

# Энрико Ферми

Академик Б. Понтекорво

## Создание итальянской школы физики

Когда Ферми в конце 1926 г. прочно обосновался в Риме в качестве профессора теоретической физики, там не было никакого исследовательского коллектива. Персико уехал во Флоренцию, Корбино был слишком занят другими вопросами, и в университете ему более чем хватало преподавательской деятельности.

Энрико Ферми, один из великих учителей нашего времени, создал тогда итальянскую школу современной физики при содействии Орсо Марио Корбино, блестящего организатора науки. Многие из учеников Ферми, такие как Разетти, Амальди, Сегре, Вик, Рака, Росси, Фано, Ферретти, Бернардини, Коккони, Конверси, Пиччиони и др., стали широко известными физиками.

О неизгладимом следе, оставленном Ферми в научной жизни Италии, можно судить по тому, что в настоящее время, через тридцать лет после того как он покинул свою родину, там успешно работает многочисленная группа довольно известных физиков (первого, второго и последующих поколений), которые продолжают традиции современных первоклассных теоретических и экспериментальных исследований, созданные Ферми. Ядро этой школы (Разетти, Сегре, Майорана, Амальди) сформировалось вокруг Ферми уже в 1927 г. благодаря усилиям Корбино.

Вот как Сегре описывает занятия, не связанные с университетскими

курсами, которые Ферми проводил с учениками:

«Они были совершенно импровизированными и неофициальными. Поздно вечером мы собирались в кабинете Ферми, и часто предмет разговора становился темой лекции. Например, мы спрашивали: «Что известно о капиллярности?» И Ферми экспромтом читал красивую лекцию о теории капиллярности. Таким образом, мы занимались рядом предметов на «промежуточном» уровне, соответствующем, например, знаменитой книге «Введение в теоретическую физику» Планка или книгам Слетера и Франка. Однако иногда уровень становился более высоким, и Ферми объяснял нам статью, которую сам только что прочел: так мы познакомились со знаменитой работой Шредингера по волновой механике. Эти лекции никогда не составляли регулярного «курса». Относительно некоторых областей, о которых мы ничего не знали и по которым мы задавали Ферми вопросы, он ограничивался упоминанием хороших книг... Однако книги, которые он предлагал, не всегда были самыми удачными, поскольку, очевидно, он упоминал те, которые изучил сам, а они не обязательно были хороши с педагогической точки зрения..»

Занятия были посвящены, главным образом, теоретической физике, но между слушателями теоретиками и экспериментаторами не делалось различий. Сам Ферми, который работал тогда только в области теоретической физики, также интересовался экспери-

ментальными работами. Его знания и интересы охватывали всю физику, и он внимательно прочитывал несколько журналов. Он предпочитал конкретные проблемы и недоверчиво относился к слишком абстрактным или общим теориям. Но любая специфическая задача в какой-либо области физики — в классической механике, спектроскопии, термодинамике, теории твердого тела и т. д. — могла увлечь его, бросив вызов его уму и физической интуиции. Часто, разговаривая с ним, мы видели развитие красивого, простого и ясного объяснения загадочного явления.

В то время много раз нам представлялся случай быть свидетелями зарождения и выполнения нового и оригинального исследования. Конечно, невозможно было сказать, какая предварительная работа уже была выполнена Ферми сознательно или подсознательно. Наверняка, у него не было ничего написанного. Мы присутствовали при развитии теории, которое происходило не слишком быстро, но практически без ошибок, неправильных начинаний или изменения направления мысли. Ферми как будто читал лекцию, хотя более медленно, и, наконец, наши записи (или по крайней мере соответствующие уравнения) были готовы для опубликования почти без переделок. Любопытная характеристика фермиевского способа работы состояла в **постоянстве** скорости, с которой он продвигался вперед. Если переходы были легкими, он все-таки продвигался медленно, и рядовой

наблюдатель мог бы задать вопрос: «Почему он теряет так много времени на такую простую алгебру?» Однако когда возникали такие трудности, которые остановили бы человека меньших способностей бог знает на сколько времени, Ферми решал их с той же скоростью. У нас создалось впечатление, что Ферми — каток, движущийся медленно, но не знающий препятствий. Окончательные результаты были всегда ясными, и часто мы задавались вопросом: «Почему это не было найдено давно, раз все так просто и ясно?» Ферми навсегда сохранял в памяти один раз использованный им метод и применял его к задачам, совершенно отличающимся от той, которая породила физическую идею и математическую технику...

Скорость формирования молодого физика в этой школе была невероятной...

Ферми не любил давать темы для дипломных работ или вообще для исследований. Он ожидал, что студенты сами найдут их или получат от старших товарищей. Причина этого, как он сам говорил, состояла в том, что ему было нелегко найти достаточно простые темы для начинающих... Крепкая, многолетняя дружба связывала всех участников этой группы. Разница в возрасте была невелика: самому старшему, Ферми, было 26 лет (в 1927 г.), а самому младшему, Амальди, — 19 лет. Корбино на вечерние занятия приходил редко. Однако он очень интересовался положением в группе, вопросами продвижения сотрудников по служебной лестнице и т. п. Как можно было ожидать, слухи о том, что происходит в Риме, быстро распространились среди молодых итальянских физиков, и скоро к нам стали приезжать Д. Джентиле, Б. Росси, Дж. Бернардини, Д. Рака, Ж. Вик, У. Фано и многие другие<sup>1</sup>.

Впервые в этом столетии, благо-

даря Ферми, иностранные физики потянулись к итальянскому центру исследований. Эти физики, среди которых были Баба, Бете, Блох, Лондон, Пайерлс, Плачек, Теллер, Уленбек, принимали участие в семинарах Института физики вместе с небольшой группой итальянских ученых и студентов; число участников семинара не превышало десяти.

Среди участников семинара я хотел бы отметить Этторе Майорану, личность которого могла бы заинтересовать не только физиков, но и литераторов. По происхождению Майорана принадлежал к видной сицилианской семье; он учился на инженерном факультете Римского университета. В 1927 г. Майорана, тогда еще студент, стал членом неофициальной группы Ферми (впрочем, он продолжал работать в институте без жалования и после получения диплома: он был богатым, а институт — бедным; по-моему, не исключено, что судьба Майораны сложилась бы не так трагично, если бы ему приходилось зарабатывать себе на хлеб). Спустя некоторое время после выступления в группу Ферми Майорана уже обладал такой эрудицией и находился на таком уровне понимания физики, что разговаривал с Ферми на научные темы на равных. Сам Ферми считал его крупнейшим физиком-теоретиком нашего времени, часто им восхищался, при этом иногда даже тушевался перед ним. Я точно помню слова Ферми: «Если задача уже поставлена, никто в мире не может решить ее лучше Майораны». Майорана был пессимистом по натуре, вечно был недоволен собой (и не только собой). На семинарах он обычно молчал, но иногда нарушал молчание ради саркастического комментария или для того, чтобы сделать парадоксальное, хотя и очень существенное, замечание. Я помню, как не раз на семинарах он терроризировал известных зарубежных физиков. Когда-то он был вундеркиндом. Это был математик большого масштаба и в то же время, как ни странно, живая «счетная машина». В «религиозной иерархии» института он имел звание «Великого инквизитора».

Трудно представить более различ-

ные характеры, чем у Ферми и у Майораны. Если Ферми был совершенно простым человеком (с маленькой оговоркой: он был гений), то характер Майораны был сложным и совсем не тривиальным. К великому сожалению Ферми, Майорана почти никогда не публиковал своих работ; его след в науке бесконечно менее значителен, чем мог бы быть. Начиная с 1932 г. Майорана все реже и реже встречался с другими физиками и в 1937 г. буквально исчез. По-видимому, он покончил с собой, но абсолютной уверенности в этом нет.

Семинары Ферми проходили в непринужденной обстановке и всегда много давали их участникам. Ферми был прирожденным учителем. Он не только мастерски проводил семинары и неофициальные лекции в узком кругу, но так же блестяще читал курсы лекций студентам. Его университетские лекции по квантовой механике, атомной физике, математической физике, термодинамике и его любимый курс по геофизике отличались большой ясностью и стройностью изложения; это, однако, не было результатом особо тщательной подготовки к лекциям (Ферми почти никогда не готовился к ним), а объяснялось глубокими знаниями и исключительной ясностью его ума. В конечном счете качество лекций было отражением его самостоятельной работы, проведенной еще школьником, когда он пытался осознать и понять различные явления природы.

В физике, по мнению Ферми, нет места для путаных мыслей; и физическая сущность любого действительно понимаемого вопроса может быть объяснена без помощи сложных формул. Правильность такого мнения иллюстрировалась замечательной способностью Ферми быть понятным слушателям самого различного уровня. Часто он утверждал, что действительно понимающие природу того или иного явления должны уметь получать основные законы из соображений размерности.

Ферми всегда подчеркивал огромную важность для студентов хорошей подготовки по классической физике, и он сам любил читать лекции

<sup>1</sup> Э. Сегре. Библиографическое введение к кн. Собрание научных работ Энрико Ферми, т. I. The University of Chicago Press, 1961.

по элементарной физике. Общий курс математической физики, прочитанный Ферми в Риме, представлял собой нечто вроде энциклопедии, содержащей элементы электродинамики, теории относительности, теории теплопроводности, теории упругости и диффузии. Он очень возражал против курсов математической физики, посвященных чрезмерно узким проблемам. Мне помнится, однажды он полусерьезно излагал группе сотрудников свои идеи, как следует реформировать высшее образование в университетах. «Возьмем,— сказал он,— для примера коллектив из двадцати студентов-однокурсников, которому при настоящих порядках следует слушать лекции по пяти различным предметам у пяти преподавателей. Это нерационально, гораздо целесообразнее была бы «система менторов», согласно которой каждый из пяти преподавателей возьмется за преподавание только четверем студентам всех пяти предметов». Мы возражали Ферми, что это будет хорошо только для тех четырех студентов, которые попадут в руки Энрико, а для других будет настоящая трагедия!

Невозможно провести грань между Ферми-физиком и Ферми-человеком. Своих студентов и сотрудников Ферми учил не только физике в прямом смысле этого слова. Собственным примером он учил их страстно любить физику, равно как и понимать дух и этику науки. Ферми упорно подчеркивал исключительную моральную ответственность ученого при опубликовании научной работы. В опубликованных работах Ферми обнаруживается почти педантичное внимание к точности выражений, в них не встретишь излишне категоричных утверждений и т. п. Но его совершенно не заботила эlegantность стиля и формы статей: для него важнее всего было содержание работы и ясность изложения.

Ферми нетерпимо относился к часто встречающейся тенденции экспериментаторов переоценивать точность своих измерений. В институте было известно «правило», которым руководствовался Ферми в своем отношении к новому или «странному» результату: увеличь втрое при-

веденную экспериментатором ошибку измерения и только после этого начинай свое рассуждение.

Несмотря на оригинальность и интуитивное чутье нового, Ферми был того мнения, что в науке новые законы надо принимать только в том случае, когда нет иного выхода. Ему очень не нравилось стремление некоторых физиков найти «сверхновое», не исчерпав всех возможностей в рамках уже существующих принципов и законов.

Если у читателя создалось впечатление, что Ферми был консерватором в науке, то я плохо рассказал о нем. Речь идет не о консервативности подхода Ферми, а о его фундаментальности. Что же касается его подхода к жизни, политике, искусству и т. д., то, действительно, было бы правильно назвать его консерватором.

Ферми глубоко презирал научный авантюризм, субъективизм в науке, тенденцию некоторых экспериментаторов получить именно те результаты, которые а priori им хочется найти. Он считал совершенно антинаучной и вредной для развития физики поспешность в опубликовании научных работ, вызванную желанием завоевать приоритет, и встречающуюся в некоторых лабораториях атмосферу «охоты за открытиями». Я помню такой случай 30-х годов. В одной статье — по мнению Ферми, совсем неубедительной (вследствие нечеткости постановки опыта и недоброкачества самих измерений) — группа иностранных физиков опубликовала сообщение об обнаружении дифракции медленных нейтронов. Несколько позже в печати появилось описание безупречных экспериментов другой зарубежной группы по этому вопросу; Ферми был возмущен тем, что приоритет в какой-то мере будет принадлежать пераой группе, которая его не заслуживает. «И самое печальное,— сказал он,— что против этой системы ничего нельзя предпринять». Более того, по мнению Ферми, совершенно недостойна привычка некоторых ученых при опубликовании своих экспериментальных работ «между прочим» приводить ненадежные данные (пытаясь завоевать приоритет) и не

считать для себя позором, если кто-либо опровергнет эти данные. Он презирал саморекламу в науке.

Пленительная ясность мысли, характерная для лекций Ферми, относится и к его книгам (Ферми написал их более десяти), и к его статьям (не только оригинальным, но и обзорным и популярным).

Ферми писал свои книги так же, как и читал лекции,— предельно ясно и, казалось, с минимальным усилием. Я помню, как студентом занимался по рукописи книги «Молекулы и кристаллы», когда автор еще писал ее. Каждое утро, между 6 и 8 часами, Ферми аккуратно писал на нечетных страницах тетради, оставляя четные страницы для возможных поправок. Однако когда рукопись книги была готова к печати, число поправок оказалось совершенно ничтожным.

Удивляло также, что Ферми мог писать, почти не прибегая к другим статьям или книгам. Кстати, однажды это привело к неожиданному результату, в связи с которым друзья Ферми долго подсмеивались над ним. В написанной Ферми книге по физике для средних школ он перекрестил итальянского физика XVII столетия Эванджелисту Торричелли в Джованбаттиста Торричелли (а знаменитых итальянских физиков не так уж много).

Вообще Ферми мало читал, а тем более мало покупал книг по физике после окончания университета; он предпочитал самостоятельно разработать заинтересовавший его вопрос, нежели найти готовый ответ.

Ферми также проводил сравнительно мало времени за научными журналами, хотя он всегда был великомерно осведомлен о происходящем в мире физики. Это достигалось «вытягиванием», по выражению самого Ферми, сведений в непосредственном разговоре с другими физиками. Вспоминается случай<sup>1</sup>, иллюстрирующий еще одну характерную для Ферми черту — способность давать советы специалистам, работающим в других, даже мало знакомых ему областях. В 1942 г. мне до-

<sup>1</sup> Б. Понтекорво. УФН, т. 57, 1955, стр. 349.

велось встретиться с Ферми в Чикаго. Я в то время работал в области применения ядерной физики к разведке месторождений нефти (нейтронный и гамма-каротаж). Поскольку Ферми не был знаком с этими методами, он, конечно, начал «вытягивать» сведения из меня. Вскоре он уже сам давал мне советы и высказывал многочисленные идеи, послужившие основой для дальнейшей длительной работы в этой области.

## Научная деятельность в Риме

Кипучая теоретическая деятельность Ферми со времени опубликования работы по статистике в 1926 г. до конца 1933 г., когда он начал работать в области ядерной физики, шла по трем главным направлениям.

Во-первых, Ферми в течение нескольких лет осваивал квантовую механику (а затем квантовую электродинамику) и успешно объяснял и страстно пропагандировал ее в научных кругах. Его «проповеди» пользовались громадным успехом у молодежи и ничтожным — среди ученых старшего поколения (в частности, у группы выдающихся римских математиков), которые не сумели принять революционного духа новой теории. Эту его деятельность лучше охарактеризовать словами ее очевидца, Э. Сегре:

«Первыми были поняты статьи Шредингера, которые вызвали большой интерес и энтузиазм. Ферми быстро объяснил их своим друзьям, позже — Корбино, который оставался скептиком некоторое время, еще позже он выступил на эту тему на математическом семинаре, где профессиональные математики старшего поколения, не очень хорошо знакомые с экспериментальными основами физики, выдвинули несколько остроумных возражений против общепринятой интерпретации квантовой механики.

В частности, профессор Кастельнуово поднял многочисленные вопросы. Ферми был склонен к нетерпимости по отношению к людям, не принимавшим нового развития квантовой меха-

ники, но, конечно, он относился по-разному к некомпетентным возражениям, которых было много, и к действительным настоящим трудностям, вроде тех, на которые было указано Кастельнуово.

Нередко он сожалел, что даже те люди, к которым он испытывал уважение и которыми восхищался, такие как Корбино, иногда проявляли скептицизм по отношению к квантовой механике и ее интерпретации, что являлось, как он думал, результатом недостаточного понимания. (Однако следует сказать, что в последние годы своей жизни Ферми был менее убежден в том, что обычная интерпретация квантовой механики является последним словом.) Спротивление квантовой теории оказывало, в основном, старшее поколение физиков, поскольку молодые физики либо поняли новую теорию (или поверили в нее), либо научились использовать эту теорию, даже не полностью разобравшись в ней.

Приход квантовой механики, по мнению Ферми, а также Корбино, означал завершение атомной физики. Фундаментальные вопросы были решены, будущее находилось в области ядерной физики и в исследовании сложных биологических структур<sup>1</sup>.

Я хотел бы несколько дополнить последние слова Сегре. Когда я приехал в Рим в 1931 г., Ферми часто утверждал (полусерьезно), что физика идет к концу (как и география) в том смысле, что скоро все будет ясно. Он думал, что будущее принадлежит генетике. При этом сам читал с большим интересом и рекомендовал сотрудникам книгу «Наука о жизни» Уэллса и Хаксли. Как ни странно, эти идеи о бесперспективности физики были у Ферми в 1931—1932 гг. — накануне невиданного скачка в современной физике, которому он сам значительно способствовал.

В деятельности Ферми по выяснению основ новой физики следует особенно упомянуть его переформулировку квантовой электродинамики,

<sup>1</sup> Э. Сегре. Указ. раб.

которая представляет собой блестящий (и типичный для Ферми) пример ясной трактовки трудного вопроса.

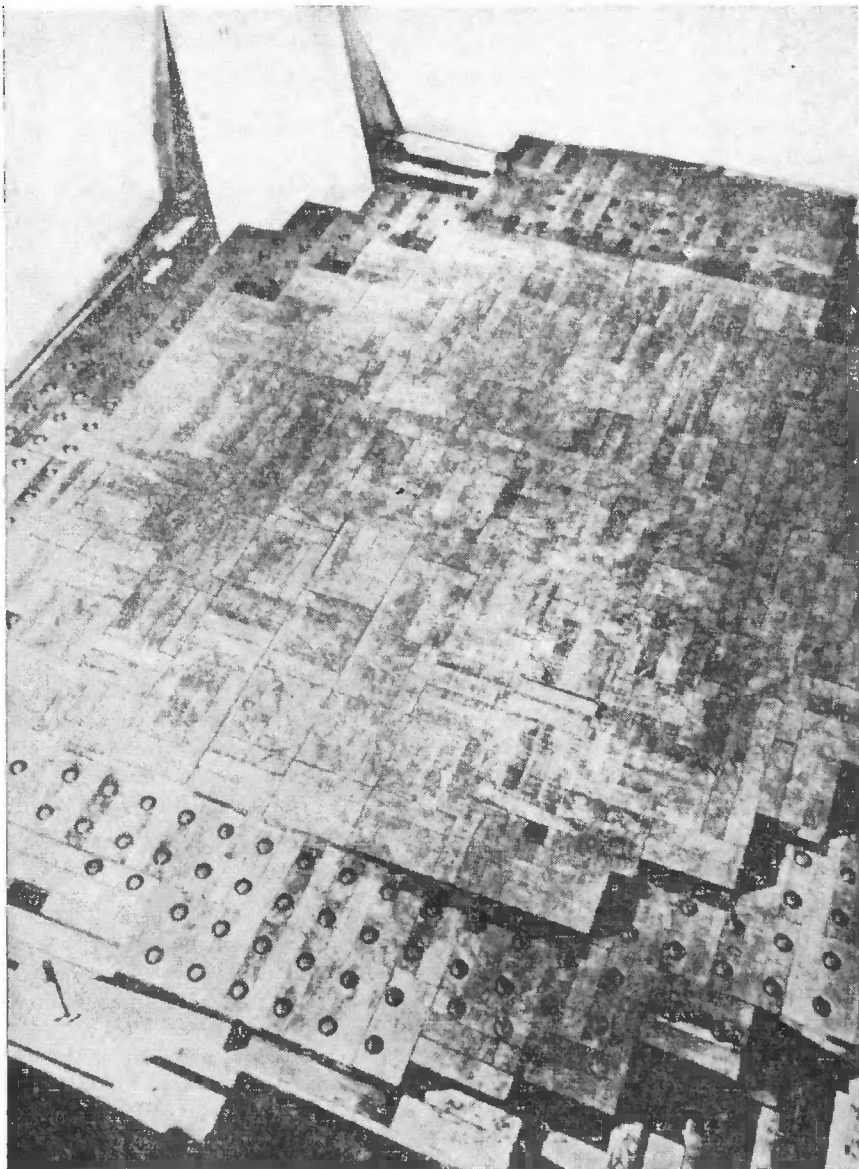
Второе важное направление теоретической деятельности данного периода состояло в продолжении его работ по статистической механике. В 1928 г. он (независимо от Томаса) применил свою статистику к определению среднего электрического потенциала в атоме (метод Томаса — Ферми).

Наконец («Last but not least!»), своими теоретическими работами Ферми внес неоценимый вклад в учение о структуре атомов и молекул. Особо следует упомянуть о совокупности теоретических работ по структуре молекул, в которых Ферми дает количественное объяснение различных экспериментальных наблюдений (книга «Молекулы и кристаллы»). Эти проблемы, интересовавшие Ферми в 1931—1933 гг., были связаны с основными экспериментальными исследованиями института, который по традиции, и особенно благодаря Разетти, в основном был первоклассной спектроскопической лабораторией.

Ферми разработал также количественную теорию сверхтонкой структуры спектральных линий, оставив и в этой области физики неизгладимый след. Кстати, уже в те годы Ферми придерживался мнения, что институт должен заняться ядерной физикой. Исследование сверхтонкой структуры спектральных линий, обусловленной, согласно Паули, взаимодействием магнитного момента орбитального движения электрона с магнитным моментом ядра, явилось естественным «мостом» для перехода интересов Ферми и лаборатории в целом от атомных проблем к ядерным.

В качестве «дебюта» в области чисто ядерной физики Ферми опубликовал в 1934 г. свою известную теорию бета-распада — классическую работу, основанную на гипотезе Паули, что в бета-процессе одновременно с электроном испускается нейтрино. Именуемая сама по себе большое значение, эта работа послужила и прототипом современных теорий взаимодействий элементарных частиц. Ферми направил эту ра-





*Первый атомный реактор (в процессе конструирования, 1942 г.)*

боту в английский журнал «Nature» для срочного опубликования в «Письмах в редакцию». Это означало, что он сам вполне осознавал значение данной теории, в создании которой ему очень помогло близкое знакомство с дираковской теорией излучения. Однако редакция «Nature» отказала ему в опубликовании работы на том основании, что работа слишком абстрактна и не представляет интереса для читателей. Это была, действительно, самая абстрактная из теоретических работ Ферми,

но не приходится сомневаться, что редактор всю жизнь сожалел о своем «диагнозе». В настоящее время считают, что найденное Ферми взаимодействие между нуклонным полем и полем пары электрон-нейтрино представляет собой частный случай более общего взаимодействия между любыми четырьмя фермионами — так называемое универсальное фермиевское взаимодействие, крайне малая интенсивность которого определяется малым значением «константы Ферми».

Несмотря на то что исследовательская деятельность Ферми до 1934 г. носила почти исключительно теоретический характер, скрытый экспериментатор изредка пробуждался в нем. Был, например, такой случай. Ферми получил корректуру своей книги «Молекулы и кристаллы»; один из снимков, на котором было изображено чередование интенсивностей в молекулярном спектре азота, не удовлетворил его. Ферми немедленно нашел подходящий свободный спектрограф и сам изготовил хороший снимок.

Первые крупные экспериментальные работы Ферми выполнил в области ядерной физики (1934 г.). Этим работам, за которые Ферми получил Нобелевскую премию, предшествовали два события: поездка Разетти в Германию с целью изучения экспериментальной методики ядерной физики и обсуждение на семинаре института под руководством Ферми классической книги Резерфорда по радиоактивности.

Сразу же после открытия Фредериком и Ирен Жолио-Кюри явления искусственной радиоактивности Ферми пришел к выводу, что нейтроны, поскольку они не имеют заряда, должны быть особенно эффективным орудием получения радиоэлементов, и со свойственной ему энергией начал систематически облучать нейтронами почти все существующие элементы. Нет необходимости напоминать здесь о всех поразительных результатах экспериментов Ферми: получение более шестидесяти радиоактивных изотопов; открытие замедления нейтронов и большой вероятности их захвата в таких элементах, как кадмий и бор; открытие «групп» нейтронов и т. д. Все эти блестящие и совершенно неожиданные открытия были опубликованы в виде коротких сообщений в итальянском журнале «Ricerca scientifica», превратившемся благодаря Ферми из совершенно неизвестного издания в журнал международного значения. Только за год лаборатория спектроскопии выросла в первоклассную, хотя и маленькую, лабораторию ядерной физики.

Римская лаборатория была действительно маленькой. Общее число

научных сотрудников и механиков, работавших с Ферми, едва достигало десяти. Ежегодно с дипломом физика университет оканчивали один-два студента, несмотря на то что на физико-математическом факультете профессорами были Ферми, Разетти, Вольтера, Леви-Чивита... Малое число дипломантов объяснялось незавидными перспективами, открывавшимися тогда перед молодыми физиками в Италии.

Что касается средств, необходимых для исследовательских работ, то фашистское правительство, так щедро помогавшее крупным промышленникам, оказалось довольно скупым, когда речь шла о финансировании науки. Однажды, с целью экономии средств, Ферми решил, что стандартные электрические вилки следует изготавливать в лабораторной мастерской; он провел два дня с механиком, стараясь найти удобный способ их изготовления, но после этого ему пришлось оставить свое предложение как неэкономичное!

Кстати, затраты Ферми и сотрудников на нейтронные исследования были удивительно малыми. Кроме зарплаты и ничтожной официальной дотации института на оборудование и материалы для всех нейтронных работ, была получена субсидия (около 1000 долларов) от Национального совета по исследованиям.

Участие Ферми в качестве исполнителя в экспериментальных работах было всегда непосредственным; он не только руководил, но и любил работать своими собственными руками. В частности, Ферми был неплохим стеклодувом. Непосредственное и повседневное участие Ферми в работе, руководимой им, было возможно только потому, что он упорно отказывался занимать административные должности. Немногие знают, что он никогда не был во главе лабораторий, в которых работал.

Ферми в лаборатории всегда сохранял неизменное спокойствие. Говорили, что в 1942 г., когда первый ядерный реактор, построенный им, приближался к критическим условиям, Ферми прервал общее напряжение известной фразой: «Пойдем обедать». Почти за десять лет до этого случая, когда в Римском ин-

ституте физики случайно, хотя и не без фермиевской интуиции, было обнаружено, что водородсодержащие вещества вызывают увеличение уровня активации при облучении нейтронами, Ферми охладил пыл своих сотрудников той же фразой: «Пойдем обедать». К концу обеда Ферми уже объяснил открытие (эффект Ферми) как явление замедления нейтронов и заметил: «Как глупо, что мы не предсказали этого раньше». Примерно через год основы той области физики, которая сегодня носит название «нейтронной», были так ясно сформулированы Ферми, что некоторые его статьи, в частности работы «Поглощение и диффузия медленных нейтронов» и «О движении нейтронов в средах, содержащих водород», почти 35 лет спустя после опубликования являлись лучшим введением в этот раздел физики, однаково интересующий как физиков, так и инженеров.

В период с 1934 по 1936 г. Ферми целиком посвятил себя нейтронным исследованиям, благодаря чему, естественно, в жизни Института физики произошли заметные изменения. Ферми был вынужден прекратить свою неофициальную педагогическую деятельность с подающими надежды студентами. Крайняя занятость Ферми в экспериментальной работе привела к тому, что зарубежные физики почти перестали приезжать к нему учиться. Забегая вперед, отмечу, что в последние годы жизни Ферми вернулся к старому обычаю римского периода — к специальным занятиям с молодежью; сегодня его учениками считают себя Андерсон, Вольфенштейн, Гарвин, Гелл-Манн, Гольдбергер, Ли, Маршал, Орир, Розенфельд, Штейнбергер, Уаттенберг, Чемберлен, Чу, Янг и многие другие.

В опытах, выполненных в Риме в 1934—1935 гг., бомбардировка урана нейтронами вызвала образование ряда радиоактивных элементов, среди которых, по мнению Ферми, был и элемент с атомным номером 93. Как стало ясно впоследствии, эти элементы в действительности оказались продуктами деления, и, хотя при бомбардировке урана образуются трансуранные элементы, сооб-

щение Ферми об элементе 93 было неверно — единственная ошибка в течение его долгой и блестящей исследовательской деятельности. Это, надо отметить, не затормозило развития исследований, которые привели к открытию деления. Однако Ферми очень расстроило опубликование работы по элементу 93, точнее, шумное обнаружение (против его воли) результатов этой работы в газетах.

В Римском институте физики Ферми получил прозвище «Папы», с которыми обращались к нему все его сотрудники и друзья не только в Риме, но и во всем мире. Прозвище это означало, что Ферми (в области физики!) был непогрешим так же, как считается непогрешимым в вопросах религии глава католической церкви — папа римский. Ферми, конечно, остался «Папой» даже после случая с элементом 93.

Что же особенно выделяло Ферми среди других известных экспериментаторов? Его не отличало какое-либо особое искусство конструирования сложной аппаратуры и постановки «акробатических» экспериментов (впрочем, он быстро овладел и этим искусством, когда в том появилась необходимость). Конечно, Ферми был в высшей степени энергичным, работоспособным, терпеливым и упорным; но этими качествами обладали, вероятно, все великие естествоиспытатели. По-видимому, уникальная черта Ферми, ученого XX в., заключалась в объединении экспериментального подхода с теоретическим — черта, которая была свойственна великим физикам прошлых веков. Он сам часто говорил, что разделение физики на теоретическую и экспериментальную — вещь вредная. Именно благодаря этой своей черте он всегда умел ставить самые существенные вопросы и затем быстро отвечать на них с помощью самых простых, но адекватных для решения поставленной задачи экспериментов. «Аппаратурной эстетикой» он совершенно не увлекался. Единственное, что он требовал от своих экспериментальных установок, — чтобы они действовали так, как он наметил. В связи с этим мне вспоминается один эпизод. Однажды Разетти критиковал Ферми за то, что он изго-

товил некрасивую установку. «Но она работает», — заметил Ферми. Теперь уже рассерженный Разетти наступал: «Энрико, в экспериментальной работе ты способен на недостойные поступки. Посмотри на этот электрометр Эдельмана (Разетти имел в виду блестящий, хромированный, нарядный и прекрасный прибор, бывший в наших глазах символом технического совершенства); если бы ты считал, что для получения некоторых сведений его следует смазать «куриной кровью» (на нашем жаргоне мы так именовали широко использовавшуюся в лаборатории красноватую и неаппетитно выглядящую мастику), ты бы сделал это. А я неспособен на такой поступок, даже если бы был уверен, что это даст мне Нобелевскую премию. Признаться, Энрико, что ты бы так сделал». И Ферми, который высоко ценил экспериментальный талант Разетти, спокойно ответил: «Конечно, я выкупал бы все наши электрометры в «куриной крови», если бы это помогло узнать что-нибудь существенное».

## Жизнь Ферми в Риме

Личная жизнь Ферми со времени, когда он обосновался в Риме, протекала спокойно и благополучно в течение нескольких лет, примерно до 1936 г. Он женился в 1928 г. на синьорине Лауре Капон (ставшей впоследствии автором переведенной на русский язык популярной книги «Атомы у нас дома»). Как мы увидим, это событие десять лет спустя стало главной причиной того, что Ферми вместе с семьей покинул родину. В 1929 г. Ферми был несколько неожиданно избран, по-видимому благодаря сенатору Корбино, членом Королевской академии Италии. Это была новая академия, созданная Муссолини для увеличения престижа фашистского режима. Члены академии получали довольно значительное вознаграждение. Избрание в академию заметно увеличило доходы Ферми, принесло звание «его превосходительства» и довольно смешной мундир. Полученная таким образом материальная обеспеченность позволила ему более устремленно сконцентрировать



*Энрико Ферми. Лос-Аламос (США). 1946 г.*

свои усилия на научной работе. Он категорически отказался не только от административных и руководящих должностей, которые, как правило, сопровождают избрание на такие посты; теперь для Ферми стало возможным постепенно оставить редакторскую работу в отделе физики Итальянской энциклопедии Треккани (эту должность он получил в 1928 г. благодаря сенатору Корбино в виде «компенсации» за то, что остался в Риме, отказавшись от почетного и выгодного предложения занять бывшую кафедру Шредингера в Цюрихе).

Ферми вел размеренную жизнь и почти никогда не изменял своим привычкам. Теоретической работой он занимался с половины шестого утра до половины восьмого. В институт, который находился в живописной местности, вблизи от центра, но все-таки достаточно далеко от всякого шума, он приезжал не позже девяти утра. Официальные университетские лекции он читал с утра. На обед и отдых (или теннис три раза в неделю) отводилось время с 13 до 15 часов. В воскресенье утром он просматривал периодическую литературу в институте, разговаривал с Корбино и со своими сотруднича-

ми, обычно на научные темы. В воскресенье после обеда — прогулки с женой, сотрудниками и их женами. Во время рождественских каникул он ходил на лыжах. Лето проводил либо в Альпах на отдыхе, либо читая лекции за границей. Во время летнего пребывания за границей он обычно писал книгу или обзор, отражавшие содержание прочитанных лекций. Так родились его знаменитая статья «Квантовая теория излучения» (лекции, прочитанные в 1930 г. в Мичиганском университете) и книга «Термодинамика» (лекции, прочитанные в Колумбийском университете в 1936 г.).

Так, очень эффективно, хотя спокойно и без спешки, проходило у Ферми время приблизительно до 1936 г. Как правильно заметил Сегре, «нейтронные исследования были проведены так быстро только потому, что они выполнялись маленькой группой, работающей в полной гармонии и без административных препятствий»<sup>1</sup>.

Общаясь с весьма узким кругом университетской интеллигенции, которому мир героического антифашистского итальянского рабочего класса был совершенно неизвестен, Ферми не проявлял никакого интереса к политике. До 1936 г. фашистская диктатура не очень мешала исследовательской работе института. К тому же положение в Италии казалось много лучше, чем в Германии, что и подчеркивалось некоторыми физиками группы Ферми, работавшими временно в Германии и возвратившимися в Италию. Несмотря на свою аполитичность, Ферми во время пребывания в Риме в период фашистской диктатуры сохранил свою непоколебимую научную честность, находясь даже в совершенно развращенной фашистской Королевской академии Италии. В частности, он всегда боролся за признание научных достижений, а не заслуг перед фашистским государством, как критерия при выборе ученых на университетские кафедры и другие должности.

Положение лаборатории начало ухудшаться с того момента, когда Муссолини подготовил и начал аг-

<sup>1</sup> Э. Сегре. Указ. раб.

рессию против Абиссинии, и продолжало ухудшаться после того, как фашистская Италия и нацистская Германия стали союзниками в позорной войне против испанского народа, и, наконец, после аннексии Австрии Германией. Фашистский режим, который вначале был орудием крупного итальянского монополистического капитала, стал марионеткой более серьезного хозяина — агрессивного немецкого империализма.

Были и другие трудности, которые препятствовали нормальной работе Ферми в Физическом институте и привели его к решению покинуть родину: потеря некоторых сотрудников, уже не работавших в Риме, кончина профессора Корбино и назначение на пост директора института человека, не питавшего никакой симпатии к исследованиям Ферми, и, наконец, антисемитские фашистские законы, которые непосредственно его не касались, но могли угрожать его семье (жена Ферми была итальянкой еврейского происхождения, сам он был католиком).

Благоприятный случай представился в 1938 г.: Ферми был награжден Нобелевской премией за исследовательские работы по свойствам нейтронов и вместе с семьей из Стокгольма, где он получал премию, уехал в Нью-Йорк. Он покинул родину без шума; практически никому не было известно, что его поездка за границу — безвозвратна. Некоторое время спустя (также без шума) он обратился к итальянским авторитетным лицам с просьбой передать его академическое жалование в помощь молодым ученым. (В Италию он приезжал на Международный конгресс физиков десять лет спустя, уже после войны; его приняли триумфально.)

Впоследствии Ферми собственным примером внес значительный вклад, чтобы рассеять весьма распространенное тогда в капиталистических странах мнение, будто «итальянец» и «фашист» — синонимы. И не случайно сегодня в Италии именно неофашистская печать не считает для себя позором оскорблять память человека, которым весь итальянский народ вправе гордиться как одним из своих лучших сынов.

## Атомная энергия

В Нью-Йорке, в физическом отделе Колумбийского университета, который наряду с другими высшими учебными заведениями США предложил Ферми постоянную должность, он работал и ранее, до награждения Нобелевской премией; там у него были хорошие друзья. Поэтому он принял предложение занять должность профессора физики Колумбийского университета и с семьей поселился в Нью-Йорке.

Там в 1939 г. он создал количественную теорию ионизационных потерь энергии заряженными частицами, учитывающую поляризацию вещества, через которое эти частицы проходят. Из этой теории, которая впоследствии подтвердилась опытом и теперь стала классической, следует, что тормозная способность вещества зависит от степени их конденсации (фермиевский эффект плотности).

Возобновление экспериментальной деятельности Ферми в США определилось тем, что сразу после открытия Ганом и Штрассманом деления урана нейтронами он понял, какие революционные возможности могли вытекать из этого явления. В Пьюпиновской лаборатории некоторые физики как раз заинтересовались проблемой урана. Один из них, Г. Андерсон, по характеру, складу ума и научным склонностям очень напоминал Амальди, идеального помощника Ферми в его экспериментальной работе. К тому же лаборатория имела хороший циклотрон. Итак, Ферми с Андерсоном образовали ядро небольшого коллектива, из которого затем выросло огромное научно-техническое учреждение — так называемая Металлургическая лаборатория в Чикаго. Ферми со своей склонностью все делать самому и скромным опытом работы с микроскопическим коллективом, конечно, не предвидел такого превращения.

Независимо от группы экспериментаторов, работавших под руководством Жюлио-Кюри, Ферми скоро экспериментально доказал, что при делении урана испускается несколько нейтронов — а это говорило о воз-

можности цепной реакции. С этого времени (1939 г.) вся деятельность Ферми в течение нескольких лет была посвящена проблеме овладения атомной энергией; добился он успеха в декабре 1942 г. в Чикаго. Ферми назвал первый ядерный реактор «*pila*», что по-итальянски означает нечто, сложенное из многих одинаковых слоев, подобно тому как вольтов столб — первый источник постоянного тока — по-итальянски называется «*pila*» Вольты. Ясно, что «*pila*» Ферми имеет не меньшее историческое значение, чем «*pila*» Вольты.

После создания первого реактора Ферми продолжал свои исследования в области мирного и военного применения атомной энергии в Чикаго, а с 1944 г. — в Лос-Аламосе, при этом, заметим, он не был ни директором Чикагской металлургической лаборатории (возглавлявшейся С. Аллисоном), ни Лос-Аламосской научной лаборатории (руководимой знаменитым физиком Р. Опленгеймером). Вот рассказ Сегре о деятельности Ферми в Лос-Аламосе:

«У Ферми не было никакой специфической научной обязанности, ни административной ответственности; правда, он состоял членом руководящего совета лаборатории, с которым директор консультировался по всем важным вопросам, но по существу в лаборатории он был кем-то вроде «оракула», работа которого заключалась в решении проблем, находящихся выше обычных способностей коллектива (и какого коллектива!). Дж. фон Нейман, который был там консультантом, был также «оракулом». В Лос-Аламосе Ферми прямо интересовался только «кипящим котлом», гомогенным реактором; но вообще, повторяю, он участвовал в работах по всем новым или необычным проблемам. Помню, я присутствовал в его кабинете на обсуждениях гидродинамических проблем вместе с фон Нейманом. Обсуждения приняли странную форму соревнования перед черной доской: кто первый решит проблему. Фон Нейман, пользуясь своим непостижимо быст-



*Энрико Ферми (справа) и Бруно Понтекорво на экскурсии в Альпах во время участия в Физическом конгрессе в Комо. 1949 г.*

рым аналитическим искусством, обычно выигрывал. Иногда такие обсуждения прерывались неожиданными событиями. Например, во время одной из этих гидродинамических дискуссий я был свидетелем прихода одного эксперта по электронике, который находился перед новой и очень трудной проблемой создания нужной электронной схемы. В течение 20 минут Ферми придумал схему, которая могла решить проблему; однако никто не знал, существует ли лампа с необходимыми особыми характеристиками. Проверка по справочнику обнаружила, что требуемая лампа имеется; соответствующий прибор был скоро создан и удовлетворительно «работал»<sup>1</sup>.

Ферми работал над созданием атомной бомбы и принимал участие в испытании ее первого образца. Ряд дальновидных ученых США во главе с Лео Сцилардом и лауреатом Нобелевской премии Дж. Франком обратились к правительству США с настоятельной просьбой не

использовать это ужасное оружие в военных операциях, но, к сожалению, четверо видных ученых, входивших в состав правительственного совета по ядерным делам, — Комптон, Лоуренс, Оппенгеймер и Ферми рекомендовали использование атомной бомбы в войне против Японии. Это — факт, но, конечно, не им была предопределена трагическая судьба Хиросимы: все было предрешиено военными кругами США.

Теперь хорошо известно, что при использовании атомной бомбы в конце мировой войны правительство США никак не руководствовалось требованиями военной ситуации: ужас Хиросимы нужен был ему как первый акт атомной дипломатии.

Конец войны застал Ферми в Лос-Аламосе.

Здесь невозможно дать хотя бы стдаленное представление о той колоссальной работе, которую выполнил Ферми в области атомной энергии. Большинство работ этого периода (1939—1945 гг.) были засекречены и впервые появились в печати в недавно вышедшем за рубежом издании сочинений Ферми. В СССР

собрание сочинений Э. Ферми уже подготовлено к печати и будет издано в серии «Классики науки» в 1971 г. Вошедшие в него труды Ферми этого периода достаточно подробно характеризуют огромную исследовательскую работу, представляющую большой интерес для истории науки и технологии, да и для истории вообще.

Представленная здесь биография и была подготовлена главным образом для этого издания.

Работы по замедлению и диффузии нейтронов в графите, выполненные Ферми совместно с Андерсоном, являются примером экспериментального и теоретического мастерства. Многие научные термины, принятые в этой области, носят имя Ферми: нейтронный возраст по Ферми, фермиевская тепловая колонка и т. д. Здесь же следует напомнить о методе Ферми определения критических размеров реагирующей среды в опытах, выполненных при относительно малом количестве урансодержащего вещества (экспоненциальный опыт Ферми). Опыт, описание которого можно найти во всех книгах, посвященных ядерным реакторам, так прост, что сегодня трудно представить себе иной подход к рассматриваемому вопросу. Кстати, многие из результатов, полученных Ферми по исследованию реакторов, и вообще по развитию «нейтроники», отражены в великолепных «Лекциях по нейтронной физике», прочитанных для молодых ученых Лос-Аламосской лаборатории. Как видно, от преподавательской деятельности Ферми не отказался даже в период крайне напряженной экспериментальной работы.

### Последний период научной деятельности

После войны Ферми занял должность профессора физики Чикагского университета (1946 г.) и стал одновременно сотрудником только что созданного Института ядерных проблем (теперь носящего его имя). Он отказался от поста директора института, и директором стал его старый друг С. Аллисон. Теперь институт возглавляет его ученик Г. Андерсон.

<sup>1</sup> Э. Сегре, Указ. раб.

Используя построенный им реактор на тяжелой воде в качестве источника нейтронов, Ферми открыл новую главу в области ядерной физики — нейтронную оптику.

Создатель ядерной науки, Резерфорд, сказал, что ученики не позволяют ему стареть. Это утверждение верно для большинства ученых, достойных звания наставника. Что же касается Ферми, то до конца своей жизни он был моложе духом любого своего ученика или сотрудника. И до конца своих дней Ферми оставался студентом, всегда полным страстного желания получить новые знания.

В возрасте около пятидесяти лет Ферми, имевший в своем распоряжении ряд реакторов для фундаментальных исследований в крайне интересной, им же созданной области, решает полностью изменить направление своей деятельности и посвящает себя исследованиям частиц высоких энергий. В частности, его привлекает одна из центральных проблем современной физики — проблема мезон-нуклонного взаимодействия. Его исследования (1953 г.) по рассеянию положительных и отрицательных  $\pi$ -мезонов протонами открыли еще одну новую главу экспериментальной и теоретической физики.

В работах по рассеянию  $\pi$ -мезонов на водороде особенно ярко выступает личность Ферми как выдающегося теоретика и экспериментатора. В этих работах он участвовал не только как руководитель, но и как непосредственный исполнитель: например, он разработал конструкцию внутренней мишени синхротронного ускорителя, управляемой дистанционно.

В работах по  $\pi$ -мезонам, как и в других работах, неизгладимый след идей и личности Ферми оставался не только в содержании его исследований, но также и в особых методических подходах, в новых научных выражениях и даже в крайне удачных обозначениях. Между прочим, Ферми был того мнения, что вопрос о простоте обозначений имеет первостепенное значение в теоретической физике.

Невозможно получить представление обо всем объеме его теорети-

ческой деятельности по опубликованным статьям: для публикации он отобрал лишь незначительную часть своих работ. Вот почему нет ни одной невыдающейся теоретической работы зрелого Ферми. Результаты неопубликованных работ, однако, Ферми записал в краткой форме и сохранил в многочисленных тетрадках, составлявших, как он сам сказал, его «искусственную память».

Из теоретических статей Ферми в области высоких энергий особое место занимают две, касающиеся так называемого фермиевского механизма ускорения первичных космических лучей и теории множественного образования мезонов. Обе основаны на идеях, столь же простых, как и поразительных.

Объяснение (1949 г.) механизма ускорения первичных частиц в космических лучах основано на принципе равномерного распределения энергии. Рассмотрим соударения микрочастиц с движущимися макроскопическими телами. Хотя в отдельном столкновении частицы могут потерять или увеличить свою энергию, в конечном счете имеется тенденция к статистическому равновесию, а это означает, что частицы при соударениях с макроскопическими телами в среднем ускоряются. Согласно теории Ферми, заряженные частицы отклоняются магнитными полями, связанными с межзвездным проводящим газом, и в конце концов стремятся приобрести энергию, равную энергии движущегося газа в целом. Эта работа имеет большое значение не только для физики космических лучей; в ней содержатся основополагающие идеи и подходы к таким областям, как физика плазмы, космофизика и астрофизика.

Это не единственная работа Ферми, имеющая астрофизическое значение; давным-давно он тянулся к астрофизике, но только в последние годы жизни ему удалось достичь вершины и в этой области науки.

В теории множественного образования частиц (1950 г.) процесс соударения при очень высоких энергиях рассматривается при помощи статистических и даже термодинамических методов. До сих пор фермиевские идеи остаются основополагаю-

щими в области физики сверхвысоких энергий.

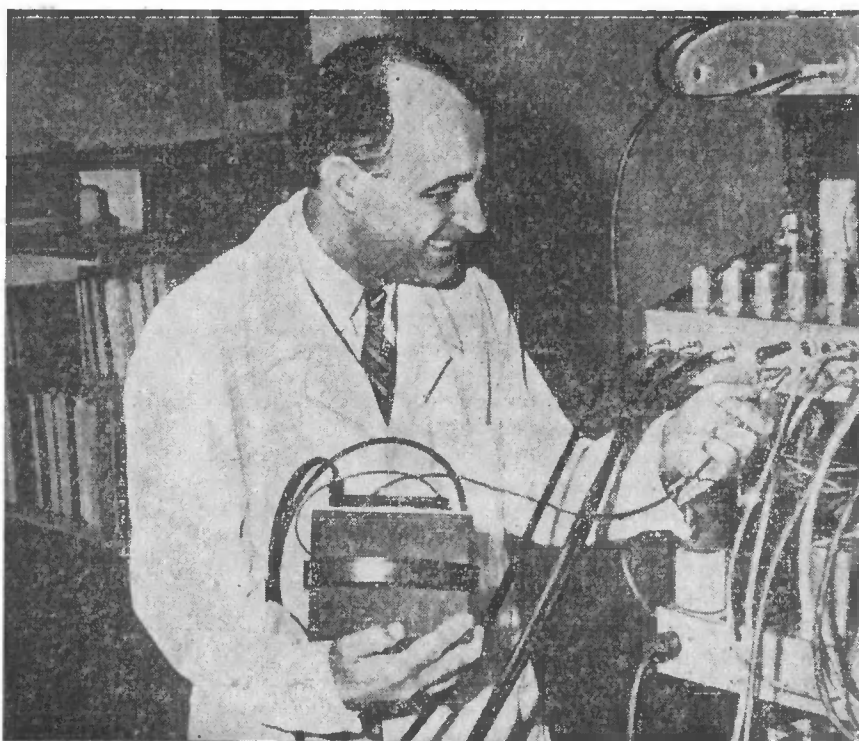
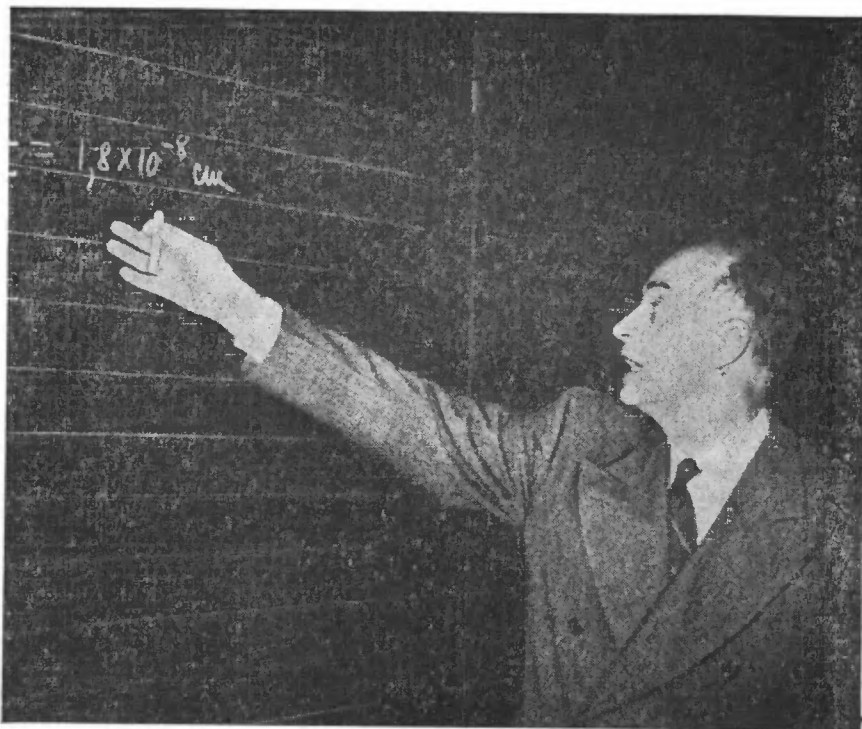
Такое поразительное долголетие идей Ферми объясняется тем, что он обладал исключительной физической интуицией. Ферми всегда находил наиболее простые подходы к решению самых сложных практических задач. Что же касается исследований фундаментального характера, то избранные Ферми большие проблемы становились всегда простыми, хотя эта простота, конечно, проявлялась только после того, как он их блестяще разрешал.

Можно привести много примеров замечательной интуиции Ферми. Не проявлением ли интуиции был вопрос, который на одном из семинаров он задал Марии Гепперт-Майер? Она поблагодарила его за этот вопрос в своей знаменитой работе о модели ядерных оболочек, за которую много лет спустя была удостоена Нобелевской премии, следующими словами: «Я признательна Энрико Ферми за его замечание в виде вопроса, имеется ли хоть какое-либо указание, свидетельствующее в пользу спин-орбитальной связи, которое и породило настоящую работу».

Еще одно далеко идущее замечание сделал Ферми, когда Гелл-Манн в начале 50-х годов предложил ввести «странность» элементарных частиц. По схеме Гелл-Манна было необходимо, чтобы  $K^0$ -мезон отличался от  $\bar{K}^0$ -мезона, причем распады обеих этих частиц считались в то время тождественными. И вот Ферми спросил Гелл-Манна: «Как вы можете представить себе  $K^0$  и  $\bar{K}^0$  различными, если они распадаются неразличным образом?» Как теперь ясно, в этих словах скрыта глубокая догадка о дуальных свойствах нейтральных каонов и вообще о том круге физических проблем, относящихся к свойствам нейтральных каонов, который вскоре вырос в самую волнующую главу физики элементарных частиц.

Я хотел также рассказать об одной привычке Ферми, которая была известна только тем, кто хорошо его знал. Хотя Ферми никогда не боялся трудностей (в частности, ма-





Энрико Ферми на лекции (вверху) и в лаборатории (внизу).

тематических) в своей работе, все-таки он не любил их подчеркивать при изложении результатов. Таким образом, в лекциях или беседах Ферми всегда можно было видеть отчетливое стремление обойти трудности. Такая черта его характера иногда приводила к довольно любопытным эпизодам. Происходило это чаще всего тогда, когда Ферми, убедившись в правильности некоторого нового результата (конечно, доказанного им со всей научной строгостью), намеренно излагал его с помощью только простых и интуитивных аргументов. И если кто-нибудь пробовал оспаривать результат как нестрогий или искал более строгое решение, это доставляло ему большое удовольствие; он или вовсе молчал, улыбаясь, или лукаво произносил: «Несчастенькие!» Читателю может показаться, что это похоже на «демагогию». Конечно, дело не в демагогии: всем этим Ферми призывал к поискам самого дорогого для него — простого пути к истине.

Мне хотелось бы здесь отметить также полное отсутствие у Ферми научного догматизма. Это редчайшее явление для таких одаренных физиков, каким был Ферми, с такой огромной эрудицией и удивительной способностью использовать «незыблемые» законы и основы науки. Кстати, мне кажется, что как раз одна из самых характерных черт Ферми — это его требование «золотой середины» или, если хотите, необходимости борьбы на два фронта в науке: крайне важны основные принципы, но вредна предвзятость; да здравствует новое, но пусть новое узаконивается только тогда, когда старое оказалось негодным; физика движется вперед благодаря открытиям, но не только благодаря открытиям; очень хорошо, если физик удастся открыть новое явление или предсказать неожиданную закономерность, но физика не делается охотой за открытиями; оригинальность и научная фантазия хороши только в сочетании с глубоким знанием.

Ферми приехал в Италию в 1949 г. на Физический конгресс (первую значительную международную конференцию после войны), состояв-

шийся в Комо, городе Алессандро Вольты. В Комо можно было убедиться, с какой теплотой относились к нему не только зарубежные и итальянские физики, но и местные жители. В Италии он провел всю осень 1949 г. и прочел тогда те самые лекции, которые впоследствии были изданы в виде книги «Лекции по атомной физике». Уже один взгляд на оглавление этой популярной книги дает представление о широте интересов Ферми в то время: от физики элементарных частиц до нейтронной оптики, от дираковского монополя до космологии, от квантовой электродинамики до ядерной археологии.

И другие лекции, связанные с его преподавательской деятельностью в Чикагском университете или с участием в летних школах, как правило, завершались изданием книги. К изданию юнги «Лекции по пионам и мюклонам» привела и его последняя, состоявшаяся за несколько месяцев до смерти, поездка в Италию, где он читал свои великолепные лекции на эту тему в летней школе в Варенне, на озере Комо (теперь ежегодная школа по физике имени Энрико Ферми).

По возвращении в Чикаго стало ясно, что он неизлечимо болен. В воспоминаниях Янга содержится волнующий рассказ о прощании Янга и Гелл-Манна со своим учителем в больнице, где Ферми лежал, вполне сознавая безнадежность своего положения. Он был слишком рационалистичен, чтобы тешить себя иллюзиями, но работал до конца своей жизни с олимпийским спокойствием. Он скончался 29.XI.1954 г.

Сегре рассказывает<sup>1</sup>, что в последние годы он заметил у Ферми ярко выраженное желание избежать даже малейшей потери времени, как будто он предпочитал, что времени у него осталось слишком мало. Ферми действовал так, как будто судьба определила ему задание, поставила цель, которой он должен был обязательно достичь. Когда в 1946 г. Ферми оценивал, что им уже было сделано и что остается сделать, он сказал Сегре: «Одна треть». И этим он хотел сказать,

что дал науке «только»  $\frac{1}{3}$  того, что, глядя в будущее, собирался создать за время своей жизни.

Трудно представить, сколько успел бы Ферми сделать в науке, если бы он прожил еще 15—20 лет. Судя по тому, как фактически развивалась после смерти Ферми физика элементарных частиц и астрофизика, на которых были главным образом сфокусированы его интересы в последний период жизни, позволительно считать, что он мог бы внести еще огромный вклад в науку. Я хотел бы проиллюстрировать эту точку зрения на примере.

После работы учеников Ферми, теперь лауреатов Нобелевской премии Ли и Янга, о несохранении четности в слабых взаимодействиях (1956 г.) Ландау, Саламом и другими была сразу предложена теория так называемого продольного нейтрино. Вполне допустимо, что Ферми не осознал бы первым уникальные новые свойства нейтрино, но после опубликования теории продольного нейтрино он, наверняка, создал бы универсальную теорию слабых взаимодействий, которая была предложена в 1957 г. лауреатами Нобелевской премии Фейнманом и одним из учеников Ферми Гелл-Манном. Ведь фермиевская теория бета-распада (1933 г.) содержала все предпосылки универсальной теории; к тому же никто лучше Ферми не мог разгадать ошибочность некоторых экспериментальных результатов, которые как раз препятствовали созданию этой теории, сегодня по праву называемой теорией универсального взаимодействия Ферми. Но Ферми не дожил до того времени, когда его теория фактически стала последним словом в науке о слабых взаимодействиях.

Ряд других работ Ферми приобрели особенную важность спустя несколько лет после его кончины. Среди них хотелось бы упомянуть первую работу о составных моделях элементарных частиц, которая дала начало новому направлению, вылившемуся пятнадцать лет спустя в современную теорию как называемых кварков.

Досадно также, что Ферми, обнаруживший в 1953 г. первый случай

так называемых адронных резонансов, не смог увидеть продолжающегося до сих пор триумфального развития этого направления и появления в таблицах элементарных частиц сотен резонансов.

Еще одним примером проявления научной проницательности Ферми служит его работа по теории, которая сегодня известна под названием теории «горячей Вселенной». Если судить по живому интересу, с которым Ферми следил за этой теорией, можно утверждать, что он быстро и творчески реагировал бы на астрофизическую сенсацию 1965 г.: сообщение о наблюдении Пенсасом и Вильсоном изотропного космического электромагнитного излучения со спектром, соответствующим излучению черного тела при температуре около 3 °K (реликтового излучения).

Для большинства образованных людей имя Ферми связано с созданием первого уранового реактора, что послужило решающим шагом в новый, атомный век.

Для профессиональных физиков имя Ферми связано с блестящими успехами современной физики, всей физики почти полувекового периода. И, действительно, спустя 15 лет после кончины Ферми не найдешь ни одного выпуска физического журнала, будь то ЖЭТФ, «Ядерная физика», «Physical Review» или какой-либо другой журнал, в котором бы несколько раз не упоминалось его имя. Награждение Нобелевской премией считается признаком достижения вершин в науке. Невольно спрашиваешь, если бы исследования Ферми публиковались различными авторами, скольких Нобелевских премий они могли быть удостоены? Мне кажется, не менее шести, а именно: за статистику, теорию бета-распада, исследования по свойствам нейтронов, совокупность теоретических работ по структуре атомов и молекул, создание первого атомного реактора, работы по физике высоких энергий.

Те, кому посчастливилось учиться у Ферми и работать под его руководством, будут всегда помнить о нем, как о непогрешимом «Папе» физиков, уникаме XX века.

УДК 92 Ферми

<sup>1</sup> Э. Сегре. Указ. раб.