

3. ЭЛЕМЕНТАРНЫЕ ЯДЕРНЫЕ ЧАСТИЦЫ

Частицы, которые участвуют в сильных взаимодействиях, называют **адронами**.

Табл. 3. Характеристики адронов.

тип	название	символ	заряд	масса	спин	Время жизни, сек
мезон	Пи плюс	p+	+1	273,3e	0	2,56*10 ⁻⁶
мезон	Пи минус	p-	-1	273,3e	0	2,56*10 ⁻⁶
мезон	Пи нуль	p ⁰	0	264,3e	0	2,3*10 ⁻¹⁶
мезон	Ка плюс	k+	+1	966,3e	0	1,22*10 ⁻⁸
мезон	Ка минус	k-	-1	965,6e	0	1,22*10 ⁻⁸
мезон	Ка нуль один	k ⁰ ₁	0	965,0e	0	1,0*10 ⁻¹⁰
мезон	Ка нуль два	k ⁰ ₂	0	965,0e	0	6,10*10 ⁻⁸
барион (нуклон)	Протон	p	+1	1836,12e	1/2	Стабильный
барион (нуклон)	нейтрон	n ⁰	0	1838,65e	1/2	1040
барион (антинуклон)	антипротон	p~	-1	1836.12e	1/2	
барион (антинуклон)	антинейтрон	n ⁰ ~	0	1838.65e	1/2	
барион (гиперон)	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
барион (гиперон)	каскадный гиперон	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A

Адроны – элементарные частицы, участвующие в сильном взаимодействии (барионы и мезоны, включая все резонансы).

Барионы – (от тяжёлый) – «тяжёлые» элементарные частицы с полуцелым спинами массой, не меньшей массы протона; участвуют во всех известных фундаментальных взаимодействиях. К барионам относятся нуклоны, гипероны и многие из резонансов.

Мезоны - нестабильные элементарные частицы с нулевым или целым спином, принадлежащие к классу адронов и не имеющие барионного заряда. К мезонам относятся пи-мезоны, К-мезоны, многие резонансы, обнаружены мезоны с «очарованием» и «красотой».

Гипероны (от сверх) – нестабильные барионы с массами, большими массы нейтрона и большим временем жизни по сравнению с ядерным временем; обладают особой внутренней характеристикой – странностью. Существуют гипероны лямбда, сигма, кси и омега.

Резонансы (резонансные частицы), адроны, которые могут распасться за счёт сильного взаимодействия и поэтому имеют крайне малое время жизни – порядка 10⁻²² – 10⁻²⁴ с.

У мезонов всегда целые спины, а у барионов - полуцелые. Переходы барионов в мезоны (и наоборот) запрещены законом барионного заряда. Это очень важное свойство элементарных частиц. Дело в том, что барионы (протоны) стабильны, тогда как мезоны могут распадаться на еще более легкие частицы. Если барионы могли бы превращаться в мезоны, то все атомные ядра «рассыпались».

Барионный заряд (барионное число) – одна из характеристик барионов. У всех барионов B=+1, а у их античастиц B=-1. Алгебраическая сумма барионных зарядов, входящих в систему частиц, сохраняется при всех взаимодействиях.

Закон барионного заряда обеспечивает стабильность ядерной материи. Все остальные легкие частицы (кроме **фотона**), не участвующие в сильных взаимодействиях, называют **лептонами**.

Лептоны (от лёгкий) – элементарные частицы со спином 1/2, не участвующие в сильном взаимодействии. К лептонам относятся электрон, отрицательно заряженные мюон и тяжёлый τ-лептон (с массой около двух протонных масс), электронное, мюонное нейтрино и их античастицы.

Табл. 4. Свойства лептонов

название	символ	заряд	масса	спин	Время жизни
нейтрино	n	0	0,0005e	1/2	Стабильный
антинейтрино	n~	0	0,0005e	1/2	Стабильный
электрон	e	-1	1	1/2	Стабильный
позитрон	e+	+1	1	1/2	Стабильный
Мю плюс мезон	m+	+1	206,7e	1/2	2,22*10 ⁻⁶
Мю минус мезон	m-	-1	206,7e	1/2	2,22*10 ⁻⁶

Каждая лептонная частица может участвовать в слабых взаимодействиях, а частицы, несущие электрический заряд, взаимодействуют и с электромагнитным полем.

Лептонный заряд (лептонное число, L), внутренняя характеристика лептонов: $L=+1$ для лептонов и -1 для антилептонов. Различают: электронный лептонный заряд, которым обладают только электроны, позитроны, электронные нейтрино и антинейтрино; мюонный лептонный заряд, которым обладают только мюоны и мюонные нейтрино и антинейтрино; лептонный заряд тяжелых τ -лептонов и их нейтрино. Алгебраическая сумма лептонного заряда каждого типа с очень высокой точностью сохраняется при всех взаимодействиях.

Некоторые свойства других элементарных частиц представлены в Табл. 5.

Табл.5. Характеристика фотона

название	символ	заряд	масса	спин	Время жизни
фотон	γ	0	0	1	Стабильный

Фотон – квант электро-магнитного излучения, нейтральная элементарная частица с нулевой массой и спином 1; переносчик электро-магнитного взаимодействия между заряженными частицами. Фотон обладает энергией $\varepsilon=\hbar\omega$ и импульсом $p=\hbar\omega/c$, где $\hbar$ – постоянная Планка, ω - угловая частота соответствующего электро-магнитного излучения, c – скорость света в вакууме.

Представление всех типов энергетического взаимодействия в ядре в виде проявления четырех типов сил, конечно же, существенно упрощает понимание картины взаимодействия нуклонов и других элементарных частиц, составляющих ядро атома. Это упрощение в настоящее время имеет объективную основу - современная наука уже открыла более двухсот элементарных частиц, входящих в состав ядра, а регистрация и систематизация вновь открываемых частиц продолжается. Возможно, только неполнота знаний на данном этапе мешает увидеть, что на самом деле все ядерные силы являются проявлением одной фундаментальной силы, однако это не мешает созданию современных теорий атома.