

ИЗ ИСТОРИИ ФИЗИКИ

539.1(09)

1932 ГОД: НА ПУТИ К НОВОЙ ФИЗИКЕ*)

Ч. Вейнер

Волнующие события, происшедшие в начале 30-х годов нашего столетия, породили большие надежды на прогресс в области ядерной физики и еще до окончания этого десятилетия изменили темпы ее развития, масштабы исследований, ассигнования и ее социальное значение.

В 1972 г. мы отметили 40-летие «года чудес» в физике атомного ядра и элементарных частиц. С позиций сегодняшнего дня особенно отчетливо можно оценить значение всех тех важных научных и технических достижений, которые принес этот плодородный год. Он начался с сообщения Гарольда Юри, опубликованного в январе, об открытии тяжелого изотопа водорода, который был назван им «дейтерием». В феврале Джеймс Чадвик продемонстрировал существование новой ядерной частицы — нейтрона. В апреле Джон Кокрофт и Э. Т. С. Уолтон осуществили первое расщепление ядер путем бомбардировки легких элементов искусственно ускоренными протонами. В августе Карл Андерсон, регистрируя посредством фотопластинок космические лучи, обнаружил след еще одной новой частицы — положительно заряженного электрона, который вскоре получил название «позитрон». А тем же летом, несколько позднее, Эрнест Лоуренс, Стенли Ливингстон и Милтон Уайт впервые расщепили ядра в циклотроне — в приборе, который к концу этого урожайного года позволял ускорять частицы до энергии почти 5 Мэв. Новые частицы, новые составные элементы ядра и новые мощные средства исследования их структуры — все это обусловило обилие свежих идей и богатство возможностей для теоретических построений и экспериментальных исследований. Физики, вспоминая возбуждение тех дней и произнося с улыбкой: «Да, это был великий год!», иногда выглядят так, будто они смакуют превосходное вино.

Каковы были конкретные обстоятельства, в которых происходили эти события, и каково их непосредственное влияние? Признавали ли их важность в то время? Наконец, какое влияние они оказали на события, развернувшиеся в следующее десятилетие, в 40-е годы? Историки науки задают эти вопросы в надежде, что ответы позволят больше узнать о сущности научной деятельности, о характере и последствиях научных переворотов больше, чем может дать простой перечень принципиальных

*) Charles Weiner, 1932 — Moving into the New Physics, Phys. Today 25 (5), 40 (1972). Сокращенный перевод выполнен И. М. Беккерманом.

Чарлз Вейнер — директор Центра по истории и философии физики Американского института физики.

открытий. В частности, представляет интерес социальная обстановка и процессы, которые обеспечивали условия для возникновения ядерной физики и способствовали ее воздействию на научную общественность и на общество в целом. События 1932 г. открыли новые области исследований и привели к важным изменениям в темпах, масштабах, финансировании, организации и стиле экспериментальных физических исследований. Кроме того, в связи с бурным развитием ядерной физики в 30-е годы появились надежды на ее практическое приложение, надежды, которым суждено было осуществиться еще до конца этого десятилетия довольно неожиданным образом.

Здесь будет рассмотрен этот этап развития физики на основе архивных материалов и научных исследований, проводимых Центром по истории и философии физики Американского института физики. Я остановлюсь на некоторых результатах, чтобы дать беглое представление об обстановке, в которой происходили открытия 1932 г., и о том непосредственном впечатлении, которое они оказали как на самих авторов открытий, так и на их коллег. Там, где возможно, будет предоставлено слово самим ученым, будут приведены выдержки из писем, которыми они обменивались, или из интервью, которые я совсем недавно у них взял.

Эти заметки не претендуют на создание цельной или полной картины, они не содержат даже хронологического перечня многих взаимосвязанных концептуальных, технических и социальных факторов, имеющих отношение к этой проблеме. Но в них делается попытка проникнуть в дух того времени.

НОВОСТИ ИЗ СОЕДИНЕННЫХ ШТАТОВ

Уже в самом начале 1932 г. появились первые симптомы тех сенсационных событий, которым суждено было произойти в этом году. Некоторое представление о сложившейся тогда ситуации в США дает письмо Джозефа Бойса из Принстона к своему бывшему коллеге по Кавендишской лаборатории в Кембридже Джону Кокрофту от 8 января:

«Только что я вернулся из кратковременной поездки в Калифорнию и думаю, что тебе может быть интересно знать об исследованиях в области высоких напряжений, которые ведутся там и на Востоке США. В Пасадене [Чарлз] Лауритсен продолжает работать со своей 700 000-вольтовой рентгеновской трубкой... Он сейчас ждет от «Дженерал электрик» новый трансформатор, чтобы перейти на еще более высокие напряжения. [Роберт] Милликен и Андерсон работают с камерой Вильсона, помещенной между полюсами весьма большого магнита, и фотографируют треки соударений и распадов частиц космического излучения, кривизну которых удастся измерить... Все, даже те, кто не имеет отношения к Пасадене, восторженно оценивают [эти результаты]. На некоторых снимках можно видеть одновременное испускание положительной и отрицательной частиц, обладающих высокими скоростями, как если бы космические лучи выбивали из ядра протон и электрон... Если учесть эти факты, а также успехи в области высоких напряжений, похоже, что космические лучи станут и в самом деле предметом исследований, а не предлогом для прогулок в горы»¹.

В Кембридже, в сущности, уже знали о фотографиях космических лучей, полученных в Калифорнийском технологическом институте. и о возможных ядерных реакциях, вызываемых ими. Эту новость привез туда Милликен, посетивший Кавендишскую лабораторию в ноябре 1931 г., когда он получил письмо от Андерсона с копиями фотоснимков. Описав

загадочные треки, в частности сообщив о «положительной частице, движущейся вниз, или электроне, движущемся вверх», Андерсон заключает: «На ум сразу же приходит сотня вопросов, касающихся подробностей этих эффектов... Эта область обещает стать чрезвычайно плодотворной, и из нее, вне всякого сомнения, поступит обширная информация весьма фундаментального характера...»².

Фундаментальная информация «поступила» в августе 1932 г., когда Андерсон отождествил странные треки на некоторых новых фотографиях со следами «положительно заряженных частиц, масса и величина заряда которых сравнимы с массой и зарядом электрона»³.

В январском письме Бойса, далее, говорится:

«Но настоящие события в Калифорнии происходят в Беркли. Лоуренс сейчас как раз перебирается в старое деревянное здание позади физическо-го корпуса, где он надеется соорудить шесть различных установок для



Джон Кокрофт и Георгий Гамов (справа) работают над ядерно-физической проблемой в декабре 1933 г.

Теоретические идеи Гамова, сформулированные в 1928 г., стимулировали строительство ускорителя Кокрофта — Уолтона, в котором в 1932 г. было осуществлено первое расщепление ядра искусственно ускоренными частицами.

изучения частиц высоких энергий. Одна из них должна заменить нынешнее устройство, при помощи которого он закручивает протоны в магнитном поле и разгоняет в высокочастотном электрическом поле до скоростей при энергиях, превышающих миллион электрон-вольт. С помощью этого устройства он уже получил токи протонов порядка 10^{-9} а... Затем имеется установка для ионов Hg. При использовании высокочастотного поля около 50 000 в она дает пучок ионов Hg, обладающих энергией свыше миллиона электрон-вольт... Ее можно снабдить несколькими дополнительными блоками, питающимися от одного основного генератора. Далее, имеется аналогичное устройство с более высоким напряжением и более протяженными электродами для работы с протонами. Четвертая установка — система для закручивания протонов в магните с диаметром полюсов 45 дюймов, посредством которой он надеется ускорять частицы по крайней

мере до 3 миллионов электрон-вольт, а возможно, и выше... Уже смонтирована небольшая рентгеновская установка с катушкой Тесла; последняя комната предназначена для электростатического генератора Ван-де-Граафа. На бумаге все это выглядит как замыслы сумасшедшего, но Лоуренс весьма способный руководитель, у него много аспирантов, он пользуется соответствующей финансовой поддержкой и в своих исследованиях с протонами и ионами ртути добился заметных успехов, так что можно относиться с большим доверием к его будущему...

Возвращаясь на Восток, [хочу сказать] о [Мерле] Тьюве из Вашингтона [Институт Карнеги], который работает над трубками, выдерживающими высокое напряжение, и заказал 6-футовую сферу для строительства установки Ван-де-Граафа (с одной сферой), рассчитанной приблизительно на 3 миллиона [вольт]. Кажется, я послал Вам вырезки, в которых сообщается о собственных результатах и планах Вана [Роберта Ван-де-Граафа]...

По пути на Запад я остановился в Нью-Орлеане, чтобы принять участие в конференции Физического общества. Наиболее интересной оказалась работа Юри, посвященная изотопу водорода. Как сообщается в тезисах, даже одни спектроскопические исследования оказались вполне убедительными, однако [Уокеру] Бликни из нашей [Принстонской] лаборатории удалось подтвердить их при помощи масс-спектрографа...»⁴.

ОТКРЫТИЕ НЕЙТРОНА

Все те успехи, о которых рассказывает Бойс, вызвали огромный интерес у физиков Кавендишской лаборатории, где больше десяти лет под руководством Эрнеста Резерфорда велись работы по исследованию природы и структуры ядра. Эти усилия начали приносить результаты чрезвычайно быстро, в том же 1932 г. С того времени, как Резерфорд в своей Бейкерманской лекции, прочитанной в 1920 г., высказал предположение о существовании нейтрона, Джеймс Чадвик начал поиски этой частицы. Он развивал исследования, выполненные в 1930 г. немецкими физиками Вальтером Боте и Г. Беккером и углубленные затем, в конце 1931 г., в Париже Фредериком и Ирен Жолио-Кюри. Воспоминания Чадвика позволяют почувствовать аромат эпохи:

«Однажды утром я прочел письмо Жолио-Кюри в «Comptes Rendus», в котором он сообщал о еще более удивительном свойстве излучения из бериллия, чрезвычайно поразительном свойстве. Спустя несколько минут в мою комнату вошел столь же удивленный, как и я, [Норман] Фезер, чтобы обратить мое внимание на эту статью. В то же утро, чуть позднее, я рассказал о ней Резерфорду. По давно уже установившейся традиции я должен был приходить к нему около 11 часов и докладывать интересные новости, а также обсуждать состояние работ в нашей лаборатории. По мере того как я рассказывал о наблюдениях Жолио-Кюри и их истолковании, я замечал нарастающее изумление Резерфорда; наконец, разразился взрыв: «Я не верю этому!» Столь нетерпимое замечание было совершенно не в духе Резерфорда, за все многолетнее сотрудничество с ним я не помню подобного случая. Отмечаю это лишь для того, чтобы подчеркнуть электризирующее воздействие статьи Жолио-Кюри. Разумеется, Резерфорд сознавал, что придется поверить этим наблюдениям, но объяснение их — это уже совсем иное дело.

Так случилось, что я был как раз готов начать эксперимент, для которого приготовил превосходный источник полония из балтиморского материала [использовалась радоновая трубка, привезенная обратно Фезером]. Я начинал без всякой предвзятости, хотя, естественно, мои мысли

вертелись вокруг нейтронов. Я был вполне уверен, что наблюдения Жюлио-Кюри нельзя свести к эффекту типа комптоновского, так как я не раз пытался обнаружить его. Без сомнений, это было нечто совершенно новое и необычное. Несколько дней напряженной работы оказалось достаточно, чтобы показать, что эти странные эффекты вызывались нейтральной частицей; мне удалось даже измерить ее массу. Нейтрон, постулированный Резерфордом в 1920 г., наконец-то дал себя обнаружить»⁵.

Письмо Чадвика, извещавшее об этом открытии, должно было появиться в журнале «Nature» от 27 февраля 1932 г.⁶, а 24 февраля он отправил гранки письма в Копенгаген Нильсу Бору. После этого Бор пригласил Чадвика к себе с целью обсудить его работу на небольшой неофициальной конференции, намеченной на вторую неделю апреля в Копенгагенском



Участники конференции, состоявшейся в Институте теоретической физики Нильса Бора (Копенгаген) в апреле 1932 г. Сидят в первом ряду: Леон Бриллюэн (слева), Лизе Мейтнер и Пауль Эренфест. Во втором ряду правее Эренфеста сидит Г. А. Крамерс. Первые шесть человек (слева направо), стоящие вдоль стены: Вернер Гейзенберг, Пит Хайн, Нильс Бор, Леон Розенфельд, Макс Дельбрюк и Феликс Блох. Вторым справа в последнем ряду сидит П. А. М. Дирак, а по правую руку от него — Р. Г. Фаулер. Здесь же находятся Вальтер Гайтлер, Карл фон Вейцзеккер, Гвидо Бекк и Ч. Дж. Дарвин.

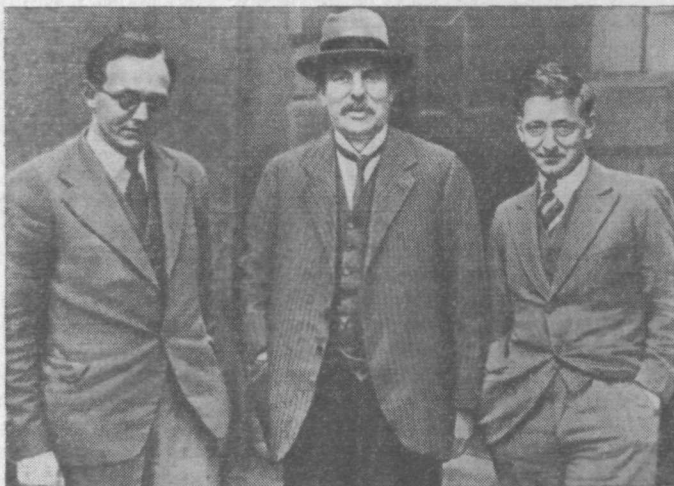
институте⁷. На эти ежегодные конференции, продолжительностью неделю которые проводились с 1929 г., собирались физики из многих стран, чтобы обсуждать, по выражению Бора, «актуальные атомные проблемы».

Чадвик не смог прибыть на конференцию, но Р. Г. Фаулер из Кембриджа присутствовал на ней и представил доклад, в котором излагались самые свежие результаты экспериментальной работы Чадвика, Фезера и П. Дж. Ди, выполненной вслед за открытием Чадвика. Конференция была действительно международной: в ней участвовали 22 иностранных физика, представлявших 17 институтов из девяти стран. Среди ведущих ученых можно назвать Ч. Дж. Дарвина, Макса Дельбрюка, Пауля Эренфеста, П. А. М. Дирака, Р. Г. Фаулера, Вернера Гейзенберга, Вальтера Гайтлера, Г. А. Крамерса и Лизе Мейтнер⁸. Присущая Бору привычка размышлять вслух создавала особую атмосферу на копенгагенских конференциях и стимулировала оживленный обмен информацией, идеями и интерпретацией экспериментальных данных. Проблема нейтрона, в числе

прочих обсуждавшаяся на конференции, нашла отражение в пародии на тему «Фауста», написанной и исполненной некоторыми участниками:

«Теперь это факт,
Хотя было мечтою.
Какая классичность,
Совершенство какое!
Лишь ей наши гимны,
Ей наш почет —
Извечно нейтральность
К себе нас влечет»^{9 *)}.

В июне, спустя всего лишь два месяца после Копенгагенской конференции, Гейзенберг представил первую из трех статей, в которых он ввел нейтрон в теорию ядра, стремясь показать, что квантовая механика приложима ко многим стоявшим тогда ядерным проблемам¹⁰. В то лето он



Слева направо: Э. Т. С. Уолтон, Эрнест Резерфорд и Джон Кокрофт. Снимок сделан в 1932 г. у дверей Кавендишской лаборатории после того, как в ускорителе были впервые расщеплены ядра путем бомбардировки их протонами.

читал лекции в ежегодной летней школе теоретической физики при Мичиганском университете, которая привлекла физиков со всех концов Соединенных Штатов и Европы. В ноябре Сэмюел Гаудсмит, комментируя лекции Гейзенберга, писал из Мичигана Бору:

«Мы с огромным интересом вникали в его идеи, касающиеся ядра, но каждый чувствовал, что все еще существуют серьезные трудности. Странно и прискорбно, что открытие нейтрона не дало каких-то новых плодотворных идей для продвижения вперед. Во многих отношениях ситуация почти не изменилась по сравнению с тем, что было во время Римской конференции, год назад; правда, теперь можно было более

*) Приведем английский текст:

«New a reality
Once but a vision.
What classicality,
Grace and precision!
Hailed with cordiality,
Honored in song,
Eternal neutrality
Pulls us along».

(Прим. перев.)

точно сформулировать имеющиеся трудности. Я «развлекался» ядерными магнитными моментами, но ни одна из моих спекуляций не привела к результатам, о которых стоило бы сообщать»¹¹.

Бор отвечал:

«Всех нас весьма интересует вопрос о строении ядра и возможный ключ для его решения, появившийся благодаря открытию нейтрона, не меньше, чем проблема [преодоления трудностей релятивистской квантовой механики]. Тем не менее я вполне согласен с Вами, что все попытки, предпринимавшиеся до сих пор для решения проблемы таким путем, носят весьма предварительный характер»¹².

На пути создания приемлемой теории ядра до конца 1932 г. все еще оставались трудности, но теоретики ввели нейтрон в ядерные проблемы, поскольку он открывал новые возможности для этой теории. Один крупный теоретик недавно рассказывал: «Я пришел в ядерную физику лишь после 1932 г. ... После открытия в 1932 г. нейтрона стало в общих чертах ясно, что нужно делать... Я не мог выдумывать что-то из ничего...»

Другой вспоминает: «Для меня [ядерная физика] началась со статьи Гейзенберга, ... в которой [он] показал, что открытие нейтрона можно рассматривать как возникновение теории ядра. Это произвело на меня сильное впечатление»¹³.

ЯДРО АТАКУЮТ НА УСКОРИТЕЛЯХ

Вслед за открытием нейтрона из Кавендишской лаборатории разнеслась еще одна новость. 21 апреля 1932 г., примерно через неделю после обсуждения проблемы нейтрона на Копенгагенской конференции, Резерфорд писал Бору:

«Я с большой радостью узнал от Фаулера, вернувшегося в Кембридж, обо всех Ваших новостях и об организованной Вами превосходной встрече старых друзей. Мне интересно было услышать о Вашей теории Нейтрона...»

Беда не приходит одна. У меня имеется еще одно интересное открытие; о нем Вы сможете узнать из короткой заметки, которая должна появиться на следующей неделе в «Nature». Как Вам известно, у нас имеется Лаборатория высоких напряжений, где можно без труда получать стабильные напряжения постоянного тока до 600 000 в или еще выше. В этой лаборатории недавно исследованы результаты бомбардировки легких элементов протонами...»

Далее Резерфорд излагает работу Кокрофта и Уолтона, в которой впервые осуществлено искусственное расщепление ядра при помощи высоковольтного ускорителя, работающего в Кавендишской лаборатории с 1929 г. В заключение он пишет:

«Меня весьма обрадовало, что усилия и средства, затраченные на получение высоких напряжений, вознаграждены определенными и интересными результатами... Вы можете легко представить себе, что эти результаты сумеют открыть широкий путь для исследований трансмутаций вообще»¹⁴.

Ответ Бора свидетельствует о том, что он полностью разделял мнение Резерфорда относительно значения последнего открытия:

«Своим любезным письмом, в котором Вы информировали меня о новых замечательных результатах, полученных в Вашей лаборатории, Вы в самом деле доставили мне огромное удовольствие. Прогресс в области изучения состава ядра действительно в настоящее время происходит столь быстро, что остается только гадать, какую новость доставит очередная почта, а энтузиазм, которым дышит каждая строка Вашего письма, без сомнения, будет разделен всеми физиками. Перед нами открылись

широкие просторы, и вскоре можно будет предсказывать поведение любого ядра в заданных условиях»¹⁵.

Спустя 35 лет Кокрофт с теплотой вспоминал об атмосфере, царившей в Кавендишской лаборатории в те времена, когда были получены эти результаты:

«Невозможно было без чувства глубокого волнения видеть альфа-частицы, возникающие в этих [ядерных] превращениях. Первое, что мы сделали, — позвонили Резерфорду по лабораторному коммутатору и пригласили его спуститься, чтобы взглянуть на сцинтилляции, возникавшие у нас, что он и сделал. Разумеется, он тоже был очень взволнован»¹⁶.

Вскоре публикации об этом появились в газетах всего мира, воскрешая мечты алхимиков и вселяя надежды на новые источники энергии. К примеру, статьи в «Нью-Йорк таймс», посвященные работам Кокрофта

и Уолтона, были снабжены следующими заголовками: «Атом разрушен с выделением энергии» (1 мая), «Да здравствует новый путь к энергии атома» (3 мая), «Атомная энергия» (4 мая), «Бомбардиры атома» (8 мая).

Какова же была реакция самих физиков? Кокрофт вспоминает, что быстрый отклик «был получен из Беркли и из лаборатории Тьюве в Вашингтоне, где велись работы по использованию высоковольтных установок типа циклотрона или ускорителя Ван-де-Граафа для экспериментов такого же рода»¹⁶. 20 августа 1932 г. Лоуренс писал Кокрофту и Уолтону:

«Хочу поблагодарить вас за препринты статей о ваших исторических экспериментах по расщеплению элементов протоны высоких энергий; надеюсь, что вы впредь будете присылать мне сообщения о вашей работе. Отдельной бандеролью посылаю вам препринты исследований, выполненных мною и моими сотрудниками по методам ускорения ионов и, возможно, представляющих для вас интерес.

В настоящий момент мы пытаемся подтвердить ваши эксперименты, используя протоны, ускоренные до высоких энергий при помощи метода многократного ускорения. У нас уже имеются некоторые

наблюдения о расщеплении [ядер], но мы пока еще недостаточно уверены в них. К сожалению, интенсивность нашего пучка протонов далеко не столь велика, как вашего, хотя напряжение у нас выше. Когда мы получим более надежные результаты, то, разумеется, незамедлительно известим вас»¹⁷.

Стенли Ливингстон недавно поделился воспоминаниями о том, как была воспринята эта работа в Беркли:

«Мы получили резонансные частицы максимальной энергии на коллекторе 11-дюймового [ускорителя], расположенном на краю полюсных наконечников. В первой публикации, которую мы отправили в «The Physical Review» 20 февраля 1932 г., фигурировала величина 1 200 000 в. В статье Кокрофта и Уолтона, полученной нами несколько позднее,



Джеймс Чадвик, работая в Кавендишской лаборатории, искал доказательства существования нейтрона с тех пор, как Эрнест Резерфорд в 1920 г. высказал предположение о том, что такая частица может существовать.

В 1932 г. (фотография относится [примерно к этому времени] его усилия привели к успеху.

весной, сообщалось, что они расщепляли ядра даже при меньших энергиях.

Да, мы еще не были готовы к экспериментам. У нас не было приборов для детектирования. Я построил машину, но не включил в нее какие-либо приспособления для изучения расщеплений. И вот надо было перестраивать ее. Милтон Уайт, тогда еще студент, неотступно следовал за мной. Той весной он присоединился ко мне, помогая реконструировать машину. Кроме того, Лоуренс срочно позвонил в Йельский университет своему другу Дону Кукси и попросил его приехать, что тот и сделал; на лето вместе с ним приехал аспирант Франц Кури. Между тем мы переделали камеру, снабдив ее внутренней мишенью, с которой должен был сталкиваться пучок, и окном, закрытым тонкой фольгой, на той стороне, где мы могли смонтировать счетчики. Кажется, первыми устройствами, использованными для детектирования возникающих частиц, были торцевые гейгеровские счетчики. Мы установили достаточно низкий порог, чтобы счетчики не запускались рентгеновским или ультрафиолетовым излучением и регистрировали бы частицы. И скоро мы тоже начали наблюдать расщепления...»¹⁸.

Важные успехи 1932 г. стимулировали новый подъем интереса к ядерной физике, темпы ее развития начинали ускоряться, возникали новые технические средства, методы и новые идеи. Чтобы не отставать в уровне исследований, необходимо было наладить посещения других ядерных лабораторий. В начале 1933 г. Кокрофт планировал посетить США, ознакомиться здесь с работами Тьюве, Лауритсена и Лоуренса и обсудить с ними перспективы разных методов расщепления ядер. Обращаясь за средствами на поездку Кокрофта к Рокфеллеровскому фонду, Резерфорд писал: «В истекшем году у нас побывало большое число ученых, работающих в этой области, и они получили полную информацию о наших методах»¹⁹. Он подчеркивал, что теперь столь же важно для кавендишских исследователей получить аналогичным образом сведения из первых рук о работах, ведущихся в лабораториях Соединенных Штатов.

До получения официальных писем об июньской поездке Кокрофта физики из различных институтов продолжали информировать друг друга о собственных методах исследований и полученных результатах. С явным энтузиазмом Лоуренс писал Кокрофту в начале июня 1933 г.: «У нас в лаборатории был самый волнующий месяц. Мы наблюдали настолько много эффектов расщепления, что я не в силах всех их запомнить. Я почти сбит с толку этими результатами. Укажу лишь некоторые из них, так как скоро увижу Вас...»²⁰. Позднее Кокрофт вспоминал свои впечатления от посещения лаборатории в Беркли:

«Мне в самом деле интересно было увидеть в работе то, о чем я так много читал в журнальных статьях. Особое впечатление на меня произвел стиль работы, а именно сургушно-веревочная методика на циклотроне, который действовал очень короткий период времени. У них была двухсменная система: одна смена производила эксперименты, вторая налаживала циклотрон. По мере того как увеличивались течи [в вакуумной системе], продолжительность «ремонтной смены» стремительно возрастала, а «экспериментальная смена» отходила на задний план. Великолепная организация дела!»¹⁶.

Непосредственно перед отъездом Кокрофта в США и чуть больше года спустя после письма Резерфорда Бору, в котором говорилось, что результаты Кокрофта — Уолтона «могут открыть пирожный путь для исследований», Резерфорд написал письмо Дж. Гильберту Н. Льюису, знаменитому физико-химику из Беркли, снабжавшему его тяжелым водородом, который использовался в качестве ядер-снарядов в кавендишских

ускорителях. Патриарх ядерной физики с энтузиазмом говорил о новых перспективах, открывшихся в той области исследований, в которой он в течение десятилетий был лидером:

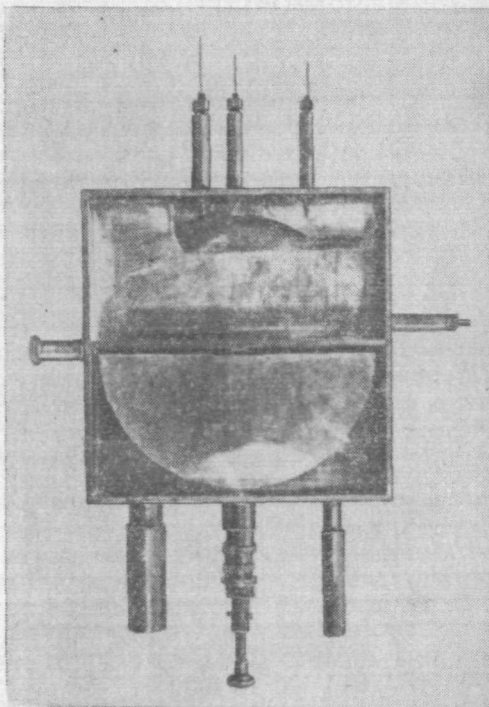
«Я с радостью получил от Вас концентрированный образец нового изотопа водорода в хорошем состоянии; мы воспользуемся ближайшей возможностью для исследования его в нашей низковольтной установке, на которой д-р Олифант и я работали в прошлом году.

Меня чрезвычайно заинтересовала Ваша работа по получению нового изотопа в высокой концентрации, Ваша работа дает почти невероятные

результаты. Поздравляю Вас и Вашу группу с этим замечательным успехом. Я отдаю должное особому значению этого нового элемента, знаменующего начало нового типа химии. Будь я моложе, думаю, я все оставил бы ради исследования эффектов, вызываемых замещением H^1 на H^2 во всех реакциях.

Кроме того, я рад поздравить Лоуренса и его коллег с тем, что они столь быстро применили эту новую дубинку, чтобы наброситься на ядерного неприятеля. Кокрофт показал мне письмо Лоуренса, содержащее его предварительные результаты; они кажутся мне весьма впечатляющими. Благодаря этим достижениям я вновь чувствую себя молодым, как на заре [изучения] радиоактивности, когда чуть ли не каждая неделя приносила новые открытия. Двойная находка: не только получен этот новый материал, но и создан плодотворный метод Лоуренса, позволяющий изучать его влияние на ядра. Желаю всем вам успехов в работе. Как только мы сможем поставить эксперимент, я попытаюсь изучить другие эффекты, которые удастся наблюдать в нашей низковольтной установке»²¹.

В октябре 1933 г. на проходившем в Брюсселе Сольвеевском



Камера 11-дюймового циклотрона, созданного Эрнестом Лоуренсом и М. Стенли Ливингстоном в Беркли.

В начале 1932 г. в этом циклотроне был получен пучок протонов с энергией 1,22 Мэв и интенсивностью 10^{-9} а. Впоследствии с этой камерой было подтверждено искусственное расщепление лития, которое Кокрофт и Уолтон наблюдали при более низких энергиях.

конгрессе собралось большинство главных деятелей в этой только что возникшей области, а год спустя в Лондоне состоялась еще одна международная конференция по ядерной физике. К тому времени накопилось много других важных вопросов, требовавших обсуждения, в том числе теория β -распада Энрико Ферми, открытие Фредериком Жолио-Кюри в Париже искусственной радиоактивности и техника нейтронной бомбардировки для создания искусственной радиоактивности, которая систематически использовалась и совершенствовалась группой Ферми в Риме.

От американских ученых в Лондонской конференции принимал участие Фрэнк Следдинг, бывший студент Льюиса. В его письме Льюису

от декабря 1934 г. говорится, в частности, о высоком темпе развития ядерной физики после событий 1932 г., из этого же письма можно узнать о реакции неспециалистов:

«Состоялся также симпозиум по ядерной физике. Эта область развивается столь быстро, что при попытке осмыслить ее кружится голова. Тот, кто воспитан на старом, наивном представлении о том, что ядро состоит из протонов и электронов, чувствует себя не в своей тарелке, когда речь заходит об экспериментальных свойствах H^3 , He^3 , He^5 , о новых искусственных радиоактивных элементах, о нейтроне и позитроне, о предсказываемых свойствах нейтрино и отрицательно заряженного протона. Я ухитрился побывать на нескольких из этих заседаний и нашел их чрезвычайно интересными. Там произошел довольно забавный эпизод. Проф. Борн подготовил весьма содержательную статью, посвященную квантовой теории ядра («Распространение дираковской теории электрона»). Эту статью он написал от руки, снабдив ее надписью «For the Conference on Nuclear Physics» («Для конференции по ядерной физике»). Написание букв «n» и «u» у него очень схоже, и у машинистки, перепечатывавшей материал, получилось: «For the Conference on Unclear Physics» («Для конференции по непонятной физике»)»²².

ПОКАЗАТЕЛИ РОСТА

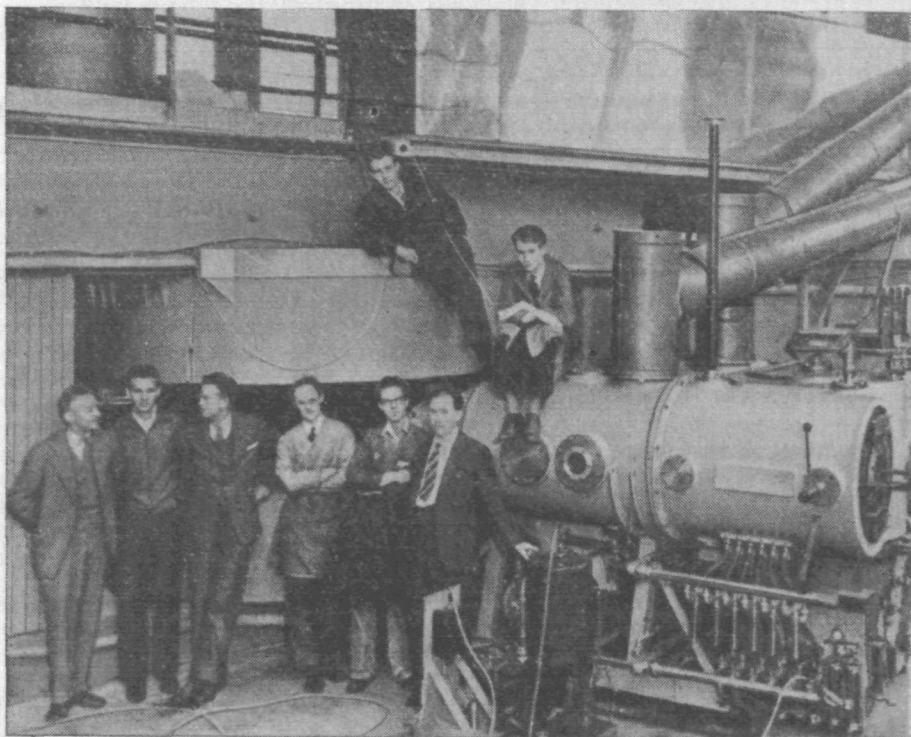
В начале 1930-х годов относительно ядерной физики было ясно одно: она росла быстрее, чем любая другая отрасль физики. Особенно заметно это проявлялось в Соединенных Штатах, где оказалась весьма плодородная почва, чтобы смогла укорениться эта новая и развивающаяся область науки. Об эффе́кте «года чудес» можно судить по скачкообразному росту числа публикаций по ядерной физике в «The Physical Review» от 1932 к 1933 г. Согласно данным Генри Смолла из Центра по истории и философии физики Американского института физики, доля статей, писем и рефератов по ядерной физике среди всех публикаций в этом журнале возросла с 8% в 1932 г. до 18% в 1933 г., а к 1937 г. достигла 32%. Дальнейший анализ показал, что сенсационный рост публикаций по ядерной физике в 1933 г. (по сравнению с предшествующим годом) на 42% произошел за счет материалов, посвященных нейтронам, а на 18% — за счет материалов по расщеплению ядер протонами. 38% от общего роста составляли публикации, поступившие только из Беркли²³. Но как ни велик абсолютный и относительный рост публикаций по ядерной физике, еще быстрее росло количество субсидированных работ. В 1930 г., до «года чудес», ядерно-физические работы составляли весьма малую часть статей в «The Physical Review» и столь же малую долю субсидированных работ. Однако к 1935 г., когда ядерной тематике было посвящено 22% всех статей, они составляли уже 46% всех субсидированных работ. Соответствующие цифры для 1940 г. стали 34 и 55%. Очевидно, ядерная физика не только росла, так сказать, количественно, но и становилась относительно важным разделом субсидируемых исследований. По существу, к 1939 г. в общей сложности треть статей по ядерной физике относились к субсидированным работам.

Другим показателем развития той или иной области служит число новых докторов философии *) в области физики, диссертации которых посвящены тематике, относящейся к этой области. Здесь опять-таки, если говорить о ядерной физике, наблюдается явный рост: в 1930 г. в США были защищены всего 2 таких диссертации, а в 1939 г. — 41. Это была единственная область физики, которая стабильно развивалась в течение

*) Примерно соответствует нашей ученой степени кандидата наук. (Прим. перев.).

десятилетия, и начиная с 1937 г. здесь защищалось больше докторских диссертаций, чем в любой другой области.

Разумеется, развитие ядерной физики в 30-е годы обусловлено не только открытиями 1932 г. Однако эти открытия помогли сконцентрировать внимание значительной части физиков на ядерных явлениях и на новых возможностях для плодотворных исследований в данной



60-дюймовый циклотрон, построенный в Беркли для медицинских целей. На этом снимке, сделанном в 1938 г.: Луис Альварец (на кожухе магнитной обмотки), Эдвин Макмиллан (на кожухе дуанта), а также (слева направо) Дон Кукси, Дейл Корсон, Эрнест Лоуренс, Роберт Торнтон, Джон Баккус и Уинфилд Салисбери.

области, возможностях, которые были еще больше расширены путем дальнейшего совершенствования, роста численности и значительно более продуктивного использования ускорителей частиц. Эти приборы заняли центральное место в экспериментальных работах во многих новых научных центрах, которые начали пышно расцветать в этот период.

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. J. B o y c e to J. Cockroft, 8 January 1932, Sir John Cockroft Papers, Churchill College Library, UK.
2. C. D. A n d e r s o n to R. A. Millikan, 3 November 1931, Robert A. Millikan Papers, California Institute of Technology Archives, Pasadena. Изложение Милликаном его бесед в Европе по поводу этих фотографий см. в книге: R. A. M i l l i k a n, Electrons (+ and -), Protons, Photons, Neutrons and Cosmic Rays, Chicago, 1935, pp. 327—330. Отношение некоторых европейских физиков к этим беседам изложено и проанализировано в книге: N. R. H a n s o n, The Concept of the Positron, Cambridge, UK, 1963, pp. 139—142, 216—217.
3. C. D. A n d e r s o n, Science 76, 238 (9 September 1932).

4. Некоторые события из области ядерной физики, относящиеся к 1932 г., обсуждаются также в работе: Ch. Weiner, *Institutional Settings for Scientific Change: Episodes from the History of Nuclear Physics*, публикуемой в книге: A. T h a c k e r a y, E. M e n d e l s o h n, *Science and Values*, N. Y., Humanities Press (в печати).
5. J. C h a d w i c k, Some Personal Notes on the Search for the Neutron, *Proc. of the 10th Intern. Congress of the History of Science* (Ithaca, 1962), P., 1964, p. 161.
6. J. C h a d w i c k, *Nature* 129, 342 (27 February 1932).
7. J. C h a d w i c k to N. Bohr, 24 February 1932, and N. Bohr to J. Chadwick, 25 March 1932, Niels Bohr Papers, Niels Bohr Institute, Copenhagen.
8. Информация о конференциях имеется в административном архиве Института теоретической физики им. Нильса Бора (Копенгаген).
9. Английский перевод, сделанный Барбарой Гамовой, имеется в книге: G. G a m o w, *Thirty Years that Shook Physics*, N. Y., Doubleday, 1966, p. 214.
10. Полное обсуждение трактовки Гейзенбергом проблемы нейтрона см. в работе: J. B r o m b e r g, *The Impact of the Neutron: Bohr and Heisenberg*, опубликованной в сборнике «Historical Studies in the Physical Science», v. 3, 1971, pp. 307.
11. S. G o u d s m i t to N. Bohr, 4 November 1932, Niels Bohr Institute Administrative Archive, Copenhagen.
12. N. B o h r to S. Goudsmit, 28 Decembre 1932, Niels Bohr Institute Administrative Archive, Copenhagen.
13. Интервью были взяты в связи с конференциями по истории ядерной физики, организованными совместно Американским институтом физики и Американской академией искусств и наук в мае 1967 г. и в мае 1969 г. Материалы этих конференций опубликованы в книге «Exploring the History of Nuclear Physics», Ed. Ch. Weiner, N. Y., American Institute of Physics, 1972.
14. E. R u t h e r f o r d to N. Bohr, 21 April 1932, Niels Bohr Papers, Niels Bohr Institute, Copenhagen.
15. N. B o h r to E. Rutherford, 2 May 1932, Rutherford Papers, Cambridge University Library, Cambridge, UK.
16. Interview with J. C o c k r o f t by Ch. Weiner, 28 March 1967, Oral History Collection, AIP Niels Bohr Library, New York.
17. E. L a w r e n c e to J. Cockroft and E.T.S. Walton, 20 August 1932, Cockroft Papers, Churchill College Library, Cambridge, UK.
18. Interview with M. S. L i v i n g s t o n by Ch. Weiner, 21 August 1967, Oral History Collection, AIP, Niels Bohr Library, New York.
19. E. R u t h e r f o r d to W. Tisdale, 6 March 1933, Cockroft Papers, Churchill College Library, Cambridge, UK.
20. E. L a w r e n c e to J. Cockroft, 2 June 1933, Cockroft Papers, Churchill College Library, Cambridge, UK.
21. E. R u t h e r f o r d to G. N. Lewis, 30 May 1933, G. N. Lewis Papers, Department of Chemistry, University of California, Berkeley.
22. F. S p e d d i n g to G. N. Lewis, 1 December 1934, Lewis Papers, Berkeley.
23. Эти данные заимствованы из материалов статистической обработки физической журнальной литературы, проведенной Г. Смоллом (H. Small) при участии Д. Шрайберсдорфа (D. Schreibersdorf) в Центре по истории и философии физики Американского института физики. В ходе работы материалы докладывались Смоллом на ежегодных конференциях Общества по истории науки в 1970 и 1971 гг.