

большой «свободной» массы, обычно интерпретируются как проявление специфич. особенности взаимодействия К. друг с другом, выражающейся в том, что силы взаимодействия не ослабевают с увеличением расстояния между К. (т. н. удерживание К., или удержание цвета). В этих условиях возникновение свободных К. принципиально невозможно, т. к. для этого потребовалась бы бесконечно большая энергия.

В совр. физике микромира К. выступают как предельная ступень дробления адронной материи. Они бесструктурны и по совокупности известных свойств, как и лептоны, хорошо выписываются в представление об истинно элементарных частицах. Так ли это, покажут дальнейшие исследования. Иногда обсуждаются модели, в к-рых К. рассматриваются как сложные объекты, построенные из субкварков, называемых также преонами (первочастицами). Эксперимент пока не даёт никаких указаний на существование преонов.

Лит.: Коккеда Я., Теория кварков, пер. с англ., М., 1971; Глэшоу Ш., Кварки с цветом и ароматом, пер. с англ., «УФН», 1976, т. 119, с. 715; Окунь Л. Б., Лептоны и кварки, М., 1981; Hending A. W., Lichtenberg D. B., The quark model, «Repts Progr. Phys.», 1978, v. 41, p. 1707. А. А. Комар.

КВАРКОВОГО СЧЕТА ПРАВИЛА — определяют скорость степенного падения сечений эксклюзивных жестких процессов взаимодействия частиц с участием адронов с ростом энергии и передачи импульса в зависимости от числа кварков и антикварков, составляющих эти адроны.

Для случая двухчастичных реакций ф-лы К. с. п., установленные в 1973 [1], определяют энергетич. зависимость дифференц. сечений рассеяния на большие углы при высоких энергиях \sqrt{s} в системе центра инерции (с. п. и.) сталкивающихся частиц и фиксированном угле рассеяния θ , а также *формфакторов* адронов $F_a(t)$ при больших передачах 4-импульса $|q^2| = -t$:

$$\frac{d\sigma}{dt}(a+b \rightarrow c+d) \sim \left(\frac{1}{s}\right)^{n_a+n_b+n_c+n_d-2} f(\theta),$$

$$F_a(t) \sim \left(\frac{1}{|t|}\right)^{n_a-1},$$

где n_i — числа элементарных составляющих (кварков, антикварков), участвующих в реакции адронов ($i=a, b, c, d$), $f(\theta)$ — нек-рая ф-ция θ . Напр., сечение упругого протон-протонного рассеяния на фиксированный угол падает как s^{-10} (рис. 1).

Ф-лы К. с. п. описывают многочисленные эксперим. данные по рассеянию частиц, позволяя непосредственно из опыта извлекать информацию о кварковой структуре адронов и легких ядер (см., напр., рис. 1 и 2).

При описании *глубоко неупругих процессов* и *инклю-*

Рис. 1. Зависимость дифференциального сечения $d\sigma/dt$ упругого протон-протонного рассеяния на угол $\theta=90^\circ$ в системе центра инерции от энергии \sqrt{s} налетающего протона в лабораторной системе в сравнении с теоретически предсказанной степенной зависимостью (сплошная линия) [2].

зивных процессов взаимодействия адронов с адронами в модели *партонов* К. с. п. используются для определения поведения партоновых ф-ций распределения по

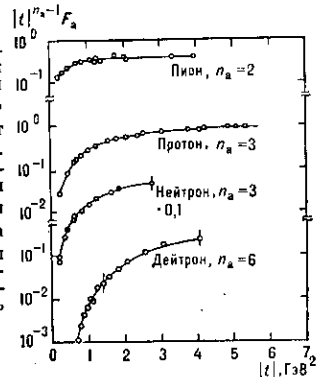
переменной x (части полного импульса адрона, переносимой партоном данного типа, $0 \leq x \leq 1$):

$$F(x) \sim (1-x)^{2n-3} \text{ при } x \sim 1$$

в зависимости от числа n валентных составляющих адрона [4].

Предсказываемый К. с. п. закон степенного убывания сечения реакции инклюзивного образования адронов с

Рис. 2. Электromагнитные формфакторы частиц, отнесенные к теоретическим предсказаниям формулы кваркового счёта, $|t|^{n_a-1} \cdot F_a$. Кривые показывают тенденцию стремления к конечным пределам с ростом передачи импульса при $n_a=2$ для пиона, $n_a=3$ для протона и нейтрона, $n_a=6$ для дейтрона [3]. (На оси ординат сделаны разрывы и сдвиги, чтобы разделить близкие кривые для нейтрона и протона и отделить кривую для пиона.)



большими поперечными импульсами p_T — т. н. закон p_T^{-4} — является одним из характерных масштабных законов, к-рые указывают на кварковый механизм взаимодействия частиц в области малых пространственно-временных расстояний.

Степенные законы, следующие из К. с. п., имеют приближённый характер и не учитывают возможного наличия логарифмич. поправок, на к-рые указывает изучение эффектов *квантовой хромодинамики* в рамках теории возмущений.

Лит.: 1) Matveev V. A., Muradyan R. M., Tavkhelidze A. N., Automodellism in the large-angle elastic scattering and structure of hadrons, «Lettere Nuovo Cim.», 1973, v. 7, p. 719; 2) Brodsky S. J., Chertok V. T., Asymptotic form factors of hadrons and nuclei and the continuity of particle and nuclear dynamics, «Phys. Rev.», 1976, v. D 14, p. 3003; 3) Landshoff P. V., Polkinghorne J. C., Elastic scattering at large momentum transfer, «Phys. Lett.», 1973, v. B 44, p. 293; 4) Brodsky S. J., Farrar G. R., Scaling laws at large transverse momentum, «Phys. Rev. Lett.», 1973, v. 31, p. 1153. В. А. Мамсеев.

КВАРКОВЫЕ МОДЕЛИ адронов — модели адронов как связанных систем из элементарных составляющих — *кварков* (q). Исторически К. м. возникли вследствие необходимости интерпретировать наблюдаемую систематику адронов. Эксперим. наблюдение дробнозаряж. кварков в жестких процессах (см. *Парттоны*) подтвердило, что кварки — физ. объекты, динамически связанные внутри адронов.

В К. м. лёгкие адроны группируются в низшие по размерности мультиплеты группы $SU(3)$ -симметрии относительно перестановки цветных дробнозаряж. кварков u, d, s [1, 2]. Иногда обсуждаются также модели, где заряды кварков целочисленные (см., напр., [3]). В К. м. предполагается, что наблюдаемые адроны — бесцветные частицы, а их волновая ф-ция — синглет относительно перестановки цветовых индексов кварков. Двадцати семи трёхкварковым состояниям qqq для бариона ($3 \times 3 \times 3 = 27$) соответствуют мультиплеты группы $SU(3)$ размерности 1, 8, 8, 10, а девяти мезонным состояниям $q\bar{q}$ — мультиплеты размерности 1 и 8. Т. о., в соответствии с данными опыта К. м. предсказывают, что барионы должны группироваться по квантовым числам в синглеты, октеты и декуплеты, а мезоны — в синглеты и октеты. Различие масс адронов, входящих в один мультиплет, обусловлено различием масс u, d - и s -кварков. Взаимодействие кварков, нарушающее $SU(3)$ -симметрию, приводит к смешиванию состояний из мезонного октета и синглета. Такое смешивание позволяет понять свойства векторных и тензорных мезонов ϕ и ϕ' как систем, состоящих в