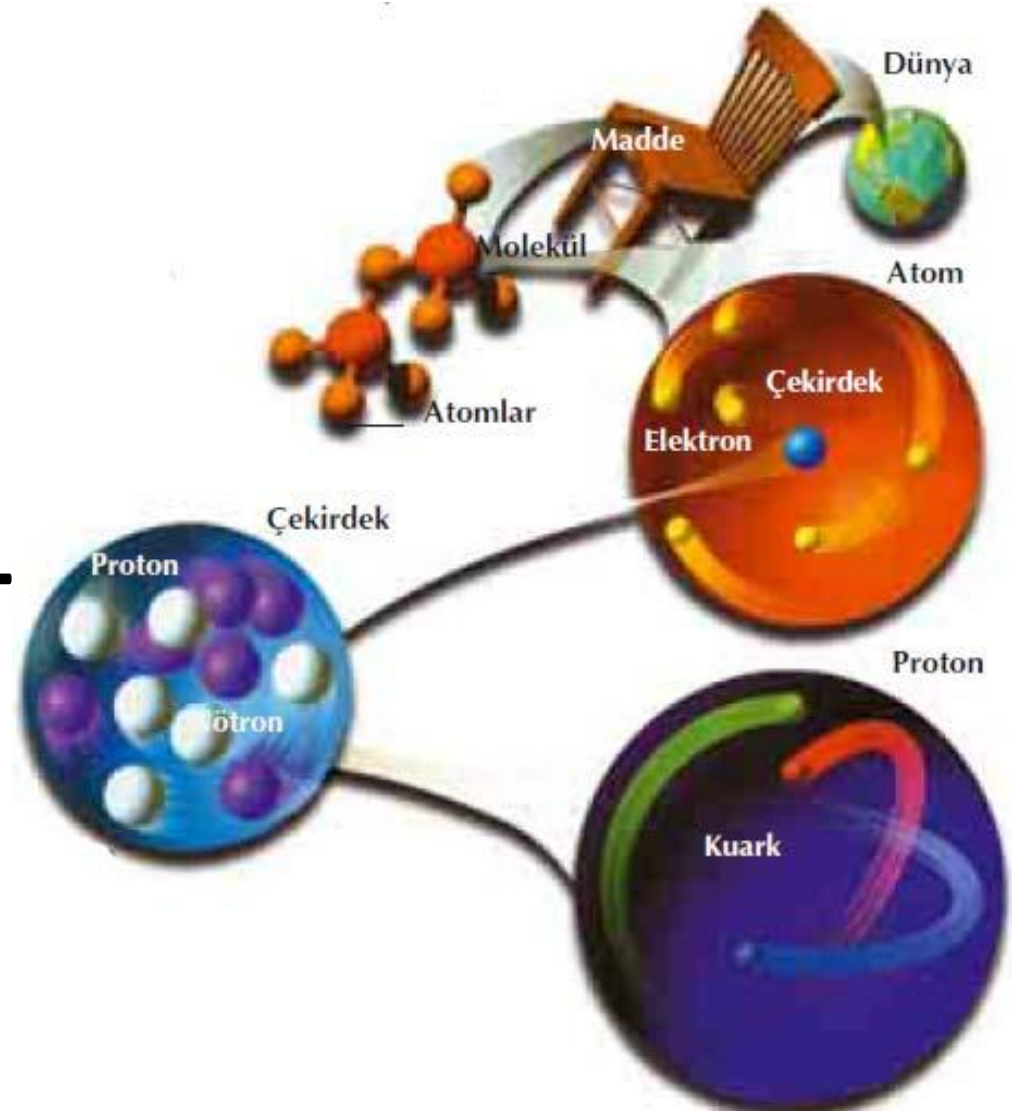
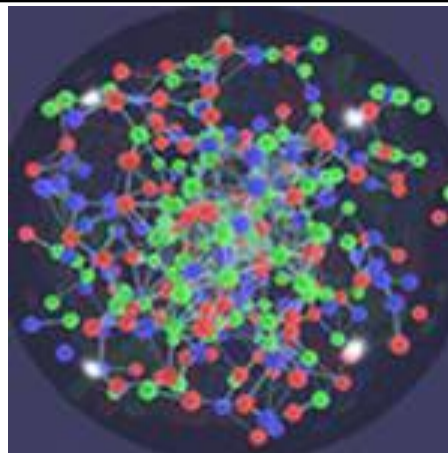


**Структурные
уровни и
системная
организация
материи на
микро- и макро-
уровнях.
Космология**



Уровни материи на основе соизмеримости с человеком:

Макромир	Микромир	Мегамир
соизмерный с человеком	несоизмеримые с человеком	

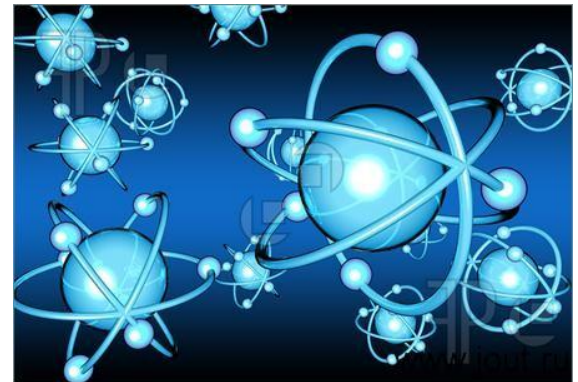


Микромир

- область предельно малых, непосредственно ненаблюдаемых материальных микрообъектов, пространственные размеры которых исчисляются от 10^{-8} до 10^{-16} см, а время жизни – от бесконечности до 10^{-24} с.

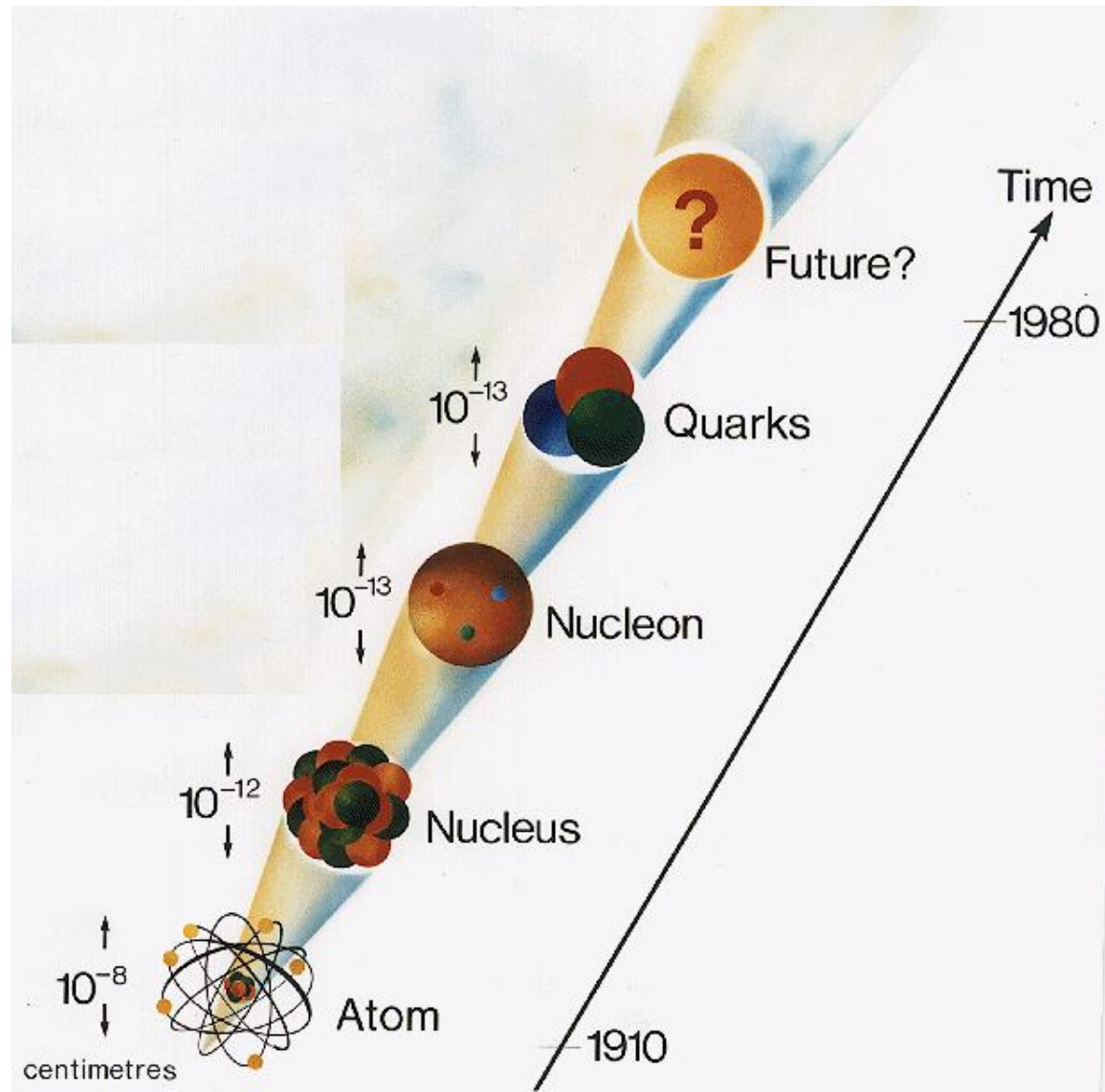
Фундаментальные наименьшие постоянные:

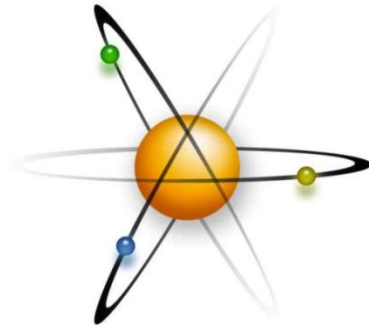
- Длина Планка – 10^{-33} см;
- Планковское время – 10^{-44} с.



Основные структуры микромира:

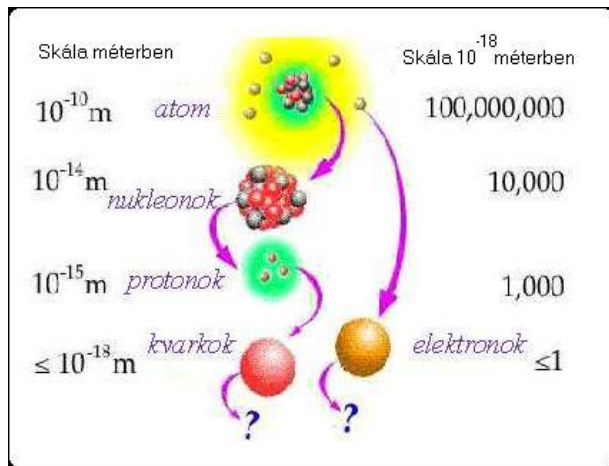
- элементарные частицы,
- атомные ядра,
- атомы,
- молекулы,
- поля.



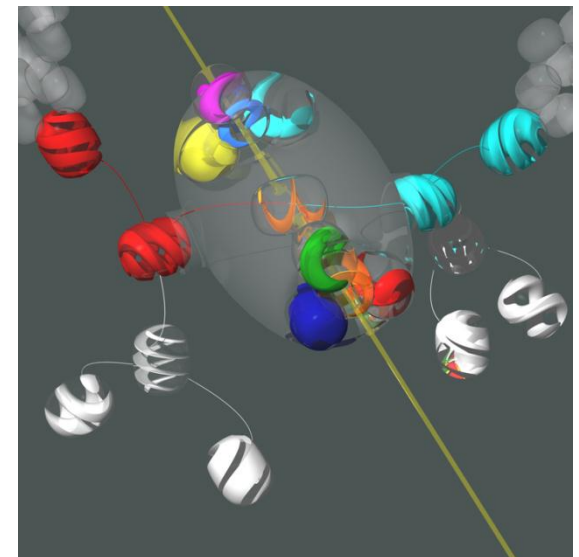


Элементарные частицы

– первичные, далее неделимые микрочастицы, из которых состоит вся материя.



Группа	Название частицы	Символ		Масса (в электронных массах)	Электрический заряд	Спин	Время жизни (с)	
		Частица	Античастица					
Фотоны	Фотон	γ		0	0	1	Стабилен	
Лептоны	Нейтрино электронное	ν_e	$\bar{\nu}_e$	0	0	1/2	Стабильно	
	Нейтрино мюонное	ν_μ	$\bar{\nu}_\mu$	0	0	1/2	Стабильно	
	Электрон	e^-	e^+	1	-1 1	1/2	Стабилен	
	Мю-мезон	μ^-	μ^+	206,8	-1 1	1/2	$2,2 \cdot 10^{-6}$	
Мезоны	Пи-мезоны	π^0		264,1	0	0	$0,87 \cdot 10^{-16}$	
		π^+	π^-	273,1	1 -1	0	$2,6 \cdot 10^{-8}$	
	К-мезоны	K^+	K^-	966,4	1 -1	0	$1,24 \cdot 10^{-8}$	
		K^0	\bar{K}^0	974,1	0	0	$\approx 10^{-10} - 10^{-8}$	
	Эта-нуль-мезон	η^0		1074	0	0	$\approx 10^{-18}$	
	Адроны	Барионы	Протон	p	\bar{p}	1836,1	1 -1	1/2
Нейтрон			n	\bar{n}	1838,6	0	1/2	898
Лямбда-гиперон			Λ^0	$\bar{\Lambda}^0$	2183,1	0	1/2	$2,63 \cdot 10^{-10}$
Сигма-гипероны			Σ^+	$\bar{\Sigma}^+$	2327,6	1 -1	1/2	$0,8 \cdot 10^{-10}$
		Σ^0	$\bar{\Sigma}^0$	2333,6	0	1/2	$7,4 \cdot 10^{-20}$	
Кси-гипероны		Σ^-	$\bar{\Sigma}^-$	2343,1	-1 1	1/2	$1,48 \cdot 10^{-10}$	
		Ξ^0	$\bar{\Xi}^0$	2572,8	0	1/2	$2,9 \cdot 10^{-10}$	
Омега-минус-гиперон		Ξ^-	$\bar{\Xi}^-$	2585,6	-1 1	1/2	$1,64 \cdot 10^{-10}$	
Ω^-		$\bar{\Omega}^-$	3273	-1 1	1/2	$0,82 \cdot 10^{-11}$		



Первая элементарная
частица — **электрон**
(Томсон, 1897).

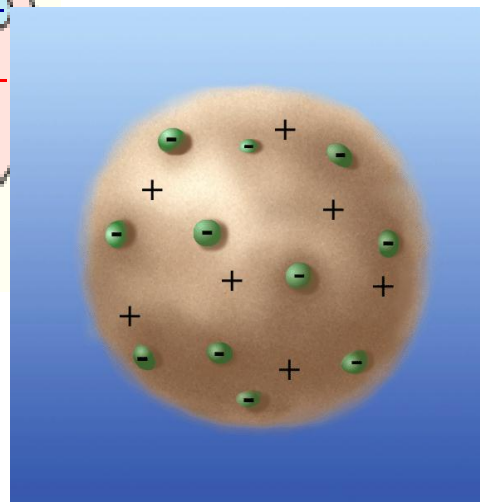
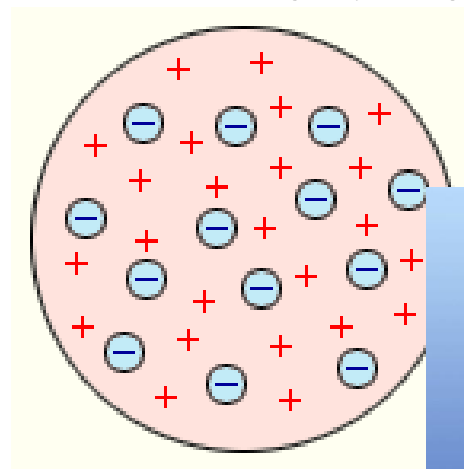
**Первая модель строения
атома (Томсон, 1895г.)**

«Пудинг с изюмом»:

атом — это шар («пудинг»), по
всему объему которого
равномерно распределен
положительный заряд, в
который встроены («изюм»)
отрицательные электроны.



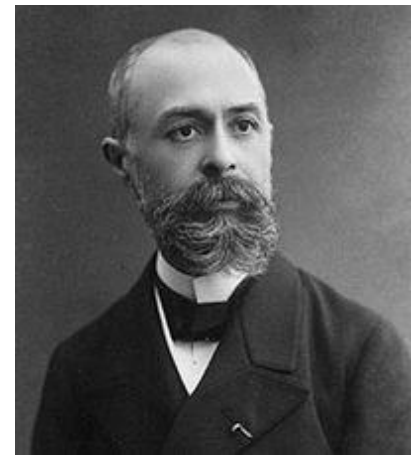
Сэр Джозеф Джон Томсон
(1856 — 1940)
английский физик



Радиоактивность (Беккерель, 1896) – самопроизвольное излучение атомов;

т.е. превращение неустойчивых изотопов одного химического элемента в изотопы другого элемента, сопровождающееся испусканием некоторых частиц.

Опыта Резерфорда по рассеянию α -частиц (1911 г).

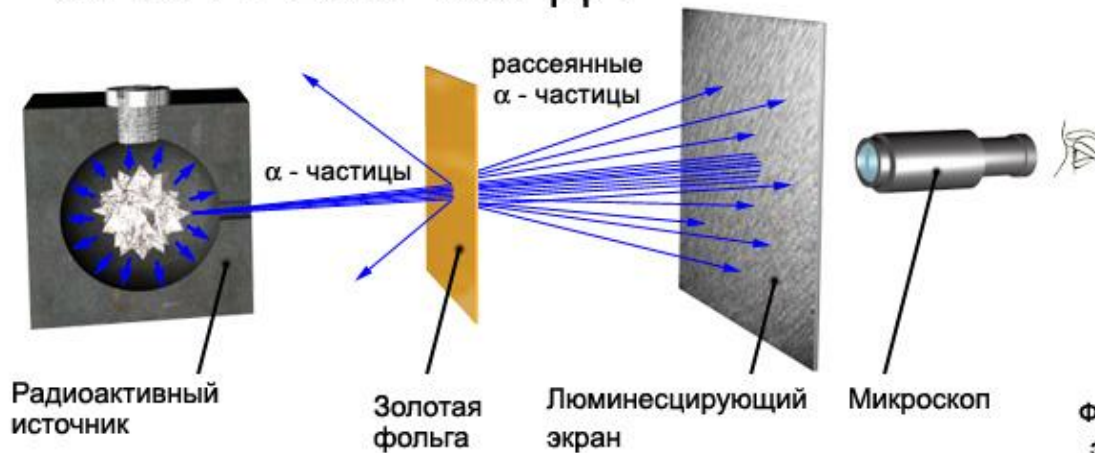


Антуан Анри Беккерель
(1852 –1908)
французский физик



Эрнест Резерфорд
(1871 –1937)
«отец» ядерной физики

ОПЫТ РЕЗЕРФОРДА



Фотографии люминесцирующего экрана при отсутствии золотой фольги в потоке α - частиц и при ее внесении в поток

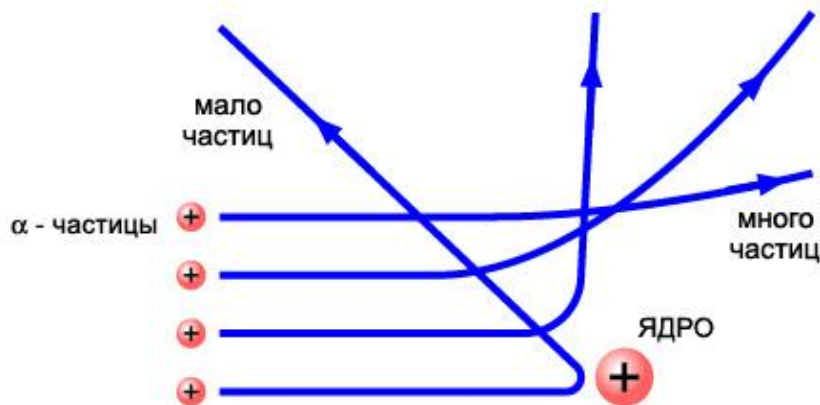
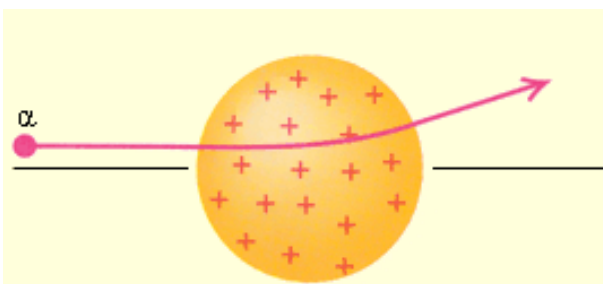
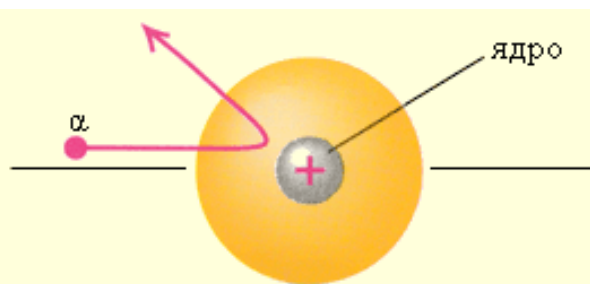


СХЕМА ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ α - ЧАСТИЦ С ЯДРОМ



в атоме Томсона



в атоме Резерфорда

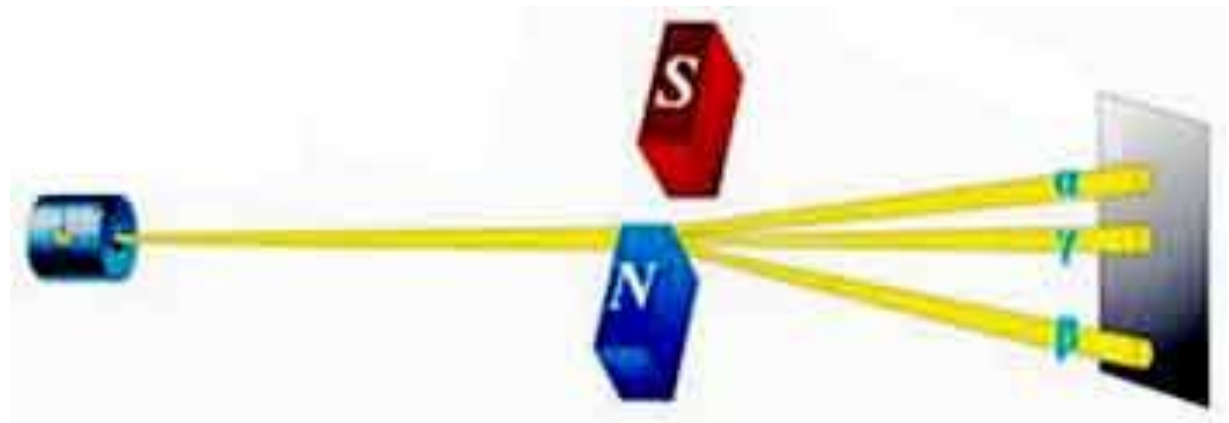
Каждая вспышка вызывается ударом α - частицы об экран

Вывод

- радиоактивность связана с превращением одних химических элементов в другие естественным путем.
- Процесс превращения сопровождается альфа-излучением.
- В атоме сосредоточена огромная энергия.
- Радиоактивность не зависит от окружающей среды,
- процесс проходит без потери массы.

В магнитном поле поток радиоактивного излучения распадается на 3 составляющих:

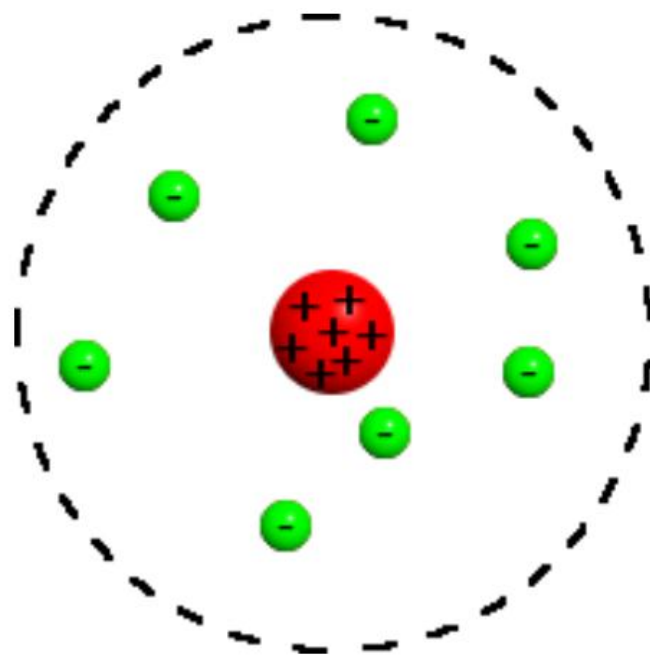
- альфа-лучи, отклоняющиеся влево. Это частицы (ядра гелия) представляющие полностью ионизированный атом химического элемента;
- бета-лучи, отклоняющиеся вправо – они характерны для слабого взаимодействия (*напр., связаны с испусканием электронов*);
- гамма-лучи, не отклоняющиеся – представляют собой фотоны и обладают большой проникающей способностью.



При бомбардировке атомов альфа-частицами Резерфорд обнаружил (в 1919г.) вторую элементарную частицу – **протон**.

Ядерная модель атома

(1911г.): в центре атома находится положительное ядро, в котором сосредоточена вся масса, а вокруг него вращаются электроны.



Постулаты Бора

• **постулат стационарных состояний:** в атоме существуют стационарные состояния, в которых он не излучает энергии.

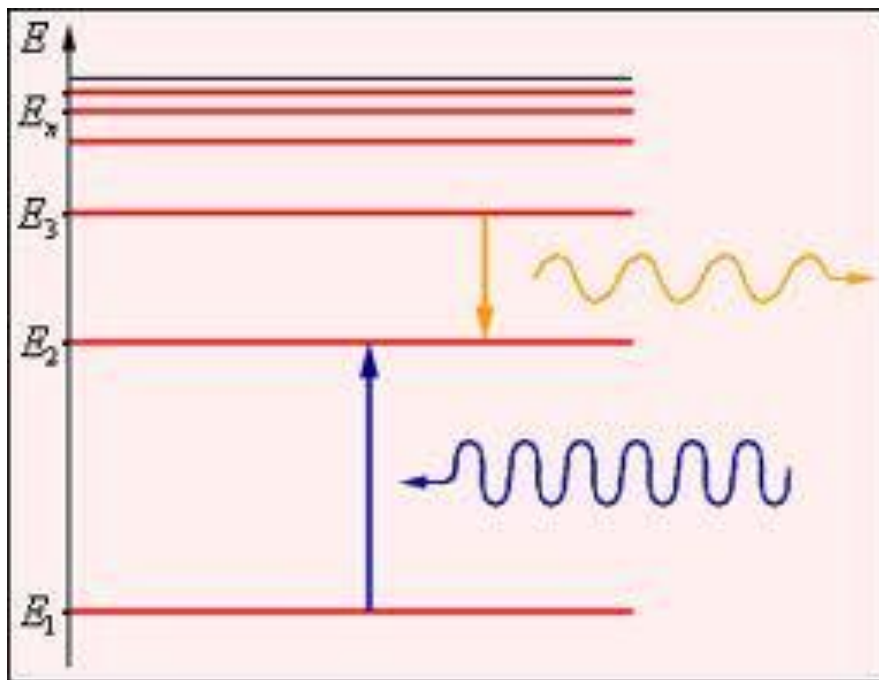
Стационарным состояниям атома соответствуют стационарные орбиты, по которым движутся электроны.

Такое движение не сопровождается излучением электромагнитных волн



Нильс Бор
(1885-1962)
Датский физик-теоретик

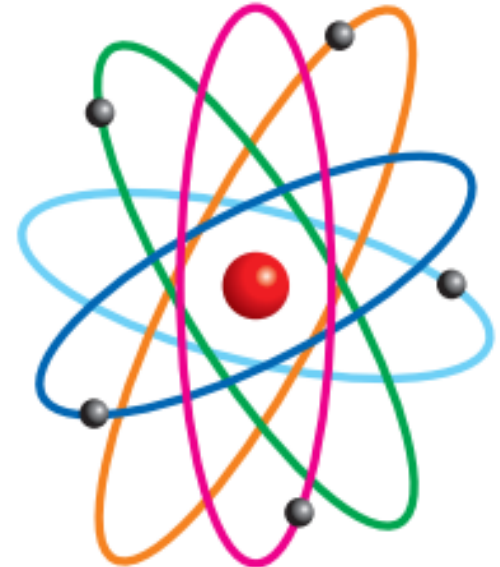
- **правило частоты:** при переходе электрона с одной стационарной орбиты на другую излучается (поглощается) один фотон с энергией равной разности энергий, соответствующих стационарным состояниям атома до и после излучения (поглощения).



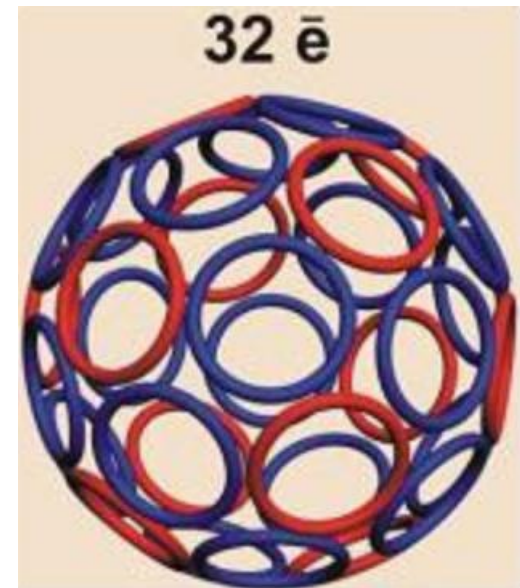
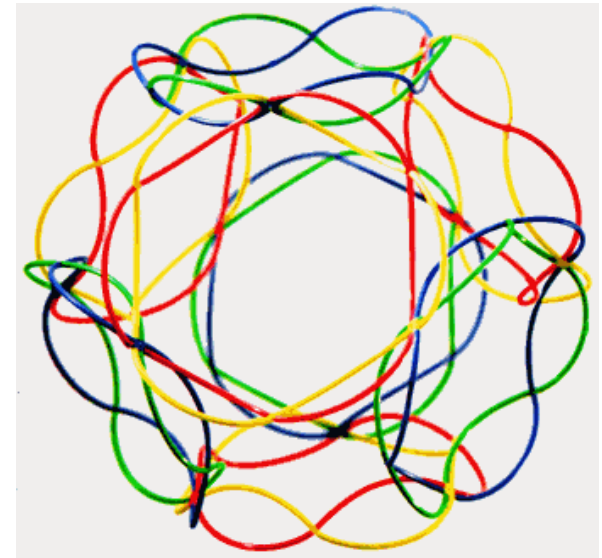
Первая квантовая теория атома

Бора: электроны движутся вокруг массивного положительно заряженного ядра, по своим орбитам, как планеты вокруг Солнца.

Эта модель соединяла модель Резерфорда и принципы Бора и названа **«планетарно-ядерная» модель Резерфорда-Бора.**



- **Волновая модель атома** (1923г., Л.Де Бройль).
- **Квантово-механическая модель** (1896г., Э.Шредингер).
- Орбитальная →
Кольцевая →
Волногранная модели.



В 1932 г. Д.Чедвиг в составе космического излучения открывает третью элементарную частицу – **нейтрон**.



Сэр Джеймс Чедвик
(1891 –1974)
английский физик

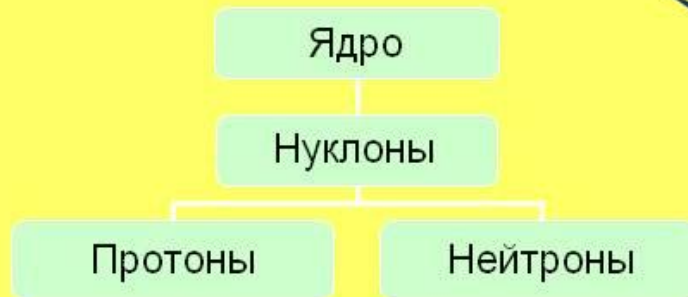


Дмитрий Иваненко
(1904-1994)
советский физик

1932г. Д.Иваненко -
**«Протонно-нейтронная
модель ядра»**, которую
затем развил В.Гейзенберг.

Модель ядра

1932 г Иваненко и Гейзенберг предложили протонно-нейтронную модель атомного ядра

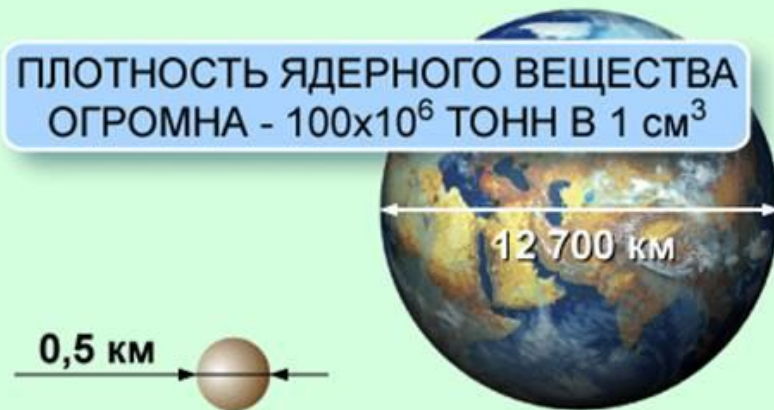


МАССА ПРОТОНА ИЛИ НЕЙТРОНА
В 1840 РАЗ БОЛЬШЕ МАССЫ ЭЛЕКТРОНА



ПОЭТОМУ ПРАКТИЧЕСКИ ВСЯ МАССА
АТОМА СОСРЕДОТОЧЕНА В ЕГО ЯДРЕ

ПЛОТНОСТЬ ЯДЕРНОГО ВЕЩЕСТВА
ОГРОМНА - 100×10^6 ТОНН В 1 см^3

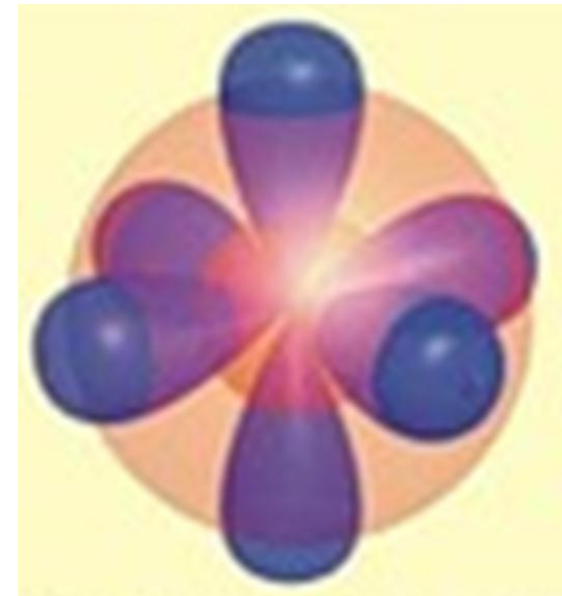


ШАР, СОСТОЯЩИЙ ИЗ ЯДЕРНОГО ВЕЩЕСТВА,
ДИАМЕТРОМ 0,5 км РАВЕН ПО ВЕСУ ЗЕМНОМУ ШАРУ

- В 1936г. Н.Бор и Я. Френкель - «капельную модель ядра».

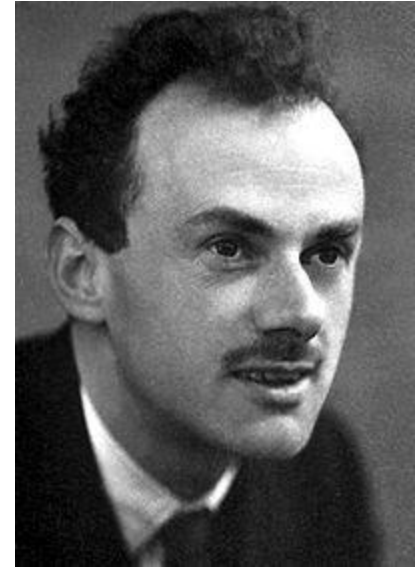


- В 1950-е гг. Мария Гепперт-Майер и Ханс Йенсен - «оболочечную модель ядра».



- Оге Бор (в начале 1950-х годов) - «обобщенную модель ядра».

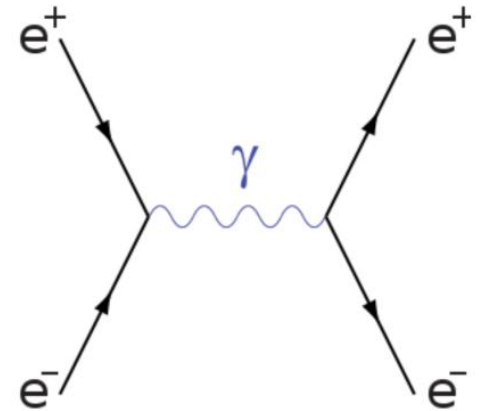
В 30х гг XXв. открыта первая античастица, – **позитрон**, существование которой предсказал **Дирак**: по массе она равна электрону, но имеет **положительный заряд**.



Поль Адриен Морис Дира́к
(1902 –1984)
английский физик-теоретик.

Теории Дирака

- столкновение частицы и античастицы приводит к **аннигиляции**, исчезновению этой пары частица-античастица.
- Обратный процесс, при котором в результате взаимодействия электромагнитных или других полей одновременно возникают частица и античастица – называется **рождение пары**.



$$e^- + e^+ = 2\gamma$$

Элементарные частицы



Фундаментальные частицы

(истинно элементарные) – частицы, по современным представлениям, не имеющие внутренней структуры и конечных размеров.

- **Кварки**
- **Лептоны**
- **Калибровочные бозоны**

Составные частицы -

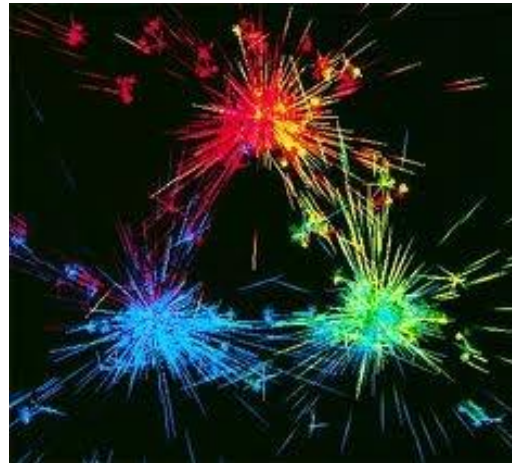
- частицы, имеющие сложную внутреннюю структуру, но по современным представлениям, разделить их на части невозможно.
- **Адроны** (протон, нейтрон и др.)



Мюррей Гелл-Манн
(р. 1929)
американский физик

Теория кварков

(в середине 60-х гг. XXв)



Джордж Цвейг (р. 1937г)
американский физик
и нейробиолог

- **Кварки** — это фундаментальные материальные частицы, из которых состоят все адроны, участвующие в сильном взаимодействии.

► **Классификация элементарных частиц по массе**

с нулевой массой	легкие	тяжелые

► **По электрическому заряду**

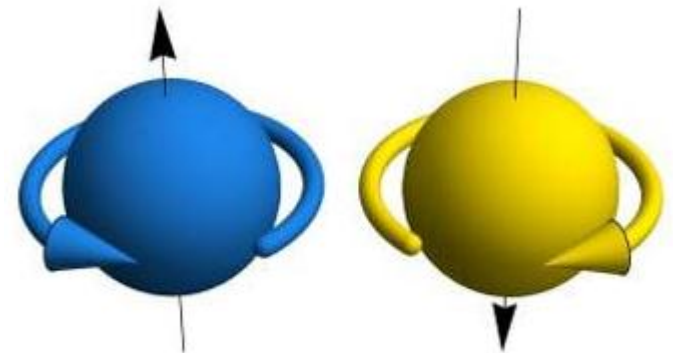
Отрицательный	
Положительный	
Нулевой	

► **По времени жизни**

стабильные	нестабильные	Квазистабильные (резонансы)

► **По спину**

Бозоны - с целым спином	Фермионы -с полуцелым спином



Частицы, переносчики взаимодействий

– калибровочные бозоны:

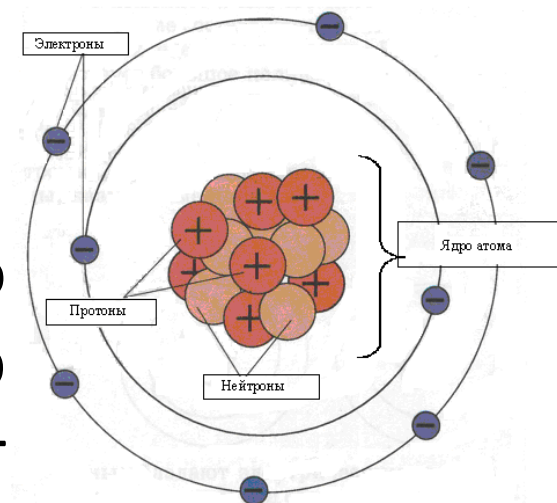
- **фотоны** – переносчики электромагнитного взаимодействия;
- **глюоны** – переносчик сильного взаимодействия,
- промежуточные векторные **бозоны** – переносчик слабого взаимодействия,
- **гравитон** – переносчик гравитационного поля (взаимодействия).

По типу физического взаимодействия

- Частицы, участвующие в электромагнитном, сильном и слабом взаимодействии – **адроны**.
- Частицы, участвующие в электромагнитном и слабом взаимодействии – **лептоны**.

Современное строение атома (ядро и электронные оболочки)

В центре – положительно заряженное ядро атома, размер которого (10^{-12} см) зависит от составляющих его нуклонов: протона и нейтрона.



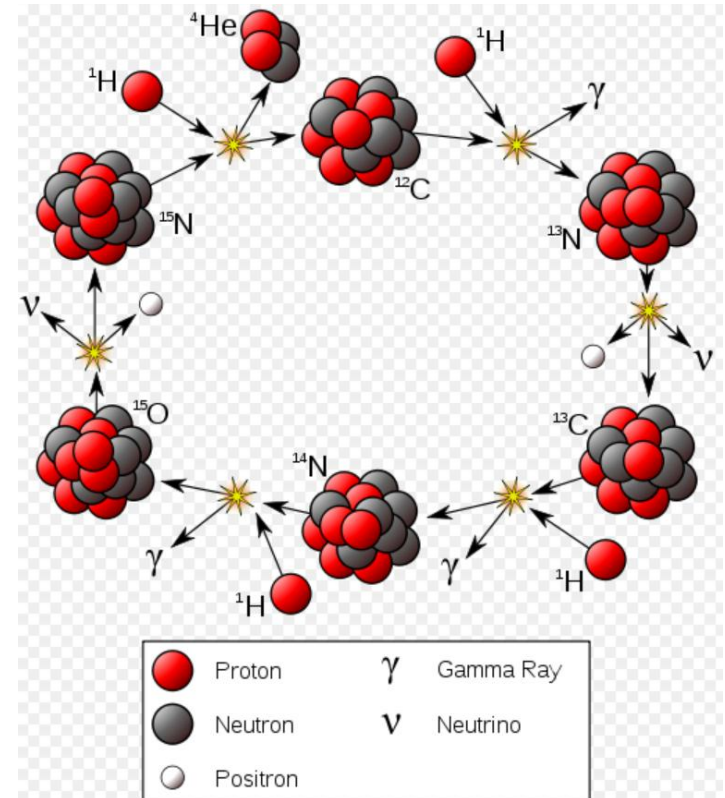
Связи нуклонов в ядре - ядерные (сильные) короткодействующие силы притяжения.

Энергия связи ядра - энергия, которую необходимо затратить, чтобы разделить его на отдельные нуклоны.

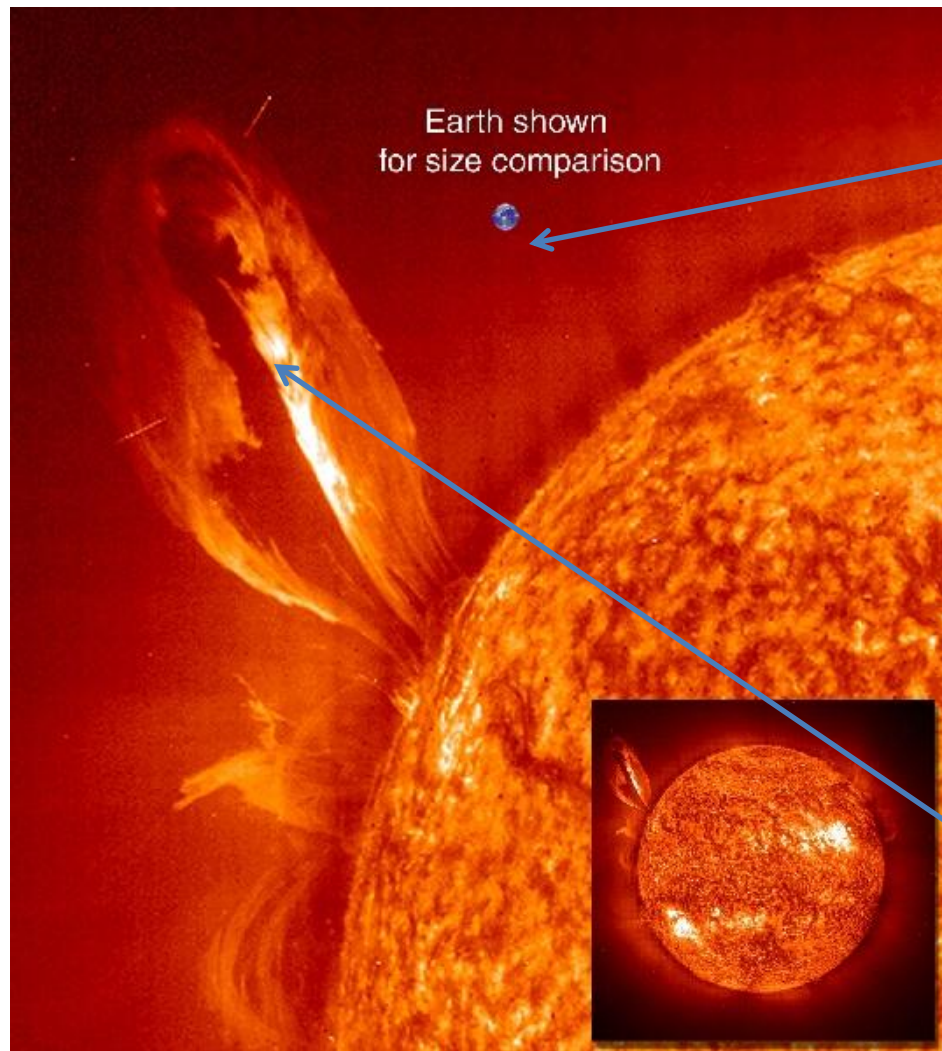
Дефект массы - масса ядра атома меньше масс составляющих его нуклонов,

т.к. в процессе синтеза часть их массы превращается в энергию и выделяется в окружающую среду.

За счет этого возникает огромная термоядерная энергия.



Термоядерные процессы обеспечивают свет звезд, в т.ч. Солнца.



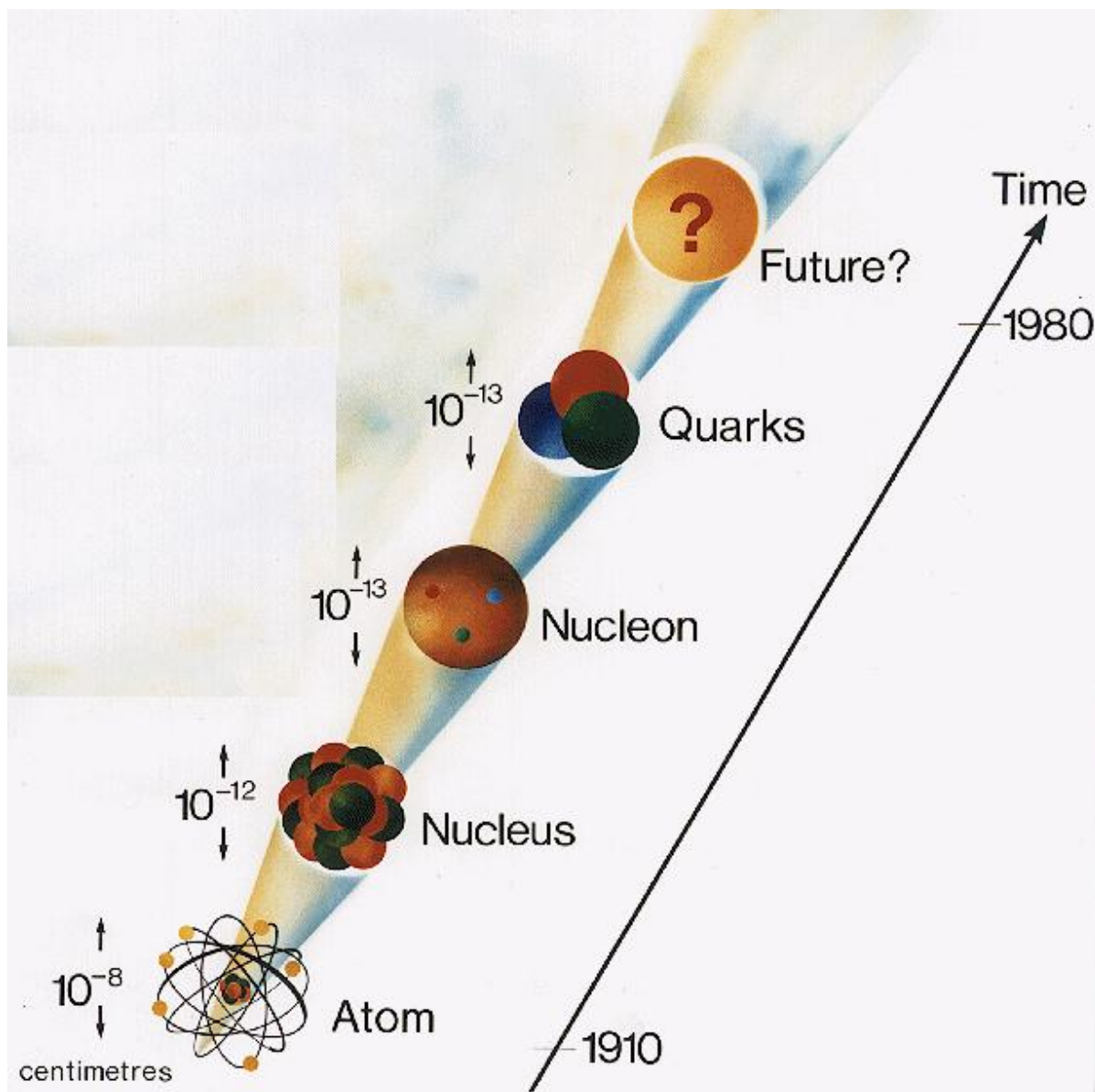
Земля

Протуберанцы
Солнца.

- **Вокруг** ядра вращается облако из отрицательно заряженных электронов, образующих электронные оболочки, размеры которых определяют размеры атома ($\approx 10^{-8}$ см).
- Число протонов в ядре совпадает с **порядковым номером элемента** в таблице Менделеева и равно числу электронов.
- Общее число протонов и нейтронов (нуклонов) – **наз. массовым числом**.
- **Заряд атома** определяется зарядом протонов.



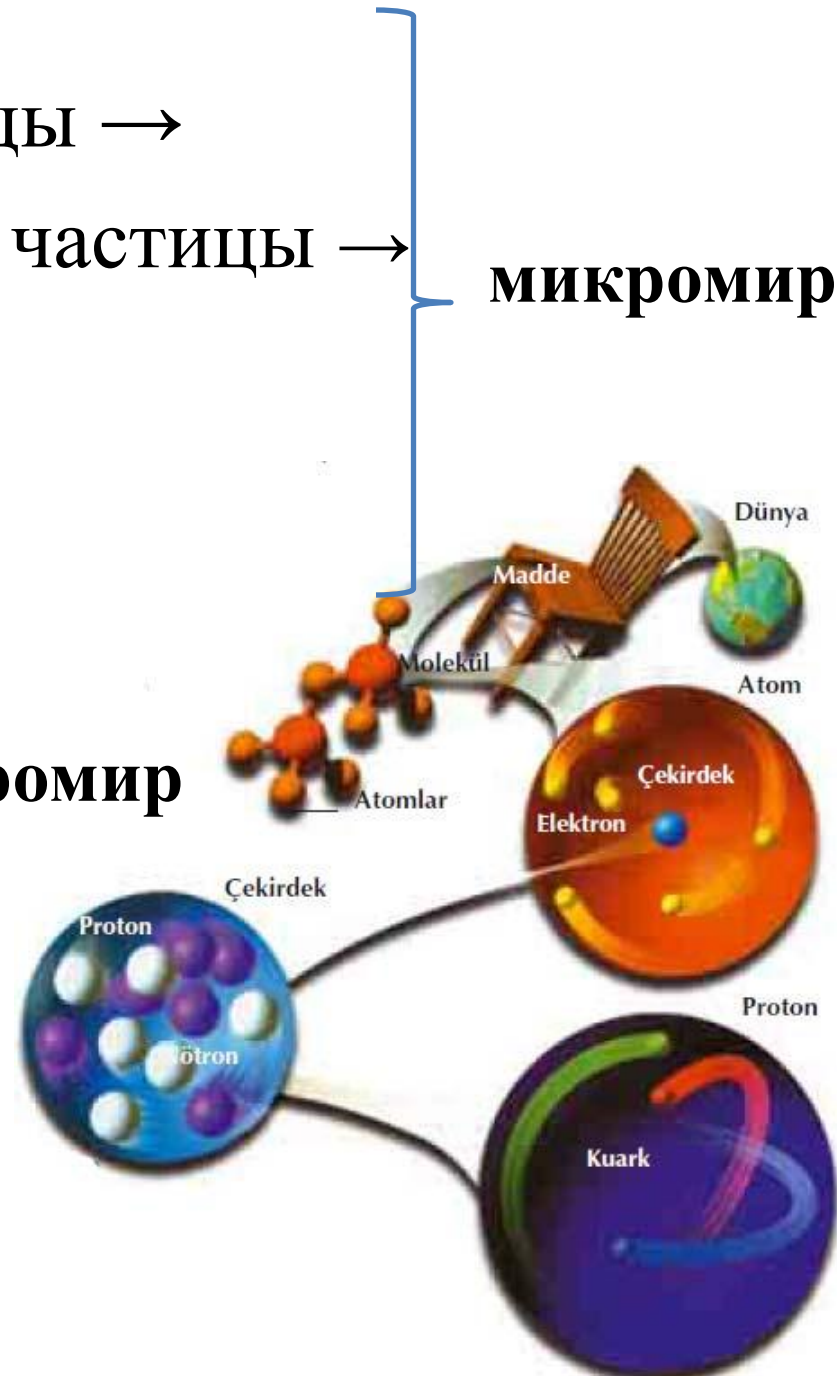
Иерархия физических систем



- фундаментальные частицы →
- составные элементарные частицы →
- атомные ядра →
- атомы →
- молекулы →

микромир

- макроскопические тела } макромир



Химический уровень

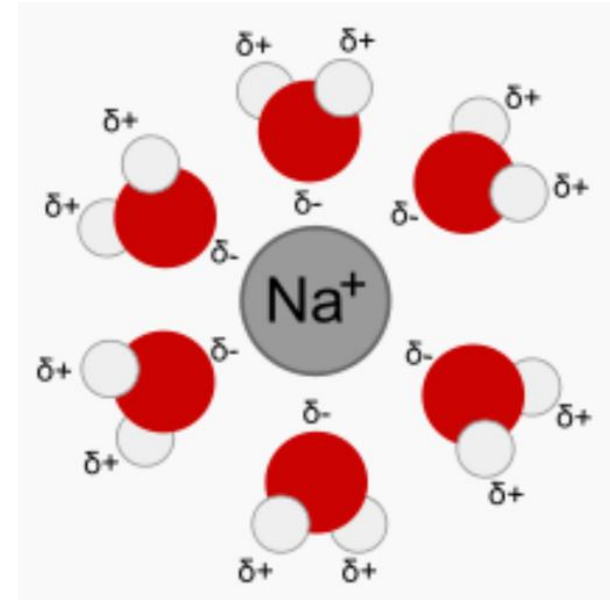
атом →	молекула →	макротела →	вещество
микромир		макромир	

Развитие химии:

- XVII в – учение о составе вещества
- XIX в – структурная химия
- XX в – учение о химических процессах
- середина XXв – эволюционная химия.



- **Атомы** могут присоединять или отдавать электроны, становясь отрицательно или положительно заряженными **ионами**.
- Положительно заряженные ионы – катионы (Ca^{2+}),
- отрицательно заряженные — анионы (Cl^- , SO_4^{2-}).



Ион натрия,
окруженный в
растворе
молекулами воды

- Все атомы, имеющие одинаковый заряд ядра, и различаются по своей массе – наз. химическим элементом.
- Первым систематизировать химические элементы попытался **Лавуазье**, который опроверг гипотезу о флогистоне.
- Флогистон - «огненная субстанция», якобы наполняющая все горючие вещества и высвобождающаяся из них при горении.

Mg	12
МАГНИЙ	2
24,312	8
	2



Антуан Лоран Лавуазье
(1743 –1794)
французский ученый

В 1869г. Д.И. Менделеев создал Периодическую систему химических элементов.



Дмитрий Иванович Менделеев (1834-1907)
Русский ученый-энциклопедист, химик, физик, ...

В качестве системообразующего фактора он выбрал атомную массу.

Современная периодическая система элементов Д.И. Менделеева

The image shows a detailed modern periodic table of elements. Each element cell contains its symbol, atomic number, name in Russian, and atomic weight. The table is color-coded by groups and periods. A central box highlights the element Rhenium (Rh), showing its atomic number 75, name in Russian, and other properties like melting point and boiling point. The table includes elements from Hydrogen (1) to Oganesson (118), plus several synthetic elements with atomic numbers 119 through 120.

- Атомы с одним и тем же количеством протонов, но разным количеством нейтронов (следовательно с разной атомной массой) называют **изотопами** данного элемента (дейтерий, тритий и др.).
- Атомы образуют молекулы.
- Совокупность молекул - представляет собой **химическое вещество**.

Качество и свойства вещества

согласно Бойлю, зависят от того, из каких химических элементов оно состоит.

- В 1861г. А.М.Бутлеров создал теорию химического строения вещества:

свойства вещества определяются порядком связей атомов в молекулах и их взаимным влиянием.



Александр Михайлович
Бутлеров
(1828-1886)
русский химик

- **Простые вещества** — вещества, состоящие исключительно из атомов одного химического элемента.
- **Химические соединения** — сложное вещество, состоящее из химически связанных атомов двух или нескольких элементов.

- ✓ **Качественный состав**, показывает, из атомов каких элементов состоит молекула вещества.
- ✓ **Количественный состав** показывает, какое число атомов каждого элемента образует молекулу вещества.

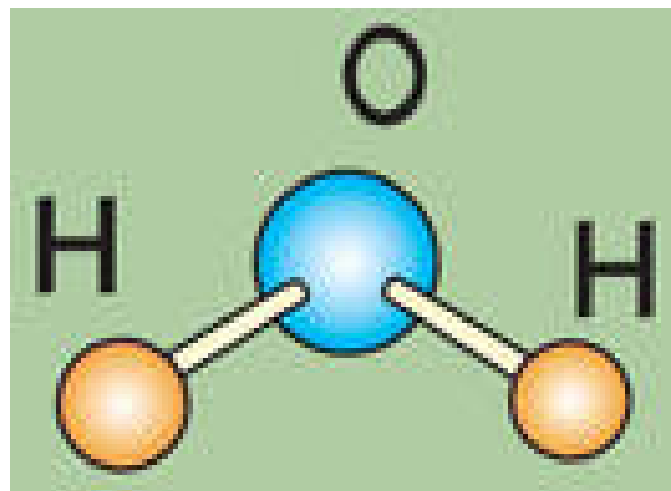
- Химические соединения обладают определенным, неизменным составом – **закон постоянства состава.**

Этот закон был обоснован Дальтоном.

Бертолле указывал на существование соединений переменного состава в форме растворов и сплавов. Подтверждено Н.С.Курнаковым.

Бертоллиды – это те соединения, состав которых зависит от способа их получения.

- Структура химических соединений зависит от **валентности** элементов (Ф.Кекуле).
- **Валентность**, или число единиц его химического сродства, определяет, с каким числом атомов способен соединяться атом данного элемента.



Макромир

- мир материальных объектов, соизмеримых по своим масштабам с человеком и его физическими параметрами.
- Пространственные величины – мм, см., м., км;
- время - в сек., мин., часах, днях и годах.

Макромир представлен макротелами:

- ✓ макромолекулы,
- ✓ вещества в различных агрегатных состояниях,
- ✓ живые организмы,
- ✓ человек и продукты его деятельности.
- Центральное понятие макромира – **вещество.**