

КОНЦЕПЦИИ СОВРЕМЕННОГО ЕСТЕСТВОЗНАНИЯ (КСЕ)

Тема лекции № 3 (часть 2)

Современные представления о пространстве и времени. *Материя и ее свойства*

**Лектор: доцент кафедры методики обучения
безопасности жизнедеятельности
Силакова Оксана Владимировна**

Современные представления о пространстве и времени.

Пространство – характеристика протяженности материальных объектов и процессов.

Количественным выражением пространства является расстояние, которое в системе единиц СИ измеряется в метрах.

Пространство

(классические концепции 17-19 вв.)

Абсолютное
Однородное
непрерывное

(современные концепции 20-21 вв.)

Относительное
неоднородное
Дискретное

Современные представления о пространстве:

1. пространство относительно, т.е. не может существовать без Материи и зависит от «материального наполнения»;
2. пространство неоднородно, т.е. его физические свойства различаются в разных точках;
3. пространство дискретно, т.е. перестает существовать ниже некоторой малой длины, так называемого кванта пространства.

Время – характеристика продолжительности материальных процессов.

Количественным выражением такой характеристики является промежуток времени, который в системе СИ измеряется в секундах.

Современные концепции о физических свойствах времени :

1. время относительно, т.е. не существует без материи и зависит от «материального присутствия».
2. время неоднородно, т.е. в разных точках пространства течет по-разному.
3. время дискретно, т.е. перестает существовать для промежутка времени, меньшего некой предельно малой величины, так называемого кванта времени.

Геометрические характеристики времени:

- **одномерно,**
- **однонаправлено.**

Свойство одномерности времени означает, что для его задания (описания промежутка времени) достаточно одной числовой оси – хронологической.

Начало отсчета может быть задано произвольно, масштаб тоже (в годах, веках).

Свойство однонаправленности означает, что время течет в одном направлении - из прошлого в будущее.

Материя – бесконечное множество всех сосуществующих в мире объектов и систем, совокупность их свойств и связей, отношений и форм движения.

Материя включает в себя не только непосредственно наблюдаемые объекты и тела природы, но и все те, которые не даны человеку в его ощущениях.

Материя

- Все то, что существует во Вселенной, независимо от нашего сознания.
Материя в нашем мире существует в виде **вещества** и поля

Материальный мир

	Пространственная протяженность	Основные структурные элементы	Преимущественный тип взаимодействия
Микромир	$< 10^{-8} м$	молекулы атомы элементарные частицы	электромагнитное сильное слабое
Макромир	$10^8 - 10^{20} м$	тела на Земле Земля и другие планеты звезды гравитационные и электромагнитные поля	гравитационное электромагнитное
Мегамир	$> 10^{20} м$	галактики гравитационные и электромагнитные поля	гравитационное электромагнитное

Виды материи: вещество, физическое поле, физический вакуум

- **Вещество** – основной вид материи, обладающий массой покоя.

Агрегатные состояния вещества: твердое, жидкое и газообразное.

- **Физическое поле** – особый вид материи, обеспечивающий физическое взаимодействие материальных объектов и их систем.

Источниками физических полей являются частицы. Созданные частицами физические поля переносят с конечной скоростью взаимодействие между ними

- **Физический вакуум** – низшее энергетическое состояние квантового поля.

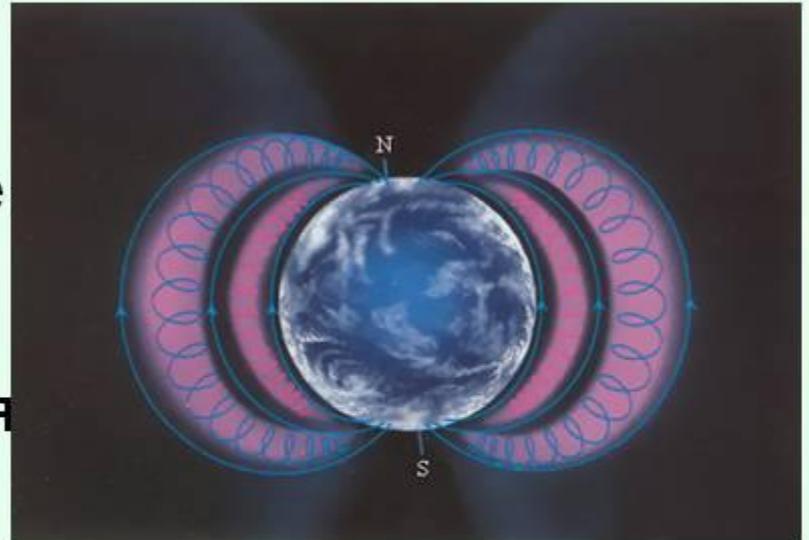
В квантовой теории поля взаимодействие обуславливается обменом квантами поля между частицами.

Физические термины

- **Материя** – всё, что окружает нас.
 - Вещество (дерево, алюминий...)
 - Поле (свет, радиоволны...)
- **Тело** – все, что окружает нас, имеет объём и форму.
- **Поле** – то, что существует независимо от нас и может быть определено по нашим ощущениям или с помощью приборов.
- **Вещество** – то, из чего состоит тело.
- **Явление** – изменение, происходящее в природе

Основные определения

- Электромагнитное поле – это особая форма материи, посредством которой осуществляется взаимодействие между электрически заряженными частицами.
- Электрическое поле – создается электрическими зарядами и заряженными частицами в пространстве.
- Магнитное поле – создается при движении электрических зарядов по проводнику.



Магнитное поле в веществе

- Физическая величина, показывающая, во сколько раз **индукция магнитного поля** в однородной среде отличается по модулю от индукции магнитного поля в вакууме, называется **магнитной проницаемостью**:

$$\mu = \frac{B}{B_0}$$

- Магнитные свойства веществ определяются магнитными свойствами атомов или элементарных частиц (электронов, протонов и нейтронов), входящих в состав атомов. В настоящее время установлено, что магнитные свойства протонов и нейтронов почти в 1000 раз слабее магнитных свойств электронов. Поэтому магнитные свойства веществ в основном определяются электронами, входящими в состав атомов.
- Одним из важнейших свойств электрона является наличие у него не только электрического, но и собственного магнитного поля. Собственное магнитное поле электрона называют **спиновым** (spin – вращение).

При описании материальных систем
используют:

- корпускулярную и

- континуальную теории

Корпускулярная

Корпускулярная

Рассматривается в каждый момент конкретная область пространства, в которой находится тело

В заданном месте пространства может одновременно находиться только одно материальное тело.

Для движения материальных тел применимо понятие траектории. Тела движутся в пространстве со скоростями, меньшими скорости света

Основная характеристика тел - масса

Рассматривается в каждый момент вся область пространства, на которую распространяется его действие поля

В заданном месте пространства могут находиться одновременно многие физические поля.

Движение - это изменение поля. Поля распространяются в пространстве в виде волн с конечной скоростью - скоростью света

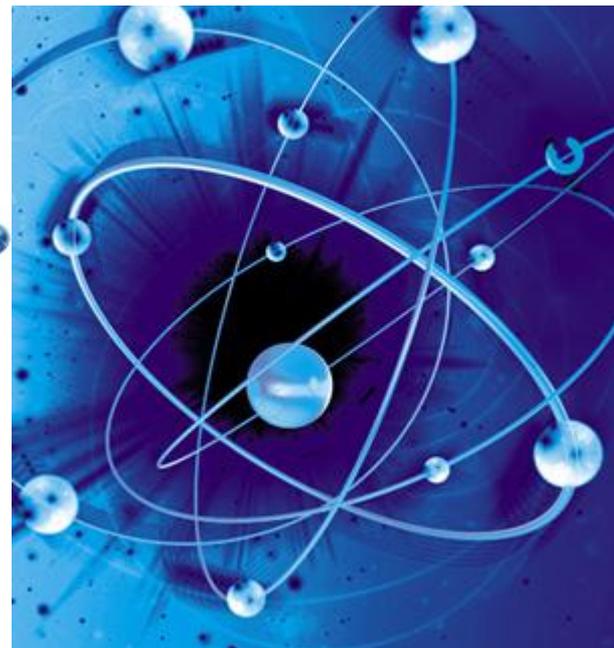
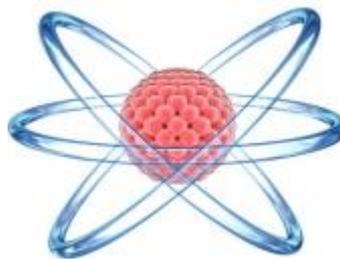
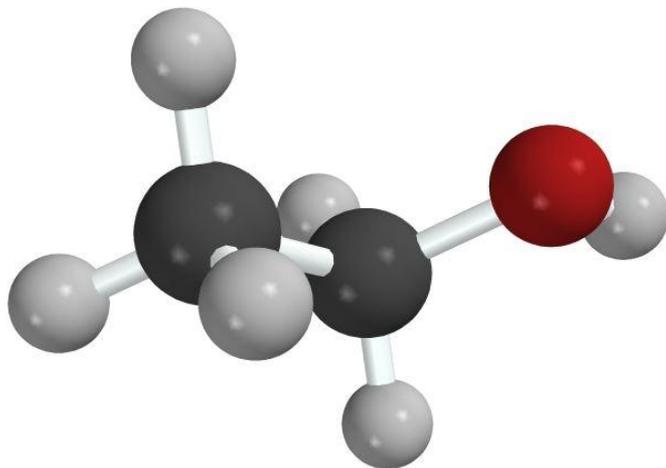
Основная характеристика полей - сила. Поля не обладают

Элементарные частицы



СИЛАКОВА О.В.

Доцент кафедры МОБЖ

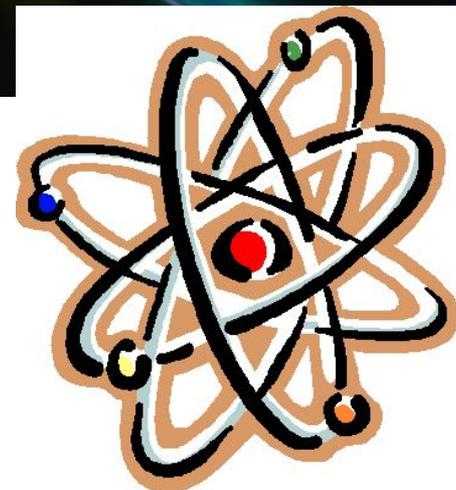
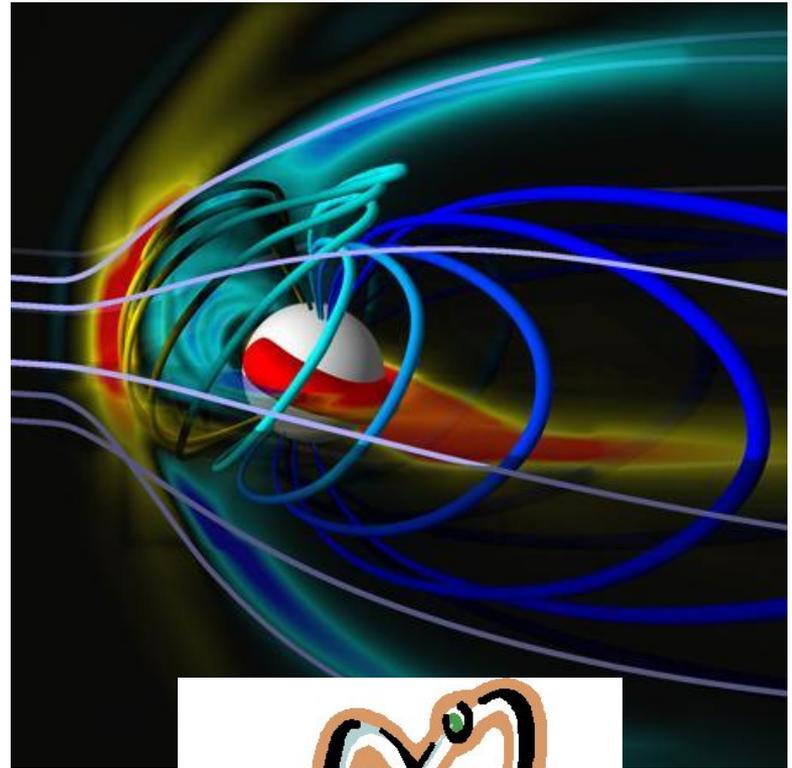


Общая информация

Элементарная частица — собирательный термин, относящийся к микрообъектам в субъядерном масштабе, которые невозможно расщепить (или пока это не доказано) на составные части. Их строение и поведение изучается физикой элементарных частиц. Понятие элементарных частиц основывается на факте **дискретного** строения вещества.

Ряд элементарных частиц имеет сложную внутреннюю структуру, однако разделить их на части невозможно.

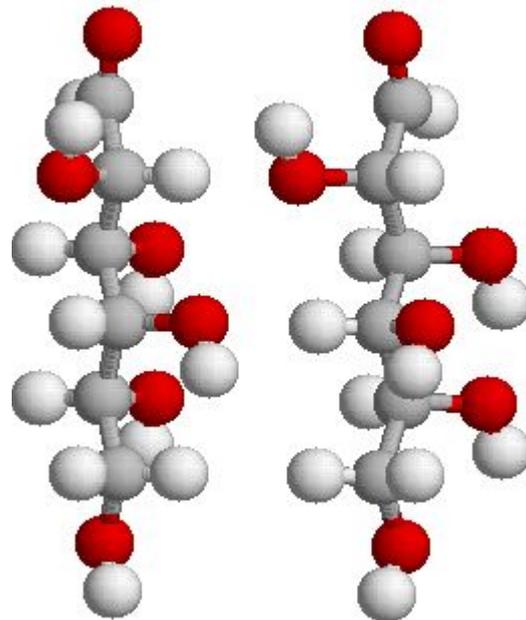
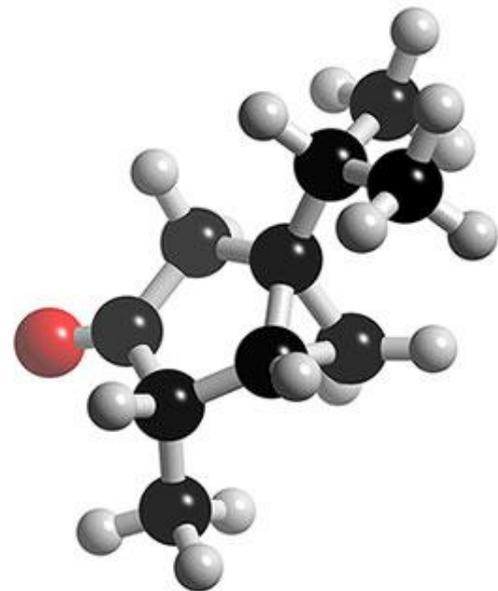
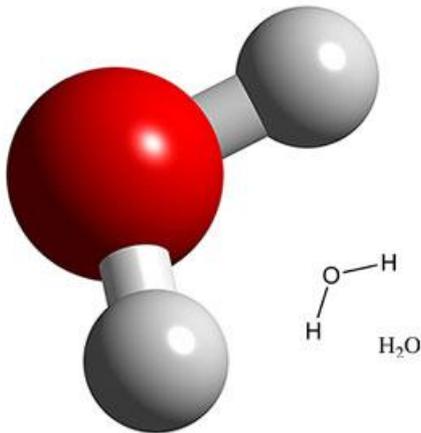
Другие элементарные частицы на данный момент считаются бесструктурными и рассматриваются как первичные **фундаментальные частицы**.



Классификация

По величине **спина** (собственный момент импульса элементарных частиц)

- ✦ **фермионы** — частицы с полуцелым спином (например, электрон, протон, нейтрон, нейтрино);
- ✦ **бозоны** — частицы с целым спином (например, фотон, глюон, мезон).



Фермионы

FERMIONS

matter constituents
spin = 1/2, 3/2, 5/2, ...

Leptons spin = 1/2			Quarks spin = 1/2		
Flavor	Mass GeV/c ²	Electric charge	Flavor	Approx. Mass GeV/c ²	Electric charge
ν_e electron neutrino	$<1 \times 10^{-8}$	0	U up	0.003	2/3
e electron	0.000511	-1	d down	0.006	-1/3
ν_μ muon neutrino	<0.0002	0	C charm	1.3	2/3
μ muon	0.106	-1	S strange	0.1	-1/3
ν_τ tau neutrino	<0.02	0	t top	175	2/3
τ tau	1.7771	-1	b bottom	4.3	-1/3

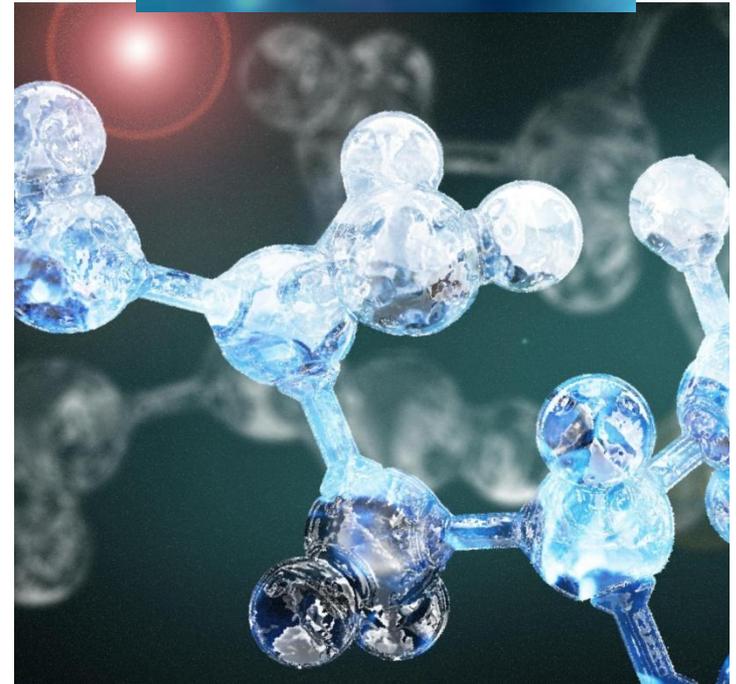
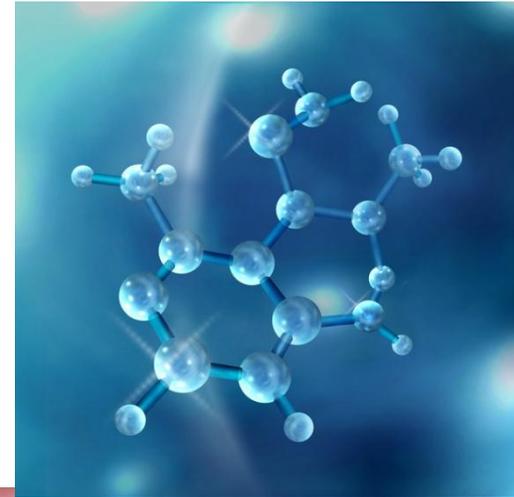
Фермион - от фамилии физика Энрико Ферми

Бозоны

Бозон (от фамилии физика Бозе) - в Стандартной модели (теоретическая конструкция в физике элементарных частиц, описывающая электромагнитное, слабое и сильное взаимодействие всех элементарных частиц) присутствует 5 фундаментальных бозонов:

✦ калибровочные бозоны, переносчики фундаментальных взаимодействий природы, — фотон, W- и Z-бозоны и глюон;

✦ бозон Хиггса — квант поля Хиггса.



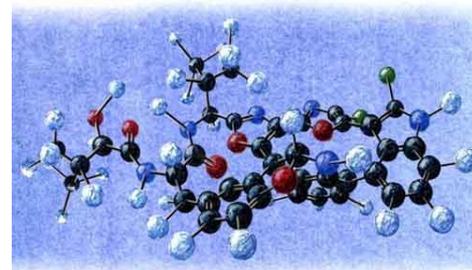
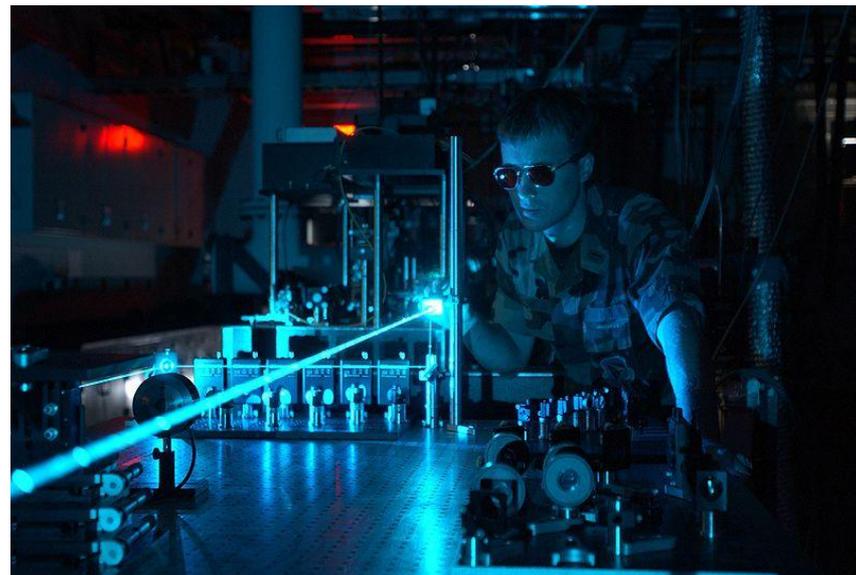
Бозоны

Калибровочные бозоны

Фотон ($h\nu$, γ)- элементарная частица, квант электромагнитного излучения (в узком смысле — света). Это безмассовая частица, способная существовать только двигаясь со скоростью света. Заряд фотона также равен нулю.

W- и Z-бозоны - элементарные частицы, переносчики слабого взаимодействия. Их открытие (ЦЕРН, 1983) считается одним из главных успехов Стандартной модели физики элементарных частиц.

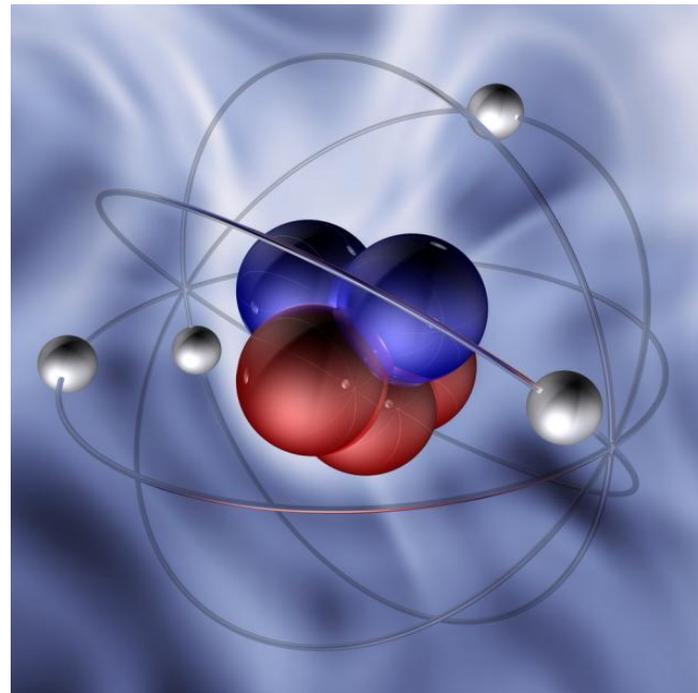
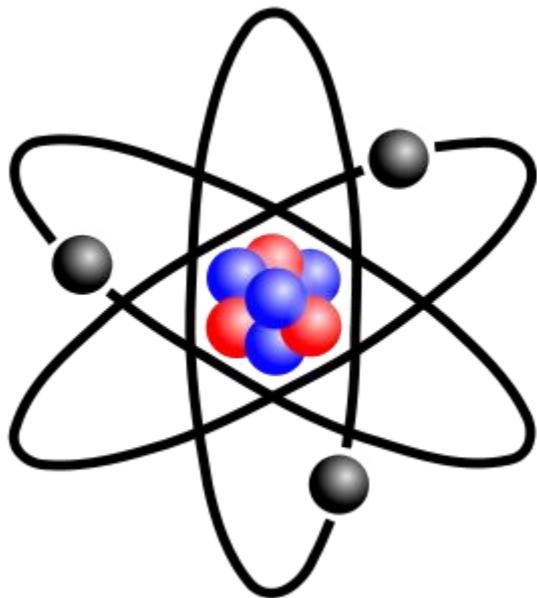
W-частица названа по первой букве названия взаимодействия — слабое (Weak) взаимодействие. Иногда полшутя говорят, что **Z-частица** получила такое имя, поскольку должна была стать последней частицей, которую вообще нужно открыть (Z — последняя буква латинского алфавита).



Другое объяснение состоит в том, что название происходит от того факта, что **Z-бозон** имеет нулевой (Zero) электрический заряд.

Бозоны

Глюон (g, англ. glue — клей) - элементарная частица, являющаяся причиной взаимодействия кварков, а также косвенно ответственная за соединение протонов и нейтронов в атомное ядро.

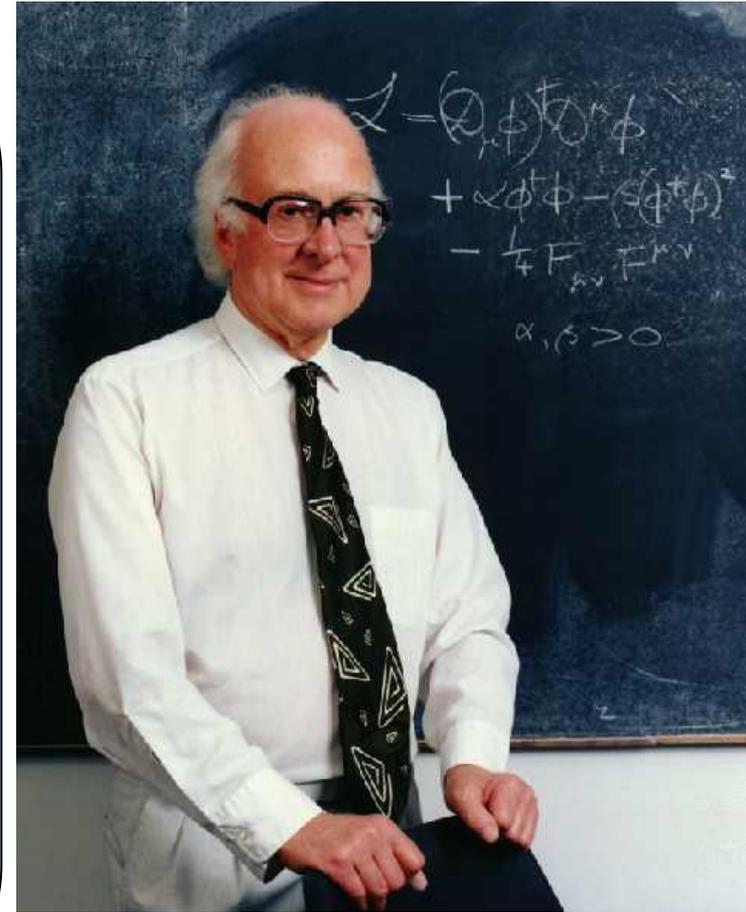


Бозон Хиггса

Бозон Хиггса - теоретически предсказанная элементарная частица.

По построению, хиггсовский бозон является скалярной частицей, то есть обладает нулевым спином.

Постулирован Питером Хиггсом в 1960 году (по другим данным, в 1964 году), в рамках Стандартной Модели отвечает за массу элементарных частиц. Поиски хиггсовского бозона в Европейском центре ядерных исследований на Большом электрон-позитронном коллайдере не увенчались успехом; предполагается, что вопрос о существовании бозона Хиггса прояснится окончательно после вступления в строй и нескольких лет работы Большого адронного коллайдера (ЛHC). В СМИ бозон Хиггса охарактеризовали как «частицу бога». Предположения о том, что эта частица создаёт всю массу Вселенной, вызвали страхи, что искусственное её получение может вызвать цепную реакцию произвольного роста массы с появлением чёрной дыры. С другой стороны, невозможность открыть этот бозон может скомпрометировать текущую реализацию Стандартной модели, однако в физике элементарных частиц уже разработаны её расширения.



Питер Хиггс

Классификация

По видам взаимодействий

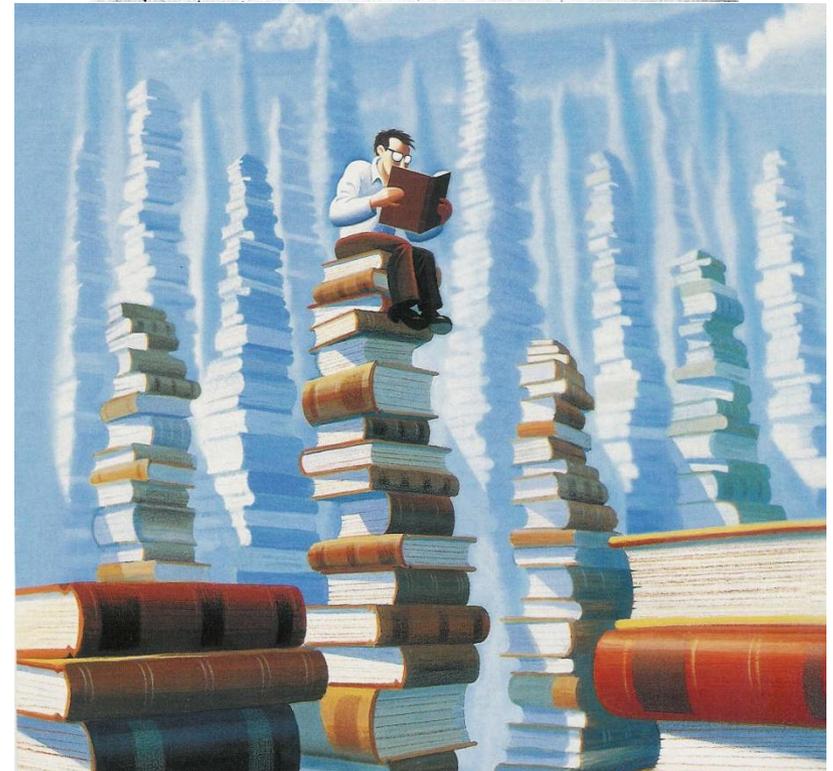
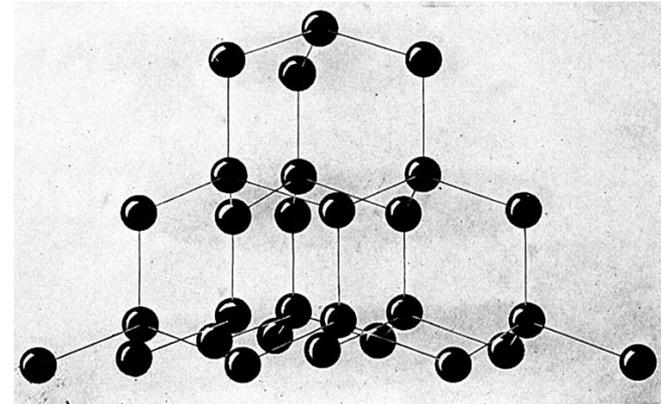
Элементарные частицы делятся на следующие группы:

Составные частицы:

★ **адроны** — частицы, участвующие во всех видах фундаментальных взаимодействий. Они состоят из кварков и подразделяются, в свою очередь, на:

★ **мезоны** (адроны с целым спином, т. е. бозоны);

★ **барионы** (адроны с полуцелым спином, т. е. фермионы). К ним, в частности, относятся частицы, составляющие ядро атома, — протон и нейтрон.

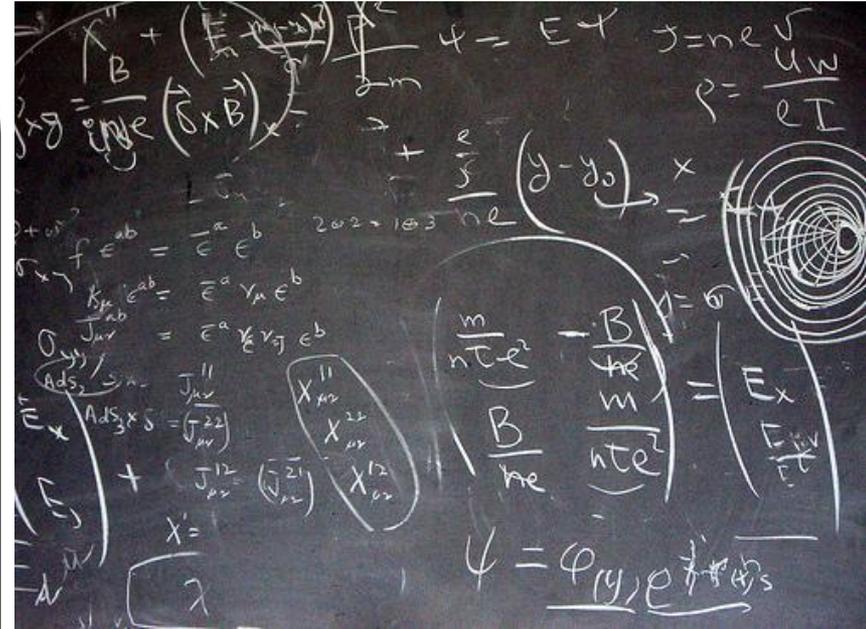


Фундаментальные частицы

Лептоны — фермионы, которые имеют вид точечных частиц (т. е. не состоящих ни из чего) вплоть до масштабов порядка 10⁻¹⁸ м. Не участвуют в сильных взаимодействиях. Участие в электромагнитных взаимодействиях экспериментально наблюдалось только для заряженных лептонов (электроны, мюоны, тау-лептоны) и не наблюдалось для нейтрино. Известны 6 типов лептонов.

Кварки - дробнозаряженные частицы, входящие в состав адронов. В свободном состоянии не наблюдались. Как и лептоны, делятся на 6 типов и являются бесструктурными, однако, в отличие от лептонов, участвуют в сильном взаимодействии.

Калибровочные бозоны

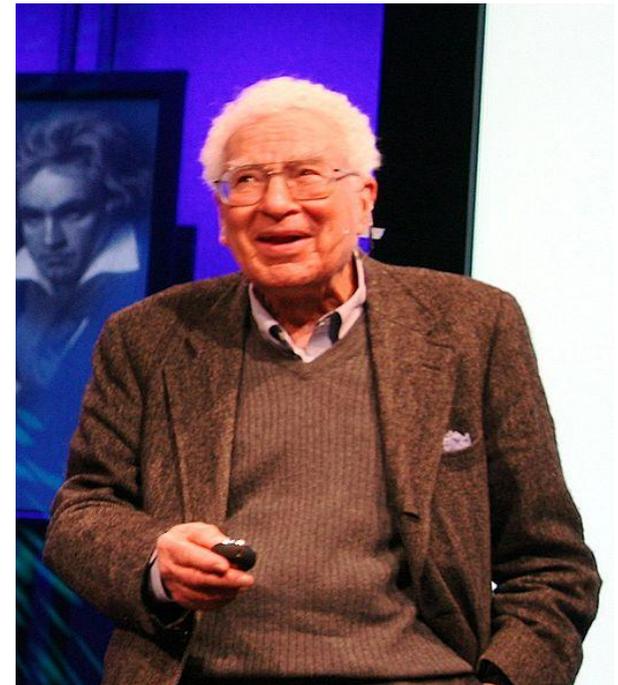


Кварки

Кварк — фундаментальная частица в Стандартной модели, обладающая электрическим зарядом и не наблюдающаяся в свободном состоянии. Из кварков состоят адроны, в частности, протон и нейтрон. В настоящее время известно 6 разных «сортов» (чаще говорят — «ароматов» - нижний, верхний, очарованный, странный, прелестный, истинный).

Слово «кварк» было заимствовано М. Гелл-Манном из романа Дж. Джойса «Поминки по Финнегану», где в одном из эпизодов звучит фраза «Three quarks for Muster Mark!» (обычно переводится как «Три кварка для мюстера Марка!»). Само слово «quark» в этой фразе предположительно является звукоподражанием крику морских птиц. Дж. Цвейг называл их тузами, но данное название не прижилось и забылось — возможно, потому, что тузов четыре, а кварков в первоначальной модели было три.

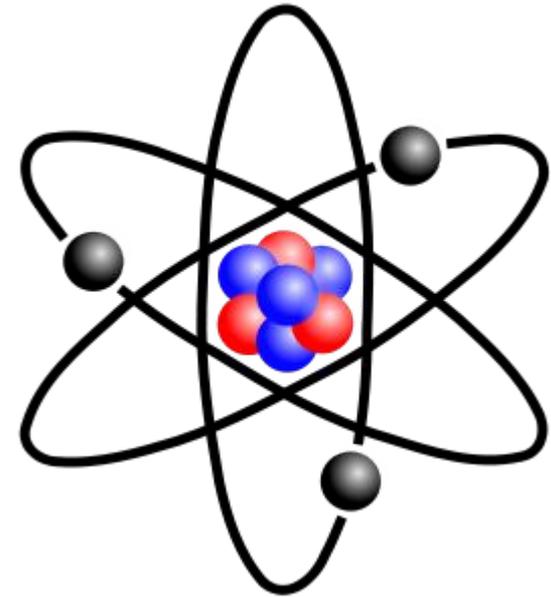
Символ	Название		Заряд	Масса
	рус.	англ.		
Первое поколение				
<i>d</i>	нижний	<i>down</i>	$-1/3$	$\sim 5 \text{ МэВ}/c^2$
<i>u</i>	верхний	<i>up</i>	$+2/3$	$\sim 3 \text{ МэВ}/c^2$
Второе поколение				
<i>s</i>	странный	<i>strange</i>	$-1/3$	$95 \pm 25 \text{ МэВ}/c^2$
<i>c</i>	очарованный	<i>charm (charmed)</i>	$+2/3$	$1,8 \text{ ГэВ}/c^2$
Третье поколение				
<i>b</i>	прелестный	<i>beauty (bottom)</i>	$-1/3$	$4,5 \text{ ГэВ}/c^2$
<i>t</i>	истинный	<i>truth (top)</i>	$+2/3$	$171 \text{ ГэВ}/c^2$



История

Первоначально термин «элементарная частица» подразумевал нечто абсолютно элементарное, первокирпичик материи. Однако, когда в 1950-х и 1960-х годах были открыты сотни адронов с похожими свойствами, стало ясно, что по крайней мере адроны обладают внутренними степенями свободы, то есть не являются в строгом смысле слова элементарными.

Это подозрение в дальнейшем подтвердилось, когда выяснилось, что адроны состоят из кварков. Таким образом, мы продвинулись ещё немного вглубь строения вещества: самыми элементарными, точечными частями вещества сейчас считаются лептоны и кварки. Для них (вместе с калибровочными бозонами) и применяется термин «фундаментальные частицы».



Свойства элементарных частиц:

1. частицы могут **иметь массу** (т.н. масса покоя) – лептоны и адроны, а **могут и не иметь** - фотон.
2. Частицам свойственен электрический заряд.
3. Частицы имеют разное время жизни: **стабильные** (фотон, протон и электрон, нейтрино), **квазистабильные** (нейтрон), **нестабильные** (адроны, искусственно получаемые в ускорителях).
4. Спин - собственный момент импульса частицы, который не зависит от ее положения в пространстве

В зависимости от массы покоя выделяют элементарные частицы:

- **фотоны** – не имеют массы покоя и движутся со скоростью света;
- **лептоны** – легкие частицы (электрон и нейтрино);
- **мезоны** – средние частицы с массой от одной до тысячи масс электрона;
- **барионы** – тяжелые частицы с массой более тысячи масс электрона (протоны, нейтроны и др.)

В зависимости от электрического заряда выделяют элементарные частицы:

- с отрицательным зарядом (например, электрон);
- с положительным зарядом (например, позитрон, протон);
- с нулевым зарядом (например, нейтрино)

С учетом типа фундаментально физического взаимодействия, в котором участвуют частицы, среди них выделяют:

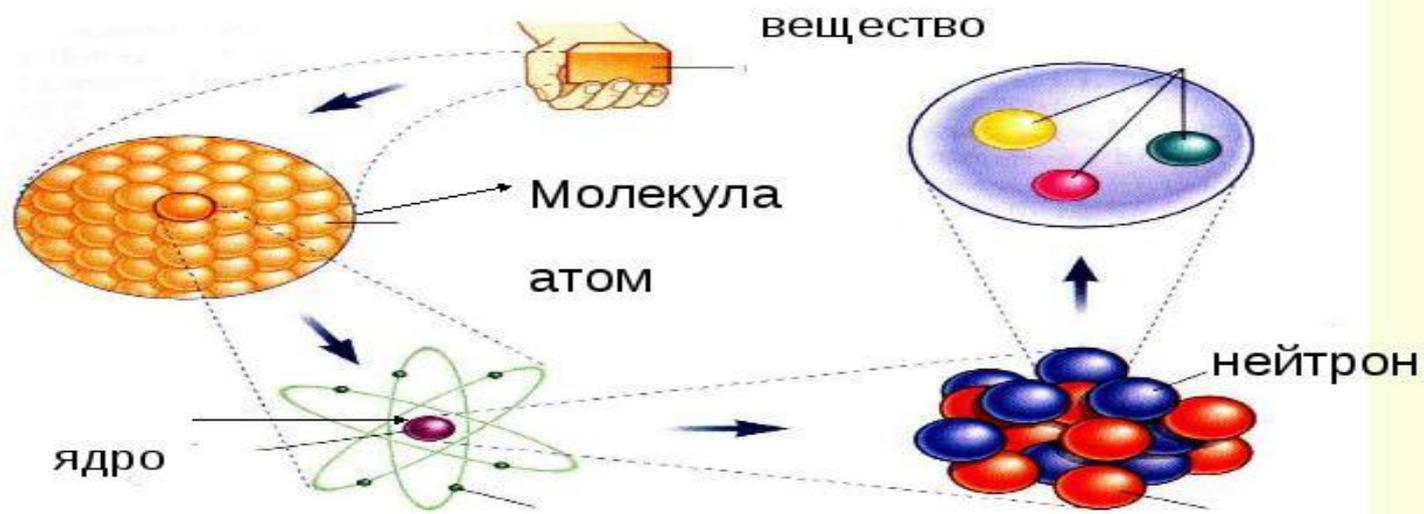
- **адроны** – участвуют в электромагнитном, сильном и слабом взаимодействии;
- **лептоны** – только в электромагнитном и слабом;
 - частицы – переносчики взаимодействий:
 - фотоны** – переносчики электромагнитного взаимодействия; **гравитоны** – гравитационного;
 - глюоны** – сильного; промежуточные **векторные бозоны** – слабого взаимодействия.

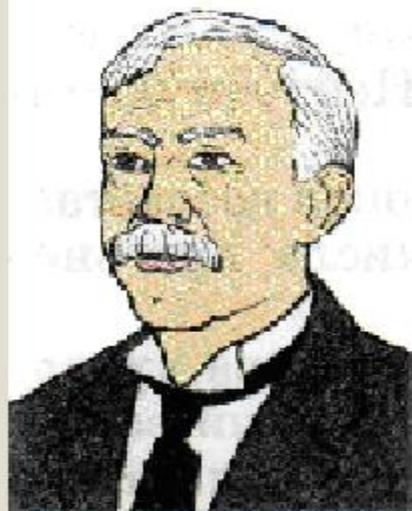
Типы фундаментальных физических взаимодействий и их характеристики

Тип взаимодействия	Бозон-переносчик	Источник / объекты	Константа взаимодействия	Радиус действия (м)
Гравитационное	Гравитон	Масса/ Все объекты Вселенной	10^{-38}	Бесконечность
Электромагнитное	Фотон	Объекты, имеющие заряд	10^{-2}	Бесконечность
Сильное	Глюон	Адроны	1	10^{-15}
Слабое	Промежуточный векторный бозон	Все элементарные частицы, кроме фотона	10^{-14}	10^{-18}

АТОМ

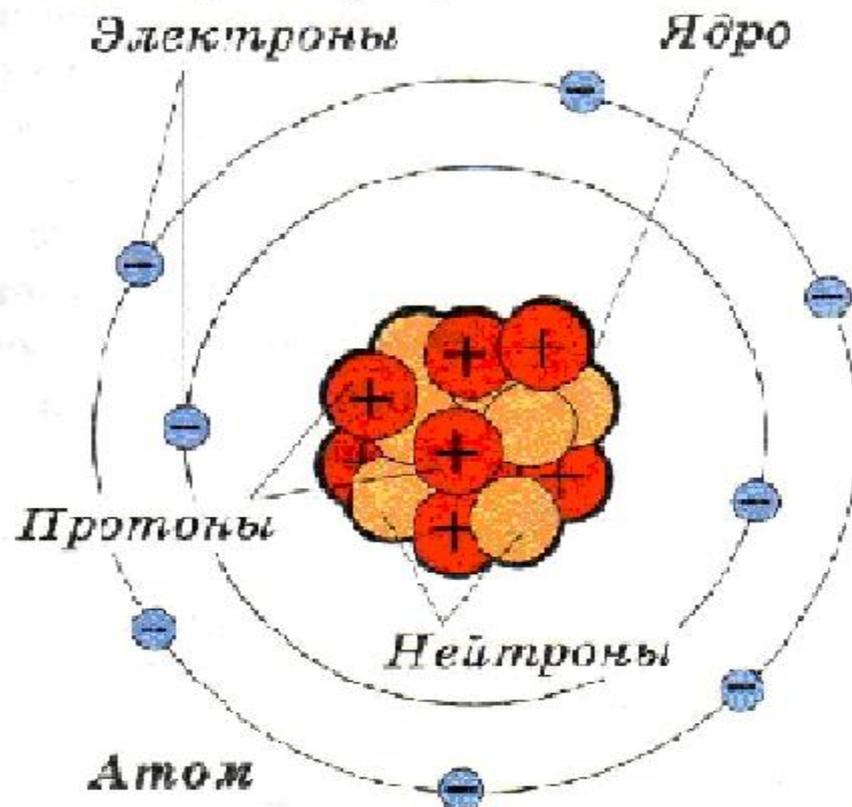
- **Атом** - мельчайшая частица простого вещества, сохраняющая все его химические свойства
- **Атом**- состоит из ядра с определенным числом протонов, нейтронов, и электронов





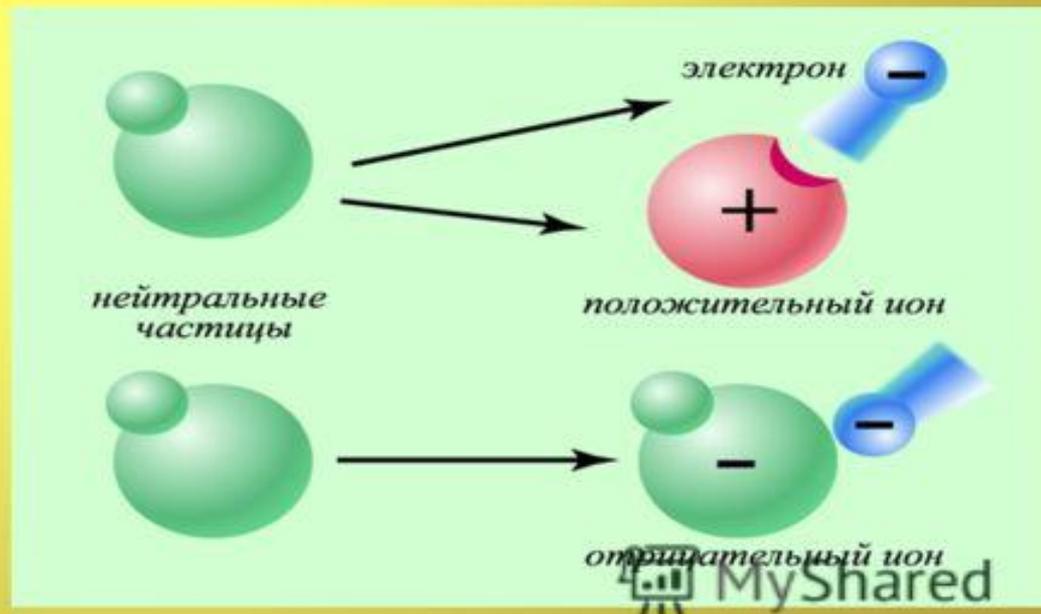
Эрнест Резерфорд
(1871—1937) —
инглийский
ученый,
исследовавший
строение атома

Атом настолько мал, что ни в один микроскоп увидеть, как он устроен, не удастся. Тем не менее ученые узнали его строение. Самое важное открытие в исследовании строения атома сделал Э. Резерфорд. На основе опытов он установил, как устроен атом.

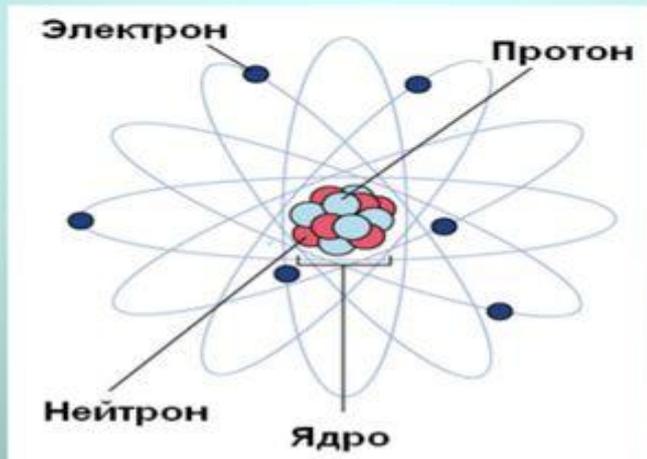


Элементарный заряд

- Атомы состоят из *элементарных частиц* – отрицательно заряженных – *электронов*, положительно заряженных *протонов* и нейтральных частиц – *нейтронов*.
- Электроны и протоны являются носителями зарядов .
- Электрические заряды протона и электрона по модулю в точности одинаковы и равны элементарному заряду $e = 1,6 \cdot 10^{-19}$ Кл.
- В нейтральном атоме число протонов в ядре равно числу электронов в оболочке (атомный номер).
- Тела электризуются, когда они теряют или приобретают электроны.



ЯДРО – атомов состоят из положительно заряженных частиц – протонов, и нейтральных в электрическом отношении частиц – нейтронов, которые в целом называются нуклонами. Они находятся в постоянном движении и между ними действуют внутриядерные силы притяжения. Число протонов в ядре равно порядковому номеру элемента в периодической системе Д.И. Менделеева и обозначается в левом нижнем углу символа элемента буквой Z , а суммарное число протонов и нейтронов – в левом верхнем углу и обозначается буквой M , оно соответствует атомной массе химического элемента. Например: $^{235}_{92}\text{U}$.



Строение атомных ядер

Российский физик Д. Д. Иваненко и немецкий физик В. Гейзенберг выдвинули гипотезу о *протонно-нейтронном* строении атомных ядер.



Протоны и нейтроны - *нуклонами*.

Число протонов

Z - *зарядовым числом*

Число нейтронов - *N*.

Общее число нуклонов (т. е. протонов и нейтронов) называют *массовым числом A*:

$$A = Z + N$$

