

гих аб-взаимодействий, как $\langle n_c \rangle = \sum_{k=1}^{\infty} k \sigma(k) / \sigma_{\text{неупр}}(ab)$,

где $\sigma_{\text{неупр}}(ab) = \sum_{k=0}^{\infty} \sigma(k)$, то $\sigma_{\text{инкл}}(c) = \langle n_c \rangle \sigma_{\text{неупр}}(ab)$, т. е.

полное И. с. при высоких энергиях значительно больше, чем $\sigma_{\text{неупр}}(ab)$. Напр., в pp-взаимодействиях при энергии столкновения $\epsilon \approx 60$ ГэВ $\langle n_{\pi} \rangle \approx 15$ и $\sigma_{\text{инкл}}(\pi) \approx 15 \sigma_{\text{неупр}}(ab)$.

Лит. см. при ст. Инклюзивный процесс. В. Г. Гришин.
ИНКЛЮЗИВНЫЙ ПРОЦЕСС (от англ. inclusive — включающий в себя) — процесс взаимодействия частиц высоких энергий, в к-ром изучаются характеристики только части вторичных частиц независимо от числа и типа др. частиц реакции (в отличие от эксклюзивного процесса, в к-ром изучаются характеристики всех вторичных частиц). Важное значение этих процессов в изучении взаимодействия элементарных частиц впервые было отмечено А. А. Логуновым с сотрудниками [1] и Р. Фейнманом (R. Feynman) [2] (последнему принадлежит и назв. «И. п.»). Обычная запись одночастичного И. п.: $ab \rightarrow cX$, где a и b — первичные сталкивающиеся частицы, c — изучаемая вторичная частица, а X обозначает совокупность любых др. частиц, образованных в данном взаимодействии. Двух- и n -частичные И. п.: $ab \rightarrow c_1 c_2 X$ и $ab \rightarrow c_1 \dots c_n X$. И. п. представляет собой сумму эксклюзивных реакций с определ. числом вторичных частиц. Напр., в pp-взаимодействиях при энергии в системе центра инерции (с. ц. и.) сталкивающихся частиц (энергии столкновения) $\epsilon \approx 60$ ГэВ образуется в среднем около 18 адронов разных типов (π , K , N , \bar{N} , Λ , Σ и т. д.), а изучаются импульсные и угл. распределения частиц только одного типа, напр. π^+ -мезонов, $pp \rightarrow \pi^+ X$. В этом случае И. п. представляет собой сумму эксклюзивных реакций, в к-рых рождается хотя бы один π^+ -мезон, напр. $pp \rightarrow \pi^+ pp$, $pp \rightarrow \pi^+ p \pi^0 pp$, $pp \rightarrow \pi^+ p \pi^+ p \pi^0 pp$ и т. д. Т. о., в И. п. число и тип вторичных частиц в системе X не фиксированы и ограничиваются только законами сохранения энергии, электрич. заряда, барионного числа и др. квантовых чисел.

В отличие от эксклюзивного метода исследования взаимодействий частиц, инклюзивный метод даёт меньше информации о конкретных реакциях. Однако общие закономерности взаимодействий частиц в И. п. проявляются более отчётливо, т. к. частные детали исключаются усреднением по характеристикам большого числа возможных каналов реакций и типов неизучаемых вторичных частиц (т. н. частиц сопровождения). Поэтому такой подход адекватен физике высоких энергий (энергии столкновения ≥ 5 ГэВ в с. ц. и.), когда рождается много вторичных частиц ($n \geq 10$). Более того, при сверхвысоких энергиях столкновения (≥ 60 ГэВ), когда ср. число вторичных частиц $\langle n \rangle \geq 20$ и практически уже невозможно выделять отд. эксклюзивные каналы реакций, инклюзивный метод исследования взаимодействий частиц остаётся единственным. (Аналогичная ситуация имеет место и в классич. механике. Пока число частиц невелико, то можно следить за каждой из них в отдельности, описывая их движение системой ур-ний движения. Для большого числа частиц, напр. в газе или жидкости, это невозможно, и тогда используются методы статистич. механики.)

Эксперим. изучение И. п. проводится на всех крупнейших ускорителях мира. Данные получены в основном для одночастичных и двухчастичных И. п. при энергии столкновения ≤ 2000 ГэВ [3]. Практически все важнейшие открытия последних лет в физике высоких энергий были сделаны при инклюзивном методе исследования процессов. В результате изучения И. п. на ускорителях протонов были открыты масштабная инвариантность (скейлинг Фейнмана), близкие к действительности корреляции в рождении адронов ($ab \rightarrow h_1 h_2 X$) и обильное рождение резонансов ($ab \rightarrow RX$, где R — короткоживущий резонанс ρ , ϕ , ω) и т. д. в множественных процессах. Изучение *глубоко неупругих процессов*

в электронных, мюонных и нейтринных пучках позволило обнаружить партонную структуру адронов (см. *Партоны*) [2] и нарушение скейлинга Бёркена, предсказываемое *квантовой хромодинамикой*, привело к открытию *струй адронных*, образующихся при фрагментации кварков и глюонов [3—5].

Лит.: 1) Logunov A. A., Mestvirishvili M. A., Nguen Van Hieu, High energy behaviour of inelastic cross section, «Phys. Lett.», 1967, v. 25 B, p. 611; 2) Фейнман Р., Взаимодействие фотонов с адронами, пер. с англ., М., 1975; Feynman R., Very high-energy collisions of hadrons, «Phys. Rev. Lett.», 1969, v. 23, p. 1415; 3) Гришин В. Г., Инклюзивные процессы в адронных взаимодействиях при высоких энергиях, М., 1982; 4) Лиходед А. К., Шляпников И. В., Многочастичные и инклюзивные реакции, «УФН», 1978, т. 124, с. 3; 5) Ваппер М. и др., Observation of very large transverse momentum jets at the CERN pp collider, «Phys. Lett.», 1982, v. 118 B, p. 203.

В. Г. Гришин.
ИНКРЕМЕНТ (от лат. incrementum — рост, увеличение) — величина, характеризующая экспоненциальный рост амплитуды волны (или интенсивности) при развитии неустойчивости в нелинейной среде (напр., плазме). В случае собственных колебаний среды развитие неустойчивостей описывается временным экспоненц. нарастанием $A(t) = A_0 e^{\gamma t}$, где A_0 — нач. амплитуда, γ — временной И., имеющий размерность частоты. В задачах о распространении волн развитие неустойчивости описывается экспоненц. нарастанием в пространстве $A(x) = A_0 e^{\kappa x}$, где κ — пространственный И., имеющий размерность волнового вектора (см $^{-1}$). При исследовании *абсолютной неустойчивости* (нарастающей со временем) обычно используется И. γ , а в случае *конвективной неустойчивости* (нарастающей в пространстве) — κ . И. $\gamma(x)$ равен логарифмич. производной амплитуды волны по времени (расстоянию).

В физике плазмы величина, обратная И., показывает, за какое время амплитуда волны неустойчивости увеличивается в e раз. Напр., при вынужденном комбинац. рассеянии света, к-рое возникает вследствие развития распадной неустойчивости, величина, обратная И. усиления, характеризует расстояние, на к-ром интенсивность света увеличивается в e раз. См. также *Неустойчивости плазмы, Вынужденное рассеяние света*.
В. Н. Оравский.

ИНСТАНТОН — особый вид колебаний вакуума, при к-ром в нём спонтанно всыхивает и гаснет сильное глюонное поле. Этот процесс, будучи квантовым явлением, не противоречит закону сохранения энергии в силу соотношения неопределённостей. Впервые И. были введены в работах [1—2].

Самая яркая отличит. черта И. — его топологич. нетривиальность. Это означает, что невозможно, сохраняя конечной величину действия на И., плавно деформировать его поле к нулю. И. является четырёхмерным «родственным» топологически нетривиальных объектов физики конденсированного состояния вещества, таких, как вихри в сверхтекучем гелии и сверхпроводниках, дислокации и дисклинации в кристаллах и т. д. И. обязан своим существованием сильному нелинейному эффектам. Этим он напоминает гидродинамич. солитоны и вихри. Имеется, однако, и важное отличие: солитоны локализованы в пространстве, но бесконечно протяжённы во времени. Термин «И.» относится к процессу перестройки вакуума, занимающему конечное время. Тем самым инстантонное поле локализовано и в пространстве и во времени.

В квантовой теории любой процесс описывается суммой по всем возможным траекториям, осуществляющим переход. В классич. пределе из этой суммы выделяются траектории, являющиеся решением ур-ний классич. динамики. В тех случаях, когда данный переход классически невозможен, он происходит за счёт *туннельного эффекта*. И. являются туннельными переходами, происходящими в вакууме.

Простейшая ситуация, в к-рой появляются И., встречается в нерелятивистской квантовой механике. Пред-