

это ограничение следует из строго доказываемой аналитичности амплитуды по косинусу угла рассеяния.

Для рассеяния вперед ($t=0$) $\text{Im } F$, согласно *оптической теореме*, выражается через полное сечение рассеяния. Экспериментально обнаружен рост полных сечений, согласующийся с ограничением Фруассара. В этой ситуации простейшее ДС (1) требует модификации и записывается не для самой амплитуды $F(s)$, а для комбинации $[F(s) - F(s_0)] / (s - s_0)$, где точку вычитания s_0 удобно выбрать на пороге реакции: $s_0 = (m_1 + m_2)^2$. В получаемом ДС с вычитанием константу вычитания $F(s_0)$ можно выразить через *длину рассеяния*. Такое ДС связывает (для πN -рассеяния) непосредственно наблюдаемые величины и константу g^2 , и его проверка до 400 ГэВ в лаб. системе дала прямое экспериментальное подтверждение общих принципов КТП, из к-рых оно выводится.

Рост полных сечений обнаружен в $\pi^{\pm}p$ -, $K^{\pm}p$ -, pp -, pp -взаимодействиях, что позволяет надеяться на аналогичное поведение всех полных сечений бинарных адронных процессов. При этом существенно, что эксперим. данные не противоречат максимально быстрому росту полных сечений с увеличением энергии, достигающему ограничения Фруассара. Измерение в широком интервале энергий вещества части амплитуды рассеяния на пулевой угол $\pi^{\pm}p$ - и pp -процессов позволило на основе ДС установить, что рост полных сечений ожидается по крайней мере до энергии 2000 ГэВ в системе центра инерции.

Д. с. м. позволил получить ряд строгих результатов об асимптотич. поведении многочастичных процессов. Наиб. полно это было сделано А. А. Логуновым и др. для *множественных процессов* с выделенными частицами — *инклюзивных процессов*. Для них были, в частности, найдены асимптотич. ограничения скорости роста дифференц. сечений. Эксперим. исследование этих процессов в области сильного взаимодействия (Серпухов, 1968) привело к установлению явления *масштабной инвариантности*.

Поскольку ДС оперируют с наблюдаемыми в принципе характеристиками взаимодействия — амплитудами перехода, сечениями, в физику элементарных частиц прочно вошёл язык метода ДС, и прежде всего понятие об амплитуде как о граничных значениях аналитич. ф-ции, связанных перекрёстной симметрией. Более того, принятые без доказательства ДС часто кладут в основу теоретич. схем полупереномологич. характера. Так, из ДС для *формфакторов* выводится *Голдбергера — Тримена соотношение*, выражающее константу распада π -мезона через отношение аксиальной и векторной констант слабого взаимодействия и константу связи πN -взаимодействия. С этим соотношением связаны многочисл. дисперсионные *правила сумм* для характеристик слабого взаимодействия в *алгебре токов*. Далее, постулируемое ДС по t является основой *Редже полюсов метода*, сыгравшего важную роль в описании асимптотич. поведения амплитуд при больших энергиях. Наконец, постулируемое двойное ДС по s и t — *Мандельштама представление* — дало эффективное описание взаимодействия π -мезонов при низких энергиях, а также привело к формулировке концепции *дуальности*, связавшей поведение амплитуды при низких и высоких энергиях.

Лит.: Боголюбов Н. Н., Медведев В. В., Поливанов М. К., Вопросы теории дисперсионных соотношений, М., 1958; Хагедорн Р., Причинность и дисперсионные соотношения, пер. с англ., «УФН», 1967, т. 91, в. 1; Ширков Д. В., Серебряков В. В., Медеряков В. А., Дисперсионные теории сильных взаимодействий при низких энергиях, М., 1967; Логунов А. А., Мествиршвили М. А., Хрусталёв О. А., Ограничения на поведение сечений упругих и неупругих процессов при высоких энергиях, «ЭЧАЯ», 1972, т. 3, в. 1, 3; Общие принципы квантовой теории поля и их следствия, М., 1977.

В. А. Мещеряков, В. П. Павлов.

644 ДИСПЕРСИЯ в теории вероятностей (от лат. dispersio — рассеяние) — величина, характери-

зующая интенсивность флуктуаций случайного параметра x :

$$\sigma^2 = \langle x^2 \rangle - \langle x \rangle^2 = \langle \tilde{x}^2 \rangle,$$

где $\tilde{x} = x - \langle x \rangle$ — флуктуация, а $\langle x \rangle$ — ср. значение величины x . Вероятность больших флуктуаций $|\tilde{x}| \geq \epsilon$ ограничена неравенством Чебышева

$$P(|\tilde{x}| \geq \epsilon) \leq \frac{\sigma^2}{\epsilon^2},$$

к-рое позволяет грубо оценить $P(|\tilde{x}| \geq \epsilon)$. Д. является одной из наиб. распространённых статистич. характеристик и широко используется при обработке результатов экспериментов.

Лит.: Худсон Д., Статистика для физиков, пер. с англ., М., 1970. Л. А. Апресян.

ДИСПЕРСИЯ ВОЛН — в линейных системах зависимость фазовой скорости гармонич. волн от частоты (длины волны) и, как следствие, изменение формы произвольных (негармонич.) волновых возмущений в процессе их распространения. Термин «дисперсия» (от лат. dispergo — рассеивать, развевать, разгонять) был введён в физику И. Ньютоном (I. Newton) в 1672 при описании разложения пучка белого света, преломляющегося на границе раздела сред. Волновая концепция позволила объяснить это явление зависимостью скорости распространения монохроматич. волн от частоты (цвета). В результате под Д. в. стали понимать именно эту зависимость, относя к следствиям Д. в. такие физ. эффекты, как расплывание импульсов, различие фазовой и групповой скоростей, неравномерное движение волновых фронтов и т. д. Иногда термин «Д. в.» используется для обозначения разложения волнового поля в гармонич. спектр (напр., при прохождении волны через дифракц. решётку). Последующая эволюция понятия Д. в. связана с его обобщениями на поглощающие, активные, параметрические и нелинейные системы (среды, волноводы, поверхности жидкостей и т. д.).

Традиц. описание Д. в. основано на представлении произвольного волнового поля в линейных однородных системах в виде совокупности гармонич. *нормальных волн* $A \exp(i\omega t - ikr)$. Циклич. частоты ω и волновые векторы k нормальных волн связаны *дисперсионным уравнением*

$$\omega = \omega(k); \quad (1)$$

в изотропных средах $\omega = \omega(k)$, $k = |k|$ — волновое число. Д. в. имеет место, если соотношение (1) не сводится к линейному и однородному. Ключевыми понятиями при анализе процесса Д. в. являются фазовые $v_{\text{ф}}$ и групповые $v_{\text{гр}}$ скорости. Они различаются между собой (в анизотропных средах не только по величине, но и по направлению); совпадают лишь при отсутствии Д. в., когда $\omega = ck$, $v_{\text{ф}} = v_{\text{гр}} = c$. Существует нек-рый разрыв в терминологии, характеризующей Д. в. Так, в классич. оптике Д. в. считается нормальной (или отрицательной), если фазовая скорость уменьшается с ростом частоты, и аномальной (или положительной), если $dv_{\text{ф}}/d\omega > 0$. Однако в квантовой оптике понятие отрицательной Д. в. относят к случаю распространения света в неравновесных средах с отрицательной силой осцилляторов; а в электронике Д. в. наз. аномальной, если фазовая и групповая скорости направлены в противоположные стороны (обратные волны).

Строго говоря, $v_{\text{ф}}$ и $v_{\text{гр}}$ определяются для квазигармонич. волновых пакетов (длинных углов волн), групповая скорость примерно совпадает со скоростью движения огибающей цуга, а фазовая — со скоростью перемещения вариаций поля (рис. 1). Искажениями огибающей цуга и его фазовой структуры можно пренебречь только на ограниченных участках трассы распространения длиной $L \ll l_0^2 \left| \frac{\partial v_{\text{гр}}}{\partial \omega} \right|$, где l_0 — исходная длина волнового пакета. На длинных трассах