

УСПЕХИ ФИЗИЧЕСКИХ НАУК

539.12

**ФИЗИКА ЭЛЕМЕНТАРНЫХ ЧАСТИЦ—ДОРОГАЯ ВЕЩЬ!  
НУЖНА ЛИ ОНА?***Бруно Понтекорво*

Сборник статей «Природа материи», перевод которых помещается в настоящем номере журнала «Успехи физических наук», без сомнения, представляет большой интерес. Естественно, что в разных статьях сборника есть очень много общего. Моя статья также повторяет частично то, что уже было обсуждено в этих статьях. Причина этого, однако, не связана только с тем, что некоторые из них я внимательно прочел.

Некоторое время тому назад меня просили прочесть лекцию по вопросу о возможности практического применения физики высоких энергий. Конечно, у меня не было конкретных идей по этому поводу и лекцию я не прочитал. Но сейчас речь идет не о конкретных идеях, скажем, по практическому применению в народном хозяйстве гиперядер и т. д.

Первое замечание, которое я хотел бы сделать, состоит в следующем: малооправдательно, что путь, приводящий к практическим применениям физики элементарных частиц и высоких энергий (а я думаю, что такие применения будут), можно предсказать на основании наших сегодняшних знаний. Дело в том, что главное в физике элементарных частиц — ее фундаментальность: здесь не может не быть неожиданных открытий. Поэтому вопрос о практическом применении в народном хозяйстве результатов исследований, скажем, на данном ускорителе высокой энергии, — почти незаконный вопрос. Можно сказать, что если бы мы знали что-нибудь определенное по этому поводу, мы знали бы ответы на научные вопросы, которые мы задаем, и тогда незачем проводить исследования, создавать ускорители и т. д.

Кроме того, передовой характер физики элементарных частиц выражается не только в том, что мы не знаем ответа на заданные вопросы (скажем, какой спин у  $\Omega$ -частицы и т. д.), но также и особенно в том, что мы часто задаем несущественные вопросы. А самые существенные вопросы редко задаются в области фундаментальной физики. Успехи физики высоких энергий зависят от того, насколько часто задаются существенные, решающие вопросы. Таким был вопрос Ли и Янга: сохраняется ли четность в слабых взаимодействиях? Но этот вопрос мог возникнуть только после упорной и кропотливой экспериментальной работы, проведенной во многих лабораториях по свойствам  $K$ -мезонов. А эта работа была поставлена без понимания того, что из этого получатся грандиозные последствия.

Итак, физика элементарных частиц и высоких энергий нам нужна, в о - п е р в ы х (а это почти все понимают), потому, что она действительно фундаментальна и долг науки, особенно материалистической науки, исследовать и познавать самые неизвестные и одновременно «простые»

области природы. Дело не только в том, что речь идет о крайне интересной проблеме. Дело не только в том, что человеческая любознательность безгранична, и вопрос о спине  $\Omega$ -частицы — не менее законный, чем вопрос о расшифровке языка майя или о том, действительно ли был отравлен Наполеон, или о природе «сверхзвезд» (для выяснения последнего вопроса, между прочим, требуются огромные средства).

Интерес физики элементарных частиц особый. Она имеет дело со структурой материи, и в этом смысле она продолжает традицию самой передовой физики в прошлом. Физика элементарных частиц поэтому ищет такие знания, без которых нельзя и думать о дальнейшем взаимодействии человека с природой. При этом исследуется не только структура материи, но и структура пространства и времени.

И все-таки, что можно сказать о возможности практического применения физики элементарных частиц? Я постараюсь ответить на это, но не сейчас.

В о - в т о р ы х, физика элементарных частиц нужна потому, что она недалеко от других разделов физики и от других наук (таких, как биология, медицина, геология, астрономия, астрофизика, физика твердого тела, химия). Несмотря на некоторые скептические утверждения, открытия в области физики элементарных частиц обязаны влиять на другие науки. Это видно уже сейчас, особенно для физики космоса (включая физику космических лучей). В этой области науки появилось уже много работ, в которых подчеркивается важность не только протонов, нейтронов и электронов («старые» элементарные частицы), но и нейтрино, мезонов и гиперонов. А это только начало.

Я сказал бы, что самая характерная особенность прогресса науки в настоящее время состоит в следующем: наряду с увеличением специализации ученых, требуемой экспоненциальным ростом количества научных сведений, замечается невиданное расширение фронта исследований и, если хотите, увеличение числа «гибридных наук» (биофизика, биохимия, ядерная астрофизика, радиационная химия, космическая медицина, мюонная химия, ядерная археология и т. д.). Полное исчезновение с научной арены универсального ученого ренессансного типа — неизбежный закон. Сужение интересов большинства ученых, в том числе и выдающихся, работающих в данном разделе науки, однако, является правилом, имеющим свои исключения. Для того чтобы наука стремительно шла вперед и процесс возникновения «гибридных наук» продолжался быстрыми темпами, необходимо, чтобы хотя бы небольшое число ученых, быть может, даже в ущерб углублению, расширяли свои интересы, умея найти связи между разными науками. С этой точки зрения значительную роль призваны играть неспециализированные научные журналы такого типа, как журналы «Сайентифик Америкэн» и «Природа».

Несколько лет тому назад Л. А. Арцимович в докладе на заседании Академии наук разделил исследования по физике на два класса. Недавно Вайскопф сделал то же самое и назвал эти области столь экзотично, что я не могу перевести этого на русский язык. Буду называть их так: исследования класса А и исследования класса Б. Наука класса А описывает природу в терминах н о в ы х законов, найти которые ее цель. Наука класса Б в терминах и з в е с т н ы х законов объясняет разные факты и процессы и ищет новые.

Это не является общепринятым разделением науки на «чистую» и «прикладную». Дело в том, что любая область науки в данный момент времени имеет два аспекта: аспект А и аспект Б. В физике элементарных частиц, например, главную роль сегодня играет аспект А, а в физике твердого тела и физике плазмы — аспект Б. Есть такое правило: сегодня

исследования типа Б проводятся на базе исследований типа А предыдущего периода.

Итак, совсем неразумно было бы ожидать большого удельного веса аспекта Б в физике элементарных частиц сегодня. Но элементы аспекта Б уже видны сейчас (например, влияние на астрофизику и т. д.) в физике элементарных частиц, а это означает, что мы имеем право ожидать расширения этого аспекта.

История физики показывает, что когда в науке делается существенное, фундаментальное открытие, почти всегда следует усиление исследований типа Б и влияния на другие области наук. А когда одна область физики влияет на другие области, неизбежны практические применения. Число примеров тому очень велико.

Итак, мы подходим к еще одной важной причине, почему нужна физика элементарных частиц. Она нужна, в-третьих, потому, что с большой вероятностью она принесет практическую пользу: повторяю, уже сейчас видна связь физики элементарных частиц с другими науками, а это предвещает появление практического применения. Вспомните о влиянии на практическую химию, которое последовало за связью между ядерной физикой и теоретической химией, открытой Резерфордом. Как заметил Вик, химия — «дело» совсем малоэнергетичное, а когда Резерфорд открыл атомное ядро, исследуя рассеяния альфа-частиц с энергией в несколько *Мэв*, он, конечно, занимался физикой «высоких энергий».

Хочу напомнить еще об одном из самых первых практических применений физики нейтронов (которая, между прочим, когда-то была частью физики элементарных частиц!), сделанном до появления атомных реакторов и современной атомной техники. В начале нашего века установилась некоторая связь между геологией и ядерной физикой, которая состояла, в частности, в том, что распределение урана и тория в различных породах представляло интерес с точки зрения теоретической геологии и геофизики. Из этого возник уже совсем практический метод гамма-каротажа в нефтяной промышленности, а через 9 лет после открытия нейтрона возник метод нейтронного каротажа, который очень распространен в нефтяных полях всего мира и имеет большое экономическое значение.

Правда, с момента создания первых ускорителей высоких энергий уже прошло пятнадцать лет, а практические применения большого масштаба еще не появились. Но не надо забывать, что иногда проходят очень длительные периоды времени от момента, когда физические законы осмыслены, до их практического применения (например, коэффициенты Эйнштейна (1917 г.) и квантовые генераторы (1954 г.)). Поэтому нельзя требовать, чтобы практический выход от физики элементарных частиц был уже сегодня.

Но все-таки, какие практические применения современной физики элементарных частиц и высоких энергий могут быть, кроме, скажем, химии (уже известно, что исследование при помощи мю-мезонов поможет получить сведения о скорости химических реакций), медицины (облучение пионами) и т. д.? Конечно, в духе настоящей статьи ответить на это конкретно нельзя. Но я могу привести примеры того, как это могло бы получиться. Примеры эти взяты из реального развития физики элементарных частиц последнего времени. Правда, они несколько напоминают, как вы увидите, итальянскую поговорку: «Если бы у бабушки были колеса, она была бы каретой».

Возьмем катализ ядерных реакций мюонами. Известно сейчас, что он не дает и не может дать практического применения. Однако, если бы природа была немного другой, он мог бы дать практическое применение.

Другой пример: возьмем явление безрадиационного деления тяжелых ядер мюоном, при котором переход  $2p - 1s$  мезоатома осуществляется не путем испускания фотона, а путем возбуждения тяжелого ядра с соответствующим делением. В этом процессе мюон остается «живым» (но оказывается также, что практического применения этого нет). И здесь также, будь немножко другая природа, применение могло бы быть.

Стоит ли напоминать, что на заре своего развития физика элементарных частиц, установив с теоретической точки зрения казалось бы второстепенный факт, что при делении урана испускается более двух нейтронов, породила современную ядерную энергетику?

В настоящее время проблема кварков, поскольку она может быть связанной с возможностью существования стабильного вещества с совершенно необычными свойствами, привлекательна не только с теоретической точки зрения.

Главное — то, что практика, по-видимому, возникает совсем неожиданным образом из познания новых физических законов.

---