

природа механизмов, обуславливающих нарушение симметрии по мере перехода к более низким энергиям. В этом плане первостепенное значение имеет прояснение роли бозонов Хиггса в физике Э.ч. Модели, к-рые предлагает совр. теория Э.ч., ещё далеки от удовлетворения всем перечисленным критериям.

Описание взаимодействий Э.ч., как уже отмечалось, связано с калибровочными теориями поля. Эти теории имеют развитый матем. аппарат, к-рый позволяет производить расчёты процессов с Э.ч. на том уровне строгости, что и в квантовой электродинамике. Однако в аппарате калибровочных теорий поля, в его совр. формулировке, присутствует один существен. изъян, общий с квантовой электродинамикой. — в процессе вычислений в нём появляются бессмысленные бесконечно большие выражения. С помощью спец. приёма переопределения наблюдаемых величин (масс и констант взаимодействия) — *перенормировки* — удаётся устранить бесконечности из окончат. результатов вычислений. Однако процедура перенормировки — чисто формальный обход трудности, существующей в аппарате теории, к-рая на каком-то уровне точности может сказаться на степени согласия предсказаний теории с измерениями.

Появление бесконечностей в вычислениях связано с тем, что в лагранжианах взаимодействий поля разных частиц отнесены к одной точке x , т.е. предполагается, что частицы точечные, а четырёхмерное пространство-время остаётся плоским вплоть до самых малых расстояний. В действительности указанные предположения, по-видимому, неверны по неск. причинам:

а) истинно Э.ч., как носителям конечной массы, естественно всего приписать, хоть и очень малые, но конечные размеры, если мы хотим избежать бесконечной плотности материи;

б) свойства пространства-времени на малых расстояниях, скорее всего, радикально отличны от его макроскопич. свойств (начиная с нек-рого характерного расстояния, к-рое обычно наз. *фундаментальной длиной*);

в) на самых малых расстояниях ($\sim 10^{-33}$ см) сказывается изменение геом. свойств пространства-времени за счёт влияния квантовых гравитац. эффектов (флуктуации метрики; см. *Квантовая теория гравитации*).

Возможно, эти причины тесно связаны между собой. Так, именно учёт гравитац. эффектов наиб. естественно приводит к размерам истинно Э.ч. порядка 10^{-33} см, а фундам. длина может фактически совпадать с т.н. *планковской длиной* $l_{пл} = \sqrt{\frac{\hbar x}{c^3}} \approx 10^{-33}$ см, где x — гравитац. постоянная (М. Марков, 1966). Любая из этих причин должна привести к модификации теории и устранению бесконечностей, хотя практическое выполнение этой модификации может оказаться очень сложным.

Одна из интересных возможностей последовательного учёта эффектов гравитации связана с распространением идей суперсимметрии на гравитац. взаимодействие (теория *супергравитации*, в особенности расширенной супергравитации). Совместный учёт гравитац. и других видов взаимодействий приводит к заметному сокращению числа расходящихся выражений в теории, но ведёт ли супергравитация к полной ликвидации расходимостей в расчётах, строго не доказано.

Т.о., логическим завершением идей Великого объединения, скорее всего, станет включение в общую схему рассмотрения взаимодействий Э.ч. также и гравитац. взаимодействия, учёт к-рого может оказаться принципиальным на самых малых расстояниях. Именно на базе одновременного учёта всех видов взаимодействий наиб. вероятно ожидать создания будущей теории Э.ч.

Лит.: Элементарные частицы и компенсирующие поля. Сб. ст., пер. с англ., М., 1964; Кокедэ Я., Теория кварков, пер. с англ., М., 1971; Марков М. А., О природе материи, М., 1976; Глэшоу Ш., Кварки с цветом и ароматом, пер. с англ., «УФН», 1976, т. 119, в. 4, с. 715; Бернштейн Дж., Спонтанное нарушение симметрии, калибровочные теории, механизм Хиггса и т.п., в кн.: Квантовая теория калибровочных полей. Сб. ст., пер. с англ., М., 1977 (Новости фундаментальной физики, в. 8); Боголю-

бов Н. Н., Ширков Д. В., Квантовые поля, 2 изд., М., 1993; Окунь Л. Б., Лептоны и кварки, 2 изд., М., 1990.

А. А. Комар.

ЭЛЕМЕНТАРНЫЙ ЭЛЕКТРИЧЕСКИЙ ЗАРЯД (e) — наименьший электрич. заряд, положительный или отрицательный, равный величине заряда электрона: $e = 4,803250(21) \cdot 10^{-10}$ ед СГСЭ = $1,6021892(46) \cdot 10^{-19}$ Кл. Почти все элементарные частицы обладают электрич. зарядом $+e$ или $-e$ (или не заряжены), исключение составляют нек-рые *резонансы* с зарядом, кратным e (напр., Δ^{++} с зарядом $2e$). Природа такого «квантования» электрич. заряда не ясна (об одном из возможных объяснений см. в ст. *Магнитный монополю*). В теории элементарных частиц предполагается, что кварки — элементарные составляющие адронов — обладают дробным электрич. зарядом, кратным $e/3$ (см. *Кварки*).

А. В. Ефремов.

ЭЛЕМЕНТЫ № 105—110 — сверхтяжёлые искусственно полученные радиоакт. хим. элементы. Элементы с ат. номером 104—110 наз. *трансактиноидными*. Элемент № 105 (нуклид с массовым числом $A = 261$, $T_{1/2} = 1,6$ с) получен в 1970 в Дубне группой Г. Н. Флёрова при бомбардировке ^{243}Am ионами ^{22}Ne ; нуклид этого элемента с $A = 260$ получен в том же году в Беркли (США) группой А. Гиорсо (A. Ghiorso). В 1974 группа Флёрова сообщила о получении элемента № 106 ($A = 259$, $T_{1/2} = 7$ мс) методом «холодного слияния» ядер при бомбардировке ^{207}Pb и ^{208}Pb ускоренными тяжёлыми ионами ^{54}Cr . Этот метод использовался впоследствии для получения др. сверхтяжёлых ядер. Группа Гиорсо в 1974 также сообщила о синтезе ядер элемента № 106 ($A = 263$, $T_{1/2} = 0,9$ с). В 1981 в Дармштадте (ФРГ) получены доказательства образования ядер элемента № 107 ($A = 262$) при реакции холодного слияния ядер ^{209}Bi и ^{54}Cr , несколько ранее о получении нуклида $^{261}\text{107}$ сообщила группа Флёрова. В 1984 одновременно в Дубне и Дармштадте получены сведения о синтезе элемента № 108 ($A = 265$). В 1987 в Дармштадте зарегистрированы первые атомы элемента № 109 ($A = 266$), а группа Ю. Ц. Оганесяна (Дубна) сообщила о синтезе элемента № 110 ($A = 272$).

Свойства элементов № 105—110 пока мало изучены. Предполагается, что внеш. электронные оболочки атомов этих элементов имеют такую же конфигурацию, что и атомы элементов 6-го периода (табл.). Свойства наиб. изученного элемента № 105 близки к свойствам ниобия, степень окисления его атомов +5. Обсуждается возможность релятивистских эффектов в атомах сверхтяжёлых элементов, связанных с релятивистскими скоростями наиб. близких к ядру электронов. Наличие релятивистских эффектов предположительно может сказываться на хим. свойствах атомов.

Элементы № 105—110

Атомный номер	Предполагаемая конфигурация $6d$ и $7s$ оболочек	Год открытия	Предполагаемое название		
			латинское	русское	символ
105	$6d^3 7s^2$	1970	Joliotium	Жолиотий	J
106	$6d^4 7s^2$	1974	Rutherfordium	Резерфордий	Rf
107	$6d^5 7s^2$	1981	Bohrium	Борий	Bh
108	$6d^6 7s^2$	1984	Hahnium	Ганий	Hn
109	$6d^7 7s^1$	1987	Meitnerium	Мейтнерий	Mt
110		1987	—	—	—

Достоверное открытие сверхтяжёлых элементов — длительный, сложный, не всегда однозначный процесс. Спец. комиссия, созданная Международным союзом чистой и прикладной физики (IUPAP) и Международным союзом чистой и прикладной химии (IUPAC), в 1991—93 опубликовала выводы о приоритетах открытия элементов № 101—109. Спец. международная комиссия в 1994 предложила названия новых элементов. Название элемента № 105