

к-рому кванты полей могут приобретать массу). В электродинамике электрич. З. играет именно эту двойную роль, являясь, с одной стороны, сохраняющейся величиной (см. *Заряда сохранения закон*), а с другой — источником электромагн. поля и его безмассовых квантов (фотонов).

Бариионному числу, странности и т. п. не соответствует к.-л. дальнедействующее поле. Эти З. могут быть связаны только с глобальной калибровочной симметрией. Если в природе реализуется только строгая локальная калибровочная симметрия, то глобальная симметрия может быть приближённой и эти З. не должны быть строго сохраняющимися.

В калибровочной теории поля (см. *Калибровочные поля*) З. являются генераторами группы внутр. симметрий в пространстве состояний. Однако не все они могут характеризовать состояние физ. системы, а только коммутирующая друг с другом часть.

В электродинамике имеется только один тип З. — электрический. Поэтому в квантовой электродинамике имеется только одно калибровочное поле — электромагнитное, отвечающее теории инвариантности относительно локальных калибровочных преобразований с абелевой группой симметрии $U(1)$. В случае группы симметрии $SU(n)$ существует $n^2 - 1$ разл. типов калибровочных полей и зарядов, из к-рых $n - 1$ коммутируют друг с другом, т. е. могут характеризовать состояние физ. системы. При этом кванты полей обладают З. и обязательно взаимодействуют между собой. Закон взаимодействия соответствующих полей однозначно задаётся условием калибровочной инвариантности. Если локальные калибровочные преобразования отвечают простой или полупростой группе Ли, например группе $SU(n)$, то взаимодействие всех З. характеризуется одной и той же константой взаимодействия.

Примерами теорий с неск. З. являются калибровочная теория электрослабого взаимодействия (ЭСВ), основанная на калибровочной группе $SU(2) \times U(1)$, и калибровочная теория сильного взаимодействия — квантовая хромодинамика (КХД), основанная на калибровочной группе цветовой симметрии $SU(3)_c$. В теории ЭСВ имеются две константы, связь между к-рыми характеризуется параметром теории $\sin^2 \theta_W$ (где θ_W — *Вайнберга угол*). В КХД есть всего одна константа взаимодействия всех восьми цветовых З. (и квантов соответствующих цветовых полей — глюонов) α_s . Величины констант из-за радиац. поправок, обусловленных поляризац. вакуума, слабо (логарифмически) зависят от квадрата передаваемого 4-импульса $|q^2|$, если $|q^2|$ достаточно велико, т. е. расстояние между частицами достаточно мало. Эта зависимость определяется на основе ренормализационной группы. Константа КХД уменьшается с ростом $|q^2|$ (т. е. с уменьшением расстояния между цветовыми З.), что отвечает асимптотической свободе сильного взаимодействия, и растёт с уменьшением $|q^2|$ (с увеличением расстояния). Ввиду гипотетич. явления удержания цвета объекты с цветовым З. в свободном состоянии не существуют. Экстраполяция тенденции изменения величин констант КХД и ЭСВ в область асимптотически больших переданных 4-импульсов ($|q^2|^{1/2} \sim 10^{16}$ ГэВ/с) приводит к одинаковой величине всех трёх констант. Это обстоятельство позволяет рассматривать сходство в описании взаимодействий ЭСВ и КХД как проявление единой фундаментальной калибровочной природы всех взаимодействий. Представление о такой единой природе реализуется в моделях великого объединения, рассматривающих заряды ЭСВ и КХД в рамках единой группы калибровочных преобразований.

Топология структура спонтанного нарушения калибровочной симметрии великого объединения приводит к появлению в теории топологических зарядов. Во всех имеющихся моделях великого объединения предсказывается существование топологически устой-

чивых решений, описывающих частицы с магн. З. и массой $\sim 10^{16}$ ГэВ/с² — магнитных монополей. Существование магн. монополей связано с квантованием электрич. З. в таких моделях.

В рамках локальных суперсимметричных моделей объединения взаимодействий появляется возможность единого описания всех четырёх фундам. взаимодействий, включая и гравитационное. При этом в теории наряду с 4-векторными токами возникают спиновые токи (и спиновые заряды).

ЗАРЯДА СОХРАНЕНИЯ ЗАКОН (закон сохранения электрического заряда) — закон, согласно к-рому алгебраич. сумма электрич. зарядов всех частиц изолированной системы не меняется при происходящих в ней процессах. Электрич. заряд любой частицы или системы частиц является целым кратным элементарному электрическому заряду e (равному по величине заряду электрона) или нулевым. (Исключение составляют дробно заряженные кварки и т. н. X-, Y-бозоны, к-рые, по-видимому, не могут существовать в свободном состоянии.) З. с. з. означает абс. стабильность легкой заряж. частицы — электрона. Из Максвелла уравнений следует локальная формулировка З. с. з.: $\partial \rho / \partial t + \text{div } j = 0$, где ρ — плотность заряда, j — плотность тока (непрерывности уравнение). Отсюда следует, что изменение электрич. заряда в любой замкнутой области пространства должно компенсироваться электрич. током через поверхность этой области. Квантовая электродинамика связывает З. с. з. с инвариантностью этой теории относительно локальных калибровочных преобразований. При этом из строгого З. с. з. следует нулевая масса покоя фотона.

Эксперим. проверка З. с. з. основывается на проверке стабильности электрона и нулевой массы покоя фотона. Анализ возможных явлений атм. электричества, к-рые могли бы возникнуть в результате распадков электронов в атмосфере, даёт для нижней границы времени жизни электрона $> 10^{21}$ лет. Существование крупномасштабного магн. поля в дисковой составляющей Галактики приводит к самому сильному ограничению сверху на допустимую величину массы фотона $\leq 10^{-27}$ эВ. Это ограничение делает весьма проблематичным построение физ. теории, допускающей нарушение закона сохранения электрич. заряда. Подтверждением З. с. з. служит также строгое равенство (по абс. величине) электрич. зарядов электрона и протона. Изучение движения атомов (молекул) и микроскопич. тел в электрич. полях подтверждает электронейтральность вещества и, соответственно, равенство зарядов электрона и протона (и электронейтральность нейтрона) с точностью 10^{-21} .

Лит.: Бернштейн Дж., Элементарные частицы и их токи, пер. с англ., М., 1970; Dylla H. F., King J. G., Neutrality of molecules by a new method, «Phys. Rev.», 1973, v. A 7, p. 1224; Окунь Л. Б., Лептоны и кварки, М., 1981. М. Ю. Хлопов.

ЗАРЯДОВАЯ ЧЁТНОСТЬ (С-чётность) (С) — одна из внутр. характеристик (квантовых чисел) истинно нейтральной частицы (или истинно нейтральной системы частиц), определяющая поведение её вектора состояния при зарядовом сопряжении. Является мультипликативным квантовым числом и может принимать значения $C = \pm 1$. В любых процессах, обусловленных эл.-магнитным или сильным взаимодействием, З. ч. сохраняется.

З. ч. фотона отрицательна: $C = -1$ (это видно из того, что при зарядовом сопряжении электрич. заряды, а следовательно, и эл.-магн. поля, квантами к-рых являются фотоны, меняют знак). Т. к. π^0 -мезон распадается на два γ -кванта, его З. ч. $C = +1$. При распаде ρ^0 -мезона образуются π^+ - и π^- -мезоны в состоянии с орбит. моментом $l=1$. Это означает, что С-чётность ρ^0 -мезона равна -1 . Виртуальный фотон может превращаться в J/ψ -частицу. Следовательно, С-чётность J/ψ -частицы должна быть такой же, как у фотона, т. е. равной -1 . Аналогично установлено,