

ветствующее сечение  $\sigma(Q^2, p_1^2, \dots, p_n^2)$  в виде произведения:

$$\sigma(Q^2, p_1^2, \dots, p_n^2) = \sigma(Q^2, \mu^2) \Gamma_1(\mu^2, p_1^2) \dots \Gamma_n(\mu^2, p_n^2), \quad (3)$$

где  $p_i^2 \rightarrow 0$ , а  $\mu^2$  — фиксированный параметр размерности квадрата массы. Множитель  $\Gamma_i(\mu^2, p_i^2)$ , куда вошли все массовые сингулярности, связанные с  $i$ -м партоном, объединяется с «затравочной» ф-цией распределения  $f_{a_i/A_i}(x)$ , к-рая характеризует вероятность обнаружить внутри адрона  $A_i$  партон  $a_i$ , несущий долю  $x_i$  продольного импульса адрона. Результат такого объединения  $f(x, \mu^2)$  имеет смысл ф-ции распределения партонов  $F(x, k_{\perp}^2)$ , проинтегрированной по области квадратов поперечных импульсов партонов  $k_{\perp}^2 \leq \mu^2$ . Интегрирование по  $k_{\perp}^2$  и обеспечивает в данном случае суммирование по вырожденным состояниям. Факторизация (3) имеет место и в том случае, когда нек-рые из адронов  $A_i$  принадлежат конечному состоянию. При этом, однако, вместо ф-ций распределения  $f_{a_i/A}$  возникают ф-ции фрагментации  $D_{A_i/A}(z, \mu^2)$ , характеризующие вероятность перехода партона  $a$  (с импульсом  $zP$ ) в адрон  $A$  (с импульсом  $P$ ).

Кроме обсуждавшихся выше типов массовых сингулярностей, существование к-рых не зависит от наличия или отсутствия в соответствующей теории ультрафиолетовых расходимостей, в перенормированных диаграммах Фейнмана для пропагаторов и вершинных ф-ций в КЭД и КХД могут присутствовать массовые сингулярности, появление к-рых обусловлено выбором процедуры перенормировки. В выражениях для физ. величин, однако, подобные «нефиз.» сингулярности отсутствуют.

Не исключено также, что в КХД существуют И. р., не «ухватываемые» стандартной теорией возмущений. Весьма популярна гипотеза о том, что именно такие И. р. ответственны за невылетание (конфайнмент) кварков и глюонов (см. *Удержание цвета*), но получающие результаты в данном направлении пока не получены.

Лит.: Боголюбов Н. Н., Ширков Д. В., Введение в теорию квантованных полей, 4 изд., М., 1984, § 35, 45, 46, 50; Берестецкий В. В., Лифшиц Е. М., Питаевский Л. П., Релятивистская квантовая теория, ч. 1, М., 1968, § 95; Лифшиц Е. М., Питаевский Л. П., Релятивистская квантовая теория, ч. 2, М., 1971, § 114, 116, 117, 119, 147; Вьёркен Дж. Д., Дрелл С. Д., Релятивистская квантовая теория, пер. с англ., т. 1—2, М., 1978, § 29, 123. А. В. Радиожкин.

**ИОД** (Iodum), I, — хим. элемент VII группы периодич. системы элементов, ат. номер 53, ат. масса 126,9045, относится к галогенам. В природе представлен стабильным  $^{127}\text{I}$ . Электронная конфигурация внеш. электронной оболочки  $5s^2p^6$ . Энергии последоват. ионизаций равны 10,45, 19,10 и 33 эВ. Средство к электрону 3,0 эВ. Значение электроотрицательности 2,6. Молекула И. двухатомна, межъядерное расстояние 0,26663 нм, энергия её диссоциации при 0 К 148,82 кДж/моль, степень диссоциации 2,8% при 1000 К, 89,5% при 2000 К.

В свободном виде И. — чёрно-серое кристаллич. вещество с фиолетовым блеском. Кристаллич. решётка орторомбич. с параметрами  $a=0,7250$  нм,  $b=0,9772$  нм и  $c=0,4774$  нм. Легко испаряется с образованием фиолетовых паров, имеющих резкий запах. Плотн. твёрдого И. 4,940 кг/дм<sup>3</sup> (20 °С), жидкого — 3,960 кг/дм<sup>3</sup> (120 °С),  $t_{пл}=113,6$  °С,  $t_{кип}=184,35$  °С, уд. теплоёмкость 54,43 Дж/моль·К, теплота плавления 15,77 кДж/моль, теплота испарения 41,8 кДж/моль. Критич. темп-ра 553 °С, критич. давление 11,754 МПа (116 атм). Диэлектрич. проницаемость твёрдого И. 10,3 (23 °С), жидкого — 11,08 (118 °С). Уд. проводимость твёрдого И.  $1,7 \cdot 10^{-7}$  Ом<sup>-1</sup>·м<sup>-1</sup>. В воде плохо растворим (0,3395 г/л при 25 °С), вступает с водой во взаимодействие с образованием HI, HOI. Хорошо растворим в водных растворах KI, NaI и т. п. и в большинстве органич. растворителей.

В хим. соединениях проявляет разл. степени окисления, из них важнейшие —1 (йодиды), +5 (йодаты) и +7 (йодаты). По хим. свойствам И. близок к хлору и бромю, но уступает им по хим. активности.

Элементарный И. используют для получения сверхчистых Ti, Zr и др. металлов (образование летучих йодидов металлов с их последующим разложением при высокой темп-ре), для заполнения колб мощных иодных ламп. Элементарный И. и его препараты широко применяют в медицине, соединения И. используют как катализаторы и при изготовлении фото- и киноматериалов. Из искусственно полученных радионуклидов И. наиб. значение имеют  $^{125}\text{I}$  (электронный захват,  $T_{1/2}=60,14$  сут) и  $\beta^-$ -радиоактивные  $^{131}\text{I}$  ( $T_{1/2}=8,04$  сут) и  $^{132}\text{I}$  ( $T_{1/2}=2,28$  ч), к-рые широко используются в медицине. Радионуклид  $^{131}\text{I}$  в больших кол-вах содержится в продуктах деления.

С. С. Бердонос.

**ИОН** (от греч. *ión* — идущий) — электрически заряженная частица, образующаяся при отрыве или присоединении одного или неск. электронов (или др. заряд. частиц) к атому, молекуле, радикалу и др. иону. Положительно заряженные И. наз. к а т и о н а м и, отрицательно заряженные — а н и о н а м и. И. обозначают хим. символом с индексом (вверх справа), указывающим знак и величину заряда — кратность И. — в единицах заряда электрона (напр.,  $\text{Li}^+$ ,  $\text{H}_2^+$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ ). Атомные И. обозначают также хим. символом элемента с римскими цифрами, указывающими кратность И. (напр., NI, NII, NIII, что соответствует N, N+, N<sup>2+</sup>; в этом случае римские цифры являются спектроскопич. символами Z, они больше заряда иона Z<sub>i</sub> на единицу:  $Z=Z_i+1$ ). Последовательность И. различных хим. элементов, содержащих одинаковое число электронов, образует изоэлектронный ряд (см. напр., *Водородоподобные атомы*). Понятие и термин «И.» (а также «катион» и «анион») введены в 1834 М. Фарадеем (M. Faraday). Для удаления электрона из нейтрального атома или молекулы необходимо затратить определ. энергию, к-рая наз. энергией ионизации. Энергия ионизации, отнесённая к заряду электрона, называется *ионизационным потенциалом*. Характеристика, противоположная энергии ионизации — средство к электрону — равна энергии связи дополнит. электрона в отрицат. И. Нейтральные атомы и молекулы ионизируются под действием квантов оптич. излучения, рентг. и  $\gamma$ -излучения, электрич. поля при столкновениях с др. атомами, электронами и др. частицами и т. п.

И. может представлять собой как неустойчивое состояние атома, молекулы или радикала, так и быть вполне устойчивой частицей, существующей сколь угодно долго (напр., И.  $\text{Na}^+$  в водном растворе поваренной соли NaCl очень устойчив, т. к. координированы с молекулами воды, образующими прочную околононную оболочку и препятствующими сближению их с  $\text{Cl}^-$ ).

Молекула, содержащая неск. групп, переходящих в ионизованное состояние, наз. п о л и э л е к т р о л и т о м (напр., молекула ДНК, несущая в каждой своей повторяющейся единице отрицательно заряженную фосфатную группу  $\text{PO}_4^-$ ). Нек-рые молекулы, находящиеся в растворах и кристаллах, остаются в целом электронейтральными, хотя и содержат в разл. её участках противоположно заряженные группы, их наз. ц в и т е р и о н а м и. Так, молекула аминокислоты  $\text{H}_2\text{N}-\text{CH}_2-\text{COOH}$  (R — боковой радикал) переходит в цвиттерционную форму  $\text{H}_3\text{N}^+-\text{CH}_2-\text{COO}^-$ , что сопровождается переносом протона с группы  $\text{COOH}$  на группу  $\text{H}_2\text{N}$ . Комплекс, состоящий из неск. нейтральных атомов или молекул и простого И. образует сложный И., наз. *клаттерным ионом*.

В газах при обычных условиях образующиеся И. недолговечны, однако при высоких темп-рах и давлениях степень ионизации газа растёт с ростом темп-ры и давления и при очень высоких темп-рах и давлениях газ