

Слабые взаимодействия. При слабых взаимодействиях не сохраняется ни полный изотопический спин, ни его проекция ($\Delta\tau \neq 0$ и $\Delta\tau_z \neq 0$), следовательно, согласно (115) не сохраняется и странность, $\Delta S \neq 0$.

Странность в слабых взаимодействиях могла бы меняться и на одну, и на две единицы, но процессы, в которых $\Delta S = 2$ настолько маловероятны, что практически они не реализуются.

Важным следствием, вытекающим отсюда, является то, что распад странных частиц с образованием нуклонов или пионов, который не может идти в рамках сильных взаимодействий из-за несохранения странности, идет очень медленно. Для процессов $\Delta S = 1$ он идет со временем, характерным для слабых взаимодействий, порядка $10^{-9} \div 10^{-10}$ сек.

Например:

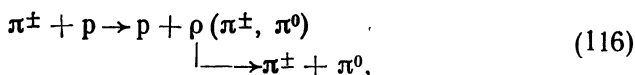
$$\begin{aligned} \Xi^0 &\rightarrow \Lambda^0 + \pi^0; \\ S &= -2 \neq -1 + 0; \quad \Delta S = 1. \\ \Sigma^- &\rightarrow n + \pi^-; \\ S &= -1 \neq 0 + 0; \quad \Delta S = 1. \end{aligned}$$

Рассматривая различные типы взаимодействий, мы ничего не говорили пока о законе сохранения четности и о невыполнении этого закона при слабых взаимодействиях. Этот вопрос изложен в § 52.

§ 49. РЕЗОНАНСЫ

Все известные резонансы обычно подразделяют на две группы: *бозонные* и *барионные* (табл. 9).

Бозонные резонансы (мезоны). Сюда входят, в частности, резонансные системы из двух π -мезонов. Например, так называемый ρ -мезон, обнаруженный по резонансному пику в распределении эффективного сечения реакции $\pi^\pm + p \rightarrow p + \pi^\circ + \pi^\pm$ по эффективным массам. Пик был обнаружен при $M_{\text{эфф}}(\pi^\pm, \pi^\circ) = 750$ Мэв. Ширина пика Γ равняется 100 Мэв. Наличие пика означает, что реакция идет как бы в два этапа:



Сначала образуется связанный комплекс ρ , который через короткое время распадается на два пиона.

К бозонным резонансам относятся и резонансные системы из трех π -мезонов, в частности ω -мезон — $\omega(\pi^+, \pi^-, \pi^\circ)$, обнаруженный в реакции

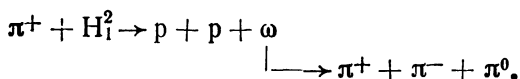


Таблица 9*

Частица	Античастица	Масса, Мэв	Спин, \hbar	Изото- пичес- кий спин	Гипер- заряд Λ_0+S	Ширь- на уровня, Мэв	Преобладающая схема распада	
Бозонные резонансы								
ρ^+	ρ^0	ρ^-	765	1		106	$\rho \rightarrow 2\pi$	
A_1^+	A_1^0	A_1^-	1070	1	1	0	$A_1 \rightarrow \rho + \pi$	
B^+	B^0	B^-	1235	1		122	$B \rightarrow \omega + \pi$	
A_2^+	A_2^0	A_2^-	1310	2		80	$A_2 \rightarrow \rho + \pi$	
K^{*+} K^{*0}	K^{*-} \tilde{K}^{*0}		892	1	1/2	1	50	$K^* \rightarrow K + \pi$
	ω ($\eta 2\pi$) ϕ f		784 958 1019 1264	1 0 1 2		0	12 <4 4,0 150	$\omega \rightarrow 3\pi$ $(\eta 2\pi) \rightarrow \eta + 2\pi$ $\phi \rightarrow 2K$ $f \rightarrow 2\pi$
Барийонные резонансы								
N_1^+	N_1^0	\tilde{N}_1^+ \tilde{N}_1^0	1518	3/2			125	
N_2^+	N_2^0	\tilde{N}_2^+ \tilde{N}_2^0	1668	5/2	1/2	1	140	$N_{1, 2, 3} \rightarrow N + \pi$
N_3^+	N_3^0	\tilde{N}_3^+ \tilde{N}_3^0	2190	7/2			300	
Δ_1^{++} Δ_1^+ Δ_1^0 Δ_1^-	$\tilde{\Delta}_1^{++}$ $\tilde{\Delta}_1^+$ $\tilde{\Delta}_1^0$ $\tilde{\Delta}_1^-$		1236	3/2	3/2		120	
Δ_2^{++} Δ_2^+ Δ_2^0 Δ_2^-	$\tilde{\Delta}_2^{++}$ $\tilde{\Delta}_2^+$ $\tilde{\Delta}_2^0$ $\tilde{\Delta}_2^-$		1950	7/2		1	170	$\Delta \rightarrow N + \pi$
Δ_3^{++} Δ_3^+ Δ_3^0 Δ_3^-	$\tilde{\Delta}_3^{++}$ $\tilde{\Delta}_3^+$ $\tilde{\Delta}_3^0$ $\tilde{\Delta}_3^-$		2420	11/2			300	
Λ_1	$\tilde{\Lambda}_1$		1405	1/2			40	$\Lambda_1 \rightarrow \Sigma + \pi$
Λ_2	$\tilde{\Lambda}_2$		1518	3/2	0	0	16	$\Lambda_2 \rightarrow \Sigma + \pi; \tilde{K} + N$
Λ_3	$\tilde{\Lambda}_3$		1820	5/2			70	$\Lambda_3 \rightarrow \tilde{K} + N$
Σ_1^+ Σ_1^0 Σ_1^-	$\tilde{\Sigma}_1^+$ $\tilde{\Sigma}_1^0$ $\tilde{\Sigma}_1^-$		1382	3/2	1	0	36	
Σ_2^+ Σ_2^0 Σ_2^-	$\tilde{\Sigma}_2^+$ $\tilde{\Sigma}_2^0$ $\tilde{\Sigma}_2^-$		1670	3/2			50	$\Sigma_{1, 2} \rightarrow \Lambda + \pi$
Ξ_1^0 Ξ_1^-	$\tilde{\Xi}_1^0$ $\tilde{\Xi}_1^-$		1529	3/2	1/2	-1	7,5	
Ξ_2^0 Ξ_2^-	$\tilde{\Xi}_2^0$ $\tilde{\Xi}_2^-$		1820	?			70	$\Xi_{1, 2} \rightarrow \Xi + \pi$

* К настоящему времени обнаружено много других резонансов, например известны мезонные резонансы с массой более 3000 m_e .

Барийные резонансы (изобары). Барийными резонансами называются образования, распадающиеся на барийоны и мезоны. К ним относится первый открытый Ферми нуклонный резонанс с $M=1238$ Мэв (рис. 96). Эти резонансы называют также нуклонными изобарами.

В нуклонных изобарах впервые были обнаружены частицы с большим значением спина, такие, как $N_{3/2}^*$ ($1920 m_e$ со спином $I=7/2$).

Для резонансов характерно то, что они не только образуются, но и распадаются в результате сильных взаимодействий. Резонансы имеют определенные значения энергии, заряда, спина, изотопического спина.

§ 50. ПОПЫТКИ СИСТЕМАТИЗАЦИИ ЭЛЕМЕНТАРНЫХ ЧАСТИЦ

С учетом резонансов элементарных частиц насчитывается уже более 120, и, как уже говорилось, сама «элементарность» многих из них давно поставлена под сомнение. Весьма заманчиво представить хотя бы некоторые из множества открытых за последние годы частиц в качестве связанных или возбужденных состояний других частиц. Всеобщая взаимосвязанность и взаимопревращаемость элементарных частиц очень затрудняет решение вопроса о том, какие из известных частиц «самые элементарные» и какие «состоят из них». Из всеобщей взаимопревращаемости частиц следует, что каждая элементарная частица в какой-то мере состоит из всех остальных, т. е. все они в сущности состоят из чего-то единого, самого фундаментального.

В настоящее время имеется несколько попыток установить закономерности (симметрии) в свойствах частиц, позволяющие объединить большое количество различных частиц в небольшое число групп (мультиплетов), в пределах которых частицы в определенных отношениях близки по своим свойствам.

Особенно успешным оказалось введение так называемой унитарной симметрии, являющейся обобщением изотопической инвариантности. В этой систематике сильнодействующие частицы объединяются в «супермультиплеты» по 8 или 10 частиц с одинаковыми спинами, барийными зарядами и четностью, но разными значениями масс, электрического заряда, изотопического спина и странности. Часто эту схему классификации называют «восьмеричным путем».

Смысл унитарной симметрии состоит в том, что в той мере, в какой можно пренебречь различием масс частиц, составляющих супермультиплет, эти частицы ведут себя подобным образом в процессах сильных взаимодействий.

Примером супермультиплета может служить барийный октет, составленный из нуклонов и гиперонов (рис. 97).