

Мечты теоретиков конца восьмидесятых годов

Только что мы говорили о возможности записи тяготения как поля и объединения на этой основе тяготения с другими полями.

Но есть и другой путь объединения — путь дальнейшего использования идеи Эйнштейна. Здесь невозможно сколько-нибудь внятно и понятно описать те направления, которые обсуждаются в настоящее время.

В самой общей форме можно сказать, что строится квантовая геометрическая теория. Однако теперь речь идет о геометрии 10- или 11-, или 26-мерного пространства. При этом предполагается, что развитие теории приведет к одному измерению, играющему роль времени, и 3 измерениям, играющим роль пространственных координат. Так будет отдана дань физике *теории относительности*, обычной, тривиальной, общеизвестной физике. Лишние 6 или 7, или 22 измерения образуют какое-то подобие сверхмалого замкнутого тела. Его масштаб порядка планковской длины. Движение по этим измерениям не наблюдается как пространственное движение. Кривизна (или изменение кривизны) лишних измерений воспринимается нами в обычных 4-х измерениях как поля электромагнитное, глюонное и т. д. Геометрия должна быть еще более усложнена для того, чтобы сделать возможным геометрическое описание фермионов. Наряду с чисто геометрической теорией рассматриваются такие теории, в которых в многомерном пространстве находятся линии — *струны* и *суперструны*, движение которых образует двумерные поверхности.

Ни сами эти теории, ни способы популярного их изложения еще не установились. Поэтому оставим дальнейшие попытки каких-то разъяснений по существу и ограничимся двумя вопросами:

- 1) какие цели ставит перед собой новая теория и
- 2) как в свете новой теории будет выглядеть уже существующая, экспериментально подтвержденная физика (электродинамика, хромодинамика...).

По первому вопросу — о целях — можно наметить два этапа.

Первый этап состоит в построении теории, которая была бы конечной. Другими словами, ценой фанта-

стической логики необычных геометрических представлений нужно получить логически замкнутую теорию, не имеющую, по крайней мере, противоречий. Бесконечности, даже если они получаются только в высоком приближении, означают, что теория неправоильна и во всяком случае не окончательна. Этого и стремится избежать новая теория.

Следующая, вторая задача новой теории состоит в том, что она должна стать всеобъемлющей, притом не только на качественном, но и на количественном уровне. Это значит, что теория должна:

1) получить из первых принципов весь набор частиц и полей. Фактически оказывается, что все варианты новой теории предсказывают большее число сортов частиц и полей, чем мы наблюдаем. К этому вопросу мы еще обратимся ниже;

2) получить — также из первых принципов — массы частиц или, точнее, безразмерные отношения масс частиц к планковской массе и безразмерные константы, характеризующие взаимодействия, такие как $e^2/\hbar c = 1/137$.

Характерно, что уже появляются доклады, озаглавленные «Вычисление постоянной тонкой структуры», т. е. $1/137$. В целом, программа новой теории рассчитана не менее, чем до 2000 года.

Что же представляет собой современная экспериментальная физика с энергиями не выше 1000 ГэВ с точки зрения новой теории, в которой единица энергии — планковская — равна 10^{19} ГэВ?

Сейчас в ходу термин «низкоэнергетический предел (или низкоэнергетическая асимптотика) будущей единой теории». Этот термин подразумевает прежде всего, что законы и саму картину мира современной физики не следует экстраполировать слишком далеко, в область планковских энергий. «Всяк сверчок, знай свой шесток», не будем требовать от низкоэнергетической теории всеобщей применимости, за отведенными ей пределами.

Однако — и это не всегда осознается — переход от полной теории к приближенной (в данном случае — низкоэнергетической) есть не только потеря, но и приобретение.

Приближенная теория теряет точность, область ее применимости сужается, но зато в приближенной

теории появляются качественно иные понятия, по сравнению с всеобъемлющей точной теорией.

Эту глубокую мысль высказал В. А. Фок в замечательной статье «О значении приближенных методов в теоретической физике». Вот один из примеров, приведенных Фоком: в механике Ньютона есть понятие одновременности. В теории относительности оно исчезает. Значит, переход от теории относительности к рассмотрению движения с малыми скоростями ($v/c \ll 1$) и к механике Ньютона сопровождается *возрождением* понятия одновременности!

Точно так же низкоэнергетическая теория вводит важнейшие наглядные понятия: поле, частица, античастица и т. д. В полной теории этого нет — есть только очень абстрактные, очень трудные формулировки, из которых в принципе — но с большим трудом — можно все получить. Но нужно ли всегда так действовать?

Наш вывод: электродинамика и квантовая хромодинамика останутся навсегда — как осталась в машиностроении механика Ньютона.

Если бы не это глубокое убеждение, мы не стали бы писать книгу, лежащую перед Вами.

Частицы и Вселенная

Теоретическая физика связывает между собой свойства микромира, проявляющиеся на самых малых расстояниях, и свойства Вселенной — самого большого объекта исследования.

В микромире мы имеем дело с расстояниями от 10^{-33} см (планковская длина) до 10^{-13} см (размер ядра, размер протона) и 10^{-8} см (размер атома).

Во Вселенной наиболее далекие объекты находятся от нас на расстоянии порядка $20 \cdot 10^9$ световых лет, что равно $6 \cdot 10^9$ мегапарсеков и равно $2 \cdot 10^{28}$ см. Размеры отдельных галактик порядка 10^{23} см, астрономическая единица (а. е.) — так называется расстояние от Солнца до Земли — равна $1,5 \cdot 10^{13}$ см, диаметр Солнца $1,5 \cdot 10^{11}$ см.

Итак — совершенно несравнимые масштабы, тем не менее есть тесная связь между теорией частиц и космологией. И в последние годы, когда теория элементарных частиц вышла в своих предсказаниях да-