

H. A. Bethe. Elementary nuclear theory. John Wiley, New York; Chapman-Hall, London, 1947.

Г. Бете. Введение в теорию атомного ядра. (Нью-Йорк, 1947 г.)

Выход в свет новой книги Бете по теории атомного ядра ожидался физиками-теоретиками и экспериментаторами с понятным интересом. В самом деле, написанная проф. Бете в 1936 — 1937 гг. монография в трёх частях по теории ядра (переизданная несколько лет назад) явилась наиболее полным изложением данных проблем и приобрела значение стандартной книги, на которую ссылаются все последующие авторы (первая часть имеется в русском переводе; по непонятным причинам задержался выпуск осталь-

ных двух частей). Хотя за истекшие десять лет физика ядра далеко продвинулась вперёд, всё же монография Бете сохранила своё значение, так как основные понятия и факты были уже выяснены в то время. В новой книжке Бете также имеется немало ссылок на его монографию. Сам автор, ныне профессор Корнельского университета, является одним из наиболее видных специалистов по теории ядра, давшим значительное число результатов, главным образом в области приложений теории к подсчёту различных физических эффектов.

Отметим сразу, что книга в известной мере оправдывает ожидания, давая ясное, хотя и сжатое изложение проблемы дейтерона, рассеяния нуклеонов, бета-распада и других вопросов. Вместе с тем читатель новой книги Бете испытывает некоторое разочарование, так как в этом труде нет речи о систематическом изложении всей теории ядра, т. е. об исправленном и модернизированном издании прежней монографии.

Реферируемая небольшая книга (121 страница текста малого формата) основана на лекциях, прочитанных сотрудниками исследовательских лабораторий и инженерам Всеобщей кампании электричества в Скенектеди, Нью-Йорк, и является изложением избранных глав теории ядра. Первая глава (22 страницы) содержит общее описание основных свойств ядер, определение их размеров, сведения о спине, статистике и краткое введение в физику бета-распада. Сюда же естественно было бы отнести часть § 7 следующей главы, посвящённую основным свойствам протона, нейтрона и дейтерона. Лаконичное изложение весьма ясно и свежо. В этой главе, как в особенности в следующих двух, в сущности, предполагаются известными не только основные факты ядерной физики, но и такие разделы теории, как, например, альфа-распад, не говоря уже о квантовой механике. Поэтому, скорее всего, книжка Бете является не столько введением, которое можно читать и изучать, например, после Ф. Разетти (Основы ядерной физики), или последних глав курса Э. В. Шпольского (Введение в атомную физику), сколько дополнением к основной его монографии, содержащей наряду с резюме основных пунктов также новейшие сведения за последние 10 лет.

Сжатость изложения является нередко досадной, когда, например, Бете ограничивается одной, непонятной без пояснений для неспециалистов, фразой о радиоактивном семействе типа $4n + 1$ (т. е. нептуния). Далее, Бете, ничего не пишет о новейшем, столь обещающем и уже давшем замечательные результаты методе Блоха измерения ядерного парамагнетизма.

Вторая глава, являющаяся главной частью книги (стр. 28—96), посвящена ядерным силам, рассматриваемым на примерах проблемы дейтерона и рассеяния нуклеонов. Бете справедливо подчёркивает в предисловии, что проблема сил и вместе с тем задача двух тел должны занять сейчас центральное место в физике атомного ядра и предостерегает против увлечения предварительными и, в конце концов, приближёнными моделями, в том числе теорией компунд-ядра, применявшимися к сложным ядрам, несмотря на их известные успехи, в частности, в направлении использования атомной энергии.

Если сосредоточить значительные усилия на коренной проблеме ядерных сил между нуклеонами, то после её решения огромное число результатов, касающихся распространённости элементов, ядерных реакций, бета-распада и т. д. и т. д., будет несомненно добыто в кратчайший срок с помощью мощного вычислительного аппарата современной физики и, так сказать, само собой упадёт в наши руки.

Однако Бете совершает, на наш взгляд, ошибку, придерживаясь в книге сугубо эмпирического подхода к теории ядерных сил. На наш взгляд следовало сперва перечислить все основные аргументы в пользу нуклеонной модели ядра и сформулировать проблему ядерных сил, затем, указав коротко на первую модель парных сил, изложить основы разных вариантов полевой мезонной теории ядерных сил (скалярных, псевдоскалярных, векторных с заряженным и нейтральным полем). Как известно, полевая теория

ядерных сил естественно приводит ко всем требуемым типам обменных сил, к короткодействующим силам, к спиновым, и нецентральным силам и позволяет удовлетворить требованию зарядной независимости. Вместе с тем, конечно, необходимо подчеркнуть основную дилемную трудность в теории ядерных сил, связанную с появлением квазимагнитного члена типа r^{-3} , не дающего возможности получить стабильные состояния. Все же другие подходы к проблеме ядерных сил так или иначе являются полумпирическими подгонками и всё равно используют те или иные результаты полевой теории сил, к чему приходит и сам Бете, например, в § 14 на стр. 88 своей книги.

В качестве иллюстрации напомним, что, как хорошо известно, например, гейзенберговское направление хотя смогло выяснить разные типы обменных сил, но не могло получить нецентральных сил.

Вместо указанного дедуктивного метода Бете предпочитает применять эмпирический подход. Модель атомного ядра излагается им отрывочно в четырёх параграфах отдельно в связи с размерами ядер, спином, статистикой, что не даёт никакого цельного впечатления и уменьшает убедительность аргументов. Далее, анализируя дейтерон, он ограничивается сперва обычными центральными силами, далее вводит спиновые силы. Рассеяние протонов протонами приводит к зарядной независимости сил, т. е. равенству сил $n-p$, $p-p$, $n-n$. Далее, для объяснения квадрупольного момента дейтерона вводятся нецентральные силы. Наконец, для объяснения насыщения и примерного постоянства средней энергии связи на нуклеон вводят обменные силы. Полевая же мезонная теория сил излагается в заключении главы совсем коротко, на трёх страницах.

Если статья на точку зрения подобного индуктивного построения теории, то изложение Бете следует признать удачным. Абстрактные основы теории нецентральных и обменных сил, в том числе формализм метода изотопического спина, сообщаются в ясной форме. Бете всюду использует новейший материал, разъясняя, например, магнитный момент дейтерона на основе последних измерений магнитного момента нейтрона ($\mu_n = 1,9103 \mu_0$) Арнольда и Робертса (стр. 25—28), приводя экспериментальное доказательство наличия существенной доли обменных сил в ядерном поле из опытов рассеяния быстрых нейтронов (100 MeV) на протонах (стр. 93) и т. д.

Весьма ценным представляется нам параграф 10, посвящённый рассеянию нейтронов связанными в молекулах протонами, которое не было ещё предметом изложения в монографиях. Здесь разъясняется значение опытов, показавших преимущественное рассеяние нейтронов на орто-водороде по сравнению с параводородом ($\sigma_o : \sigma_p \approx 30$).

Третья небольшая глава (стр. 97—120) посвящена, прежде всего, хорошему изложению фермиевской теории бета-распада, в особенности правил отбора, к сожалению, однако, вне связи с гипотезой Юкавы о промежуточной роли мезона. В последнем параграфе 17 излагается боровская модель компаунд-ядра, вопросы температуры ядер, резонанса и дисперсионная формула.

В конце приложен список изотопов.

Нельзя не отметить в заключение нашей рецензии, что книга Бете весьма «американизирована» в смысле упоминания авторов как фундаментальных, так и второстепенных результатов. Например, на стр. 84 при изложении силы Бартлетта не упомянуто, что оператор спинового обмена $\frac{1}{2}(1 + \vec{\sigma}_1 \cdot \vec{\sigma}_2)$ был выведен Дираком (см. его «Основы квантовой механики», 2-е изд., М.-Л., 1937 г., стр. 241). При изложении бета-распада (стр. 98 и т. д.) не указано, что статистический множитель, определяющий в значительной мере форму спектра, был установлен Ф. Перреном и потом уже использован в теории Ферми. В книге Бете полностью отсутствуют ссылки на советских авторов, несмотря на использование их результатов, причём тщательно вычеркнуты даже ссылки, которые имелись в основной монографии в раз-

делах, повторённых сейчас. В частности, игнорируются указания на Френкеля и Ландау и других в теории компаунд-ядра. Затем, несмотря на то, что Бете повторно подчёркивает важность и нетривиальность аргументов в пользу нуклеонной модели ядра (стр. 8, 14, 18 и т. д.), он ни разу не ссылается при этом на наши работы. Мы не считали бы также возможным в каком бы то ни было изложении полевой теории ядерных сил умолчать хотя бы об известных советских работах, заложивших фундамент этой теории.

Скорейший перевод книги Бете, которая будет полезна как для студентов, так и научных работников, мы полагаем очевидным. Русское издание следует дополнить уточнением литературы и краткими ориентирующими примечаниями о состоянии теории ядерных сил.

Д. Иваненко
