ранству её массы или электрич. заряда; обычно говорят о т. н. среднеквадратичном радиусе распределения электрич. заряда (к-рый одновременно характеризует и распределение массы)

$$(\langle r^2\rangle)^{1/2}=\left[\int\rho_e(r)r^2d^3r\right]^{1/2},$$

где ρ_e — нормированная плотность заряда $[\int\rho_e(r)d^3r=1]$.

Элементарные частицы принято разделять на три осн. группы: калибровочные бозоны (*промежуточные векторные бозоны, фотон, глюоны*), *лептоны* и *адроны*. Частицы первых двух групп могут быть названы истинно элементарными. Адроны являются составными системами, построенными из *кварков*, и, строго говоря, элементарными частицами не являются. Соответственно резко различаются «размеры» частиц этих групп.

Калибровочные бозоны и лептоны в пределах точности выполненных измерений не обнаруживают конечных «размеров». Это означает, что их «размеры» $< 10^{-16}$ см (по оценке на нач. 1990-х гг.). Если и в дальнейших экспериментах конечные «размеры» у этих частиц (а также кварков) не проявятся, то это может свидетельствовать о том, что «размеры» калибровочных бозонов, лептонов и кварков исчезающе малы и близки по порядку величины к *фундаментальной длине* (к-рая может оказаться близкой к планковской, 10^{-33} см).

В отличие от истинно элементарных частиц «размеры» адронов конечны. Их характерный среднеквадратичный радиус определяется радиусом *конфайнмента* (или удержания кварков) и по порядку величины равен 10^{-13} см. При этом он, конечно, варьирует от адрона к адрону.

Наиб. надёжно измерены среднеквадратичные радиусы, характеризующие распределение электрич. заряда протона, заряженных π-мезонов и K-мезонов (см. *Мезоны*). Среднеквадратичный радиус распределения заряда связан простой ф-лой с *формфактором* частиц F $(\boldsymbol{q}^2)$ [Фурье-образом их плотности заряда, $F(\boldsymbol{q}^2)=\int\rho_e\exp(i\boldsymbol{q}\boldsymbol{r})d^3\boldsymbol{r}$]. Здесь $\boldsymbol{q}^2$ — квадрат трёхмерного импульса, передаваемого в процессе рассеяния. При малых $\boldsymbol{q}^2$

$$F(\boldsymbol{q}^2)=1-\frac{1}{6}\langle r^2\rangle\boldsymbol{q}^2+\dots .$$

Измерение формфакторов протона в экспериментах по рассеянию на нём электронов, а также формфакторов π- и K-мезонов в экспериментах по рассеянию последних на электронах вещества позволило определить соответствующие среднеквадратичные радиусы:

$$\left\langle r_p^2\right\rangle^{1/2}=(0,814\pm0,015)\cdot10^{-13}\text{ см},$$

$$\left\langle r_{\pi\pm}^2\right\rangle^{1/2}=(0,663\pm0,023)\cdot10^{-13}\text{ см},$$

$$\left\langle r_{K\pm}^2\right\rangle^{1/2}=(0,53\pm0,05)\cdot10^{-13}\text{ см}.$$

Ошибки отражают уровень точности выполненных экспериментов.

А. А. Комар.

РАЗМЕ́РНАЯ ТРАНСМУТА́ЦИЯ в квантовой теории поля — формальный приём, позволяющий использовать для характеристики взаимодействия квантовых полей размерный параметр вместо безразмерной константы связи, фигурирующей в лагранжиане взаимодействия классич. полей.

Благодаря квантовым эффектам поляризации вакуума безразмерная числовая характеристика классич. теории полей — константа связи g превращается в ф-цию квадрата 4-импульса, $\bar{g}(k^2)$, называемую эффективной константой связи или *эффективным зарядом*. Эта ф-ция, рассматриваемая на плоскости k^2, $\bar{g}$, характеризуется двумя координатами — размерной абсциссой $k^2=\mu^2$ и безразмерной ординатой $\bar{g}=g_\mu$. Новый размерный параметр μ связан с условиями измерения, и, напр., в случае квантовой электродинамики, когда роль $\bar{g}$ играет квадрат эфф. заряда электрона $\bar{\alpha}$, μ^2 равен квадрату 4-импульса фотона, при помощи к-рого измеряется заряд электрона.

В частных случаях благодаря специфике поведения ф-ции эфф. заряда $\bar{g}(k^2)$ факт наличия двух параметров, характеризующих интенсивность взаимодействия системы квантовых полей, может быть «затушёван». Так, в *квантовой электродинамике*, исходя из очевидных требований соответствия с классич. макроскопич. случаем, долгое время использовали «граничное значение» квадрата эфф. заряда электрона $\alpha\equiv\bar{\alpha}(k^2=0)$, равное его милликеновскому значению $^1/_{137}$. С др. стороны, после обработки однопетлевого приближения теории возмущений методом ренормализац. группы для эфф. заряда получают выражение, имеющее вид суммы геом. прогрессии. Напр., в *квантовой хромодинамике* (КХД) однопетлевое ренормгрупповое приближение для эфф. константы связи $\bar{\alpha}_s$ [ср. с ф-лой (4) в ст. *Ренормализационная группа*] имеет вид

$$\bar{\alpha}_s^{\mathrm{pr}}(k^2)=\frac{\alpha_s}{1+\alpha_s b_1\ln(k^2/\mu^2)}\qquad(1)$$

(b_1 — число). Это выражение с помощью подстановки $\alpha_s=[b_1\ln(\mu^2/\Lambda^2)]^{-1}$ может быть приведено к виду

$$\bar{\alpha}_s^{\mathrm{pr}}(k^2)=\frac{1}{b_1\ln(k^2/\Lambda^2)},\qquad(2)$$

в к-ром два параметра μ и α_s входят через одну комбинацию

$$\Lambda=\mu\exp(1/2b_1\alpha_s).$$

Как видно, параметр Λ даёт ординату полюсной особенности однопетлевого приближения и поэтому также является характеристикой краевого типа. С физ. точки зрения, величина Λ, называемая параметром шкалы КХД, характеризует масштаб импульсной переменной $k=\sqrt{|k^2|}$, при к-рой $\bar{\alpha}_s$ принимает значения, большие единицы, т. е. соответствует сильной связи.

Т. о., возможность Р. т. «в чистом виде», т. е. «превращения» одной безразмерной константы связи в одну размерную — параметр шкалы, является следствием специфики ренормгрупповой структуры выражения для эфф. заряда.

Лит. см. при ст. *Ренормализационная группа.*

Д. В. Ширков.

РАЗМЕ́РНОСТЕЙ АНА́ЛИЗ — метод установления связи между физ. величинами, существенными для изучаемого явления, основанный на рассмотрении *размерностей* единиц этих величин.

В основе Р. а. лежит требование: ур-ние, выражающее искомую связь, должно оставаться справедливым при любом изменении единиц входящих в него величин. Если это требование выполняется, то размерности в левой и правой частях ур-ния совпадают; если этого не происходит, то изменение к.-л. физ. величины вызовет разные изменения в обеих частях ур-ния и равенство нарушится. Неравенство размерностей левой и правой частей ур-ния может означать, что не учтена к.-л. величина, существенная для данного явления, либо в ур-ние должна входить неучтённая размерная константа. Напр., ур-ние для периода колебаний матем. маятника, длина к-рого l и масса m, можно записать в виде

$$\tau=l^xm^y,$$

а для размерностей оно будет иметь вид

$$T=LM,$$