



РЕЗОНАНСЫ

Авторы: О. В. Канчелли

РЕЗОНАНСЫ (резонансные частицы), нестабильные или возбуждённые состояния адронов с очень малыми временами жизни (порядка 10^{-20} – 10^{-24} с). Как правило, Р. – это короткоживущие связанные состояния из нескольких кварков и/или антикварков (см. [Квантовая хромодинамика](#)). Р. распадаются за счёт сильного взаимодействия на др. адроны с меньшими массами. Как любой адрон каждый Р. характеризуется массой M и квантовыми числами (спином, чётностью и др.). Почти все известные Р. состоят либо из кварка и антикварка (мезонные Р.), либо из трёх кварков (барионные Р.). Из-за сверхмалого времени жизни Р. могут наблюдаться лишь как промежуточное состояние в виде максимума энергии в сечениях реакций. Т. к. Р. нестабильны, каждый Р. можно характеризовать ср. временем жизни τ либо полной шириной $\Gamma \approx \hbar/\tau$ (\hbar – постоянная Планка), равной сумме парциальных ширин Γ_i , пропорциональных вероятностям распада Р. в данное состояние i (канал распада).

Первый Р. с массой

$M \approx 1232$ МэВ и шириной

$\Gamma \approx 117$ МэВ открыт в 1950-х гг. Э. [Ферми](#) с сотрудниками при изучении процессов взаимодействия

π^+ -мезонов с нуклонами. Позднее были открыты др. Р. с таким же кварковым составом, как и у нуклонов, и разл. мезонные Р. За открытие мезонных резонансов

Л. [Альваресу](#) присуждена Нобелевская пр. (1968). Также были открыты мезонные и барионные Р. со [странностью](#), в которых некоторые лёгкие кварки

$\{u, d\}$ заменены на странные кварки

s. Особый класс Р. представляют [кварконии](#) (

c ,
 \tilde{c}), (
 c ,
 \tilde{b}), (
 b ,
 \tilde{b}), состоящие только из тяжёлых кварков и имеющие малые ширины. Первый такой P . J/ψ с массой ≈ 3097 МэВ и шириной ≈ 93 кэВ открыт в 1974. Обнаружены также семейства ещё более тяжёлых P ., состоящих из (
 b ,
 \tilde{b}), с массами ок. 10 ГэВ ([ипсилон-частицы](#)).

Разные P . удобно объединять в группы, исходя из свойств составляющих их кварков и учитывая разл. приближённые симметрии их взаимодействий, такие как

$SU(2)$ и

$SU(3)$, унитарно перемешивающие лёгкие кварки. Орбитальные возбуждения в

системах кварков оказались такими, что P ., содержащие лёгкие кварки,

выстраиваются в последовательности, в которых возникает простая связь их масс

M и спинов

$J: J = J_0 + \alpha' M^2$ (здесь

J_0 – число,

α' – наклон траектории, см. [Редже полюсов теория](#)). При этом высшие P . из таких

последовательностей можно представлять как вытянутые конфигурации (трубки или

струны) глюонного поля с кварками на концах. Масса такого P . пропорциональна

длине трубки, а орбитальный момент P . возникает из-за вращения трубки вокруг её

центра.

Литература

Лит.: Окунь Л. Б. Лептоны и кварки. 7-е изд. М., 2014.