



АНТИЧАСТИЦЫ

Авторы: В. Я. Файнберг

АНТИЧАСТИЦЫ, элементарные частицы, имеющие те же значения массы, спина и др. физич. характеристик, что и их двойники – частицы, но отличающиеся от них знаком некоторых характеристик (напр., электр. заряда, магнитного момента, барионного числа). Сами названия «частица» и «А.» в известной мере условны: можно было бы назвать позитрон частицей, а электрон – А. Однако, поскольку атомы вещества в наблюдаемой нами Вселенной содержат электроны и протоны, для известных к нач. 1920-х гг. элементарных частиц – электрона и протона (а позднее и нейтрона) – было принято назв. «частица».

Вывод о существовании А. впервые сделан в 1930 П. [Дираком](#). Он получил уравнение, описывающее поведение электрона (частицы со спином $1/2$) не только при низких, но и высоких энергиях, и показал, что это уравнение обладает новой симметрией и описывает также поведение частицы с положительным зарядом – [позитрона](#) – с той же массой и спином, что и электрон. Из теории Дирака следовало, что столкновение частицы и А. должно приводить к аннигиляции, т. е. к исчезновению пары частица – А., в результате чего рождаются две (или более) др. частицы, напр. фотоны (см. [Аннигиляция и рождение пар](#)). В 1932 позитроны были экспериментально обнаружены в космич. лучах К. [Андерсоном](#), что явилось блестящим подтверждением теории Дирака. С этого времени начались поиски других А. В 1936 в космич. лучах обнаружена ещё одна пара частица – А.: положительный и отрицательный мюоны (μ^+ и μ^-). В 1947 установлено, что мюоны космич. лучей возникают в результате распада более тяжёлых частиц – пи-мезонов (π^+ и π^-). В 1955 на ускорителе в Беркли (США) зарегистрирован антипротон, в 1956 –

антинейтрон, а затем множество др. античастиц.

Существование и свойства A . определяются в соответствии с фундам. принципом квантовой теории поля – её инвариантностью относительно CPT -преобразований. Из CPT -теоремы следует, что масса, спин и время жизни частицы и её A . должны быть одинаковыми. Вследствие инвариантности относительно зарядового сопряжения (C -инвариантности) и пространственного отражения (P -инвариантности) сильного и электромагнитного взаимодействий ядра и атомы антивещества должны иметь идентичную структуру. По той же причине совпадает структура адронов и их A ., причём в рамках кварковой модели состояния антибарионов описываются точно так же, как состояния барионов с заменой составляющих их кварков на соответствующие антикварки. Состояния мезонов и их A . отличаются заменой составляющих кварка и антикварка на соответствующие антикварк и кварк. Для истинно нейтральных частиц состояния частицы и A . совпадают.

В 1960-х гг. создана стандартная модель электрослабого взаимодействия, которая поразительно точно предсказала существование и свойства

W^{\pm} - и

Z -бозонов, которые были открыты в 1983. Слабое взаимодействие не инвариантно относительно зарядового сопряжения и, следовательно, нарушает симметрию между частицами и их A . В 1964 обнаружено нарушение

CP -инвариантности в распадах нейтральных

K -мезонов.

В соответствии с моделями Великого объединения эффекты нарушения CP -инвариантности в неравновесных процессах с несохранением барионного числа могли привести в очень ранней Вселенной к барионной асимметрии Вселенной даже в условиях строгого начального равенства числа частиц и A . Из этого вытекает физическое обоснование отсутствия наблюдательных данных о существовании во Вселенной объектов из античастиц.

Литература

Лит.: Окунь Л. Б. Физика элементарных частиц. 2-е изд., М., 1988.

Processing math: 100%