

Обширную область физики, изучающую ядерные реакции при низких энергиях, а также свойства атомных ядер, обусловленные С. в., принято относить к *ядерной физике*. Физика С. в. в более узком смысле обычно имеет дело с элементарными частицами, участвующими в процессах соударения частиц достаточно высоких энергий (входящих в состав космич. лучей или созданных в лаб. условиях на ускорителях заряж. частиц). Энергия, выделяющаяся при соударении частиц может на два-три порядка превосходить массу протона. Лишь при достаточно высоких энергиях сталкивающихся частиц появляется возможность рождения новых тяжёлых частиц и можно получить более детальное представление о характере С. в., исследовать его свойства на очень малых расстояниях.

Все адроны, за исключением протона, нестабильны (нейтроны, входящие в состав стабильных атомных ядер, стабильны, хотя свободный нейтрон распадается за время  $\sim 10^8$  с на протон, электрон и электронное антинейтрино). При этом большинство адронов обладает крайне малым временем жизни, характерным для С. в. [порядка ( $10^{-22}$  —  $10^{-24}$ ) с]; они наз. *резонансами*. Рождающиеся при соударении частиц резонансы идентифицируются обычно по продуктам их распада. Для их изучения создана специализиров. эксперим. техника (разл. детекторы частиц, ионизационные calorиметры). Регистрация актов соударения производится с помощью ЭВМ, что позволяет проанализировать миллионы событий, удовлетворяющих тем или иным критериям отбора. Совр. установки для исследований в области физики высоких энергий (в первую очередь сами ускорители) представляют собой крупные и дорогостоящие сооружения, для к-рых характерно сочетание больших размеров и высокой точности, использование наиб. передовых технологий и разработок, таких, как сверхпроводящие магниты.

**Взаимодействия адронов.** За 40 лет, прошедших после открытия л-мезонов, открыты и изучены многочисл. семейства адронов и их взаимодействия. При сравнительно низких энергиях сталкивающихся частиц (порядка характерной энергии 1 ГэВ) наиб. важную роль в адронной физике играют резонансные взаимодействия. Их признаком являются более или менее ярко выраженные пики в сечении рассеяния, обусловленные одночастичными адронными состояниями. Иначе говоря, такой процесс взаимодействия состоит в образовании и последующем распаде нестабильного адрона. Ширина пика определяется обратным временем жизни промежуточного состояния. При повышении энергии всё большую роль начинают играть многочастичные промежуточные состояния и процессы рождения новых частиц, в первую очередь легчайших из них — л-мезонов. При энергии соударения, большей неск. ГэВ, определяющую роль играют процессы множеств. рождения адронов (см. *Множественные процессы*), а упругие и полные эфф. сечения взаимодействия становятся плавными ф-циями энергии соударения. Наиб. энерговыделение в лаб. условиях  $\sim 10^8$  ГэВ в системе центра масс (СЦМ) достигнуто при соударении встречных  $\bar{p}$ -пучков.

При энергиях в десятки ГэВ (в СЦМ) и выше наблюдается характерный для всех адронов медленный рост эфф. сечений взаимодействия. Осн. часть процессов (ок. 80%) составляют при этом неупругие взаимодействия с рождением десятков вторичных частиц. Ввиду большого числа степеней свободы, эффективно участвующих в процессе соударения, проявляются статистич. свойства родившихся адронов и с успехом может быть использовано термодинамич. и гидродинамич. описание отд. этапов процесса множеств. рождения.

При достигнутых энергиях большая часть неупругих процессов происходит в результате т. н. мягких соударений (см. *Мягкие процессы*), для к-рых характерны небольшие (неск. сотен МэВ) передачи импульса в поперечном направлении. Ясное понимание меха-

низма таких процессов отсутствует, хотя имеются феноменологич. модели, систематизирующие и описывающие многочисл. эксперим. данные по угл. и энергетич. распределению вторичных частиц. Как одну из характерных особенностей инклюзивных распределений (см. *Инклюзивный процесс*) для больших продольных импульсов вторичной частицы можно отметить зависимость только от отношения продольного импульса к его максимально возможному значению (с к е й л и н г Ф е й н м а н а).

Заметную долю неупругих процессов составляют также «катастрофия.» (жесткие) соударения с большой передачей импульса, к-рые приводят к образованию более или менее резко выраженных струй вторичных адронов (групп из неск. адронов, испущенных в узкой конус углов; см. *Струя адронная*). С ростом энергии доля таких процессов нарастает, и в наиб. высокоэнергетич.  $\bar{p}$ -соударениях они составляют до 20% всех событий, в значит. мере определяя рост полных сечений взаимодействия. Осн. черты таких процессов описываются на основе представления о *партонах* — слабо связанных друг с другом составных элементах адронов. Считается, что при жестком соударении происходит рассеяние на большой угол двух или большего числа партонов, входящих в состав двух сталкивающихся адронов с последующим переходом партонов в адронные струи. Такие процессы находят своё объяснение в *квантовой хромодинамике* (КХД).

Упругое рассеяние адронов при высоких энергиях составляет ок. 20% событий и тесно связано с неупругими процессами. Оно имеет в осн. дифракционный, или теневой, характер: выбывание частиц из падающего на мишень пучка, происходящее за счёт неупругих процессов, ведёт к упругому рассеянию, что аналогично дифракции света при наличии поглощающего объекта. Такому механизму соответствует малость действит. части амплитуды упругого рассеяния в области дифракц. пика (при малых передаваемых импульсах) по сравнению с её мнимой частью (см. *Дифракционное рассеяние*). Кроме того, заметную долю событий составляют своеобразные процессы *дифракционной диссоциации*, при к-рых дифракционно рассеивающийся адрон переходит в возбуждённое состояние, распадающееся затем на вторичные частицы.

В эксперименте наблюдается сужение дифракц. пика в дифференциальном сечении упругого рассеяния по мере роста энергии, что означает рост эфф. радиуса взаимодействия адронов с увеличением энергии. Такое поведение характерно для теории полюсов Редже (см. *Редже полюсов метод*), согласно к-рой асимптотич. поведение амплитуды процесса С. в., рассматриваемой как *аналитическая функция* своих аргументов, определяется крайней правой особенностью в комплексной плоскости угл. момента  $J$ . Если эта особенность в комплексной  $J$ -плоскости является полюсом, то процесс взаимодействия можно рассматривать как результат обмена *реджеоном* — своеобразным адронным состоянием с переменными спином  $J$  и массой. В случае упругого рассеяния соответствующий реджеон, по-видимому, отсутствует и характер особенности в  $J$ -плоскости (т. н. особенность Померанчука), определяющий асимптотич. поведение амплитуды упругого рассеяния, до сих пор не выяснен.

С точки зрения метода полюсов Редже особый интерес представляют бинарные адронные процессы  $a_1 + a_2 \rightarrow a_3 + a_4$ , где адроны  $a_3, a_4$  отличаются от  $a_1, a_2$ . С ростом энергии сечение такого процесса и ширина пика в угл. распределении падают характерным образом, указывая на то, что при высоких энергиях в таких процессах происходит обмен реджеоном с определ. зависимостью спина  $J$  от массы  $m$  (траекторий полюса Редже). При целых значениях спина реджеон должен быть обычным адроном, а всё семейство таких адронов, обладающих одинаковыми внутр. квантовыми числами, должно лежать на одной траек-