быть внешним или, что нас здесь больше интересует, может быть создано магнитным ядерным моментом μ этого же иона. Под действием этого поля электронные оболочки иона приобретают магнитный момент μ'', который часто намного больше μ. В эксперименте ЯМР тогда наблюдается векторная сумма $\mu' = (\mu + \mu'')$. Каждая слагающая вектора μ' вдоль одной из главных осей монокристаллического образца пропорциональна слагающей ядерного момента μ вдоль той же оси, но коэффициенты пропорциональности обыкновенно различны для разных осей. Связь между векторами μ' и μ, а значит также между μ' и ядерным спином I анизотропна и может быть записана в виде $\mu' = TI$, где T - тензор. Эта анизотропия выражена иногда очень рез-

ко. Например, в фосфате туллия ^{169}Tm отношение поперечных компонент тензора Т к продольным равно 25.

Еще анизотропнее связь между компонентами спинов I двух ядер ^{169}Tm. Связь между поперечными компонентами сильнее, чем связь между продольными в $(25)^2$ раз! Этот факт имеет интересные следствия. Приложим к образцу магнитное поле вдоль продольной оси. Если энтропия ядерных спинов столь низка, что после АРВС может появиться дальний порядок, то можно заранее утверждать, что порядок будет поперечным, т.е. вращающимся. Именно это привлекло меня в фосфате туллия, веществе, с которым я познакомился в 1981 году в лаборатории моего друга Блини в Оксфорде. Я привез с собой домой несколько образцов вместе с лучшим студентом Блини, который сделался на время членом нашей команды. Эксперимент, который, как я предполагал, должен был занять два месяца, продлился два года по разным причинам, только некоторые из которых можно было предвидеть заранее, но закончился результатом, полностью согласующимся с моей первоначальной догадкой.

Почему я называю это явление псевдоядерным магнетизмом? - А потому, что магнитный момент μ'', индуцированный ядерным моментом μ, не ядерный, а *электронный*. Это не пустые слова: плотность намагниченности, которая соответствует моменту μ'', не сосредоточена в ядре, как у "настоящего" ядерного момента μ, а распределена по всему иону. В принципе, хотя вряд ли на практике, в сумме $p' = (\mu + \mu'')$ возможно было бы отделить с помощью нейтронной дифракции часть μ'', размазанную по иону, от настоящего ядерного момента μ, сосредоточенного в ядре. Момент μ'' безусловно *магнитный,* но не *ядерный.* Поэтому я и настаиваю педантично на названии *псевдоядерный* магнетизм. Раньше, в связи с нейтронной дифракцией, мы встретились с ядерным *псевдомагнетизмом,* наоборот - явлением *ядерным,* но *не магнитным.*

Существует еще один вид ядерного дальнего порядка, который иногда называют магнитным. Это совсем неправильно, так как ничего магнитного в нем нет. Этот порядок наблюдался впервые в семидесятых годах в твердом гелии ^3He. Связь между спинами, которая ответственна за этот порядок, другой природы: это обменная квантовая связь между *спинами* ядер гелия. Не буду здесь больше говорить об этом, но сделаю следующее замечание. Сила этой связи превышает на три или четыре порядка силу дипольной магнитной связи, которая обсуждалась раньше, и критическая температура для перехода в упорядоченное состояние на столько же выше. Эту температуру, порядка одного или двух милликельвинов (не микрокельвинов, как раньше), можно достичь прямым путем в современных криостатах, не нуждаясь в динамической поляризации и в следующем за ней адиабатическом размагничивании.

Действующие лица

"Кто, Где и Как", - сказал Киплинг.

Как - я уже описал довольно подробно.

Где - в центре Орм де Меризье, куда я перенес в 1968 году всю "легкую" физику.

Кто - это актеры, которые так долго играли в пьесе, которую я писал и содержание которой я рассказывал на предыдущих страницах.

Я уже говорил выше о двух Морисах, Гольдмане и Шапелье, и, как мне кажется, я сделал несколько штрихов к портрету Анатоля Абрагама.

Ив Руанель (Yves Roinel), выпускник Сюпелек (как я), имел напарником Венсана Буфара (Vincent Bouffard), выпускника Школы двигателей внутреннего сгорания (как этот ко мне попал, Бог знает). Настойчивость и аккуратность Венсана удачно сочеталась со смелостью и изобретательностью Ива. Они составляли славную пару. Вместе они провели от начала до конца всю длинную и трудную работу, которая привела к наблюдению антиферромагнитного порядка в LiH с помощью нейтронной дифракции.

Жак-Франсуа Жакино (Jacques-Francois Jacquinot) обучался эксперименту у Шапелье и теории у Гольдмана. У него был дар выражать смутно и малопонятно интересные и порой глубокие соображения. Он в свою очередь обучал Кристиана Урбину (Christian Urbina) - умного и милого чилийца. (Да все они мне были милы.)

Ганс Глаттли (Hans Glattli) - швейцарец из Цюриха - был блестящим экспериментатором с руками швейцарского часовых дел мастера. Его единственной слабостью была чрезмерная доброта. К нему льнули лентяи, зная что дядя Ганс скорее сделает за них эксперимент, чем позволит им провалиться. Все эксперименты по псевдомагнетизму - это он.

Молоденький Клод Фермон (Claude Fermon) заменил Ива Руанеля, который после моего ухода переменил работу. Клод все понимает до того, как успеваешь ему сказать, и, я думаю, пойдет далеко, но уже без меня.

По ЯМП работали у нас и иностранцы; упомяну о троих.

Стив Кокс (Steve Cox) - британец, высокий, стройный, изящный, бородатый, с ловкими руками и ясной головой - пробыл у меня два года. После этого он успешно работал над поляризованными мишенями в Харуэлле (Harwell) и в ЦЕРН'е. Теперь он с большим

успехом специализируется в μSR (muon spin rotation) - занятие, о котором я скажу несколько слов немного позже.

Том Венкебах (Tom Wenckebach) - усатый голландец, находчивый и глубокий - провел у меня только год, но хорошо заполненный работой. Он был пионером в использовании ^{43}Ca в качестве микроскопического зонда. Пришел он к нам из Лейдена, сделав уже несколько очень красивых работ по спиновой температуре и динамической поляризации. Вернувшись в Лейден, где у него теперь кафедра, он изучал ЯМП протонов в гидрате окиси кальция.

Джон Грег (тот самый, которого я вывез из Оксфорда с образцами фосфата туллия) - ирландец из Дублина - хотя протестант, но одаренный тем юмором с сумасшедшинкой, без которого Ирландия не была бы Ирландией. Перед его отъездом я показал ему рекомендацию, которую я написал для него университетским властям в Оксфорде. Он призадумался: "Кто этот тип? Хотелось бы с ним познакомиться".

Я уже говорил в связи с поляризованными мишенями о нашем замечательном криогенщике, бывшем моряке Пьере Рубо, про которого Оуэн Чемберлен однажды заметил, что его блестящий ум не засорен излишними знаниями. Не могу обойти молчанием наших техников - Паскета и Айзенкрамера (Pasquette, Eisenkramer), которых наши исследования интересовали так же, как и нас, а также юного, столь одаренного и добросовестного Жерара Фурнье (Gerard Fournier), трагически погибшего.

Эта галерея портретов была бы неполной без нашего главного нейтронщика, который теперь уже в отставке. То был Пьер Мерьель (Pierre Mériel), чей слоноподобный облик противоречил его острому уму и беспощадному юмору. Я долго сомневался, действительно ли я его одурачил, когда ходил взад и вперед, как сваха между ним и теоретиками-ядерщиками (тех только ленивый не водил за нос), или он с самого начала решил сделать эксперимент и разыгрывал меня, посмеиваясь над моими ухищрениями. Он уверяет, что нет, но я сомневаюсь по сей день, так хитроумен этот слон.

Читателя, удостоившего вниманием предыдущие главы сиих "мятежных" воспоминаний, где отнюдь не струилось "млеко милосердия" ("the milk of human kindness", как говорит Шекспир), может удивить доброжелательность суждений в настоящей главе. Предприятие наше оказалось долгим, нелегким и не очень модным (к этому я еще вернусь). Чтобы выдержать, надо было держаться друг за друга. Первым выпал Шапелье. Когда он уходил, я спросил его в шутку: "Начитались Фрейда и хочется убить отца?" - "Есть немного и этого", - сказал он. Выдержали те, кто сумел

держаться друг за друга, или, вернее, хотел держаться друг за друга, т.е. работать всем вместе.

Какое же будущее ЯМП? Я только что сказал, что это не очень модный предмет. Не всегда легко проанализировать причины, почему тот или иной предмет привлекает интерес лабораторий. Причиной нашего одиночества не было отсутствие интереса к нашим работам. Многочисленные приглашения доложить о наших работах на международных конференциях, которые слали моим сотрудникам и мне, премии, которые им присуждали, разные почетные степени, французские и иностранные, которые перепадали мне, - все это могло нам показать, если бы мы в этом нуждались, что то, что мы делали, стоило делать. Пусть найдут, что я страдаю манией величия, но я скажу, что мы оставались одинокими, потому что мы слишком опередили всех; это отбивало охоту у других. На одной конференции, где мой доклад, как мне показалось, особенно понравился, я выразил свое сожаление об отсутствии соперников следующим анекдотом. "Во время первой мировой войны итальянский командир ведет войска в атаку. Он выскакивает из траншеи с саблей наголо и криком "Аванти!" Среди солдат, глубоко тронутых доблестью командира, из траншей раздаются крики "Браво! Браависсимо!" и гром аплодисментов".

После этого было бы несправедливо не указать на недавнюю (1988) публикацию, пришедшую к нам с севера, о наблюдении на реакторе Ризе (Risõ) ядерного антиферромагнитного порядка. Я процитирую только первые строчки (курсив мой). "В этом письме мы докладываем о *первом* наблюдении нейтронной дифракцией *спонтанного* ядерного антиферромагнетизма в *чистом металле*". Почему бы авторам не прибавить: "...на северной широте Ризе".

*Трутни

Главный недостаток нашего метода поляризации ядерных спинов для наблюдения ЯМП заключается в присутствии парамагнитных дефектов, которые намеренно вводятся в образец. Локальные беспорядочные магнитные поля, которые они создают вокруг себя, слегка марают ту чистоту ЯМП, которой я так дорожу. Способ, чтобы бороться с этим беспорядком, подсказывают пчелы, которые выгоняют из улья всех самцов (царей Соломона) после того, как они исполнили свой долг, т.е. оплодотворили, виноват, поляризовали, ядерные спины. Вот как это делается.

Парамагнитные дефекты можно создать в молекулярных кристаллах с помощью света, который переводит некоторые молекулы в возмущенное парамагнитное состояние. Ими пользуются для ДЯП в присутствии света. Когда ДЯП закончена, свет гасят и дефекты моментально исчезают (по крайней мере, те, кото-

рые мешают, т.е. магнитные). Идея проста, но легче сказать, чем сделать. К сложному оборудованию ДЯП нужно прибавить всю оптическую аппаратуру, связанную с изучением возбужденных триплетов в молекулярных кристаллах. Мне удалось заинтересовать этим делом Венкебаха и его коллегу Шмидта из Лейдена. Несколько лет тому назад им удалось получить таким методом поляризации до 40%.

- поздний ребенок

Та работа, о которой я сейчас расскажу, не имеет ничего общего с предыдущим, и что меня в ней забавляет, это каким образом она появилась на свет. Она является моей последней чисто научной публикацией (1984) и, несомненно, моим первым и последним вкладом в μSR, область, в которую я въехал, так сказать, задним ходом.

Прежде всего, что такое μSR? Давно известно, что у электрона есть тяжелый брат, так называемый *мюон*, масса которого в двести раз больше электронной. Согласно законам квантовой электродинамики, которым мюон рабски подчиняется, у него есть магнитный момент меньший электронного в точно таком же отношении. Мюон - неустойчивая частица, которая распадается в среднем через 2,2 микросекунды на электрон (или позитрон, так как заряд мюона может быть положительным или отрицательным) и на две нейтральные частицы - нейтрино и антинейтрино.

Принцип μSR (muon spin rotationon или resonance) основан на двух фактах: 1)когда быстрый положительный мюон останавливается в мишени, он поляризован на все сто процентов по направлению своего импульса, 2)когда он распадается, существует сильная корреляция между направлением его спина и импульсом позитрона. Эти два факта позволяют следить за прецессией спина мюона или вообще за любой его дезориентацией внутри мишени, считая число позитронов, излучаемых в данном направлении. Таким образом, спин мюона, так же как и спин нейтрона (и, как мы видели раньше, ядерный спин ^{43}Ca), является микроскопическим зондом для тонкого изучения магнитных свойств сплошной материи. Тот факт, что мюон вооружен электрическим зарядом и не может, как нейтрон, блуждать инкогнито внутри материи, имеет последствия, положительные или отрицательные в зависимости от изучаемой проблемы. Прибавим еще, что положительный мюон может захватить электрон и сформировать с ним водородоподобный атом, так называемый *мюоний*.

В 1984 году более полтысячи физиков занимались μSR в разных частях света, и я решил ознакомиться с этим предметом. Считая

самым верным средством освоить предмет - это его преподавать, я выбрал μSR темой моего курса в Коллеже на 1984 год.

Один факт привлек мое внимание. При отсутствии внешнего магнитного поля неподвижный мюон быстро теряет поляризацию через флип-флопы (или флип-флипы) со спинами ближайших ядер. Деполяризацию мюона можно отвратить с помощью внешнего, так называемого удерживающего, поля, направленного вдоль начальной поляризации мюона. В этом поле ларморовская частота мюона гораздо выше, чем частота любого ядерного спина, флип-флопы запрещены, так как при них энергия не сохраняется, и поляризация мюона не изменяется. Все это было широко известно.

Однако, и в этом заключалась моя идея, если внутри образца существует уже ядерное расщепление в отсутствие внешнего поля, обусловленное, например, квадрупольным взаимодействием или сверхтонкой структурой свободного радикала, то, подбирая подходящее значение внешнего поля, можно заставить это расщепление совпасть с зеемановским расщеплением спина мюона. При таком значении поля могут произойти резонансные флип-флопы спина мюона со спинами ядер мишени, что можно наблюдать через резонансную деполяризацию мюона. Метод легко распространить на тот случай, когда мюон захватил электрон и сформировал мюоний. Он широко известен в ЯМР под названием пересечение уровней.

Мне казалось, что эта идея открывала новые возможности для спектроскопии сплошной материи с помощью μSR. Однако она была так проста, чтобы не сказать очевидна, что я не мог понять, почему ее до сих пор не пустили в ход. Наверное, думал я, ее испробовали и отбросили по какой-то причине, о которой я не догадываюсь. Я попросил нашего библиотекаря Мадлен Порнеф (Madeleine Porneuf) разыскать с помощью компьютера все статьи, где ключом являлись *одновременно muon и level-crossing*. Были тысячи с muon, сотни с level-crossing, но ни одной с *обоими*. В тот же день я поместил краткую заметку в "Доклады" нашей Академии и разослал препринты по всем лабораториям, занимавшимся этим делом. Результат превзошел все мои ожидания, так как метод распространился молниеносно.

В 1986 году на международной конференции по μSR в Швеции более трети всех докладов были основаны на этой технике, и при подведении итогов конференции было сказано, что это самый важный вклад со времени предыдущей международной конференции по μSR три года тому назад. Это лишний раз доказывает то, о чем я не раз говорил читателю, а именно, что издали порой виднее, чем вблизи. Во всяком случае, это мой первый и последний опыт с компьютером (если не считать писания моих воспоминаний).

IV. Запад и Восток

Oh, East is East and West is West and never the Twain shall meet [18]
Kipling

Долго ль мне гулять на свете ...

Оксфорд. - Россия. - Америка. - Дальний Восток. - Голландия. - Женева. - Израиль. - Юпап

До 1947 года я ни разу не выезжал за границу (хотя *въехал* из-за границы в 1925 году, как я предлинно рассказал в начале этой книги). За исключением восьминедельного путешествия по Азии в 1964 году мои поездки ограничились Европой и Северной Америкой (поправка: в 1987 году я побывал в Новосибирске, который, я полагаю, нужно считать Азией).

В наши дни, когда самолеты уносят толпами в Шри-Ланка или Таити туристов от двух до девяноста лет, когда вся Япония стала одним промышленным предместьем, а близкий сердцу Вертинского Сингапур уже давно не "бананово-лимонный", я вряд ли могу надеяться поразить читателя описанием экзотики дальних стран. (Я один из неудачников, который не успел побывать даже в Китае, когда это было модно.) Среди моих поездок за границу я опишу только те, о которых вспоминаю без скуки.

Оксфорд

Лжет! - Невозможно, он воспитанник Оксфорда.
Леди Бракнелл (Оскар Уайльд)

"Высокий стол" (High Table). - Не все доктора и не все Fellows на один лад. • Обычаи и традиции

После двухлетнего пребывания в Оксфорде с 1948 по 1950 годы я вернулся туда на четыре месяца в октябре 1962, во время страшно холодной зимы (не для русских, конечно). Хотя я только что сказал, что не надеюсь поразить читателя экзотикой дальних стран, в 1962 году Оксфорд все-таки произвел на меня впечатление дальней экзотической страны.

[18] О, Запад есть Запад, Восток есть Восток и с мест они не сойдут (перев. Е. Полонской)

На этот раз я вернулся не как аспирант, а как "Visiting Fellow", и не в "Иисус" (Jesus), а в "Мертон" (Merton). Оксфордскую жизнь я теперь созерцал с высот High Table и Senior Common Room, и она была совсем непохожа на ту, которую я наблюдал студентом четырнадцать лет тому назад.

Прежде всего, вот как выглядел завтрак (lunch): блюда были расставлены на двух буфетах, не в холле, где сервировали обед, а в другой предлинной зале с низким потолком, холодный завтрак с одной стороны, горячий - с другой, оба вполне приличного качества. Каждый Fellow выбирал и горячее, и холодное и сам себя обслуживал.

Обед (dinner) - совсем другое дело. Все Fellow (в мантии, некоторые с гостями) собираются и теснятся в передней, которая ведет в холл. Каждый наливает себе и своему гостю рюмку хереса, за которую расписывается. После чего следуют несколько минут тихой беседы. Дворецкий (butler) докладывает председателю, главе колледжа, или, в его отсутствие, старшему Fellow, что кушать подано, и председатель ведет процессию в черных мантиях в холл. Все занимают места вокруг большого дубового стола по порядку старшинства, последними - новички. Стоят до тех пор, пока председатель не стукнет колотушкой по столу и студент, старший "школяр", не прочтет по-латыни краткую молитву. (Англичане произносят латынь совсем не так, как во Франции, и содержание молитвы для меня по сей день - тайна.) Все садятся "и за столом у них гостям разносят блюда по чинам". Еда обильная, но ничего особенного не представляющая собой. Зато вина - все французские - были превосходными. Я помню, что Bursar "Мертона", т.е. Fellow, который отвечает за обеспечение всем необходимым своих коллег, каждый год проводил две недели в области Бордо, разъезжая по наилучшим виноградникам и отбирая вина, которые затем покоятся в погребах колледжа в течение десятилетия, а порой и много дольше до того, как появиться на High Table.

После сладкого подавали нечто непереводимое, называемое *savoury*. Это своего рода острая закуска, "меж сыром лимбургским живым", с сардинами или даже с чем-нибудь более экзотическим (для французского вкуса), как, например, печеные устрицы на гренках (!) с заманчивым названием "Angels on horseback" (Ангелы *верхом)*. Мне объяснили, что странный порядок подачи соленого после сладкого объясняется следующими соображениями: считается, что острые блюда, не только с острым вкусом, но и порой с острым запахом, могут оскорбить деликатные вкус и обоняние дам, и им предоставлялась возможность перейти в гостиную сразу после сладкого, пока мужчины, оставшиеся за столом, не удовлетворят свои грубые вкусы. Не знаю, верно ли это объясне-

ние, во всяком случае, оно вряд ли применимо к "Мертону", где дамы впервые робко появились лишь в семидесятых годах.

Сладкое было бы неплохим, если бы не пристрастие мертоновского повара к желатину. Есть анекдот о французе, которому подают желе в английском ресторане. Видя, как оно дрожит в тарелке, он говорит: "Не бойся малютка, я тебя не съем".

В конце обеда председатель встает, стукает еще раз колотушкой, бормочет сам что-то по-латыни и ведет процессию из холла. (Студенты к тому времени уже давно кончили есть и исчезли.) Каждый захватывает с собой свою салфетку, и процессия направляется в другую залу: до конца вечера еще далеко.

Там другой длинный стол из полированного до блеска красного дерева, которое отражает дрожащее пламя свечей. На стенах висят портреты видных деятелей (в париках или в накрахмаленных воротничках в зависимости от эпохи), которых колледж решил почтить по той или другой причине. В "Иисусе" я помню портреты королевы Елизаветы (Первой, конечно), основательницы колледжа, и некоторых выпускников, например полковника Лоуренса (Lawrence of Arabia) и бывшего премьера Гарольда Вильсона. В "Мертоне" висит портрет моего хорошего друга Рекса Ричардса (Rex Richards), звезды ЯМР высокого разрешения, который, однако, удостоился такой чести не за это, а как бывший Warden Мертона, а затем вице-канцлер Оксфордского университета. Вице-канцлер является фактически ректором университета. Должность канцлера, которую много лет занимал бывший премьер Макмиллан (Macmillan), - чисто почетная, и он появляется в Оксфорде раз или два в году на важных церемониях. (Макмиллан однажды сам так объяснил свою роль: "Без канцлера не может быть вице-канцлера; а как обойтись без вице-канцлера?")

Но вернемся к нашему вечеру. Каждый разоблачается, скидывая мантию годами выработанным движением, и занимает место за столом. На столе орехи, миндаль, финики, изюм, инжир, свежие редкие фрукты, шоколад. Председатель (не тот, что в холле) сидит во главе стола. Перед ним два графина - один с портвейном (пре́восходным), другой - с мадерой. (В последние годы появился и сотерн, который иногда заменяет мадеру и который сервирован не в графине, а в бутылке.) Графины движутся на столе по часовой стрелке. Если председатель находит, что они движутся слишком быстро, он их задерживает перед собой на несколько минут, когда они к нему возвращаются. После третьего оборота, обыкновенно последнего, дворецкий предлагает сигары, а младший Fellow понюшку табака в серебряной табакерке. Только тогда можно курить. Председатель встает и ведет все общество в третью комнату, где пьют кофе. В четвертой (и последней) - находятся напитки: коньяк, виски, пиво и разного рода лимонады. Мой американский друг Ган (Hahn), который очень любит Оксфорд и часто там бывает, называет эту вереницу залов "декомпрессионными камерами".

Приехав в Оксфорд в 1962 году, я скоро обнаружил необходимость приобрести смокинг, после того как был вынужден отклонить три или четыре приглашения с указанием "black tie" (черный галстук бабочкой). Сегодня (в 1989 году), 27 лет спустя, он все еще висит у меня в шкафу, как новенький, так как нигде, кроме Оксфорда, я его не ношу.

Не помню уже, сколько раз я побывал в Оксфорде (более или менее долгое время), думаю после 1950 года около тридцати раз, и нет лаборатории, кроме моей собственной, с которой я был бы так же хорошо знаком, как с Кларендоном, по крайней мере до 1985 года. В течение многих лет в Кларендоне пользовались жидким водородом для охлаждения криостатов, что вызывало ужас у американских посетителей, которые справедливо считали это крайне опасным. (После аварии на "Мирабель" я не мог не разделить их мнения.) На дверях большинства лабораторий в Кларендоне можно было прочесть надпись "Водород, не курить", поэтому я повесил на двери своего бюро надпись "Курят, без водорода".

Пионерами употребления жидкого водорода, которое они начали в Берлине еще в тридцатых годах, были Саймон (Simon) и Курти (Kurti), его сотрудник в то время. Курти рассказал мне о том, что случилось однажды в их берлинской лаборатории. Саймона не было в лаборатории, когда произошел взрыв, который сорвал крышу, переломал оборудование и чуть не убил самого несчастного Курти. Курти ринулся к телефону, чтобы сообщить Саймону о случившемся. Тот отнесся к новости с большим хладнокровием: "Такое бывает, не волнуйтесь; во всяком случае я занят и сегодня в лаборатории не буду". - "Что значит, не волнуйтесь! Вся аппаратура разбита, меня чуть не убило. Этого вам мало?" - "Вы всегда преувеличиваете, Николас, успокойтесь". Наконец, видя, что Курти продолжает негодовать, Саймон сказал ему: "Ладно, самые лучшие шутки - короткие. У меня на столе есть календарь, и я не хуже вас знаю, что сегодня первое апреля". - "Да это не шутка", - завопил Курти. "Что?" - взревел Саймон и ринулся в лабораторию.

В 1968 году меня пригласили в Оксфорд прочесть ежегодную лекцию, посвященную памяти Чаруэлла и Саймона (The Cherwell-Simon lecture), основателей оксфордской физики. Эти лекции, предназначенные для общей публики, учредили через несколько лет после смерти Саймона в 1957 году. Среди моих предшествен-

ников прекрасные лекции прочли Казимир и Ван Флек, а после меня Стивен Уайнберг и Майкл Фишер (Steven Weinberg, Michael Fischer). Я назвал свою лекцию "Тяжелая и легкая наука" (Big Science versus Little Science), опираясь на опыт, который я приобрел за предыдущие три года как директор физики в КАЭ. Мне кажется, что лекция понравилась. По крайней мере, мне самому она понравилась настолько, что я перевел ее на французский язык и включил в сборник лекций на разные темы, опубликованный в 1983 году под заглавием "Réflexions d'un physicien". Два года спустя появился английский перевод "Reflections of a Physicist", сделанный моим другом Реем Фриманом (Ray Freeman). В последнюю минуту я вспомнил и вовремя сообщил Фриману, что эта лекция изначально написана по-английски. Я немного сожалею, что сделал это: было бы интересно сравнить оба варианта.

В 1976 году за мою преданность и, хочу надеяться, за вклад в науку Оксфорд наградил меня с избытком. Письмо от университетских властей уведомляло меня, что они были бы рады присудить мне почетную докторскую степень (Doctor Honoris causa), если бы я соблаговолил ее принять. Я поспешил уверить их в своем благоволении, но одно смущало меня: я уже был доктором Оксфордского университета двадцатипятилетней давности и не видел, каким образом, потеряв докторскую девственность так давно, я мог потерять ее еще раз. Оказалось, что я грубо недооценил свою альма-матер. В 1950 году меня произвели в "доктора философии" (D.Phil.), теперь же мне предлагали звание "доктора наук" (D.Sc.). И разница между ними очень большая. Доктор философии носит мантию красную и синюю, а доктор наук - красную и серебряную. Ясно, что это не одно и то же. Кроме того, чтобы получить первое звание, я должен был много трудиться и заплатить немалую мзду, теперь же мне не надо было ни трудиться, ни платить, а только принять участие в великолепной церемонии, которую я теперь опишу.

Во главе процессии шествует сам канцлер, а за ним два молоденьких пажа несут тяжелый шлейф его расшитой золотом мантии. За ними в парадных мантиях университетские власти, профессора богословия, музыки, медицины, гуманитарных и естественных наук, лорд-мэр, за ними почетные *докторанты* (doctorand - тот, кто ожидает докторской степени), а за ними уже "мелкая рыбешка" - обыкновенные доктора, каждый в мантии цвета, присвоенного его специальности, и т.д. Вся эта публика шествует по улицам Оксфорда до аудитории, специально предназначенной для торжественных церемоний. Там "публичный оратор" представляет по очереди канцлеру каждого *докторанта* (их обыкновенно пять или шесть) с кратким изложением его заслуг, конечно, по-латыни. Канцлер

бормочет ответ, тоже по-латыни, и вручает докторанту, теперь доктору, картонный цилиндр, в котором находится его диплом.

Публичным оратором в том году был мой старый знакомый Джон Гриффите, который, как я рассказывал, в тридцатых годах удостоился чести водить Эйнштейна с Чаруэллом по Уинчестерской школе, где сам тогда учился. Не могу удержаться от удовольствия переписать здесь заключительную часть речи Гриффитса обо мне: *"Mihi summo est gaudio vobis praesentare Anatolium Abragamum Academiae Franco-Gallicae sodalem, ut admittatur ad gradum Doctoris Scientiae honoris causa"* ("Я счастлив представить вам Анатоля Абрагама, члена франко-галльской (!) Академии, дабы он был возведен в почетную степень доктора наук".) За церемонией следует парадный завтрак в старинной библиотеке колледжа "АИ Souls", а вечером банкет в холле самого знаменитого Оксфордского колледжа, Christ Church. (Фрак обязателен, но для новых докторов Honoris causa, к счастью, допускают смокинг.)

Добавлю еще, что в 1965 году этого звания была удостоена Анна Ахматова, которая приезжала в Оксфорд на церемонию. Ну что стоило Оксфордскому университету немного поторопиться и дать мне мою степень на одиннадцать лет раньше, чтобы позволить мне сидеть за столом рядом с Ахматовой!

Я описал в другой главе Оксфордский университет как феодальную монархию с ее мощными феодалами, т.е. колледжами, и их сюзереном - самим университетом. Докторской степенью меня наградил сюзерен, но и вассалы не обидели. В том же 1976 году два колледжа - "Иисус" и "Мертон", в первом из которых я был Advanced Student с 1948 по 1950 год, а во втором я был Visiting Fellow зимой 1962-1963 года, - решили избрать меня в качестве Honorary Fellow. Я узнал тогда, что быть избранным Honorary Fellow - самая большая честь, которую Оксфордский колледж может оказать кому-либо. Почему *оба* мои бывшие колледжа решили избрать меня, к тому же одновременно (я получил оба письма в один и тот же день), до сих пор осталось для меня глубокой, но восхитительной тайной. Насколько мне известно, можно сосчитать на пальцах избранных Honorary Fellow *двумя* колледжами, и среди них нет ни одного иностранца! Без ложной скромности (которую, как было сказано в предисловии, не надо презирать) должен признаться, что просто не понимаю, как это случилось.

Привилегии, связанные с этим званием, довольно необыкновенны. Так, удостоенный им счастливец располагает в колледже бесплатным обедом и ужином (которые, как я рассказал раньше, отнюдь неплохи) до конца своих дней. Злые языки говорят, что если бы кто-нибудь из Honorary Fellow Оказался настолько неосторожным, чтобы воспользоваться своими правами во всей их

полноте, рано или поздно распорядились бы добавить к его пище кое-что, чтобы положить им конец. Лично я был слишком хорошо знаком с оксфордскими обычаями, чтобы подвергать себя чему-либо подобному. Уже в 1962 году, когда я был всего лишь Visiting Fellow в Мертоне, власти колледжа дали мне знать окольным путем, что у меня прекрасные манеры, так как в колледже они меня почти никогда не видят. Во всяком случае власти колледжей, будучи глубоко мудрыми, очень редко выбирают в Honorary Fellows постоянных жителей Оксфорда.

Мне захотелось узнать, простирается ли на Honorary Fellow привилегия обыкновенных Fellow ходить по стриженой траве колледжей. Принципал "Иисуса" ответил мне, что, конечно, Honorary Fellow пользуется всеми правами обыкновенного Fellow, но, что касается ходьбы по траве, он вынужден меня разочаровать. Дело в том, что несколько лет тому назад Fellow заключили джентльменское соглашение (gentleman's agreement) со студентами о том, что они согласны пожертвовать своим освященным веками правом ступать по траве, если студенты откажутся от своей отвратительной привычки топтать эту траву. Увы, теперь только Fellows соблюдают соглашение, и только студенты ходят по траве.

Своему званию я обязан ежегодным приглашением в июне месяце на банкет в холле "Иисуса" (в смокинге, разумеется), который носит название Gaudy (что, полагаю, того же происхождения что и старая студенческая песня "Гаудэамус", о которой пишет Писарев в своем очерке "Наша университетская наука"). Я бывал там пару раз, когда у меня были дела в Оксфорде. В первый раз, в 1976 году, меня посадили рядом с бывшим премьером Гарольдом Вильсоном, который, как я рассказывал, был студентом, а потом Honorary Fellow "Иисуса". Он оказался довольно разговорчивым господином. Главной темой разговора был господин Гарольд Вильсон, про которого он, к сожалению, рассказал мало интересного. Я запомнил один рассказ про нашего де Голля. После ужина в Версальском дворце де Голль и Вильсон поехали в сопровождении переводчика покататься по Версальскому парку, чтобы обсудить вопросы, связанные с вступлением Англии в Европейский Общий рынок. Вильсон сказал, что их автомобиль был до смешного мал, так что подбородок нашего генерала (который, как известно, очень высок) упирался ему в колени. Вильсон спросил его, нет ли опасности, что после того как Англия сделает уступки, которых требует генерал, появятся новые требования. Генерал "скроил рожу" (которую Вильсон воспроизвел для меня), что переводчик перевел как: "Генерал считает подобное обстоятельство маловероятным".

Еще одно воспоминание о Вильсоне. На этом банкете вина были замечательные, но Вильсон, как подобает бывшему вождю Labour Party, потребовал кружку пива. "Демагог", - подумал я, - "хочет показать, что принадлежит к рабочему классу". Но к каждому блюду Вильсон требовал новую кружку пива, которые поглощал одну за другой с замечательной легкостью. "Должно быть, он на самом деле *любит пиво*", - решил я.

Осенью 1983 года я решил отпраздновать тридцатипятилетие моей дружбы с Оксфордом и устроить в "Мертоне" для старых друзей так называемый "private party", т.е. частный ужин. Готовит его повар колледжа, и сервируют его в отдельной столовой со всеми красотами, которые я описал раньше. Амброзия была неплоха, но с нектаром виночерпий колледжа превзошел самого себя и извлек для нас из погребов несколько незабываемых бутылок. За все это я, конечно, должен был заплатить, но счет мне представили по себестоимости, т.е. ужин фактически оказался почти бесплатным. Тем не менее я решил, что "Who pays the piper calls the tune", т.е. буквально "Кто оплачивает дудочника, тот и выбирает напев", и распорядился сыр подавать, как у нас во Франции, раньше сладкого, а от savoury воздержаться совсем. Среди моих гостей были (с супругами) Блини, Курти, Пайерлс, Ричарде, Берлин и некоторые другие.

Несколько слов о Берлине, имя которого еще не встречалось в этой книге. Исай Берлин (Sir Isaiah Berlin), знаменитый философ, литературный критик и эссеист, - замечательно обаятельный человек. Он - "rara avis" (редкая птица), необыкновенно остроумный человек, в остроумии которого нет ни капли злости. Он большой любитель и знаток русской литературы и написал на английском языке несколько замечательно интересных и прекрасно написанных статей о творчестве Достоевского, Толстого, Герцена, Белинского и других. Как я, он выходец из России, где родился в 1909 году. Еще мальчиком родители привезли его, не во Францию, как меня, а в Англию, где он прошел всю свою долгую карьеру до профессора Оксфордского университета.

Меня особенно заинтересовали его воспоминания о пребывании в Москве и в Ленинграде осенью и зимой 1945 года в качестве служащего Британского посольства. Он подробно описывает свои встречи с Пастернаком. Я нашел потрясающим его рассказ о встрече с Ахматовой. Его привел к ней какой-то литератор, которого он не называет. Они просидели вместе весь вечер и всю ночь, оба страшно взволнованные этой встречей, Ахматова еще больше, чем он. И не удивительно. Встретить зимой 1945 года в Ленинграде британца, который прекрасно знает и понимает ее поэзию, было так неожиданно (и так страшно), что не так уж

удивительно, что она приняла его за "Гостя из Будущего". Это о нем написано "третье и последнее" посвящение к "Поэме без героя":

Я его приняла случайно
За того, кто дарован тайной,
С кем горчайшее суждено...

В 1965 году они снова встретились, впервые одиннадцать лет спустя, за год до ее смерти, когда Ахматова приезжала в Оксфорд, о чем я уже рассказывал.

Все эти оксфордские воспоминания (за исключением, может быть, последних строк) могут бесспорно показаться чрезмерно легкомысленными. Но, не обещал ли я читателю экзотику, которая постепенно испаряется, по мере того как Оксфорд на пороге двадцать первого столетия старается примириться с мыслью, что королева Виктория умерла и не вернется.

Оксфордская степень Honoris causa была для меня не первой в Англии. В 1967 году юный Кентский университет, основанный после войны в тени грандиозного Кентерберийского собора, предвосхитил это событие. Архаизм церемонии был, конечно, новеньким, но мало в чем уступал вековой традиции Оксфорда. Единственной уступкой модернизму, было то, что публичный оратор говорил по-английски. Канцлером университета была тогда принцесса Марина, вдова Кентского герцога. Она меня поразила не столько своим изяществом и осанкой, гораздо более королевской, как мне казалось, чем ее кузины Елизаветы, сколько необыкновенной добротой обращения. Церемониал требовал, чтобы она меня держала крепко за руку, когда произносила те несколько фраз посвящения, которые делали меня доктором Honoris causa Кентского университета. Марины больше нет, но я все еще чувствую в своей руке ее сильную дружескую руку.

Перед тем как расстаться с этой страной, несколько слов на прощание. Что происходит с моей любимой Англией, которой я восхищался еще до того, как в 1940 году она одна во всей Вселенной бесстрашно противостояла варварству, и которую я так полюбил, когда узнал ее лучше. Сегодня ее наукой правят близорукие филистеры, которые жертвуют ее будущим развитием для сегодняшней выгоды. Хочу надеяться, что эта великая страна опомнится, пока не слишком поздно.

Россия

*Попов-невидимка. - Грузинское гостеприимство. - В гостях у Лобачевского. - "Мирабель". - * "Термодинамическая модель". - Переводы. - Скифы и мифы. - Новый мир. - Настоящий человек. - Мимолетная дружба*

Хочу предупредить читателя, что я пересмотрел эти строки в последний раз в конце 1987 года и с тех пор до них не дотрагивался. После многолетнего застоя события протекают так стремительно, что я не хочу и не могу за ними угнаться. Ввиду этого многие суждения о прошлом могут показаться русскому читателю устаревшими, а догадки о будущем - ошибочными. So be it!

С Россией у меня сложные отношения, то, что по-английски называется "love-hate" и, по-моему, непереводимо. Я не могу забыть ее язык, ее литературу и ее поэзию, единственную поэзию, которая меня трогает. Нет звука прекрасней чистой русской речи. Не могу забыть своего детства. Не могу забыть, что с 1941 по 1945 годы эта страна стояла между моей жизнью и моей гибелью. Не прошло и то влечение, которое я продолжаю испытывать к ней несмотря на разочарование и отвращение, которые медленно просачивались сквозь стену лжи, которую воздвигали в течение стольких лет власти на Востоке и наши "левые" на Западе. Слава Богу, у нас достаточно опытных "советологов" и "кремленологов" и я не испытываю надобности оказаться в их разношерстной толпе. Я ограничусь некоторыми личными воспоминаниями вроде тех, какие описаны в главе "Дай оглянусь". Они посвящены не столько ужасному (пусть об этом говорят те, кто от этого страдал), сколько нелепому. Если бы я хотел одним прилагательным описать мои столкновения с советской действительностью, то я бы выбрал слово "нелепые".

После поездки в 1956 году я впервые вернулся в Россию в связи с французской выставкой, организованной в 1961 году. Самым забавным моим впечатлением были услышанные мною комментарии русской публики насчет "Портрета женщины" Пикассо, с которыми я, в общем, соглашался. (К счастью, мои французские друзья не прочтут этих строк и не обвинят меня в мещанстве.)

Я прочел (по-русски) две лекции о наших работах по динамической ядерной поляризации. Лекции очень понравились моей молодой аудитории, для которой оказалось приятным сюрпризом услышать русскую речь. После лекции ко мне подошел незнако-

мый молодой человек и вручил мне несколько едва разборчивых страниц, напечатанных под копирку, с большим числом уравнений. Вечером в гостинице я тщетно попытался в них разобраться, а затем сунул в портфель и забыл о них. А ведь я был тогда первым западным физиком, столкнувшимся с теорией Провоторова, т.е. с одним из самых важных вкладов в теорию ЯМР того десятилетия. В свою защиту скажу, что когда через пару лет я оценил важность этой теории, я все еще испытывал большие затруднения, чтобы ее понять, так туманны были объяснения автора. В книге Гольдмана о спиновой температуре, вышедшей в 1970 году и в нашей с ним книге "Ядерный магнетизм, порядок и беспорядок" 1983 года находится изложение теории Провоторова, доступное простым смертным. (Обе книги переведены на русский язык.)

Я посетил огромный институт им. Лебедева и увидел физиков Прохорова и Басова, с которыми встречался во Франции и в Англии и которым суждено было впоследствии разделить Нобелевскую премию с Таунсом за открытие лазера. Через несколько лет после их Нобелевской я однажды ужинал с ними и их супругами. Это, как мне кажется, было до того, как завершилась их борьба за власть, и Басов стал директором института им. Лебедева, а Прохоров - директором ... Большой Советской Энциклопедии. Нобелевский комитет присудил половину премии Таунсу, а вторую половину разделил между Басовым и Прохоровым. За ужином жены выразили свое неудовольствие тем, что Нобелевский комитет не разделил этот торт на три равные части, как принято у порядочных людей; мужья отмолчались. В защиту русских дам должен сказать, что с чисто американской откровенностью миссис Таунс по американскому радио заявила, что русские украли открытие ее мужа.

В том же 1961 году я снова имел дело с русскими; поводом на этот раз послужила советская выставка в Париже. Тогда-то и произошло явление, которое я назвал "Попов-невидимка" (фамилия не та) и которое теперь опишу подробно (но надеюсь, не слишком). В этом году я организовывал в Сакле конференцию по эффекту Мессбауэра. Из СССР я получил письмо и несколько телеграмм с просьбой пригласить на конференцию советского физика Попова. На каждое послание я отвечал, что мы рады будем принять Попова. Последнее послание уведомляло меня, что Попов будет демонстратором на советской выставке, которая в то время проходила в Париже, и воспользуется этим обстоятельством, чтобы принять участие в конференции. Все складывалось прекрасно. Но конференция началась и закончилась без Попова. Слегка неприятно, но вряд ли неожиданно. На следующий день после окончания

конференции я отправился на выставку, которая еще продолжалась, и обратился по-французки к внушительной даме, сидевшей за письменным столом. Я обратился к ней по-французски, потому что знаю, что советские служащие за границей настораживаются, когда к ним обращаются по-русски. (Может быть, опасаются, что будут пытаться "завербовать" их?) Запишу курсивом французскую часть разговора.

Я представился: *Я такой-то, профессор, Коллеж де Франс..., организатор международной конференции..., ожидал участия Попова..., демонстратора на вашей выставке..., Попова не было... - почему?"* Дама оборачивается к мужчине, который сидит за ее спиной. "Он говорит, что он профессор такой-то, что у них была конференция, что ждали Попова, что он не появился". "Спроси у него, когда началась конференция". Дама поворачивается ко мне: *"Когда началась ваша конференция?" - "Она началась 15-го сентября".* - "Он говорит, что началась 15-го сентября". - "Скажи ему, что Попов уехал в Москву 15-го сентября по окончании его командировки". Дама поворачивается ко мне: *"Попов уехал в Москву 15-го по окончании его командировки". "Но почему?"* - заблеял я. *"Согласно его инструкциям".* Конец диалога. Странно, но не более. Я продолжаю прохаживаться мимо экспонатов и дохожу до выставки научной аппаратуры, где молодой человек колдует над каким-то аппаратом. Я обращаюсь к нему на этот раз по-русски, чтобы выразить сожаление об отсутствии неуловимого Попова. "Да это я - Попов". - "Тогда зачем...??" Молодой человек только развел руками.

В 1970 году я присутствовал на международной конференции по магнетизму, организованной в Гренобле Неелем. Ожидали Боровика-Романова. В понедельник его отсутствие нам объяснили тем, что он нездоров, во вторник иначе - он здоров, но в отпуске на озере Байкал. В среду Боровик-Романов появился.

Зимой 1968 года группа французских физиков, работавших в области низких температур, в том числе и я, поехали в Москву, а оттуда в Бакуриани в горах Грузии, где часто бывают конференции. В Москве нас приняли очень радушно трое известных советских физиков - мой старый друг Аркадий Мигдал и Абрикосов с Халатниковым, с которыми я уже был знаком. Я познакомился еще с некоторыми представителями школы Ландау, в том числе с Игорем Дзялошинским, с которым я потом встречался на Западе. Среди грузин царствовал Элевтер Луарсабович Андроникашвили (восхитительно!), автор замечательных работ по сверхтекучести гелия. Его родной брат Ираклий Луарсабович, но Андроников - известный литературовед, а также чтец-декламатор и подражатель, который, по словам Горького, более похож на сво-

их жертв, чем они сами. Я встречался с их кузеном, эмигрантом, князем Андрониковым, бывшим личным переводчиком генерала де Голля.

По дороге в Бакуриани, в Тбилиси, нам были "расточены порой тяжелые услуги гостеприимной старины". На банкете я познакомился с двумя дьявольскими изобретениями, как свалить гостей под стол. Первое - тосты. Когда уже выпили за Францию, за Советский Союз, за Грузию, за мир, за французскую физику, за советскую физику, за грузинскую физику, за французских женщин и за грузинских женщин..., когда казалось, что все перестановки и комбинации исчерпаны, ... тогда одна половина начинает пить за здоровье другой половины. ...Второе - это рог с вином, который вам всовывают в руку. Поставить его на стол невозможно и волей-неволей приходится осушить.

На обратном пути Тбилиси - Москва произошел маленький, но характерный инцидент. Как правило, пассажиров Интуриста усаживают в самолет первыми и только потом впускают обыкновенных пассажиров (vulgum pecus). На этот раз кто-то в Интуристе зазевался и, когда наши сопровождающие подвели нас к самолету, посадка советских пассажиров была уже закончена. Наши гиды о чем-то посовещались, и вскоре мы услышали по радио объявление, что посадка на рейс ...будет иметь место в другой стороне аэропорта. Я подхватил чемодан и хотел отправиться туда, но гид задержал меня. Мало-помалу советские пассажиры высадились с чемоданами, рюкзаками, мешками и баулами и направились по снегу вдаль. Через некоторое время, когда они все удалились, нас усадили в самолет на предназначенные нам места. Через четверть часа после этого наши советские попутчики снова вскарабкались в самолет. Я заметил несколько недружелюбных взглядов, но не услышал от них ни слова. Черта быта...

В Москве за ужином у Мигдала я увидел в первый раз, после его исчезновения с Запада, Бруно Понтекорво. Он все еще был душой общества и рассказывал забавные анекдоты, но мне показалось, что глаза у него грустные. Услышав, как я перевожу один из анекдотов своим французским товарищам, одна дама наивно спросила, где я научился так прекрасно говорить по-французски.

Жена Халатникова отвезла меня на машине во 2-й Бабьегородский переулок, и с ней я решился войти во двор нашего дома. К нам подошла старушка и спросила не слишком любезно, чего нам надо. Я назвал себя и сказал, что жил здесь до двадцать пятого года. "Толя, это ты!" - воскликнула старушка. Я вгляделся в нее получше, увидел, что она не так уж стара, и вдруг узнал Нюру, Нюру Сальникову, шестнадцатилетнюю девушку, которая жила здесь, кажется, тысячу лет тому назад, на другой планете.

Боже мой! Столько перемен, приключений, новых стран и новых впечатлений было в моей жизни, а Нюра все это время прожила на нашем дворе, преждевременно старея. Мне нужно было еще кое-где побывать, да и о чем было с Нюрой говорить, с чего начать (особенно в те времена), и мы быстро уехали.

В 1969 году в Казани состоялась международная конференция по ЭПР, чтобы отметить двадцатипятилетие его открытия в Казани советским физиком Завойским. Год тому назад была раздавлена "пражская весна", и мне больше не хотелось ездить в СССР. Но Казань - особый случай. Организатором конференции был профессор Альтшулер, которого я уважал как ученого и как человека. В начале войны его коллеги были заняты научной работой в тылу, но он ушел в армию и провоевал четыре года, а возвратившись, обнаружил, что лучшие места заняты. Несмотря на его прекрасные оригинальные работы, его не избирали в членкоры, и многое зависело от успеха казанской конференции. Я решил не только сам поехать в Казань, но широко рекламировать конференцию среди своих коллег. Город Казань был только что открыт для иностранцев, но прибыть туда можно было исключительно самолетом; поездом или автомобилем иностранцам туда ездить было нельзя. Как я понимаю, та же ситуация существует по сей день в научных институтах московского предместья Черноголовка; вход для иностранцев свободен, но дороги нет (разве что вертолетом?).

Мой доклад в Казани имел громадный успех. (Это действительно так, даже если я сам это говорю.) Во-первых, тема доклада - недавнее наблюдение дальнего ядерного порядка - не могла не заинтересовать юную аудиторию, которая слышала об этом в первый раз. Во-вторых, как всегда, им нравилось, что западный докладчик свободно изъясняется по-русски. Я спросил лишь, как по-русски будет Hamiltonian, и, услышав, что это *гамильтониан,* заметил: "Армянская фамилия", что вызвало незаслуженный взрыв смеха. Вечером был прекрасный концерт. Когда я похвалил дирижера, мой сосед сказал: "Для нас хорошо, что он еврей; иначе он давно бы дирижировал в Москве или в Ленинграде".

Во время одной из поездок в Москву в шестидесятых годах, не помню когда точно, я получил разрешение побывать в Институте физических проблем и побеседовать с Капицей. Но наш разговор был испорчен следующим обстоятельством. Как известно, Капица прожил 13 лет в Кембридже, был другом Резерфорда и Fellow колледжа Trinity. К тому же он понимал по-французски, в чем я убедился, встретив его у Перренов несколько лет спустя. Сам я свободно говорю по-английски. Все это, не считая нашего общего русского языка. Но со мной все-таки пришел переводчик. Он спросил Капицу, не помешает ли он. Капица ничего не ответил,

и он остался. После получасовой не очень интересной беседы я распрощался и ушел.

"Мирабель"

В октябре 1965 года новоиспеченным директором физики я полетел в Москву для переговоров с советскими властями насчет установки нашей большой пузырьковой камеры "Мирабель" у почти законченного Серпуховского ускорителя с энергией в 70 ГэВ, в то время крупнейшего в мире. Сопровождали меня Андре Бертело, два его помощника, Прюнь (Prugne) - главный инженер, заведующий постройкой "Мирабель", мой верный оруженосец Пельрен и советская дама из Комитета по атомной энергии, блондинка неопределенного возраста, специалист по ускорителям, переводчица и, может быть, еще что-то. В переговорах у меня были два козыря: звание директора - гарантия компетентности в глазах моих собеседников, и знание языка, которое позволяло прямой контакт, более быстрый и точный, чем через переводчика. Насчет самого предприятия у меня были две предвзятые идеи, одна из которых, к сожалению, оказалась более или менее правильной, а другая, к еще большему моему сожалению, совсем ошибочной.

На выдающиеся научные успехи я мало надеялся. Мне казалось, что в 1965 году золотая эпоха для пузырьковых камер предыдущего десятилетия близилась к концу. То, чему меня обучили в течение моей двухмесячной подготовки в Ecole des Houches, укрепило меня в этой мысли. Я не следил за научными работами, которые позже были опубликованы в последние несколько лет, но думаю, что, если бы сотрудничество крупнейшего ускорителя с крупнейшей пузырьковой камерой дало бы результаты мировой важности, новости об этом дошли бы до меня.

С чисто технической точки зрения я должен отдать должное главе проекта - Прюню. Трудное и сложное задание спроектировать, построить и испытать эту громадную пузырьковую камеру, а затем разобрать ее на части, успешно транспортировать в Серпухов, снова собрать и, наконец, обеспечить многолетнюю удовлетворительную работу при ускорителе было исполнено блестяще. Привлекало меня в этом проекте совсем иное: мысль, что около сорока французских инженеров и техников, которые отвечают за работу и ремонт камеры, будут проживать с семьями в самом сердце России в течение нескольких лет, что в Россию часто будут приезжать французские физики на продолжительные сроки, что, как я надеялся, поведет к ответным поездкам советских физиков в нашу страну. Все это, как наивно я полагал, должно было содействовать разрядке, открытым отношениям и дружбе между нашими

народами. Политическая обстановка казалась благоприятной. Наше предприятие пользовалось положительными откликами, как во французской прессе, которая считала, что это продолжение лозунга де Голля: "Одна Европа от Урала до Атлантического океана", так и в советской прессе. Даже люди, менее наивные, чем я, могли бы смело надеяться на успех столь гуманного предприятия.

По делам "Мирабель" я ездил в СССР три раза. В первый раз, после разговоров в Госкомитете в Москве, я посетил Серпухов, где мы обсуждали с директором Логуновым и с его физиками разные вопросы, связанные с эксплуатацией "Мирабель". Во второй раз я приехал с тремя другими директорами КАЭ: по внешним делам, по финансовым вопросам и по общим административным вопросам. Вместе с советскими представителями мы начертали условия договора, который затем должен был быть подписан на более высоком уровне. Это было сделано во время третьей поездки, в которой приняли участие наш министр науки Перфит, описанный в главе "Директор отделения физики" и наш Гирш. Во время торжественной церемонии Гирш подписал пятилетнюю конвенцию вместе с президентом Госкомитета Андроником Петросьянцем. (Не знаю, сколько теперь лет Петросьянцу, а в 1965 году, бойкий и живой, он выглядел лет на шестьдесят. Я увидел его снова на экране телевизора после событий в Чернобыле, нисколько не изменившимся. (Воистину, как говорят в СССР "из кресла в гроб".)

В наших предварительных дискуссиях мы обсуждали три рода проблем. 1)Кто за что будет платить: за постройку "Мирабель", за ее перевозку и за установку в Серпухове, за расходы на электрическую энергию (весьма внушительные из-за большого электромагнита, окружавшего "Мирабель"), за пленку для бесчисленных фотографий траекторий частиц, за командировки туда и обратно. Торговались жестоко, но пришли к соглашению довольно легко. 2)Как будут публиковаться результаты сотрудничества, как будут решаться конфликты, возникшие на научной почве. И что делать с "Мирабель" по истечении пяти лет. Здесь мы тоже достигли согласия. 3)Условия жизни французских подданных в Серпухове, жилье, снабжение продуктами, школа для детей, возможность ввозить машину из Франции и, что нам казалось очень важным, свобода передвижения по территории СССР. Последнее оказалось камнем преткновения.

Я поставил непременным условием возможность свободно ездить в Москву в конце недели. "Конечно", - ответили мои собеседники, - "достаточно попросить разрешения, которые будут, конечно же, выдаваться очень щедро". Я заметил, что это не совсем то, что у *нас* считается свободой передвижения, и что при таких усло-

виях я сомневаюсь, что смогу привлечь достаточно добровольцев из Франции для обеспечения работы "Мирабель". Мне предложили компромисс: разрешения не нужно, но уезжающие должны предупредить коменданта о поездке. Это мне показалось резонным, тем более, что, если кто-нибудь уедет на машине, власти все равно об этом узнают. Однако в протоколе наших переговоров поездки в Москву не упоминались, и, несмотря на мои настояния, их отказались внести. Сам Петросьянц мне лично обещал, что соглашение о поездках будет соблюдаться, но обязательства в письменной форме я не добьюсь. Чтобы не задерживать все дело, я неохотно согласился. Непримиримость по этому вопросу сильно контрастировала с охотным желанием идти на компромисс, которое я обнаружил в наших дискуссиях по другим вопросам. Один наш юрист предложил мне следующее объяснение: советская конституция обеспечивает свободу передвижения по территории всем, включая иностранцев; зачем же тогда вписывать в интернациональную конвенцию то, что уже закреплено конституцией. Se поп 6 vero ...

После того как конвенция была подписана, я перестал следить лично за всеми проблемами, связанными с "Мирабель", за исключением чисто научных, и уполномочил на это Жана Пельрена. Через него я узнал, что наши соотечественники фактически попали в моральное гетто (гетто, в котором, спешу пояснить, как жилищные условия, так и снабжение продуктами были намного лучшими, чем у их советских соратников, что только укрепляло стены гетто). Все попытки к сближению между двумя коллективами встречались с недоброжелательством властей и разным давлением, порой неблаговидным. Под конец я совсем перестал интересоваться проектом "Мирабель", в который вложил много сил. Его провал как раз на том уровне, который мне казался самым ценным, оставил у меня горький привкус во рту.

*Термодинамическая модель

Среди всех нелепостей, которые я наблюдал годами (скажем, от шестидесятых до восьмидесятых годов) в поведении советских властей, самой яркой являлся почти панический страх сношений с заграницей, который, очевидно, противоречил интересам страны. Опираясь на мой опыт в области ядерного магнетизма, я хочу предложить простую термодинамическую модель советского государства. Она не объясняет (не в этом роль модели), а объединяет разные черты столь странного поведения.

Итак, я предположу, что советское государство - система с *отрицательной* температурой. Странное поведение таких систем

я описал в главе "Ядерный магнетизм и я". Хочу их снова кратко перечислить.

1. Пока она изолирована от внешнего мира, такая система вполне устойчива. Как и при положительной температуре, в ней могут существовать внутренние флуктуации, которые не угрожают ее стабильности.

2. Однако соприкосновение с нормальной системой, обладающей энергетическим спектром без верхней границы, которая может существовать только при положительной температуре, имеет для системы с отрицательной температурой катастрофические последствия. Она будет необратимо передавать тепловую энергию нормальной системе и не достигнет теплового равновесия, пока не пройдет через состояние с бесконечной температурой, т.е. через полный хаос. Сказанное выше - физика, и в области ядерного магнетизма хорошо установлено экспериментом (моим с Проктором в 1958 году).*

Посмотрим теперь, какие заключения можно извлечь из этой модели, предполагая, что западные страны, окружающие СССР, являются моделью системы с положительной температурой.

1. Советский режим устойчив, как доказано его семидесятилетней историей.

2. Власти не должны ни в коем случае разрешать близких контактов с иными странами. Это надо толковать не как паранойю, а как разумное осознание опасности этих контактов для стабильности страны.

3. Систематическое уничтожение Сталиным иностранных коммунистов, оказавшихся в СССР во время войны (не их одних - столь простая модель, конечно, не может объяснить всего), и систематическое заключение военнопленных в лагеря по возвращении их на родину обусловлено тем, что и те и другие, зараженные Западом, являлись возможным источником хаоса.

4. Чем объяснить политику международного напряжения, поддерживаемую СССР на разных территориях с большими затратами и без всякой пользы для себя? Зачем СССР Куба? И зачем Кубе СССР? Очевидно, что нельзя держать великую страну на карантине, не убедив ее в том, что ей угрожает опасность. Советская политика международного напряжения не империалистическая, она для внутреннего потребления. Цель ее не завоевания, которые дорого стоят и ничего не приносят, а желание убедить советский народ, что его границы под постоянной угрозой и должны оставаться непроницаемыми. Не случайно наивысшим престижем среди войск пользуются пограничники.

5. Читая современную советскую литературу, нельзя не поразиться мрачной и порой безнадежной картиной советской жизни в

некоторых современных произведениях и не удивиться тому, что цензура их пропускает. Это объясняется, по-моему, тем, что описываются *внутренние* флуктуации, которые не угрожают основной стабильности системы с отрицательной температурой.

Итак, каков прогноз модели? Разрядка, при которой советские граждане будут свободно ездить за границу, а иностранцы свободно разъезжать по СССР и общаться с советскими гражданами, немыслима.

Международная политика напряжения будет продолжаться, может быть, более осторожно, чтобы не позволить напряжению выродиться в крупные конфликты, что не является целью. Мирный переход к нормальному состоянию возможен лишь через хаос. Мрачно, не правда ли?

Все предыдущее было написано в семидесятых годах. Без использования отрицательных температур вся суть его испаряется. Джон Во (John Waugh), редактор "Journal of Magnetic Resonance", однажды предложил мне полушутя поместить эти размышления в своем журнале, но я не ухватился за его опрометчивое предложение. "Ну, а теперь?" - может спросить читатель. Страна переходит в нормальное состояние - это несомненно. Может ли термодинамика ошибиться и можно ли избежать хаоса? Да, может, и вот каким образом. Предсказания термодинамики нарушаются, когда на систему действует внешнее когерентное воздействие. Среди примеров, рассмотренных в этой книге, можно назвать эффект Оверхаузера и другие методы ядерной динамической поляризации. Подобные эффекты можно найти и в других областях физики. К такого рода последовательному когерентному воздействию или полю я отношу деятельность президента Горбачева. Я не хочу сказать, что без него для страны нет выхода из того дикого ненормального состояния, в котором она пребывала столько лет, но можно ли без Горбачева избежать промежуточного хаоса, который предсказывает модель? Сомневаюсь.

В заключение хочу уверить читателя, что все предыдущее - умственное развлечение, и прошу его не принимать это буквально, ни даже просто всерьез, как и большинство моделей в физике.

Переводы

Три из моих книг - "Принципы ядерного магнетизма", книга про ЭПР, написанная с Блини, и "Порядок и беспорядок", написанная с Гольдманом, - были переведены на русский язык. Это меня немного ознакомило с методами советских издателей, по крайней мере, издателей научных книг. Положительным является продажа по очень дешевой цене, наверное даже ниже себестоимости, что в данном случае я считаю похвальным. Но этой

щедрости к сожалению сопутствует нелепость: число экземпляров устанавливается в плане *независимо от спроса.*

Моя книга "Принципы ..." разошлась двадцать пять лет тому назад и в настоящее время стала библиографической редкостью. Студенты не могут ее достать, но мне рассказывали, что ее можно обменять на экземпляр "Плейбоя" (Playboy). До того как СССР подписал международную конвенцию об авторском праве, на русский язык переводили, что хотели, иностранному автору выплачивали гонорар, если хотели и сколько хотели и, конечно, исключительно рублями. Побывав в Москве, я обратил гонорар за "Принципы ..." в икру для себя и меховую горжетку для Сюзан.

За книгу по ЭПР я вообще ничего не получил. За "Порядок и беспорядок" нам заплатили валютой через английское издательство, так как тогда СССР уже подписал конвенцию. Редактор перевода этой книги, тот самый, который выбросил эпиграфы в "Принципах ..." как малопонятные для советского читателя, на этот раз пригласил меня сотрудничать в их переводе. Вместо того, чтобы подыскивать эквиваленты на русском языке, я предложил ему для каждой главы строчку из Евгения Онегина, которая, по-моему, подходила к содержанию главы. Он был в восторге и написал мне, что экземпляр книги теперь красуется в Михайловском "как Пушкинский экспонат".

После переговоров насчет "Мирабель" я побывал в СССР еще три раза: дважды как турист и в третий раз по приглашению академика Боровика-Романова. Первая туристическая поездка, во время которой Сюзан была со мной, состоялась в январе 1972 года после лекций, которые я читал в Хельсинки. Мы решили ехать поездом из Хельсинки в Ленинград, провести там два дня и оттуда лететь на три дня в Москву. Я заказал в Интуристе поездку первым классом, но ввиду малого числа туристов в январе они сами перевели нас за ту же цену в категорию люкс. Последнее обеспечивало нас машиной с шофером на три часа в день и собственным гидом-переводчиком. Поездка поездом оказалась красочной. В Хельсинки нас посадили в купе спального вагона (поезд шел до Москвы), где других пассажиров не было, и заперли оба конца вагона, так что не было доступа в вагон-ресторан, но проводник принес нам чаю с бисквитами. Из соседнего купе доносились звуки русской речи. Сюзан была поражена одной особенностью разговора за стеной купе. Звук то затухал, то подымался, как, например, при обсуждении недавнего футбольного матча, и снова затухал. Я объяснил ей это странное явление.

На границе остановились на три часа, и я сразу понял разницу между официальным делегатом, в качестве которого я приезжал прежде, и простым туристом. Вошел пограничник, лег на пол,

пошарил под сиденьями, осмотрел туалет, отделявший наше купе от соседнего и исчез. Другой забрал наши паспорта и тоже исчез. Наконец, появились таможенники. Один из них тщательно просмотрел подробный список валюты, золотых и прочих ювелирных изделий, огнестрельного оружия и патронов, и т.д., который я предварительно заполнил. "Не забыли ли чего из валюты? Может быть, пересчитаете? А то на старости лет память уж не та, а потом будет жаль, но поздно". ("На старости лет!" - а мне казалось, что в пятьдесят семь лет я еще очень моложав.) Он еще спросил, не везу ли я с собой религиозную литературу и взялся за наши чемоданы. Он засунул руку в рукав пиджака, нащупал бумагу и глаза его заблестели. Он все тянул за бумагу, пока не вытащил на свет предлинную ленту салфеточной бумаги, которой моя аккуратная жена всегда набивает рукава, чтобы пиджак не морщился. "Что это такое?" - гневно спросил он. Я объяснил.

• В Ленинграде нас встретили на вокзале и привезли в гостиницу "Астория", которая была полупустой. Нас поместили в трехкомнатный номер, с мебелью стиля, смахивающего на Людовика пятнадцатого, с громадным телевизором и таким же холодильником (ни тот, ни другой из которых не работал) и с роялем. Несмотря на это, гостиница нам страшно понравилась. Лучше ее я в СССР не видел. На следующее утро появилась наша переводчица. Она оказалась красивой, изящной, культурной, молодой женщиной, которая была рада возможности поболтать со мной по-русски. Через несколько минут я услышал вопрос, которого, признаюсь, остерегался. "У вас в Москве, наверное, много родственников, которые будут рады вас увидеть?" Я ответил, что у меня не осталось родственников в России.

Мы поехали в Эрмитаж, где я попросил показать нам скифские золотые изделия, о которых я так много слышал. И тут же возникла проблема: для этого нужен был музейный гид-искусствовед и группа, в составе которой мы только и могли совершить экскурсию. Плакало наше скифское золото. Но вдруг меня осенила мысль. "А какова численность экскурсионной группы?" - "Минимум тридцать шесть человек" (в точности цифру я не помню). - "А сколько берут с экскурсанта?" - "Двадцать копеек". - "Так, если я заплачу семь рублей и двадцать копеек, нельзя ли нас с женой рассматривать как экскурсионную группу?" Посовещавшись, решили, что можно. Отперли специальный зал для нас одних, и мы смогли насладиться этими бесподобными сокровищами без обычной давки. На следующий день мы расстались с нашей прекрасной сопровождающей.

На прощание она опять мне сказала, что мои родственники будут, наверное, рады меня увидеть в Москве. Она, очевидно, разделяла мнение пограничника о плохой памяти старых людей, а также и его обязанности. "Вы очень настойчивы, нет у меня родственников в Москве," - ответил я с грустью; уж очень она была хороша, как и подобает классу люкс.

В Москве нас поместили в новом вполне комфортабельном отеле "Интурист", но ему не хватало старомодного очарования "Астории". Посетили Кремль и другие музеи, которые не стану здесь описывать. Скажу только, что после скифских сокровищ знаменитые изделия Фаберже показались мне тяжеловесными, витиеватыми и, сказать по правде, безвкусными. За сорок долларов с носа съездили в Загорск. Побывали на балете во Дворце съездов. Нас привезли туда рано, и мы были восхищены грандиозным буфетом банкетного зала, ломившимся от изобилия яств. "Перекусим во время антракта," - сказала моя наивная Сюзан. Когда мы вернулись в буфет во время антракта, нам показалось, что там прошла стая саранчи; кроме чая с бисквитами ничего не осталось. Я встал в очередь за чаем. Ко мне подошел человек и попросил меня пропустить его вперед, потому что он с двумя иностранными туристами. Я покачал головой. " Разве вы не понимаете, товарищ, что они наши гости и мы должны им выразить уважение". - "Я тоже гость, выразите *мне* уважение тем, что оставьте меня в покое". Покрой моей одежды убедил его, что я приехал с Запада, и он отстал от меня.

Вторая туристская поездка в СССР состоялась летом 1986 года. Это была двухсуточная экскурсия в Ленинград после конференции по μSR в Швеции, про которую я рассказал в предыдущей главе. Так же как и в 1972 году, мы (под "мы" я подразумеваю около тридцати участников конференции разных национальностей) приехали из Хельсинки в Ленинград поездом. Тогда я объяснял себе подозрительность хранителей советских границ необычным характером моей поездки: что это за турист, который превосходно говорит по-русски, едет в Ленинград из Франции зимой, когда туристы не ездят, да еще поездом, через финскую границу? Действительно, подозрительно. Я ошибался. В это прекрасное жаркое лето, чуть только поезд остановился на границе, в вагон ворвалась шестерка в военной форме - четверо мужчин и две женщины. Они захватили все паспорта и начали тщательный осмотр. Из каждого купе по очереди изгонялись пассажиры, и наши хозяева запирались в нем, чтобы там что-то делать. Я забыл сказать, что они были вооружены электромагнитными детекторами, с употреблением которых, как мне показалось, у них было только шапочное знакомство. Затем в купе вызывали пассажиров одного за другим и тщательно обыскивали его багаж в его присутствии.

Маленький инцидент оживил этот печальный обряд. Одной японской даме, участнице конференции, от жары или от волнения, сделалось плохо. Защитники советской границы страшно разволновались. Ни один из них не говорил ни на одном иностранном языке, и меня пригласили быть переводчиком между японской дамой и докторшей с фельдшерицей, которых, если судить по внешности, они вызвали из местного музея. Возникли затруднения с японской стороны, так как я с трудом понимал ее английский язык, но мы ввели промежуточное звено в виде другой японской дамы, которая хорошо говорила по-английски. Выяснилось, что больную утомила жара и взволновал обряд проверки и что ее сильно тошнило.

Докторша опросила больную через русско-англо-японскую цепочку, измерила давление крови и температуру и дала ей пилюль против тошноты. Обе стороны, советская и японская, долго благодарили меня так, как будто я спас человеческую жизнь, после чего военно-медицинский персонал отступил в полном порядке.

В Ленинграде, где мы пробыли один день, я отказался от программы, которую предлагал Интурист, - поездки автобусом по городу утром и визита в Эрмитаж после обеда, - чтобы осуществить мою собственную программу; утром повидаться еще раз с моими любимыми скифами, а после обеда пройтись пешком по Невскому от Невы до Невы. Со скифами никаких ухищрений с "экскурсиями" на этот раз не понадобилось, достаточно было внести в кассу Интуриста пятнадцать долларов. Мой визит к скифам разделил чиновник из Бангладешского посольства с двумя мальчиками. Они вряд ли тоже заплатили за удовольствие пятнадцать долларов, судя по тому, как все трое все время зевали.

Гуляя по Невскому, я внимательно рассматривал прохожих, которые шли мне навстречу. Это была интересная, но невеселая прогулка. Я видел перед собой нахмуренные лица, плохо одетых женщин, сердитых мужчин, пожилых женщин и мужчин, усталых и вялых. Даже красивые женщины, встречавшиеся порой, несли, как мне показалось, свою красоту сурово и надменно, как капитал, которым они дорожили. Мне припомнились шведские девушки, которых я видел несколько дней тому назад; не все они были красивыми, но все мне показались веселыми, дружелюбными и счастливыми. Очевидно, в этот раз кто-то из нас был не в духе, прохожие или я, или и те, и другие. На следующее утро перед отъездом мы осмотрели еще ядерную лабораторию в Гатчине. Возвращались, как и приехали, пароходом до Хельсинки, поездом до Стокгольма, а затем самолетом.

Новый мир?

В сентябре 1987 года я снова посетил СССР, но на этот раз по приглашению советского научного учреждения, или, вернее, двух: Института физических проблем, где Боровик-Романов сменил Капицу, и Института химической кинетики в Новосибирске. Но на самом деле пригласил меня, хотя он этого и не подозревал, Михаил Сергеевич Горбачев. В семидесятых годах, следуя своим убеждениям, я вынужден был отклонить любезное приглашение Боровика прочесть доклад о наших работах на международной конференции в Таллинне. Несколько лет спустя, увидев меня на своем докладе в Париже, он спросил, когда меня увидят в Москве: "После того, как увидят там Андрея Дмитриевича Сахарова", ответил я. Ни он, ни я не имели представления, когда это будет. Вот почему я радостно ответил согласием на приглашение прочесть доклад на конференции по ЯМР в Новосибирске в сентябре 1987 года и написал Боровику-Романову, чтобы выразить желание и готовность побывать в его институте.

Так много писали и пишут о переменах в СССР, что я отмечу только один факт, который меня поразил в первый же день: *исчез страх.* На конференции в Новосибирске во время бесед с коллегами, молодыми и старыми, никто не оглядывался и не понижал голоса, когда заходила речь о чем-нибудь не совершенно банальном, - привычка, так удивившая Сюзан в 1972 году. О самой перестройке я ничего не прибавлю, кроме того, что ее успех является моей заветной мечтой, а возможность ее неудачи - моим кошмаром. О научной стороне своего визита скажу только, что Институт физпроблем приятно выделяется на общем фоне советской физики своими умеренными размерами и симбиозом эксперимента с теорией, слишком редким в советской физике.

Настоящий человек

В главе "Америка, Америка" я написал об Эде Парселле: "я никогда не встречался ни с кем, более *настоящим,* более отдаленным от желания показаться не тем, кто он есть". Теперь хочу рассказать о встрече с другим таким человеком - Андреем Дмитриевичем Сахаровым. В течение многих лет я принимал участие в борьбе западной научной интеллигенции с недостойным обращением властей с великим ученым и гуманистом. Гордиться тут нечем, так как занятие было для меня совершенно безопасным, не то, что в СССР.

Приехав в Москву, я мечтал с ним встретиться, но не знал, как это сделать. Во время ужина с моим знакомым N. я спросил, нет ли у него телефона Сахарова. "У меня нет, но я попробую достать", - ответил он и тут же позвонил кому-то. "Боится", -

сказал он после краткого разговора. Но скоро зазвонил телефон. "Стыдно стало", - сказал N., подошел к аппарату и вернулся с телефоном Сахарова. Я тут же позвонил, попал сначала на тещу Сахарова, потом на жену Елену Боннер, с которой я встречался в нашей академии в Париже, и, наконец, на самого Сахарова. Я назвал себя, и он пригласил меня на следующий вечер в половине десятого.

Первое, что меня поразило, это скромность (чтобы не сказать больше) его квартиры и мебели. Сам он был в обшарпанном халате и шлепанцах. По сравнению с условиями жизни генералов от науки, у которых мне приходилось бывать, гордившихся размерами квартиры, мебелью, книгами, хрусталем и картинами, контраст был поразительный. На все эти вещи Сахаров не обращал никакого внимания, и в этом тоже была часть его силы. Его нельзя было ни соблазнить материальными благами, ни напугать угрозой их потери. Я принес ему свою книжку "Reflections of a physicist" и надписал ее: "Андрею Дмитриевичу Сахарову, великому ученому и бесстрашному борцу за права человека". Его жена пригласила нас в кухню, где, после моего отказа от ужина, мы пили чай с печеньем до часу ночи. В одиннадцать часов советский ученый, чью фамилию я не запомнил, привел Джона Маддокса (John Maddox), главного редактора английского научного журнала "Nature", который засыпал Сахарова вопросами.

Говорит Сахаров медленно, и русское "р" произносит, как француз. Он долго думает перед ответом на вопрос и вообще говорит очень простые вещи. Я спросил его (это было в сентябре 1987 года), правда ли, что Горбачев с ним советуется. Он засмеялся и ответил: "Я с ним говорил по телефону один раз и сказал ему, что надо вывести войска из Афганистана и освободить политических заключенных". Я спросил еще, чем бы рисковали его коллеги в академии, если бы вступились за него. Он опять засмеялся и сказал: "Не ездили бы за границу пару лет". Если бы Сюзан была со мной в этот вечер, я бы ее опять ущипнул, как когда-то при встрече с Ферми, чтобы она не забыла и этой встречи.

Мимолетная дружба

Хочу еще кратко рассказать про встречу с другим замечательным ученым, человеком, как мне показалось, очень непохожим на Сахарова, но уникальным истинно нечеловеческой шириной своих научных интересов и достижений - Яковом Борисовичем Зельдовичем, о личности которого, ввиду секретного характера многих его работ, очень мало известно на Западе. Мы встретились в Институте физпроблем, где он заведовал отделом теоретической

физики, в десять часов утра и беседовали до обеда (я улетал из Москвы в тот же день). Мы решили переписываться, он прислал мне оттиски работ, а я ему книжку "Reflections of a Physicist". В первом своем письме после встречи он мне писал: "С большой теплотой я вспоминаю нашу встречу в Институте физических проблем. Два часа, проведенные с Вами, были для меня необычайно интересны в научном отношении, но еще важнее может быть та дружба и доверие, которые возникли у нас, - я беру на себя смелость писать от лица обоих". Во втором письме он благодарил меня за присылку книги: "Я очень благодарен Вам за замечательную Вашу книжку. С восхищением я прочел первые две статьи: 15 лет и 40 лет исследования магнетизма. Глубокое содержание, физическая ясность и блестящий стиль - все в этих лекциях прекрасно. Мне все время кажется, что разговор наш в Москве не закончен, и я надеюсь, что у нас еще будет случай встретиться и продолжить его". Вместо радости это письмо принесло мне глубокую скорбь. Его сопровождало письмо секретаря. "С глубоким прискорбием сообщаю Вам о смерти всеми нами любимого Якова Борисовича Зельдовича. Яков Борисович всегда отзывался о Вас с большой теплотой и уважением. В память об этом замечательном человеке посылаю Вам черновик его письма, написанного за день до кончины."

На этом я закончу свои воспоминания о России.

Америка

Буколические конференции. - Который Вашингтон? - Северяне и южане

С тех пор, как я провел в Гарварде 1952-1953 год, я ездил в Америку часто, всего, пожалуй, раз тридцать, но, за одним исключением, на краткие сроки. Лучшим поводом для поездки в США являются так называемые Гордоновские конференции. Это замечательное учреждение организует каждое лето большое число конференций по разным предметам (около полусотни каждый год), в том числе и по магнитному резонансу. Последние имеют место каждые два года; я редко их пропускал и побывал на них всего раз десять. Участвуют в Гордоновских конференциях исключительно по приглашению, число участников редко превышает сотню, и в большинстве все знают друг друга. Отчеты конференций не печатают, что, по-моему, прекрасно. Ведь все равно, если

доклад того стоит, он будет опубликован (или уже опубликован) в виде статьи в научном журнале.

Для тех, кто на них не бывал, стоит описать, как они организованы. Они всегда протекают в маленьких городках штата Нью-Гемпшир (New-Hampshire) в живописной обстановке, среди зелени, вблизи речки или озера. Помещением для конференции служат существующие в городках пансионы для мальчиков со странным названием "академия". Летом мальчики на каникулах и помещение свободно. Занимаются от девяти до двенадцати и от семи до девяти. Послеобеденное время свободно и посвящается спорту в разных его формах: плаванью, парусному спорту, гольфу, теннису, скалолазанию, а для людей с более умеренными спортивными потребностями - прогулкам пешком или просто загоранию в шезлонгах. Для фанатиков есть, конечно, возможность продолжить научные диспуты. После вечерних занятий собираются в так называемом снак-баре (закусочной?).

Нью-Гемпшир - "сухой" штат и подают в снак-баре только сельтерскую и лед; спиртное надо привозить с собой, так как в местных лавках оно не продается. В результате пьют вдвое больше, чем в "мокрых" городах. Я мало пью, но всегда приезжаю с бутылкой коньяка, чтобы свободно подсаживаться к столикам знакомых и не чувствовать себя прихлебателем. Жилищные условия, как и подобает интернату, довольно просты (для Америки). Только в самые последние годы преклонный возраст и некоторая известность позволили мне занять отдельную комнату с душем, которых немного. Пища обильна и полезна. Спиртного, конечно, не подают. Прислуживают за столом девочки старших классов местных женских школ. Все они румяные, рослые и веселые. У каждой на фартучке на месте сердца вышито ее имя: Suzy, Daisy, Mary etc. За ними надзирает молодая, но бдительная матрона. Проказник Соломон, прочитав имя цветущей Сюзи, обратился к ней с каверзным вопросом: "А как зовут вторую?" - Сюзи покраснела и захихикала, но бдительная матрона пригрозила Соломону изгнанием из столовой, если он не воздержится от неамериканских выходок.

В четверг вечером последний ужин - особенный (все конференции кончаются в пятницу в полдень). Его высшая точка - омар, которыми славится местность (по одному на брата). Я не раз имел опасную честь читать доклад на вечерней после-омаровой сессии, где аудиторию, которая много съела, но, увы, ничем, кроме воды, еды не запивала, очень трудно поддержать в бодрствующем состоянии. Я рассматривал это назначение как признание моих ораторских качеств. В конце конференции делается групповая фотография участников. Я храню десяток фотографий с 1959 по

1985 год, на которых я постепенно продвигаюсь с задних рядов в передний и с боку в середину и, как все участники, постепенно старею. Мою последнюю Гордоновскую лекцию я прочел в 1985 году. Она называлась "Несколько забавных экспериментов за последние тридцать лет" и заслужила мне овацию, которая усладила горе расставания.

После Гарварда самое долгое мое пребывание в Америке длилось шесть месяцев во второй половине 1975 года. Это было в городе Сиэтле (Seattle), самом северо-западном городе США около канадской границы, в штате Вашингтон (Washington). Университет, где я работал, называется *University of Washington,* который не дай вам Бог спутать ни с George Washington University, расположенным в городе Вашингтоне, столице США, ни с Washington University, который находится на полпути между ними в городе Сен-Луи (Saint-Louis) в штате Миссури. Европейцы в большинстве своем с этими тонкостями не знакомы, и их письма часто гуляют из одного места в другое.

Ехали мы в Сиэтл необычным путем. В 1972 году у Сюзан был тяжелый инфаркт, который оставил последствия на всю жизнь. С тех пор до 1975 года она ни разу не летала самолетом, и я опасался (может быть, чрезмерно) двух длительных полетов, через Атлантический океан и через американский континент (прямых рейсов Париж - Сиэтл до сих пор нет). Я мечтал пересечь океан пароходом, а континент поездом, но выяснилось, что в Америку шли только польские пароходы, увозившие эмигрантов в Канаду. Через океан надо было лететь. Мало того, мне сказали, что трансконтинентальные американские поезда, которые нам так понравились в 1953 году, теперь пришли в полный упадок. Итак, мы решили лететь через океан не в США, а в Монреаль в Канаде, и оттуда поездом по линии Canadian Pacific от Монреаля до Ванкувера на побережье Тихого океана, откуда до Сиэтла рукой подать.

На этот раз мы пересекли Канаду поездом, как Америку более двадцати лет тому назад, но не сидя, а с комфортом в собственном обширном спальном купе со всеми удобствами. Две трети пути однообразны, в особенности бесконечные равнины Манитобы, но зато за эти три с половиной дня поездки Сюзан хорошо отдохнула. Последняя треть пути, когда поезд перебирается через Скалистые горы (Rockies), необыкновенно живописна.

Ванкувер - очень красивый город, несмотря на то, что он еще молод (ему недавно исполнилось сто лет). Мы там встретились с моим старым другом Морисом Прайсом, которого я не видел много лет, а также с Уолтером Гарди, о работах которого в моей лаборатории я рассказал в главе "Коллеж де Франс". (Мы

снова провели в Ванкувере две недели в 1987 году по приглашению университета Британской Колумбии (British Columbia).) Из Ванкувера в Сиэтл мы ехали автобусом. Самым привлекательным в Сиэтле была красота американского северо-запада: горы, бесконечные леса, озера и море, а также климат, свежий летом и мягкий зимой. С территории университета в хорошую погоду видна белоснежная громада горы Mount Rainier. Ее высота равна приблизительно высоте Монблана, но она поднимается перед вами от самого уровня моря, что гораздо внушительнее.

Но самое замечательное - это характер местных жителей, их душевность и доброжелательность. Незнакомые молодые люди, девушки и парни, которых я встречал по дороге из дома в университет, обязательно приветствовали меня улыбкой. Ничего подобного я нигде в Америке не встречал. В центре Сиэтла я запомнил водителя автобуса, который терпеливо и длительно объяснял старушке, что его автобус ей не годится и как пройти к остановке того, который ей нужен. И никто в стоявшей на автобус очереди не выразил нетерпения. Нечто подобное мыслимо было только в Англии, и то лишь в Англии давно минувших лет.

Название моей кафедры в Сиэтле было "Distinguished Battelle Professor". Battelle Institute - фирма консультантов по новейшей технологии, которой University of Washington был обязан за щедрую финансовую поддержку профессоров этой кафедры, гостящих в Сиэтле. Среди моих предшественников была обычная галерея портретов: Бете, Пайерлс, Казимир, Вайскопф и т.д. Преемников у меня не было, так как по неизвестным мне причинам после меня Battelle Institute положил конец своим щедротам. Мне не хотелось бы, чтобы читатель подумал, что Battelle огорчился моим исполнением профессорских обязанностей; их решение было принято задолго до моего приезда. В Сиэтле я беседовал с экспериментаторами и читал лекции. Согласно моему убеждению, уже выраженному в этой книге, самое верное средство освоить предмет - это его преподавать. Поэтому я читал лекции о недавно открытой сверхтекучести ^3He, впоследствии они вошли в нашу с Гольдманом монографию. Вопрос был запутанным, а число статей на эту тему потрясающим, так что я не скучал:

Ничто не могло бы быть скучнее списка моих поездок по Америке и конференций, в которых я принимал участие. Поэтому я ограничусь двумя или тремя более или менее забавными воспоминаниями.

Однажды Джордж Фехер (George Feher), блестящий специалист по ЭПР, открывший *Эндор* (ENDOR) (для тех, кто знает, что это такое), пригласил меня провести две недели в Ла Хое (La Jolla), новом кампусе университета Калифорнии, о котором я упомянул в главе "Карьера". Джорж поместил меня в мотеле, в двадцати милях от его лаборатории, которая - важная деталь для того, что далее следует, - расположена на берегу моря, и предоставил в мое распоряжение машину, так как другого транспорта, конечно, не было. Утром в первое же воскресенье после моего приезда я поехал в лабораторию, которая была, конечно, заперта. Но у меня был ключ. Я разделся в лаборатории, облачился в плавки, вышел на совершенно пустой пляж и выкупался на славу. Выходя из воды, я с ужасом обнаружил, что по рассеянности положил ключи от машины и от лаборатории в карман плавок. Я пришел в отчаяние. Что мне делать одинокому на этом пустынном побережье воскресным утром в плавках, в двадцати милях от мотеля и шести тысячах миль от дома, без копейки денег и вдали от телефона?

Можно судить о моем смятении по тому, что я снова стал нырять в воду в безумной попытке отыскать ключи. Так прошел час, по крайней мере, я так полагаю, хотя часов у меня не было. Вдруг на пляже появился негр, который оказался сторожем. Он впустил меня в лабораторию, где я, натянув штаны, сразу почувствовал себя лучше. У него был и домашний телефон Джорджа, который приехал за мной, отвез меня в мотель и на следующий день достал мне другой набор ключей; но прошло много времени прежде, чем я забыл про этот безрассудный испуг.

Побывал я и на конференции в одном из южных штатов США, Теннеси (Tennessee), и лишний раз убедился в том, что сюдисты - совсем другой народ; у них другие нравы и другой язык. В аэропорту меня встретила машина из лаборатории Oak Ridge. Водитель, несомненно, не был уроженцем этих мест, потому что я понимал все, о чем он говорил. Проезжая по холмистым полям Теннесси, резко отличным от бесконечных равнин Midwest'a (Среднего Запада), я увидел, что фермеры здесь еще пахали на лошадях, а не на тракторах, и заметил своему водителю, что все это мне напоминает Францию. "Да," - любезно согласился он, - "народ здесь отсталый".

С южанами связано еще одно воспоминание. В конце пятидесятых годов я участвовал в конференции, организованной в Бристоле Невиллем Моттом. В то время по всей Европе прокатилась волна враждебности к США, и повсюду можно было прочесть на стенах лозунг: "Yankee go home!". В конференции принимало участие много американских физиков, и организаторы опасались студенческих манифестаций и реакции американских гостей. Выступление первого американского докладчика Уолтера Горди (Walter Gordy) их успокоило. Горди - уроженец Миссури и профессор университета Северной Каролины, южнее которой только Южная Каролина.

"Друзья," - обратился он к студентам со своим неподражаемым акцентом, - "вот вы тут пишете на стенах "Yankee go home!". Уверяю вас, что из этого ничего не выйдет. У нас дома мы это пишем почти сто лет, а янки все еще не ушли". Взрыв хохота разрядил атмосферу.

В 1978 году меня пригласили прочесть лекцию на Гарвардском коллоквиуме, и обязанность представить меня публике выпала Стивену Уайнбергу (Steven Weinberg), Нобелевскому лауреату 1979 года. День лекции был кануном объявления Нобелевских премий по физике, и стало ясно, что мысленно Уайнберг находился не в Гарварде, а в Стокгольме. Те, кто меня знали, вряд ли узнали меня в его странном представлении. Забавно то, что, если Уайнбергу пришлось ожидать Нобелевской премии лишний год, он сам в этом частично виноват. В своей замечательной книжке " Первые три минуты" он так убедительно изложил всю важность открытия Вильсоном и Пензиасом (Wilson, Penzias) космического теплового излучения, что Нобелевскую премию в 1978 году присудили им.

Дальний Восток

Длинное путешествие. - Выжить в Индии. - Приодеться в Гонконге. - Рассмешить японцев

В 1964 году мы совершили с Сюзан поездку по Дальнему Востоку. Меня отправил туда отдел культуры при министерстве иностранных дел. Основным в поездке являлось месячное пребывание в Японии, где я должен был посетить лаборатории и читать лекции в крупнейших научных центрах. Первым толчком для командировки было личное приглашение от профессора Риого Кубо (Ryogo Kubo), известного специалиста по статистической механике и доброго моего приятеля. Одновременно передал мне приглашение в Индию через отдел культуры специалист по ЯМР профессор Дармати из Бомбея. Вместе с чиновниками отдела мы составили следующий маршрут: Бомбей, Дели, Бенарес и Калькутта в Индии; Бангкок в Таиланде; Пномпень и Сием-Реап, город храмов, в Камбодже; Гонконг, и Токио в Японии - база для поездок оттуда в другие центры Японии.

Перед отъездом возникла проблема: на каком языке читать лекции? Отдел культуры - хранитель французских традиций - потребовал, чтобы я читал по-французски; но я наотрез отказался.

Я прекрасно понимал, что ни в Индии, ни в Японии никто не поймет лекций на французском языке. "Сожалею не меньше вас, но вынужден буду изъясняться по-английски. Как бы меня не привлекала эта чудесная поездка, я скорее откажусь от нее, чем стану растрачивать государственные деньги на бесполезный, чисто символический обряд", - заявил я. Договорились на том, что я буду пускать в ход французскую речь при всяком благоприятном случае. Про одну такую плачевную попытку я расскажу позже.

Пусть читатель не беспокоится: существуют прекрасные путеводители, которые подробно описывают красоты всех этих стран, и я не буду пытаться с ними соперничать.

В Бомбее нас встретил представитель французского консульства и отвез в гостиницу. При выезде из аэропорта у нас захватило дух от немыслимой нищеты предместий вокруг аэропорта и от ужасающего запаха - "запаха Индии", как сказал наш сопровождающий. Великолепие Института физики Тата, где было все - "роскошь, покой и наслаждение" (Бодлер), - составляло потрясающий контраст с беднягами, приютившимися на корточках в нескольких шагах от входа в храм науки. У индийцев есть поразительная способность просиживать долгое время на корточках. Иногда, возвращаясь вечером, мы встречали тех же людей, примостившихся в том же положении, которых видели, выходя из гостиницы утром.

Нас строго предупреждали не есть ничего сырого, салата или фруктов, и не пить ничего, кроме чая. Однако, когда на пикнике, который организовали студенты профессора Дармати, один из них очистил апельсин своими тонкими ловкими пальцами и протянул нам дольки одну за другой, мы не решились оскорбить его отказом. Кстати, я наблюдал у индийцев замечательную способность изящно есть пальцами. Я помню одного индийского гостя в нашей столовой в Сакле. Он отказался от всего, кроме сардинки в оливковом масле и сливочного мороженого. И то, и другое он ел пальцами, ни разу их не лизнув. Попробуйте вы!

В Дели нас встретил французский атташе по культуре, которого я сначала нашел претенциозным и неприятным, но который при более коротком знакомстве оказался славным парнем. Он признался мне в своем опасении, что ожидаемый профессор из Коллеж де Франс и его супруга окажутся претенциозными и неприятными. Он показал нам в Дели все, что показывают туристам, а также Центральную физическую лабораторию, архитектуру и оборудование которой я нашел одинаково викторианскими.

Один раз мы поехали на машине по окрестностям Дели. На пустынной дороге нам преградила путь священная корова, рассеянно щипавшая редкую траву. На наши гневные гудки она не

обратила ни малейшего внимания. Атташе по культуре вылез из машины, посмотрел направо и налево, чтобы убедиться, что кроме нас и коровы никого нет, и хорошенько пнул ее в худощавый зад. Ничего подобного за всю свою коровью жизнь она, очевидно, никогда не испытывала. Я не забуду выражения ее лица (да лица !) - смесь недоумения и оскорбленного величия. В толпе индийцев, слонявшихся по тротуарам Бомбея и Дели, больше всего меня поразила необыкновенная красота детских лиц. Когда они смотрят на вас в упор, их бездонные глаза буквально всасывают вас.

Не успели побывать мы лишь в городе Агре, чтобы посмотреть на чудо из чудес, храм-гробницу Тадж-Махал, без визита к которой не обойдется ни один уважающий себя турист в Индии.

Целый день нам понадобился, чтобы пролететь на старом "фоккере" 800 километров от Дели до священного города Бенареса. Во время многочисленных остановок наш "фоккер" лечили толпы механиков, заменяя разные части другими, не менее изношенными. В Бенаресе, кроме ритуального хождения по храмам, мы наблюдали, как пилигримы окунались в воды священной реки. Несколько молодых спортсменов плавали кролем, погрузив голову в воду, в то время как рядом с ними мирно плыла по течению корова в ожидании ближайшего перевоплощения. Наш гид рассказал нам про старинный обычай женщин Бенареса ходить с обнаженной грудью, теперь уже устаревший, который соблюдают только старухи, но мы таких не повстречали.

Последней нашей остановкой была Калькутта, где мы пробыли всего двадцать четыре часа, но на двадцать четыре часа дольше, чем надо. Эта была лишь четвертая наша остановка, но это был уже девятый круг ада. В Бомбее люди сидели на корточках на тротуарах и вороны кружились, каркая, вокруг них. В Калькутте же люди лежали плашмя на тротуарах, а на деревьях сидели, нахохлившись, коршуны, молчаливые, как грозные часовые, стерегущие свои жертвы. В нашей гостинице, огромном каменном викторианском блоке, чтобы отметить наш последний день в Индии, а также для поддержания нашего упадочного настроения, мы позволили себе легкое отступление от правил по приему пищи, которые до тех пор строго соблюдали, и были сурово наказаны, расплачиваясь всю дорогу до Гонконга.

В Бангкоке, где в новой гостинице нас ожидала комфортабельная комната со всеми удобствами, мы нашли полную перемену обстановки. Люди казались хорошо накормленными и процветающими. Повсюду бросалась в глаза роскошная пища: рыба всех цветов и сортов, известных и неизвестных в Европе, а главное фрукты, чудные фрукты, золотые ананасы величиной с арбуз, манго и многие другие, которых прежде я никогда не видел. А нам же пришлось ограничиться рисом на воде, бульоном и киселем. Будь ты проклята, Калькутта!

По сравнению с Индией храмы и дворцы с их затейливыми крышами, ярко раскрашенными или крикливо позолоченными, нам не понравились; зато мы полюбили каналы, большие и маленькие, в бесконечном количестве, и плавучие рынки. Нас привело в восторг зрелище возвращения детишек домой из школы по воде, каждого в своей крошечной лодочке величиной с ореховую скорлупку. Нас пригласили осмотреть атомный реактор, дар США ученым Таиланда. (Читатель, надеюсь, простит мне воспоминание о бесподобной опечатке, которую я однажды прочел в техническом журнале: "Ректор университета Пенсильвании, охлаждаемый тяжелой водой".) Директор реактора носил звание маршала авиации, но не потому, что он имел какое-либо отношение к авиации, а чтобы отметить важность его обязанностей. Он мне пожаловался, что американцы, подарив реактор, забыли снабдить Таиланд финансовыми средствами, необходимыми для его работы. Маршал вынужден был остановить реактор, потому что фонды, которыми он располагал, с трудом позволяли содержать лишь многочисленную охрану реактора.

В Камбодже, где все говорили по-французски, мы провели день в столице Пномпене до того, как лететь маленьким самолетом в Сием-Реал, где находятся храмы Ангкор-Ват и другие. Благодаря (если я могу себе позволить выразиться так двусмысленно) кровавым красным кхмерам, а затем нашествию вьетнамцев, эта несчастная страна закрыта для туристов уже более двадцати лет. С точки зрения сноба, тот факт, что я успел там побывать, более чем компенсирует отсутствие Тадж-Махала среди моих воспоминаний. Мне повезло также и в отношении знаменитой доисторической пещеры Ласко (Lascaux) на юге Франции, в которую туристов тоже не пускают. Этим посещением я был обязан милости знаменитого специалиста по доисторическому периоду, который, будучи кандидатом в Коллеж, нанес мне визит. И Ласко, и Ангкор я опишу одним словом "незабываемо".

В Гонконге мы открыли для себя два вида китайского "искусства": кулинарное и портняжное. Я сохранил сомнительные воспоминания о довоенных китайских ресторанах Латинского квартала, когда был студентом. После войны обеды в китайских ресторанах Парижа и Нью-Йорка, хотя и лучшего качества, ничего незабываемого из себя не представляли, за исключением одного обеда в Нью-Йорке, но по другой причине: на десерт в китайских ресторанах подают то, что по-английски называется "Fortune cookies". Это - печенье, внутри которого на маленькой бумажке кратко

сообщено о качествах или о будущем того, кому попадается это печенье. Так вот, мне попалась следующая: "Вы обладаете необыкновенным магнетизмом", что ввиду моей специальности очень позабавило всех присутствующих.

Китайская кухня в Гонконге оказалась откровением. Я смело скажу, да простят мне мои соотечественники, что она не только так же утонченна, как французская, но и гораздо более удобоварима, что ввиду не совсем затухших воспоминаний о Калькутте было нам вдвойне приятно. Через пару дней мы даже рискнули посетить ресторан, где официантки расхаживали между столами с подвешенными на шее огромными подносами, нагруженными таинственными горшочками, из которых подымался соблазнительный пар. Мы смело пробовали все без разбору и ни разу не были разочарованы.

Перед тем как расстаться с китайской кухней, я хочу еще рассказать маленькую историю об американском физике Ли (T.D.Lee), знаменитом своим открытием несохранения четности (вместе с Янгом). Американские китайцы очень гордятся Ли, среди них он является предметом настоящего культа. Один знакомый Ли попросил его совета, какое блюдо лучше всего заказывать в китайском ресторане. "Вы не сумеете произнести его название. Я запишу его вам". Знакомый идет в хороший китайский ресторан в Нью-Йорке, показывает свою бумажку и получает какое-то совсем замечательное блюдо. Две недели спустя он в Сан-Франциско, заходит и там в хороший китайский ресторан, показывает бумажку и снова получает баснословно прекрасное блюдо. Но его поражает то, что эти два блюда совершенно не похожи друг на друга, ни вкусом ни внешним видом. "Что это за блюдо такое, - недоумевает он, - которое так различно на западном и восточном побережье". Он показывает бумажку знакомому китайцу, и тот ему читает содержание: "Податель сего мой друг. Накормите его хорошо. Ли".

Ван Флек дал мне адрес своего портного, который хранит его мерки и уже много лет шьет ему костюмы. Я заказал три легких костюма (за цену одного во Франции) и полдюжины рубашек. Сюзан тоже заказала себе жакет с юбкой и еще пару юбок отдельно. И что явилось уникальным неповторимым опытом, каждый из нас заказал пару туфель, сделанных по мерке, что стоило не дороже готовых. Среди наших занятий одеждой и едой мы нашли время для нескольких экскурсий в этом необыкновенном городе.

Следующим этапом была Япония - настоящая научная цель моей поездки. С Японией у меня связаны три умственных представления. Современная Япония хорошо известна всем, кто читает

газеты, как могущественная держава, догнавшая и по некоторым показателям даже обогнавшая Америку. Но не о ней здесь будет речь. Япония более ранних лет, от 1905 до 1945 года, для меня фашистская милитаристская страна, которая на Цусиме нанесла страшный удар могущественной царской России, в тридцатых годах постепенно "заглатывала" гигантский Китай, и в начале сороковых годов разгромила одним ударом половину американского флота и британскую колониальную власть на Дальнем Востоке, до того как взрыв Хиросимы не поставил ее на колени и навеки не изменил характера отношений между великими державами.

За несколько лет до войны она начала наводнять весь мир товарами, отличавшимися невероятной дешевизной и поразительно низким качеством. На такого рода товаре я раз "обжегся". Вот как это было. В тридцатых годах в Париже состоялась выставка японских товаров, по окончании которой их можно было купить. Я соблазнился небывалой ценой велосипеда, который продавался за сто франков. Для французского самая низкая цена была шестьсот. Это был велосипед, как все велосипеды: с двумя колесами, рамой, рулем, цепью, двумя педалями и т.д. Я вернулся на нем домой и разъезжал пару дней, гордясь и восхищаясь своей покупкой. На третий день произошло что-то невероятное: велосипед буквально распался, руль остался у меня в руках, цепь соскочила, переднее колесо отделилось от рамы и там, где минуту тому назад был вполне презентабельный велосипед, лежала груда хлама. Говорят, что в хорошо спроектированной машине все части изнашиваются одновременно. С этой точки зрения конструктор моего велосипеда являлся гением.

Япония 1964 года, которая к тому времени уже успела стать мирной демократической страной, только начинала свой фантастический технологический и промышленный взлет. Поезд, который уносил нас из Токио в Киото со скоростью более 200 километров в час, был тогда самым быстрым и совершенным в мире, но мечтой каждого японского профессора все еще было провести год в США и привезти домой американскую машину.

Нас поселили в Maison Franco-Japonaise (франко-японский дом), где дали комнату на втором этаже. Комната была не очень комфортабельной (это - очень смягченная характеристика - "литота", если слово "литота" что-нибудь для вас значит; читателю, для которого оно ничего не означает, сообщу, что "литота", по-французски "litote", а по-английски "understatement", - риторическая формула, которая означает "сдержанное высказывание"). Очевидно, немало персиковых косточек пошло на набивку подушек и матрасов, но было кое-что похуже. У наших соседей с правой стороны был двухлетний мальчик, который страдал от ноч-

ных кошмаров, *а* с левой стороны жил и здравствовал (особенно ночью) шестимесячный ребенок, легкие которого были, слава Богу, в прекрасном состоянии. Но хуже всего было то, что наше окно выходило на главную пригородную железнодорожную линию Токио, по которой от пяти до восьми утра проходило около тысячи поездов. Я серьезно подумывал перебраться в другую гостиницу за свой счет, когда, к счастью, пришло время ехать в Киото.

Наш белоснежный поезд - чудо техники - гордился своей скоростью, которую счетчик выставлял напоказ в каждом вагоне. Нам повезло увидеть Фудзияму во всей красе; в это время года это был один шанс из десяти. В каждом конце вагона были два туалета: "западный" и японский. Как пользоваться последним, я так и не догадался. Был, правда, схематический рисунок позы, ожидаемой от посетителя, но, к сожалению, он находился только в "западном" туалете. В Киото мы провели прекрасную неделю в традиционной японской гостинице или "Риоккане" (с "западным" туалетом). Мы скоро привыкли спать на полу на матрасах, которые свертывают днем, и к тому, что наша комната сама по себе не существовала - стены передвигались. И вернувшись однажды в гостиницу после обеда, мы нашли вместо нашей комнаты салон и в нем группу японцев за чаепитием. Надо пояснить, что после Maison Franco-Japonaise мы себя чувствовали комфортабельно где угодно.

Токио - ужасно безобразный город. Представьте себе великое множество очень некрасивых и совершенно одинаковых провинциальных городков, склеенных вместе, вот вам и Токио, за исключением нескольких немногочисленных кварталов. Киото, напротив, очень красивый город, но не без уродливых пятен, как, например, безобразная башня телевидения, которая губит восхитительный пейзаж. Как мне объяснил один японец, "у моих соотечественников хорошо развито чувство красоты, но нет чувства безобразия".

Мы провели также несколько дней в двух больших городах южнее Токио - Осаке и Нагое - и в Сендае на севере. Повсюду я читал лекции и осматривал лаборатории. Оборудование было скромным, но достаточным, электроника слегка примитивной (это в Японии-то!) в 1964 году. Немало воды утекло с тех пор. Мои "Принципы ..." были недавно переведены на японский язык и мои лекции были приняты повсюду с большим интересом, за исключением шуток, которыми я привык их пересыпать. Не забуду пленарной лекции, которую я прочел в Токио в битком набитой аудитории. Читал я, конечно, по-английски. Внимательное, но непроницаемое выражение лиц слушателей меня забеспокоило. "Да доходит ли до них то, о чем я им рассказываю?" - подумал

я. Я рискнул пошутить в надежде увидеть несколько улыбок и увериться, что если не моя физика, то, по крайней мере, мой английский язык, им доступен. Лица оставались безучастными. Вторая и третья попытки привели к такому же результату. Я начинал приходить в отчаяние, которое, очевидно, почуял председатель заседания, мой друг Кубо. Он встал, повернулся спиной ко мне, т.е. лицом к аудитории, и захохотал во все горло. Последовал взрыв хохота в аудитории, и лед был разбит. Кубо позже уверял меня, что мои шутки им очень понравились, но они не решались смеяться, боясь выказать мне неуважение. Возможно. Во всяком случае, этого не боялись уличные мальчишки, которые хохотали нам прямо в лицо. Нам объяснили, что их смешила длина наших носов.

Я ничего не сказал про то, как кормят в Японии. После Гонконга нам это не могло понравиться. Сюзан выразила наше общее мнение: "Не так плохо, потому что дают очень мало". Мы, конечно, осмотрели массу храмов и других красот, за описанием которых отсылаю читателя к путеводителям. Перед тем, как расстаться с Японией, расскажу еще, как, "родной земли спасая честь", я прочел лекцию на французском языке. В Токио существует франко-японское общество и меня уговорили прочесть там лекцию. Естественно, я решил читать по-французски. В последнюю минуту мне объяснили, что, так как некоторые из членов общества, несмотря на свою привязанность к Франции, боятся упустить что-нибудь из лекции на французском языке, организаторы поставят рядом со мной переводчика японца, для не совсем синхронного перевода. По лицам некоторых слушателей я убедился, что с моим переводчиком что-то неладно. Он свободно говорил по-французски, но плохо понимал. Это может показаться странным, но я не раз наблюдал подобное. Зато он хорошо понимал по-английски. Мы с ним посоветовались и решили действовать следующим образом: я громко произносил пару фраз по-французски, а затем повторял их шепотом переводчику по-английски. После чего он громогласно переводил их на японский. Комедия длилась два часа, но я исполнил долг перед родиной.

Домой мы летели через полюс и имели удовольствие наблюдать восход солнца дважды в течение часа, кроме того, я увидел двух белых медведей.

Голландия

Есть ли физик, которому не дорога эта маленькая страна - родина Гюйгенса и Левенгука, и что ближе к нам, Ван-дер-Ваальса и Лоренца, Зеемана, Камерлинга-Оннеса, Крамерса, Зернике, Гортера и Казимира?

Есть ли европеец, которому не мила эта страна, самая цивилизованная в Европе, ее города, отражающиеся в каналах, где веет ветер свободы, ее великие художники, Вермер и Ван Гог, ее облака, ее ветряные мельницы, ее коровы, ее тюльпаны и ее помидоры, ее непоколебимое намерение жить и благоденствовать ниже уровня моря; спокойствие, чувство личного достоинства, учтивость и здоровье ее жителей? Есть, правда, и язык, но к нему привыкаешь.

В 1950 году, во время конференции, где, как я рассказал, я отпраздновал в тридцать пять лет свое совершеннолетие физика, я познакомился с Амстердамом. Во время следующих поездок я узнал Лейден. Гаарлем, Гаагу, Дельфт и Утрехт. В 1969 году я приехал в Амстердам на несколько недель. Меня пригласили прочесть дюжину лекций для химиков и физико-химиков, по предмету, выбор которого оставляли мне. Я выбрал эффект Яна-Теллера. В чем там дело - неважно, но надо знать, что это требует знакомства с теорией конечных групп, которую в те годы у нас во Франции редко преподавали физикам. Ну а химикам - сами понимаете! Я начал осторожно давать моим голландским слушателям понятие об этой теории. Но после второй лекции ко мне пришла делегация студентов сообщить, что они все это давно знают и были бы не прочь услышать что-нибудь новое ldots В том году в Амстердаме состоялась выставка работ Рембрандта со всего мира. Все музеи прислали свои сокровища. Меня очаровала картина "Батшеба ожидает Давида", репродукции которой я никогда не видал. "Из какого музея эта картина?" - спросил я служащего - "Из Лувра, Monsieur".

В 1980 году я провел четыре с половиной месяца в Лейдене, в старейшем университете Голландии. Я занимал Лоренцевскую кафедру, на которую каждый год приглашают иностранного профессора, и прочел прилежным и компетентным слушателям двадцать четыре лекции о дальнем ядерном порядке. В первый раз, если не считать моего курса в Коллеже, я мог обсудить подробно этот вопрос в своих лекциях и, благодаря вопросам и замечаниям моих

слушателей, уточнить мое собственное понимание вопроса, которое позже нашло отражение в монографии "Порядок и беспорядок".

В Лоренцевском институте рассказывают забавный анекдот, за достоверность которого я не ручаюсь, о лекции, которую великий математик Давид Гильберт прочел там в 1927 году. По какой-то причине он мог попасть во-время на лекцию только самолетом, что в те времена вызывало беспокойство у многих. Гильберт прислал заранее тему своей лекции: "Доказательство теоремы Ферма", что возбудило любопытство всех. Когда он приехал, тема его доклада оказалась совсем иной. А на вопрос, зачем он прислал такое странное заглавие, он ответил: "В случае крушения самолета все бы стали считать, что я доказал теорему Ферма".

Женева: качать лодку

В апреле 1986 года я получил письмо от председателя совета ЦЕРН'а (CERN - Conseil Européen pour la Recherche Nucléaire) с предложением стать председателем Международного комитета по ревизии организации и деятельности ЦЕРН'а. Цели и программа комитета были изложены в резолюции Совета ЦЕРН'а обыкновенным суконным языком международных организаций, и я недостаточно владею суконным русским языком, чтобы привести здесь их перевод. Суть дела была такова. Великобритания уже давно находила, что расходы ЦЕРН'а слишком велики, и требовала уменьшения бюджета, грозясь в противном случае уйти из организации. Комитет был создан под ее влиянием.

Комитет состоял из представителей семи наций: Испании, Италии, Англии, Западной Германии, Норвегии, Швейцарии и, в моем лице, Франции. Он должен был подробно исследовать со всех сторон деятельность учреждения и представить Совету ЦЕРН'а подробный отчет с конкретными предложениями по улучшению организации и понижению расходов, не причиняя ущерба научной программе. Отчет должен был быть представлен Совету в декабре 1987 года, а предварительный отчет на шесть месяцев раньше, в июне. Чтобы показать масштаб предстоящей работы, напомню, что ЦЕРН насчитывает более трех тысяч постоянных служащих, и что его ежегодный бюджет равняется 750 миллионам швейцарских франков, то есть трем миллиардам французских франков. После некоторого колебания я согласился. (Слышал ли читатель старый анекдот: Некто разделся донага и бросился в кусты крапивы.

Когда позже у него спросили, зачем он это сделал, он ответил: "Теперь хорошенько не помню, но тогда это показалось интересной идеей". Замечу, что в то время я уже полтора года был в отставке, только начинал писать свою автобиографию, что ответственное назначение польстило мне и, наконец, я считал, что, раз нас в комитете семь человек, работы на каждого выпадет не так уж много. Однако все вышло не совсем так.)

Представителем Испании был назначен председатель государственного банка, бывший министр финансов. Италию представлял главный директор крупнейшей фирмы компьютеров, к тому же один из богатейших европейских финансовых деятелей. Англичанин был вице-канцлером недавно созданного университета в Киле (Keele). Представителем Германии был известный, старый (я хочу сказать - старше меня на два года) физик-ядерщик, который, к сожалению, часто хворал. Норвежец был одним из крупнейших представителей промышленности своей страны. Швейцарец был консультантом по менеджменту. О физике высоких энергий, за исключением немца и меня, никто из нас не имел представления. Кроме того, было бы наивно ожидать, что они будут посвящать его деятельности значительную часть своего времени.

Несмотря на то, что в апреле 1986 года все согласились участвовать в работе комитета, устроить пленарное собрание в Женеве удалось только в сентябре. Я предложил каждому из членов встретиться со мной до этого срока или по крайней мере высказать мне письменно свои соображения. Отозвался только швейцарец, который приехал в Париж, чтобы повидаться со мной. На собрании в сентябре я прочел следующее заявление: "Наш комитет состоит из семи членов. Это *ни в коем случае* не комитет, где один из членов (председатель) действует, а остальные собираются время от времени послушать, что он скажет. Если комитет с этим не согласен, я тут же складываю с себя полномочия". Все согласились, и после этого я смог добиться от них известной доли сотрудничества. Я ввел собрания по воскресеньям, как в Коллеже, так как все остальные дни были заняты то у одного, то у другого. Но задолго до этого, опираясь на свой бывший директорский опыт, я подобрал себе в качестве подручных двух молодых, но опытных специалистов физики высоких энергий, - оксфордского теоретика и французского экспериментатора. Оба провели когда-то немало времени в ЦЕРН'е и были хорошо знакомы с его многочисленными хорошими качествами и его небольшими недостатками.

Я не стану здесь рассказывать ни о нашей работе, ни о ее окончании. Все это находится в объемистом отчете в 166 страниц, который в свое время широко комментировался в прессе и с заключениями которого заинтересованный этими делами читатель, наверное знаком. Наше "новорожденное творенье" заслужило нам похвалы Совета ЦЕРН'а, а также "славы дань, кривые толки, шум и брань". Объединение служащих ЦЕРН'а выпустило длинное заявление, из которого извлекаю следующие строки: *Объединение считает, что отчет насыщен недоброжелательностью к персоналу ЦЕРН'а, которая выражается в субъективных или ложных аргументах, перемешанных с полуправдой, неправдой, оскорбительными намеками, необоснованными сплетнями, обманчивыми ассоциациями и тривиальностью стиля, удивительными в таком документе".* Здорово! Больше всего, как начинающего писателя, меня огорчила "тривиальность стиля".

За труды ЦЕРН платил щедро, и сумму, которую я сэкономил, я внес в нашу академию для основания премии, которой каждые два года награждается с тех пор молодой физик за *оригинальность и изящгство* его работ. Таким образом, своей личной инициативой я смог перекачать малую долю из тяжелой науки в легкую.

Израиль

В Израиле я побывал пять раз. В первый раз - на Международной конференции по ядерной физике в Вейсмановском институте, где я прочел доклад о возмущенных угловых корреляциях, во второй раз - в Иерусалиме в 1962 году на конференции по ЭПР, в третий раз - в 1968 году с Кастлером и Фриделем на франко-израильской встрече ученых, в четвертый раз - в 1980 году, чтобы прочесть ежегодную лекцию, основанную в память физика Джулио Рака, и в последний раз - в 1986 году в Хайфе, где я был награжден почетной докторской. Расскажу только две маленькие истории, связанные с первой поездкой. Наш самолет задержался в Париже, и Мессиа послал организаторам следующую телеграмму, которая всех развеселила: "Прибуду во вторник. Мессиа". Побывали мы в священном городе Сафате. Там я обратил внимание физика Сэма Девонса, с которым я прогуливался по городу, на группу молодых людей, которые выходили из ешибота (духовного училища). "Смотрите, какие умные одухотворенные лица! Какая потеря для теоретической физики!" Он ответил: "Вполне возможно, что, глядя на нас, они думают: какая потеря для изучения Торы!"

Я мог бы написать гораздо больше про Израиль, не буду этого делать по следующей причине: трудно писать про Израиль,

не упоминая евреев. А мне лично по разным причинам трудно говорить о евреях с не евреями. Так как маловероятно и даже маложелательно, чтобы читателями этой книги были одни евреи, про Израиль я больше ничего не скажу.

Юпап

По служебным или научным обязанностям я побывал в большинстве европейских стран. Например, в Швеции и в Болгарии я впервые побывал как один из вице-президентов Юпап (IUPAP - International Union of Pure and Applied Physics). Во время заседания в Стокгольме наш американский коллега Аллан Бромли внес предложение о принятии в Союз Китая и при всех попросил меня поддержать его предложение, не предупредив заранее о своем намерении, что было не совсем корректно. Я его поддержал, опираясь на три довода. "Китай - самая цивилизованная из стран по трем причинам: во-первых, они открыли порох, но не изобрели огнестрельного оружия; во-вторых, они изобрели печать, но не изобрели газет, а в-третьих, что самое главное, они изобрели компас, но не открыли Америки".

В Болгарии мы заседали в Варне на берегу Черного моря. По окончании сессии мы отправились купаться с советским вице-президентом профессором Осипьяном. Но выкупаться нам не удалось, потому что Болгария комбинирует капитализм с другой политической системой. Все побережье окружено решеткой и пройти на пляж можно только через дверь, где кассир взимает мзду - это капитализм. В четыре часа кассир запирает дверь и уходит с работы, - когда как раз самая пора выкупаться. Это, конечно, уже не капитализм.

В связи с гонениями на Сахарова и Орлова моя деятельность как вице-президента Юпап приняла двусмысленный характер, и я почувствовал себя морально обязанным положить ей конец. С одной стороны, как вице-президент, я должен был поощрять научные сношения между всеми странами, а с другой стороны, как личность, я отказался от научных сношений с СССР, пока эти гонения будут продолжаться. Выход был один - уйти из Юпап, что я и сделал.

V. Рощи академии

Бессмертия меня объемлет жажда
Клеопатра

*Обычаи. - Визиты. - Костюмы. - Графит и алмаз. - *Теория или эксперимент. - Иностранные общества. - *Предсказывая прошлое. - Двенадцать физиков*

Мальчик, выдернутый с корнем из русской школы, прилежный лицеист, студент без руководства, исследователь без исследований, солдат разбитой армии, солдат "победоносной" армии, между ними четыре года "зеленой плесени", младший научный работник, старший научный работник, профессор и начальник, чего ему не хватало? Академии, чего же еще!

Знаменитый онколог Антуан Лакассань скончался в декабре 1971 года. Его смерть впервые породила в моей голове странную мысль - сделаться академиком. Перед тем, как объяснить, что меня привлекало в академическом чине, неплохо бы сначала рассказать, что из себя представляет наша академия наук или, вернее, что она *представляла* в конце 1971 года, так как она сильно изменилась за последние семнадцать лет. (И она в этом нуждалась!)

Я был поражен, узнав, что наша академия, "старая дама набережной Конти", как ее фамильярно называют, на сто лет моложе Коллежа, настолько она казалась старинней. Прежде всего, ее старил возраст членов: старшему члену секции геометрии Полю Монтелю было девяносто шесть лет, за ним следовали Морис Фреше - девяносто три, мои бывшие экзаменаторы Данжуа и Гарнье, дружно провалившие меня тридцать пять лет тому назад, которым было восемьдесят семь и восемьдесят пять лет, и, наконец, "молоденький" Жюлья, которому было всего семьдесят девять лет. (В секции была одна вакансия.) Не все секции были такими дряхлыми, но в 1972 году среди сотни академиков, кроме геометров, еще троим перевалило за девяносто и многим за восемьдесят. Средний возраст был значительно выше семидесяти. В 1970 году Альфред Кастлер начертил две кривые, которые показывали возраст академиков на протяжении последних ста лет при вступлении в академию и при смерти. Кривые постепенно сближались и, экстраполируя можно было ожидать, что они пересекутся еще до конца XX-го века.

Уставы академии были "во вкусе умной старины". За исключением двух секций, к которым я вернусь, академики были распре-

делены по специальностям в разных секциях с шестью членами каждая. Чтобы попасть в вашу секцию, скажем физическую, вы должны были терпеливо ожидать, чтобы один из шести физиков, ваш коллега, часто ваш друг или учитель, соизволил бы освободить место, для вас ...или для другого. Я прозвал это ужасное правило - "трупным". Названия некоторых секций тоже были во вкусе умной старины. Секция "География и навигация" имела то же число членов, что и физика. В эту секцию обыкновенно выбирали старых адмиралов. Две секции, насчитывавшие четырнадцать и двенадцать членов, допускали кандидатов всех специальностей, что смягчало в известной мере эти железные правила. Первая была для так называемых "свободных академиков", вторая - для провинциалов, или, как они назывались, нерезидентов. В прошлом веке "свободные академики" чем-то отличались от обыкновенных, но это различие давно исчезло.

Попасть в "свободные академики" (так как я жил в Париже, нерезиденты для меня не подходили) было не легче, чем попасть в обыкновенную секцию. Вакансии открывались чаще, но вы сталкивались с соперниками всех специальностей и превосходства в вашей собственной было недостаточно, чтобы быть выбранным (как, кстати, и в специализированных секциях). После смерти Лакассаня, который был свободным академиком, когда я заявил свою кандидатуру на его вакансию, академия насчитывала шесть физиков вне физической секции, не считая де Бройля, постоянного секретаря.

Кандидат подробно описывал все свои работы и научные заслуги в так называемой "Notice des Titres et Travaux", т.е. в специально напечатанной (в типографии, не на машинке!) брошюре, которую он затем рассылал по почте всем академикам. Многое зависело от ее убедительности. В начале своей я написал: "От кандидата ожидается, чтобы он описывал свои заслуги, не раздражая взыскательного читателя ни фальшивой скромностью, ни нахальной самоуверенностью - тернистый путь". К брошюре кандидат прикладывал *рукописное* почтительное письмо, в котором излагал свое намерение быть кандидатом, и просьбу о разрешении представиться лично. Вся процедура - составление брошюры и сотня визитов (на самом деле немного меньше, так как некоторые престарелые академики не принимали) - занимала от трех до шести месяцев жизни кандидата, и в случае неуспеха Бог, и только Бог, знал, когда появится новый шанс.

Зачем полез я на эту галеру? Ответ не прост. Жажда славы? - Не думаю. Несколько лет спустя, когда обсуждали реформы устава академии, я предложил следующий критерий для ее успешного обновления: *невозможность* составить из *не-академиков* научное общество в объеме академии, которое превышало бы ее по качеству. В 1972 году до этого было далеко. Большинство выдающихся французских математиков - Serre, Cartan, Weil, Schwartz, - биологов и врачей - Hamburger, Dausset, Lwoff, Jacob, Ephrussi не были членами нашей Академии. А физики? Скажу только, что наш Нобелевский лауреат Альфред Кастлер еле проскочил после трех безуспешных попыток.

Чтобы быть справедливым к нашей академии, надо сказать, что она относилась довольно равнодушно к подобного рода иностранным погремушкам. Она не приняла ни Марию Кюри, ни ее дочь Ирину, ни Андрея Львова при его первой попытке, хотя все трое были Нобелевскими лауреатами. За границей мои друзья слышали, конечно, о де Бройле, Кастлере и Нееле, но лишь немногие слышали об остальных десяти физиках нашей академии.

Нет, не жажда славы или, чтобы назвать ее своим именем, тщеславие, толкнуло меня на галеру. - Так что же? Я рассказал в главе "Армагеддон", что в тридцать девятом году я угодил в самую гущу глубинной, провинциальной Франции, в среду крестьян, батраков, мясников и торговцев скотом, и что этот опыт расширил мой кругозор и некоторым образом обогатил меня. Со всем моим уважением к нашей Академии скажу, что в ней тоже я находил черты провинциальной Франции. Что могло быть ближе к настоящей, глубинной, народной Франции, чем Французская академия наук 1972 года со своими обычаями и обрядами, со своими двумя *вечными* секретарями. Не постоянными, а вечными(!), ведь наши академики "бессмертны" (immortels), со своими запечатанными конвертами, в которые вкладывают "открытия" для далеких потомков ("plis cachetés"), со своими "Докладами", неизвестными за границей и не знающими ее, со своими архивами и архивариусами, со своими ежегодными торжественными заседаниями под куполом академии, на которых старцы "в душистых сединах" появляются под барабанную дробь в зеленых расшитых шелком мундирах при шпаге, и с массой других обычаев, которых "пересказать мне не досуг".

Для пришельца без предков, без традиций, без корней, проникнуть в эту тихую гавань, где время остановилось, великий соблазн. Кроме того, на горизонте, который семнадцать лет тому назад казался таким далеким, мерцала надежда сохранить связь со своими собратьями, которую только смерть могла бы порвать. Именно так следует понимать академическое бессмертие. Я помню, что после выборов, когда вечный секретарь де Бройль ввел меня в залу заседаний, все академики встали. "Обратите внимание", - сказал мне старый академик, мой сосед, - "после этого они встанут еще только раз, чтобы почтить вас". Наконец, я

полагал, что ввести в академию реформы, в которых, как я был убежден, она нуждалась, возможно только изнутри. Любая критика от ученых снаружи воспринималась как выражение зависти (см. "Лисица и виноград"). Все эти соображения, некоторые из которых противоречивы, вместе взятые, толкнули меня на тернистый путь кандидата.

Эта академия больше не существует. В 1976 году при поддержке президента Жискара, благодаря энергии и энтузиазму некоторых из нас, удалось провести реформы, которые сохранили внешние черты академии, но изменили суть. Число академиков увеличилось до ста тридцати. Упразднили ужасное "трупное правило" и заменили его коллективными выборами каждые три года. Половина кандидатов должна была быть моложе пятидесяти пяти лет. В 1988 году была новая реформа, и эту границу снизили до пятидесяти. После восьмидесяти лет академик сохраняет все права, но его "кресло", как у нас говорят, считается свободным. Даже вечный секретарь уходит с должности в семьдесят пять лет. Качество "Докладов" улучшилось. Принимают статьи на иностранных языках. Создан редакционный комитет, который более не пропускает любую из статей, рекомендованных только одним академиком и даже бракует статьи самих академиков. В связи с реформами научный уровень академии значительно повысился. Все ученые, которых я упомянул раньше, как достойных этого звания, были избраны, за исключением Моно, который преждевременно скончался. Составить во Франции вторую академию такого же уровня было бы теперь невозможно.

Для советского читателя академия наук это могущественное учреждение, которое заведует наукой страны и сосредоточивает в своих руках большую власть. У нас не так. Академия пользуется известным влиянием и авторитетом, но власти у нее нет, есть только почет. Еще при царе был в России профессор физики Хвольсон, который написал знаменитый многотомный курс физики. (Курс был переведен на иностранные языки, в том числе и на французский, и во время моего юношеского "Хождения по мукам" я ухитрился и на него растратить долю моего драгоценного времени.) Он был награжден званием "почетного академика", про которое сам говорил, что оно отличается от звания академика, как "милостивый государь" от "государя". У нас все академики почетные.

Но вернемся к моей кандидатуре. Я не хочу томить читателя, который, проделав со мной столь длинный путь, не может не быть на моей стороне. Я был побит всего двумя голосами и на четвертом голосовании, но все же побит. В пользу моего счастливого соперника, известного онколога, сыграл тот факт, что, хотя избирали "свободного академика", предшественником был тоже онколог Лакассань. Подозреваю, что тут сыграл также активную роль некто "скромный в третьей степени". Не огорчайся читатель. Пару месяцев спустя скончался другой "свободный академик", "трупное" правило сработало, и меня избрали в результате первого же голосования.

После выборов я получил несколько писем от известных портных, которые предложили мне свои услуги, чтобы сшить вицмундир, подобающий моему новому званию. Один из них особенно хвалил искусство своих вышивальщиц! Цен никто из них не называл, чтобы не спугнуть новоиспеченного академика, но я знал, что они высоки, и не собирался тратить уйму денег на ненужную роскошь. Друзья, коллеги и сотрудники попросили назвать подарок, которым они могли бы отметить торжество. Обыкновенно дарят шпагу к мундиру. От шпаги я, понятно, отказался и назвал совершенно ненужную вещь, о которой давно мечтал, но которую мне было совестно купить самому, - старомодные золотые часы с крышкой. Мне их подарили, с золотой цепью и надписью на крышке.

В 1980 году я все-таки сделался счастливым обладателем, или, точнее, пользователем, прекрасного зеленого мундира при следующих обстоятельствах. В этом году наш вечный секретарь Поль Жермен, как его продолжали звать несмотря на реформы, предложил мне произнести традиционную речь на ежегодном торжественном заседании под куполом академии. Традиция требовала, чтобы я читал речь в мундире, которого у меня не было. Жермен сообщил мне, что некоторые академики завещают свой мундир академии и что я мог бы попробовать подобрать себе подходящий среди тех, которые она хранит. Я никогда не встречался с господином Андре Майером, бывшим профессором физиологии в Коллеж де Франс, но знаю про него то, чего даже его дети не знают, как, например, обхват его груди и талии. Знаю потому, что они совпадают с моими собственными. С тех пор на каждом торжественном заседании я надеваю его бывший мундир, который мне так идет, и который вернется в академию, когда смерть или упадок сил этому поспособствуют. После того, как вопрос с мундиром был решен, остались такие мелочи, как выбор предмета и написание лекции. Я решил прочесть доклад о чистой науке и ее отличии от прикладной, тема довольно избитая, но, по-моему, важная. Эта лекция мне самому так понравилась, что впоследствии я включил ее наряду со своей оксфордской лекцией в честь Чаруэлла и Саймона, в мою книгу "Reflections of a physicist". Не хочу скрывать (да и зачем), что и эта лекция очень понравилась слушателям.

Я забыл сказать, что одним из них был президент республики Жискар д'Эстен. Лекция уже была написана, когда я узнал, что он будет присутствовать на ней. Это меня смутило гораздо меньше, чем присутствие на моей лекции Бора и Гейзенберга двадцать пять лет тому назад. Из президентского дворца у меня запросили копию лекции, потому что, как мне сказали, президент может пожелать выразить свою точку зрения на вопросы, затронутые в лекции. Но я все-таки смутился, заметив в лекции неосторожное сравнение между взаимодействием медленных нейтронов с алмазом и с искусственным графитом; изучение первого принадлежало чистой науке, а второго - прикладной. Беда была в том, что не так давно в левых газетах были ожесточенные нападки на президента за то, что во время поездки в Центральную Африку он принял в подарок от местного диктатора несколько алмазов. В моей лекции алмаз мог стать динамитом. Я наскоро заменил алмаз кремнием, утешив себя тем, что у них одинаковая кристаллическая решетка.

Как-то раз перед толпою соплеменных ... академиков у Рене Тома с Абрагамом был великий спор.

В 1984 году академия организовала серию эпистемологических дискуссий (я сам хорошенько не знаю, что это означает). Доклады и прения были опубликованы академией отдельным изданием. Меня пригласили быть оппонентом знаменитого математика Рене Тома (René Thom), обязанного своей известностью широкой публике громким названием его "теории катастроф". Доклад Тома назывался (перевожу буквально): *"Экспериментальный метод - миф эпистемологов (и ученых?)"* Заключением его доклада было: *"В наше время наше мышление - это то, что требует защиты от высокомерного авторитета эксперимента".* Я решил привести здесь часть моего опровержения его тезисов (тщательно очистив его от шипов, порожденных вызывающим характером лекций Тома). Я решил это сделать, во-первых, потому, что мой доклад может осветить некоторые стороны истории современной физики, с которыми не все знакомы, а также взгляды того, кто в конце концов является героем этой повести.

*Теория или Эксперимент (давнишний спор)

Вещей есть больше в небе и на земле,
Горацио, чем снилось в вашей философии

Я всегда с трудом воспринимал философию, ее методы и ее язык. Никогда не ощущал надобности для себя или обращаясь к другим в формальном определении понятий "теория" и "эксперимент", которые являются частью моей ежедневной деятельности. Я считаю, что те, кому надо знать эти вещи, их знают. (Это мне напоминает анекдот про даму, которая в лондонском зоопарке, тыча зонтиком в гиппопотама, спрашивает у сторожа: "Это самка или самец?" - "Мадам", - отвечает сторож, - "я не вижу, кого этот вопрос может интересовать, кроме другого гиппопотама; а он *знает*".)

Если будут очень настаивать, я скажу, что для меня эксперимент - это деятельность, которая протекает в лаборатории, главная цель которой подтвердить или опровергнуть предвзятые идеи, породить новые идеи, улучшить свои собственные методы и технику, и "last but not least", доставлять большое удовольствие. Как говорит любимый герой Анатоля Франса добродушный аббат Жером Куаньяр: "Если я перевожу писания Зосимы, это потому, что я извлекаю наслаждение из этого занятия". За несколько недель до смерти Альберт Майкельсон говорил Эйнштейну: "Если я провел большую часть своей жизни над улучшением моего интерферометра, то потому, что это доставляло мне удовольствие".

Моим определением теории было бы "привести в порядок идеи, которые были или будут подвергнуты проверке экспериментом". Это тоже доставляет удовольствие. В свои определения я ввел исподтишка слово "идея", но не требуйте от меня его определения, это относится уже к философии. Мне говорили, что отказываться от философии - это тоже философствовать, только плохо. Возможно, но я предпочитаю приписывать мои научные неуспехи ограниченности моих способностей, а не отказу философствовать. Скажу, как Полоний, что рассуждать, " ... зачем день - день, ночь - ночь, и время - время, то было б расточать ночь, день и время".

*Раз я физик, то буду говорить только о физике, по крайней мере о той, с которой я более или менее знаком. Я не коснусь ни Галилея, ни Ньютона, мне хватит нашего века. Если рассмотреть внимательно прогресс физики с 1900 года до наших дней, можно увидеть, что теория и эксперимент связаны неразрывно.

Бывает, что целое множество экспериментальных результатов, необъяснимых в рамках существующих теорий, буквально силой заставляет теоретика разрубить гордиев узел и сформулировать новую теорию. В 1900 году, чтобы объяснить форму спектра излучения черного тела, Макс Планк неохотно сформулировал странную, нелепую гипотезу, специально придуманную для этой цели (ad hoc - по латыни), а именно, что энергия, излучаемая осциллятором, принимает только дискретные или, как теперь говорят, квантованные значения, пропорциональные его частоте. Это "дикое" предположение, вымученное из теоретика неумолимым

экспериментом, стало исходным пунктом величайшей революции в современном научном мышлении - квантовой теории.

В 1913 году эксперимент заставляет снова, на этот раз Нильса Бора, сформулировать ряд постулатов, не менее странных и "неестественных", чем гипотеза Планка: в атоме могут существовать только некоторые квантованные электронные орбиты, круговые или эллиптические; вопреки законам электродинамики электрон движется по этим орбитам, не излучая энергии; энергию он излучает во время прыжка с одной квантованной орбиты на другую. "Нет, господин Том, ни вашим философам, ни вашим математикам этого не снилось!"

Между 1923 и 1928 годами де Бройль, Шредингер, Гейзенберг, Дирак, Паули, Борн и другие, исходя из того, что до тех пор было только собранием магических рецептов, строят грандиозное творение человеческого разума - современную квантовую теорию.

Рождению квантовой теории можно противопоставить появление специальной теории относительности, возникшей всецело в уме двадцатишестилетнего технического эксперта второго класса в бюро патентов швейцарского города Берна. Повлиял ли на его мышление отрицательный результат эксперимента Майкельсона, вопрос не решен. Сам Эйнштейн хранил молчание, но, по-моему, это не важно. Я не сомневаюсь, что его главным побуждением была слабость и противоречивость теории абсолютного эфира. Когда в 1906 году эксперименты Кауфмана дали указания о противоречии с предсказаниями теории относительности, Лоренц и Планк заколебались, но Эйнштейн остался невозмутим; более точные эксперименты показали, что он был прав. Но было бы неосторожно вывести из этого примера заключение о господстве теоретика над экспериментатором. Quod licet Jovi, non licet bovi (что дозволено Юпитеру, не дозволено быку).

В биографии Эйнштейна есть малоизвестный эпизод - его сотрудничество с де Гаазом (de Haas), зятем Лоренца, в поисках экспериментального доказательства пропорциональности между угловым моментом J и магнитным моментом M в веществе. Их соотношение содержит безразмерную константу g, которая согласно классической электродинамике равна единице. В остроумном эксперименте Эйнштейн и де Гааз наблюдали вращение, связанное с намагничиванием, и определили с точностью 10%, что g действительно равняется единице. Увы, их результат был ошибочен на все сто процентов. Теоретическое значение g - не 1, а 2. Эта разница происходит (жестокая ирония!) от релятивистского эффекта, как было впервые строго доказано Дираком. Что случилось? Смошенничали ли они? Не думаю. Но они были неосторожны. Они пришли в восторг при наблюдении ожидаемого вращения и после этого, очевидно, работали спустя рукава. Например, магнитное поле и намагниченность они не измеряли, а подсчитали по параметрам эксперимента. Первый эксперимент дал для g значение 1,02, т.е. в замечательном согласии с теорией. Второй эксперимент дал 1,48, но они отбросили этот результат как аномальный! Полагали ли они, что классическая электродинамика слишком прекрасна, чтобы оказаться ошибочной? Рассказал все это де Гааз в 1923 году. Эйнштейн никогда не сказал об этом ни слова.

Хочу привести обратный пример двух искусных и *честных* экспериментаторов, которые однако известности не добились. Фриц Лондон предсказал, что в сверхпроводнике магнитный поток принимает только квантованные значения, множители элементарного кванта (hc/e). В 1961 году два немецких физика наблюдали квантование магнитного потока, но измеренный ими квант был меньше половины (hc/e) (около 40%). После тщетных попыток найти грубую ошибку в калибровке своих измерений они решились опубликовать этот непонятный результат. Между тем в том же номере "Physical Review Letters" Янг (C.N. Yang) показал, что ввиду существования, так называемых, куперовских пар, на которых зиждется современная теория сверхпроводимости, заряд e в формуле магнитного кванта должен быть удвоен. Новое значение кванта - $(hc/2e)$, т.е. в два раза меньше, чем предполагалось раньше, и в пределе экспериментальных погрешностей совпадает с результатом немецких ученых. Никто, в том числе и я, ре помнит их имен. Несправедливо!

А вот еще маленькая история, связанная с "высокомерным авторитетом эксперимента". В 1923 году, за двадцать три года до открытия ЯМР, немецкий физик Отто Штерн решил измерить магнитный момент протона, пользуясь методом молекулярных пучков - не легкий эксперимент по тем временам. Узнав об его намерении, Паули объявил: "Бесполезный эксперимент. Что, кроме ядерного магнетона, надеется найти этот Dummkopf (глупец)?" (На это словечко Паули всегда был довольно щедр.) "Думкопф" нашел почти в три раза больше, чем ядерный магнетон.

Хочу теперь, хотя я сам не специалист, описать кратко несколько этапов в развитии квантовой электродинамики. Я выбрал этот пример потому, что близкое сотрудничество теории и эксперимента редко выступает так ярко, как в постройке этого замечательного здания современной физики, а также потому, что именно на эту область науки обрушились наименее снисходительные комментарии господина Тома.

В конце двадцатых годов формализм квантовой физики, в том числе и электродинамики, был хорошо установлен. Умели подсчи-

тывать все процессы обмена энергии между материей и излучением. Точнее, умели их подсчитать в самом низшем порядке теории возмущений, чего в большинстве случаев было вполне достаточно ввиду малой величины (1/137) константы связи между материей и излучением. Но когда попробовали улучшить точность, подсчитывая члены более высокого порядка, результат *всегда* был одним и тем же: расходящиеся интегралы и бесконечности. В течение пятнадцати лет целая армия выдающихся теоретиков - Гейзенберг, Паули, Дирак, Борн, Вайскопф, Бете, Гейтлер и многие другие - тщетно пытались очистить теорию от проклятых бесконечностей. Была ли "какая-то в державе датской гниль" ?

Неожиданно вывел всех из тупика эксперимент Уиллиса Лэмба в 1947 году. Пользуясь радиочастотной техникой, он обнаружил, что первые два возбужденных уровня водородного атома, на расстоянии десятка электрон-вольт от основного уровня, которые согласно точной теории Дирака должны были совпадать друг с другом, на самом деле были расщеплены на несколько микроэлектрон-вольт. Почти одновременно с этим другой экспериментатор - Поликарп Каш - нашел другое отклонение от теории Дирака: гиромагнитное отношение электрона отличалось от двух приблизительно на одну тысячную.

Теоретики быстро убедились в том, что эти отклонения объяснялись вакуумными флуктуациями излучения и материи, которые рассматривались и прежде, но до сих пор всегда приводили к бесконечным результатам. Теперь, благодаря результатам Лэмба и Каша, теоретики *знали,* что эффекты флуктуации реальны, что они измеримы и малы. Последнего следовало ожидать ввиду малой величины константы связи. Менее чем в три года благодаря усилиям Швингера, Фейнмана, Томанаги и Дайсона, появился на свет так называемый метод ренормгруппы, который позволил при расчете любой физической величины однозначно изолировать расходящиеся части интегралов всех порядков по константе связи, выделяя в результате вычисления ее конечную часть, которую можно было сравнить с результатами эксперимента.

Как известно, замечательное изобретение Фейнмана, так называемый метод диаграмм позволило представить наглядно и записать все члены любого порядка п. Когда порядок n увеличивается, число членов этого порядка растет, величина их уменьшается, а вычисление каждого члена быстро усложняется. Оправдывает подсчет членов высокого порядка, несмотря на их очень малую величину и на очень большую сложность, воистину умопомрачительное согласие теории с экспериментом. Такое согласие доказывает одновременно и правильность метода ренормгруппы как метода вычислений, и способность теории описывать физическую реальность. Я не сомневаюсь, что метод ренормгруппы легко мог бы быть открыт на десять лет раньше. Теоретикам, которых я только что назвал, вполне хватало и математического искусства и воображения. Чего им не хватало, так это уверенности, что квантовая электродинамика правильно описывает действительность. Только эксперимент мог им дать и дал эту уверенность. Они узнали, что "гнили" никакой не было, и после этого легко спасли "державу".

Господин Том смеется над физиками, которые "отыскивают" согласия до седьмого порядка между экспериментом и теорией, которая "математически неудовлетворительна". Тут заложена "маленькая неточность". Согласие, и не до седьмого, а до десятого порядка, не "отыскивают", оно "находится" само собой. Параметров, которые надо "подгонять" к результатам, здесь нет.

Надо признать, что, так называемых, феноменологических теорий, где параметры "подгоняют" к результатам, в физике немало. Есть анекдот, который это прекрасно описывает и который, с вашего разрешения, я расскажу. Дело происходит в США во время гражданской войны между северянами и южанами. Северянин, кавалерийский офицер, проезжает верхом по деревне в одном из западных штатов. На двери каждого амбара кто-то нарисовал несколько концентрических кругов, как на мишени для упражнения в стрельбе, и в самой серединке каждой мишени - один-единственный след пули. Офицер спрашивает у парня, который прислонился к амбару:

- Кто это тут упражнялся? Неплохой стрелок.
- Да это Билли Джонс баловался с кольтом.
- На каком расстоянии от амбара он стреляет?
- Шагов тридцать.
- Долго целился?
- Кто? Билли? Да нет, выхватывает из кобуры и стреляет.
- Вот это стрелок! Таких нам и надо.
- Не в обиду будь сказано, лейтенант, Билли вам не подойдет.
- Не твоего это ума дело. Он за тридцать шагов от мишени стоит, когда стреляет?
- Ну, тридцать, тридцать, иногда и за сорок.
- И долго не целится?
- Да говорил же я вам, выхватывает и стреляет.
- Ладно, вот тебе парень доллар, приведи мне твоего Билли, да поскорее.
- Иду лейтенант, и большое вам спасибо. А все-таки разрешите сказать, что Билли сперва стреляет, а потом только круги рисует.

Как последний пример близкого сотрудничества между теорией и экспериментом назову несохранение четности в так называемых слабых взаимодействиях, к которым принадлежит, между прочим,

и ядерный β-распад. Про теорию говорят, что она сохраняет четность, когда нельзя отличить явления, которые она описывает, от их отражения в зеркале. Давно было известно, что четность сохраняется с большой точностью в электромагнитных взаимодействиях, а также и в сильных взаимодействиях, которыми обусловлены ядерные силы.

До 1958 года предполагалось, что так же обстоит дело в слабых взаимодействиях. По крайней мере, не существовало экспериментальных данных, доказывающих обратное. И снова поднял тревогу эксперимент. В космических лучах открыли две неустойчивые частицы, названные τ и *в*. В пределах экспериментальных погрешностей масса и время жизни частиц были одинаковы, но их распады через слабое взаимодействие указывали на противоположные четности. Равенство массы и времени жизни двух частиц, казалось бы различных, было "заманчивой загадкой". Два теоретика - Ли и Янг, - которые "над нею голову ломали и чудеса подозревали", осмелились задать вопрос: "А что если *т* и *0* одна и та же частица, способная распадаться по двум различным схемам? (В одном знаменитом детективе из пары близнецов один - убийца, а другой - порядочный человек. И герой раскрывает тайну, догадавшись, что близнецы не существуют и что убийца и порядочный человек - одна и та же личность.) Ли и Янг рассмотрели все существующие опытные данные, на которых была основана гипотеза о сохранении четности в слабых взаимодействиях и убедились, что ни одно из них не противоречило нарушению четности. Задумали и наскоро провели два различных эксперимента, которые доказали, что в слабых взаимодействиях четность действительно нарушается и притом максимально. Последнее означает, что члены, нарушающие, и члены, сохраняющие четность, имеют одинаковый вес во взаимодействии.

И круг замкнулся: экспериментальное открытие частиц *т* и *в* - теоретическая гипотеза Ли и Янга - экспериментальное доказательство нарушения четности. Для анекдота расскажу, что наш дорогой Паули прозевал еще одну прекрасную возможность промолчать, предсказав, что опыт покажет, что четность не нарушается.

Могу поразить господина Тома, да и не только его, заявив, что теоретическая физика не является точным синонимом математической физики. Безусловно, на конечном этапе теория выражается математически, но иногда (не всегда, конечно) это вспомогательный процесс, после того, как идея была сформулирована обыкновенным языком.

На понятии "составного ядра" (compound nucleus), предложенном Нильсом Бором, которое можно выразить в нескольких словах,

целое поколение теоретиков-ядерщиков кормилось двадцать лет. Часть модели ядерных оболочек, которая принесла Нобелевскую Марии Мейер, содержалась в простом вопросе, который ей задал Ферми на семинаре: "Рассматривали ли вы роль спин-орбитальной связи?".

Всей долгой научной деятельности Луи де Бройля можно подвести итог одной фразой: "Фотон, который - волна света, вместе с тем и частица, почему бы электрону, который - частица, не быть бы и волной материи".

И есть ли более прекрасный пример теоретической физики, чем дискуссия, в которой Эйнштейн предлагает один за другим целый ряд "мысленных" (gedanken) экспериментов, чтобы доказать несостоятельность квантовой теории, и где каждый раз Бор обнаруживает изъян в его рассуждениях, вершиной которых является недосмотр Эйнштейном смещения частоты световой волны в гравитационном поле.*

После того как я стал членом нашей академии наук, несколько иностранных академий обратили на меня свое благосклонное внимание. В 1974 году я был избран почетным членом Американской академии гуманитарных и точных наук (American Academy of Arts and Sciences). В 1977 году меня выбрали иностранным членом Национальной академии США (US National Academy). В 1981 году я был выбран в члены Ватиканской академии (Pontifical Academy). Канцлер академии (что не то же, что президент), милейший иезуит отец ди Ровазенда, пригласил меня представить (до выборов) очерк своих научных заслуг, нечто вроде Notice, которую я сочинил девять лет тому назад для нашей академии. Я нашел, что теперь слишком стар для такого рода упражнений и отказался это сделать. Я просил академию видеть в моем отказе знак не гордости, а смирения. Я написал любезному отцу, что "если мои труды для того, чтобы привлечь внимание академии, нуждаются в рекламе от меня самого, это означает, что они его недостойны, и что мне не место среди вас". Мое "смирение", очевидно, не слишком покоробило членов академии, потому что они меня выбрали.

В 1981 году я был в саббатическом отпуске в Оксфорде, когда из Ватикана пришло приглашение принять участие в пленарной сессии академии, которая оплачивала все расходы на поездку для Сюзан и для меня. Во время сессии предполагалась аудиенция Святого Отца, что вызвало радостное волнение у моей католички Сюзан. В лондонском аэропорту нас ожидало печальное известие. Персонал Alitalia бастовал, и казалось невозможным попасть вовремя на папскую аудиенцию. Сюзан была очень огорчена. Наконец, поздно вечером объявили единственный рейс в Палермо. С гру-

стью в сердце мы отправились в Палермо. Только чудом могли бы мы попасть в Ватикан на папскую аудиенцию, назначенную на следующий день в двенадцать часов дня. И чудо произошло! Не успели мы усесться, как по радио объявили, к великому гневу всех пассажиров, направлявшихся в Сицилию: "Этот рейс будет в Рим".

В октябре 1986 года праздновали пятидесятилетие Ватиканской академии и было запланировано несколько кратких докладов. Мне предложили прочесть, *в десять или пятнадцать минут,* доклад на тему "Куда идет физика?" (Where to, Physics?), своего рода "Камо грядеши", для которого требовался "горизонтальный" физик. Я счел менее рискованным занятием "предсказывать" прошлое, и назвал свой краткий доклад "Откуда идет физика" (Where from, Physics?). И повел свое предсказание весьма произвольно - от 1945 года. Вот этот доклад, который не слишком перекрывается с тем, что я рассказал в своих дебатах с Томом.

*"Революция квантов и революция, спровоцированная теорией относительности, были в прошлом; открытие позитрона увенчало их союз; строение атомов, в котором крохотные ядерные магнитные моменты играли ничтожную роль, названную очень подходяще сверхтонкой структурой, не хранило больше своих тайн. Теория, называемая квантовой электродинамикой, давала удовлетворительные результаты в любых вычислениях атомной физики в первом порядке, но вела, к сожалению, к бессмысленным бесконечностям при попытках улучшить ее точность. Физика твердого тела, развитая в рамках квантовой теории, объясняла электрическую и тепловую проводимость, но сверхпроводимость еще оставалась тайной. Существующая теория фазовых переходов казалась удовлетворительной, за некоторыми исключениями, которые считались маловажными. Оптика стала классической наукой, т.е. мертвой. Ядерная физика познала свои первые успехи, восхищающие или ужасающие. Знали про нейтрон и про ядерное деление, гипотеза нейтрино вернула веру в сохранение энергии. Юкава объяснил ядерные силы обменом между нуклонами тяжелыми частицами, которые, как казалось, были обнаружены в космических лучах и прозваны мезотронами. Сохранение четности стало догмой. Гигантские или казавшиеся такими, циклотроны и бетатроны ускоряли протоны, дейтроны, альфа-частицы и электроны до "баснословных" энергий порядка сотен МэВ. Наконец "гигантские" компьютеры, появившиеся во время войны для военных целей, могли проделывать сотни операций в секунду и были ограничены только загромождением, охлаждением и частыми авариями электронных ламп, на которых они работали. Но ситуация менялась и быстро.

В течение последних сорока лет во всех перечисленных выше областях науки теория и эксперимент быстро двигались вперед, стимулируя друг друга, разрабатывая новые орудия и улучшая старые. В атомной физике новая техника коротких волн, унаследованная от радара, позволила обнаружить в тонкой структуре атома водорода аномалию малых размеров, но громадного значения, так как теория этой структуры считалась незыблемым оплотом союза квантов и относительности. В этой аномалии, вместе с другой такого же порядка в магнитных свойствах электрона, скрывался ключ к непонятным и невыносимым бесконечностям квантовой электродинамики.

Ободренные экспериментом теоретики осмелились, наконец, вычитать одну бесконечность из другой и таким путем извлекать конечные результаты, соответствующие наблюдаемым аномалиям. Отсюда вышла теория ренормализации, которая затем распространилась на другие области теоретической физики. Изобрели диаграммы, с помощью которых велись вычисления, прежде безнадежные, иногда очень отдаленные от квантовой электродинамики.

Крошечные ядерные моменты, возбужденные надлежащим образом, испускали сигналы, наблюдение которых (под названием ядерный магнитный резонанс, или ЯМР) обратилось в одно из самых "проницательных" орудий для изучения свойств сплошной материи, позже биологических молекул, и, наконец, дало ЯМР-томографию, которая видит насквозь сердца и чресла людей.

Физика твердого тела, в особенности изучение так называемых полупроводников, привела к самой фантастической революции нашего времени, через изобретение транзистора и его наследника микроскопического "чипса", которые умножили возможности компьютеров во много миллионов раз.

Решили загадку сверхпроводимости и обнаружили одновременно новую породу сверхпроводников. Теория хорошо объяснила и практика широко использовала их технические качества для реализации гораздо более сильных магнитных полей при несравнимо меньшем расходе электрической энергии.

Совсем недавно открыли совершенно новую породу сверхпроводников с критической температурой выше жидкого азота, свойства которых еще не поняты основательно до сих пор (1988 год). Оптику воскресили сперва через остроумную комбинацию поляризованного света и радиочастотных полей, но еще больше благодаря изобретению лазера, который скоро научились перестраивать, что произвело революцию в спектроскопии и создало новую науку - нелинейную оптику. Применение лазера в голографии, офтальмологии и других областях медицинской практики, и конечно, увы, к вооружению, бесконечны.

Открыли частицу Юкавы, которая оказалась не той, что думали; доказали реальность нейтрино и открыли, что в слабых взаимодействиях догма сохранения четности нарушалась, причем очень сильно.

Энергия ускорителей увеличилась на три порядка, создавая целый рой эфемерных частиц, которые с трудом укладывались в теоретические схемы. Обратимость времени в нашей жизни нарушается повседневно. На микроскопической шкале она была догмой, как и четность, но тоже нарушаемой, хотя гораздо слабее. Появились изощренные теории, которые намеренно отказывались от попыток описать реальность с какой-либо точностью и которые для неспециалиста, пишущего эти строки, могли быть выражены утверждением "все содержится во всем".

Затем, благодаря нескольким прекрасным открытиям, экспериментальным и теоретическим, сделанным за последние пятнадцать лет, все более или менее пришло в порядок, по крайней мере, до поры до времени. Существует теперь совокупность теорий, опирающихся на бесспорные экспериментальные факты, которая носит название "стандартной модели". В этой модели существуют два типа первичных составляющих материи: во-первых, "кварки", по три на нуклон, которые подвержены так называемым "сильным взаимодействиям" и описываются теоретически "квантовой хромодинамикой"; во-вторых, "лептоны", которые взаимодействуют друг с другом, а также с кварками в рамках так называемой "электрослабой" теории - слиянии квантовой электродинамики и теории слабых взаимодействий. Мечта теоретиков элементарных частиц это слияние квантовой хромодинамики и электрослабой теории в одно целое в рамках так называемого "великого объединения". Они полагают, что такая теория дала бы правильное описание сущности вещей в самом начале после рождения невозможно горячей Вселенной, сразу после так называемого "большого взрыва" (Big Bang). Но за "великим объединением" мерцает еще одна возможность: старая мечта Эйнштейна - слияние всех физических теорий с тяготением.

Физика конденсированного состояния не осталась позади. Новые понятия ниспровергли существующую теорию фазовых переходов и показали, что за бесконечным разнообразием физических явлений вблизи фазовых переходов таится одно и то же поведение. Эти предсказания теории были проверены экспериментом с большой точностью. Для изучения конденсированного состояния были созданы новые методы и орудия; во-первых, конечно, лазер, а также дифракция медленных нейтронов и электронов, ЯМР и многие другие. Большое внимание привлекли двумерные* системы, самым важным, но не единственным, примером которых являются поверхности. Замечательные возможности в этом направлении представляет недавно появившийся "сканирующий туннельный" микроскоп. Наконец, беспорядочные системы всякого рода приобрели большую теоретическую и экспериментальную важность.

Возникла и пользуется большим интересом новая статистическая механика, не ограниченная требованиями эргодичности. Наконец, благодаря новым возможностям компьютеров пользуются большой популярностью так называемые "симуляции" или "компьютерные эксперименты", где реальность - незваный гость.*

Я пришел к концу этого перечня, в котором каждая область физики может считать себя обиженной, не понятой или просто забытой. Прошу заранее прощения у коллег, которые работают в этих областях.

Разрешите мне обратиться на минуту к нашим коллегам и друзьям - к биологам, молниеносные успехи которых, по мнению некоторых, вызывают нашу зависть. Не верьте им: если мы искренно радуемся вашим успехам, это потому, что мы считаем их своими. Вы заимствовали наше оборудование и нашу технику, то, что компьютерщики зовут hardware. Но, что важно, вы заимствовали наше мышление, наш software, а в этом все. Товарищи физики живой материи, я вас приветствую".

В 1983 году я был избран иностранным членом Британского Королевского общества. Можно заметить, что стать иностранным членом Королевского общества гораздо труднее, чем попасть в ту или другую из американских академий, к которым я уже принадлежал. Во-первых, число иностранных членов в Королевском обществе гораздо меньше, чем в этих академиях, но главное в том, что в Америке при выборе иностранцев среди претендентов отсутствуют, разумеется, американские физики, т.е. самые опасные соперники.

После выборов я получил приглашение на торжественный банкет Королевского общества, которое настаивало на фраке, которого у меня до сих пор не было, не допуская его младшего брата - смокинга, который у меня был. Мой мудрый друг Николас Курти посоветовал мне носить мой темно-зеленый академический мундир, который скроен, как фрак. Я последовал его совету и произвел настоящий фурор среди своих британских коллег.

Голландская Королевская академия не сделалась моей шестой академией, но оказала мне гораздо большую честь, наградив меня в 1982 году медалью имени Лоренца. Чтобы отпраздновать это событие, в Париже устроили прием под председательством тогдашнего министра науки Шевенмана (Chevénement). Я прочел небольшой доклад, часть которого я здесь включаю, во-первых, потому что он содержит несколько забавных историй о знаме-

нитых физиках, о которых я еще не рассказывал, а во-вторых (зачем скрывать), чтобы немножко похвастаться.

Двенадцать физиков

"Медаль имени Лоренца присуждается каждые четыре года Королевской академией Голландии физику-теоретику. Она была основана в 1925 году в честь великого теоретика Антона Лоренца, профессора теоретической физики Лейденского университета. Кроме металлического кружочка с портретом Лоренца и именем лауреата, эта награда, в отличие от премий Нобеля, Ферми или Вольфа, не приносит никаких материальных благ, способных облегчить жизнь трудящихся. Для меня ее ценность заключена всецело в списке имен моих двенадцати предшественников. Для тех, кто не имеет счастья (или несчастья) быть физиком, я напомню очень кратко, что сделал каждый из них, чтобы заслужить эту медаль. Чтобы рассеять скуку такого перечисления, постараюсь рассказать про каждого из них маленький анекдот.

Вот что я слышал про самого Лоренца. "Ему, конечно, присылали очень много теоретических работ. Прежде всего он прочитывал формулировку задачи. Если задача казалась интересной, он откладывал работу и сам решал задачу. Затем он сверял свое решение с чужим. Если они совпадали, он выбрасывал оба в корзинку. Если они расходились, он выбрасывал чужое и печатал свое".

Первым лауреатом в 1927 году был создатель квантов Макс Планк. Вряд ли нужно что-либо прибавлять даже для нефизиков. Все слышали об его революционной гипотезе, опубликованной в 1900 году, о том, что свет испускается и поглощается не непрерывно, а отдельными квантами. "Одно время, испугавшись своей собственной смелости, Планк сделал попытку ограничить свою гипотезу: "свет испускается квантами, но поглощается непрерывно". Это вызвало у юного Эйнштейна следующее непочтительное суждение: "В столовой всегда, а в уборной иногда?".

В 1931 году второй лауреат - Вольфганг Паули - один из наиболее глубоких теоретиков нашего века, который открыл, между прочим, "принцип запрета", ответственный за устойчивость атомов. Про Паули существует бесконечное количество анекдотов. Все вращаются вокруг факта, что скромность и снисходительность не являлись его главными добродетелями. *(Но я уже рассказал в этой книге все мои истории о Паули.)*

Третий лауреат, в 1935 году, - Питер Дебай. Он создал теорию кристаллических и плазменных колебаний, изобрел охлаждение путем адиабатического размагничивания и т.д.

Согласно Капице, в 1925 году Шредингер прочел на дебаевском семинаре в Цюрихе доклад о новой волновой теории де Бройля, который показался неубедительным Дебаю. "Что это за волны? Где волновое уравнение?" - спросил он. Неделю спустя, по преданию, Шредингер вернулся со *своим* волновым уравнением.

Четвертый, в 1939 году, - Арнольд Зоммерфельд - один из лидеров математической физики начала века, автор важных трудов о распространении и дифракции света и релятивистского обобщения уравнения Шредингера. Гейзенберг и Паули оба были его студентами. Профессор Хунд (автор правила Хунда в спектроскопии) рассказал мне следующую историю (я указываю источник, потому что она мне показалась невероятной). Защитив диссертацию у Зоммерфельда в Мюнхене, Гейзенберг выставил свою кандидатуру на должность доцента в том же университете. Зоммерфельд ему написал: "Как умный человек, Гейзенберг, вы должны были бы понять, что Мюнхен не для вас". - "Быть можно дельным человеком..." и плохо разбираться в людях.

Пятым, и первым после войны, был Гендрик Крамер в 1947 году - пионер квантовой механики и автор (одновременно с Венцелем и Бриллюэном) мощного полуклассического приближения. Он дорог мне лично как автор теоремы, на которой зиждется возможность наблюдения магнитного резонанса. Не слышал ни одного анекдота про него.

Шестым, в 1953 году, был Фриц Лондон - автор мощной феноменологической теории сверхпроводимости, которая оказала и продолжает оказывать громадные услуги. Вместе с Гайтлером они создали квантовую теорию химической валентности. Тоже без анекдотов.

Седьмым, в 1958 году, был Ларс Онсагер - специалист динамики необратимых процессов, открывший соотношения симметрии, которые носят его имя, и точное решение задачи дальнего порядка в двух измерениях, которое далеко продвинуло теорию переходов. Он был одним из глубочайших мыслителей нашего времени и, как я могу лично засвидетельствовать, одним из его худших преподавателей. К счастью, в университете Yale, где он преподавал, у него был коллега по имени Кирквуд (Kirkwood), физико-химик, который, кроме своих личных качеств, оказал пользу человечеству тем, что понимал Онсагера и был понятен другим.

Восьмым, в 1962 году, был Рудольф Пайерлс, который внес важный вклад в квантовую теорию поля, в физику твердого тела и в ядерную физику, где он сыграл крупную роль в развитии ядерного оружия. Недавно он был награжден премией Ферми, но, кроме того, получил немалую сумму денег при забавных обстоятельствах, *за то, что не умер.* Вот как это произошло. Были

слухи, что кроме трех советских агентов, Бэрджеса, Маклина и Филби, которые скрывались в СССР, в Англии остался четвертый сообщник, который был ученым. Один лондонский журналист, думая, что Пайерлс давно умер, написал в книге о советской разведке, что именно он был этим сообщником. После выхода книги в свет адвокат Пайерлса и адвокат издателя легко сговорились насчет компенсации, которую издательство должно было выплатить Пайерлсу за клевету - немалое количество тысяч фунтов стерлингов. Пайерлс мне говорил, что, если бы он обратился в суд, после длительного разбирательства ему присудили бы, вероятно, вдвое больше, но за это время он вполне мог бы умереть на самом деле.

Девятым, в 1966 году, был Фриман Дайсон, который принес далеко не очевидное доказательство эквивалентности электродинамики по Швингеру и по Фейнману, а также возможности ее ренормализации в любом порядке. Он сделал много важных работ в области беспорядочных систем. Он был студентом в Кембридже во время войны, когда его завербовали в группу, занимающуюся оценкой результатов стратегической бомбежки Германии. Там он сделал два предложения, которые сильно не понравились начальству. Он рекомендовал снять с бомбардировщиков тяжелые пулеметы, которые, как он считал, были совершенно бесполезны из-за большого мертвого угла, в котором они не могли достать немецких истребителей; кроме того, из-за большого веса они замедляли и скорость самолета, мешая ему спастись бегством от истребителей. Вторая рекомендация касалась трудности, с которой открывались люки, из-за чего экипаж не успевал выпрыгнуть с парашютом. На первое предложение военное начальство ответило с негодованием, что не могло быть и речи о том, чтобы посылать в бой безоружных бойцов, а на второе - что это было бы поощрением дезертирства.

Десятым, в 1970 году, был Джордж Уленбек - один из крупнейших специалистов статистической механики, который совсем молодым добился широкой известности в связи с открытием, вместе с Сэмом Гудсмитом, аномального магнитного момента электронного спина.

Отправив статью в редакцию, Гудсмит и Уленбек решили показать ее своему коллеге и ровеснику Паули, который был уже знаменит. Не теряя времени, Паули объяснил им, почему их статья была нелепицей, и посоветовал им взять ее обратно. Они поторопились это сделать, но, увы, или, вернее, к счастью, слишком поздно - статья уже была в печати.

Одиннадцатым, в 1974 году, был мой друг и учитель Ван Флек. (Я писал о нем в главе "Америка, Америка".)

Двенадцатым, в 1978 году, был Николаас Бломберген. (Его тоже я кратко описал в той же главе и ограничусь анекдотом, который он мне сам рассказал.) Когда Чарльз Таунс получил Нобелевскую премию за открытие лазера, он подарил своей жене рубин, чтобы отметить, что он сделал свое открытие на рубиновом лазере. И когда несколько лет спустя Бломберген получил Нобелевскую, его жена потребовала, чтобы он с ней обошелся, как Таунс со своей супругой. "Если ты настаиваешь", - ответил он, - "но я должен тебя предупредить, что мой работает на цианиде". Из моих двенадцати предшественников шестеро были награждены Нобелевской, но, за исключением Планка, после получения медали. Это стало неписанной традицией. В то время как Нобелевская премия опирается на проценты от капитала, единственный фонд, на который может рассчитывать медаль Лоренца, это перечень ее лауреатов.

Я питаю серьезные опасения насчет вклада, сделанного в 1982 году. Хочу уверить вас, что говорю это совершенно искренне. Если же вы сомневаетесь в моей искренности, я вам напомню изречение Жюля Ренара, с которого я начал эту книгу: "И ложная скромность не так уж плоха".

(С большим удовольствием я узнал, что четырнадцатым лауреатом в 1986 году стал молодой голландец *Герхардт Туфт* (Gerhardt Tooft), что составляет прекрасный вклад в "капитал" медали Лоренца. Он сделал для электрослабой теории то, что много лет до него Дайсон сделал для квантовой электродинамики, доказав возможность ее ренормализации.)

Вот и все.

Эпилог

В начале предисловия я написал о поэме "Евгений Онегин", что "все пять тысяч строк ее я однажды насильно ввел в свою память при обстоятельствах, о которых, может быть, расскажу при случае". Вот эти обстоятельства: после инфаркта у Сюзан было время, в течение которого я не мог ни работать, ни читать, ни спать. Я вышел из этого состояния, выучив поэму наизусть.

Я хочу выразить свою благодарность поэту, заимствуя у него эти строчки:

"Кто б ни был ты, о мой читатель,
Друг, недруг, я хочу с тобой
Расстаться ныне как приятель.
Прости..."

Комментарий к Сольвеевским фотографиям

Золотая треть

Никогда за весь двадцатый век, который уже близится к концу, физика не шагала вперед столь молниеносно, как во время его первой трети. Мне подумалось, что нашей молодежи интересно увидеть как выглядели титаны мысли, которые так решительно отрезали наше столетие от прошлого. Конечно, за следующие без малого шестьдесят лет появились новые гении и физика продолжает шагать вперед, но лично автору кажется, что все, что произошло после первой трети несравнимо с первой гигантской флуктуацией.

Вот как говорит о физиках Штрум в романе Василия Гроссмана "Жизнь и Судьба". "Физики прошлого века напоминали Штруму людей с нафабренными усами, в костюмах со стоячими крахмальными воротничками, столпившимися вокруг бильярдного стола. Глубокомысленные мужи, вооруженные линейками и часами-хронометрами, измеряют скорости и ускорения, определяют массы упругих шаров, заполняющих мировое зеленое суконное пространство."

Воистину, не так ли выглядят глубокомысленные мужи, усевшиеся под вычурной люстрой на первом Сольеевском конгрессе 1911 года. Но несколько фигур уже меняют картину. За столом рядом с учеными мужами сидит женщина - Мария Кюри, которая открытием радиоактивности внесла переполох в мир линеек, хронометров и шаров. А на заднем плане, под прикрытием крахмальных воротничков уже стоят революционеры - Макс Планк (с его бессмертной константой), Эрнест Резерфорд (разбивший атомное ядро) и самый отчаянный, тридцатидвухлетний революционер, Альберт Эйнштейн, который уже шесть лет тому назад разбил световые волны на кванты и, по словам Гроссмана, заставил "искривляться, растягиваться и сплющиваться пространство, измеренное металлическими стержнями и линейками, и время, отмеренное совершеннейшими часами".

То ли еще будет. Взгляните на фотографию 1927 года. Эйнштейн царствует теперь в первом ряду, но никогда не согласится принять вероятностное толкование квантовой механики Бора и Борна, которые сидят тут же. ("Бог в кости не играет", - говорит он.) Во втором и в третьем ряду уже пришли на смену созда-

тели новой квантовой механики, три "молокососа" - Гейзенберг, Паули и Дирак, - тридцатипятилетний де Бройль, и "старый" сорокалетний Шредингер.

Сольвеевские конгрессы все еще существуют, но их теперешняя роль ничтожна по сравнению с той, которую они когда-то играли. Будучи сам много лет членом Совета этого учреждения, я получил в свои руки замечательные фотографии, которые и помещаю в этой книге для назидания молодежи.

Ниже приведены списки участников Сольвеевских конгрессов. В скобках указан год присуждения Нобелевской премии по физике (NP) и по химии (NC) и Лоренцевской медали (LM).

Автор считает, что несправедливо обойдены Нобелевской: Ланжевен - автор теории парамагнетизма и броуновского движения, Зоммерфельд - усовершенствование первой модели Бора и ее релятивистское обобщение, Пуанкаре - работы по теории относительности и главное за гениальные работы по теоретической механике, на которых основаны все современные понятия о хаосе. Эйнштейн получил Нобелевскую только в 1920 году и то не за теорию относительности(!!), а за теорию фотоэлектрического эффекта. Эрнест Сольве (Ernest Solvay) - бельгийский химик, - разбогатевший на изобретении производства углекислого натрия, основал и финансировал Сольвеевские конгрессы. Рассказывают (не ручаюсь за достоверность), что Сольве, хотя и химик, имел свои соображения насчет теории тяготения и стремился изложить их крупнейшим ученым своего времени. Кто-то (говорят, сам Лоренц) посоветовал ему основать встречи ученых всех стран, где нашло бы место и изложение его собственных идей. Во всяком случае, физика первой трети нашего столетия обязана Эрнесту Сольве многим.

УЧАСТНИКИ СОЛЬВЕЕВСКОГО КОНГРЕССА 1911 ГОДА

Сидят, слева направо: Вальтер Нернст (NC 1920), Марсель Бриллюэн (отец Леона Бриллюэна), Эрнест Сольве, Хендрик Лоренц (NP 1902), Эмиль Варбург Жан Перрен (NP 1926), Вильгельм Вин (NP 1911), Мария Склодовская-Кюри (NP 1903, NC 1911), Анри Пуанкаре.

Стоят, слева направо: Гольдшмидт, Макс Планк (NP 1918, LM 1927), Генрих Рубенс, Арнольд Зоммерфельд (LM 1939), Ф.Линдеман, Морис де Бройль, Мартин Кнудсен, Хазенхерль, Хостелет, Е.Херзен, Джеймс Джине, Эрнест Резерфорд (NC 1908), Гейке Камерлинг-Оннес (NP 1913), Альберт Эйнштейн (NP 1921), Поль Ланжевен.

УЧАСТНИКИ СОЛЬВЕЕВСКОГО КОНГРЕССА 1927 ГОДА

Первый ряд, слева направо: Ирвинг Ленгмюр (NC 1932), Макс Планк (NP 1918, LM 1927), Мария Склодовская-Кюри (NP 1903, NC 1911), Хендрик Лоренц (NP 1902), Альберт Эйнштейн (NP 1921), Поль Ланжевен, Шарль Гюи, Чарльз Вильсон (NP 1927), Оуен Ричардсон (NP 1928).

Второй ряд, слева направо: Петер Дебай (NC 1936, LM 1935), Мартин Кнудсен, Лоуренс Брэгг (NP 1915), Хендрик Крамере (LM 1947), Поль Дирак (NP 1933), Артур Комптон (NP 1927), Луи де Бройль (NP 1929), Макс Борн (NP 1954), Нильс Бор (NP 1922).

Третий ряд, слева направо: Август Пикар, Е.Хенрот, Пауль Эренфест, Е.Герцен, Т.Дондер, Эрвин Шредингер (NP 1933), Дж.Вершафельт, Вольфганг Паули (NP 1945, LM 1930), Вернер Гейзенберг (NP 1932), Ральф Фаулер, Леон Бриллюэн.

Восемнадцать Нобелевских лауреатов, но во время конгресса премию имели только шестеро.

УЧАСТНИКИ СОЛЬВЕЕВСКОГО КОНГРЕССА 1933 ГОДА

Сидят, слева направо: Эрвин Шредингер (NP 1933), Ирен Жолио-Кюри (NC 1935), Нильс Бор (NP 1922), Абрам Федорович Иоффе, Мария Склодовская-Кюри (NP 1903, NC 1911), Поль Ланжевен, Оуэн Ричардсон (NP 1928), Эрнест Резерфорд (NC 1908), Т.Дондер, Морис де Бройль, Луи де Бройль (NP 1929), Лизе Мейтнер, Джеймс Чэдвик (NP 1935).

Стоят, слева направо: Е.Хенрот, Фрэнсис Перрен, Фредерик Жолио (NC 1935), Вернер Гейзенберг (NP 1932), Хендрик Крамере (LM 1947), Е.Стахель, Энрико Ферми (NP 1938), Эрнест Уолтон (NP 1951), Поль Дирак (NP 1933), Петер Дебай (NC 1936, LM 1935), Невилл Мотт (NP 1977), Блас Кабрера, Джордж (Георгий Анатольевич) Гамов, Вальтер Боте (NP 1954), Патрик Блэкетт (NP 1948), С.Розенблюм, Дж.Эррера, Эдмунд Бауер, Вольфганг Паули (NP 1945, LM 1930), Дж.Вершафельт, М.Косинс, Е.Герцен, Джон Кокрофт (NP 1951), Чарльз Эллис, Рудольф Пайерлс (LM 1962), Август Пикар, Эрнест Лоуренс (NP 1939), Леон Розенфельд.

Хендрик Крамере (Hedrik Kramers) - один из основателей квантовой теории; Лизе Мейтнер (Lise Meitner) - соучастница открытия ядерного деления; Рудольф Пайерлс (Rudolf Peierls) - автор замечательных работ по физике твердого тела и ядерной физике; гениальный Георгий Гамов открыл теорию альфа-распада и туннельный эффект.

Интересно заметить, что из двадцати одного Нобелевских лауреата во время конгресса 1933 года премию имели только шестеро!