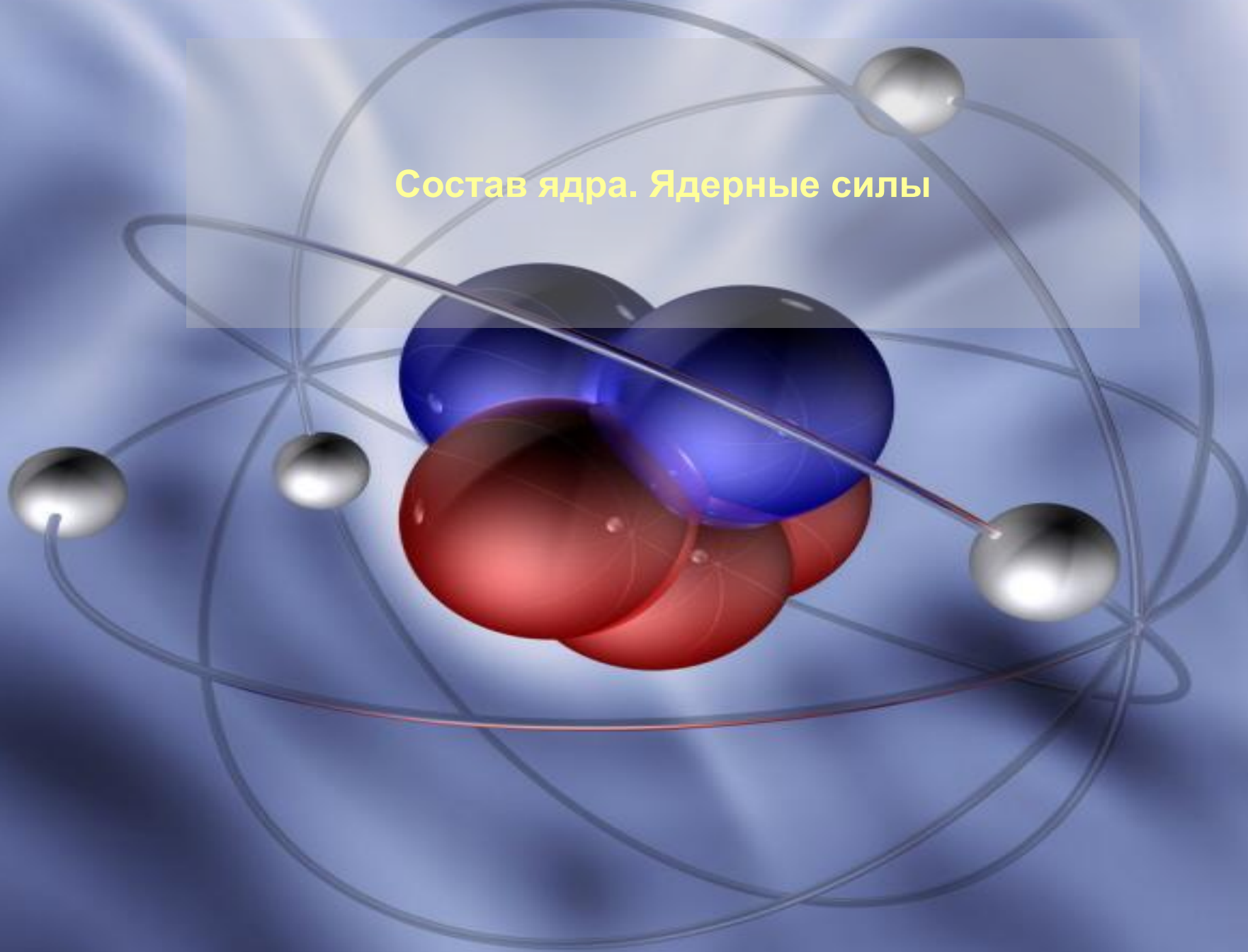


**Состав ядра. Ядерные силы**



# Строение атома

Конкретные представления о строении атома развивались по мере накопления физикой фактов о свойствах вещества. Открыли электрон, измерили его массу. Мысль об электронном строении атома, впервые высказанную В. Вебером в 1896 г., развил Х. Лоренц. Именно он создал электронную теорию:

***электроны входят в состав атома.***

Опираясь на эти открытия, Дж. Томсон в 1898 г. Предложил модель атома в виде положительно заряженного шара радиусом  $10^{-10}$  м, в котором плавают электроны, нейтрализующие положительный заряд (рис. 1)

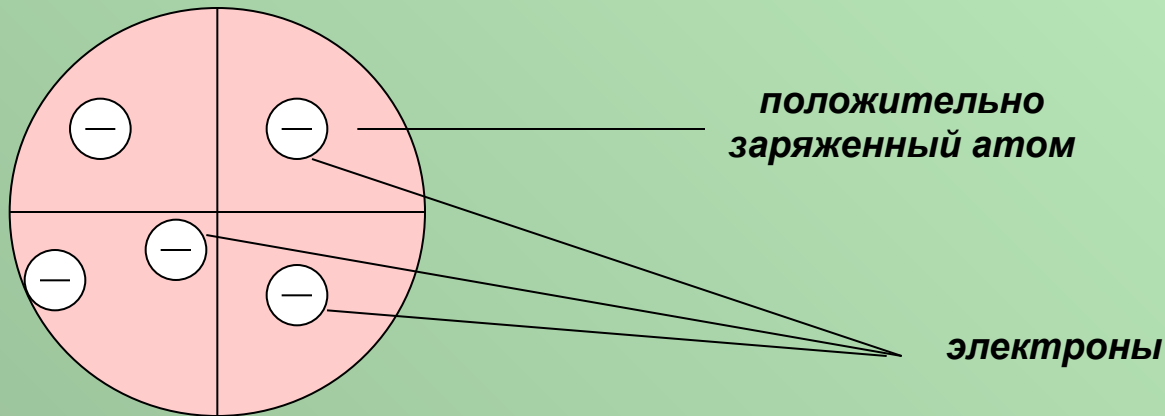


Рис. 1

Экспериментальная проверка модели атома Томсона была осуществлена в 1911 г. английским физиком Э. Резерфордом (рис. 2)

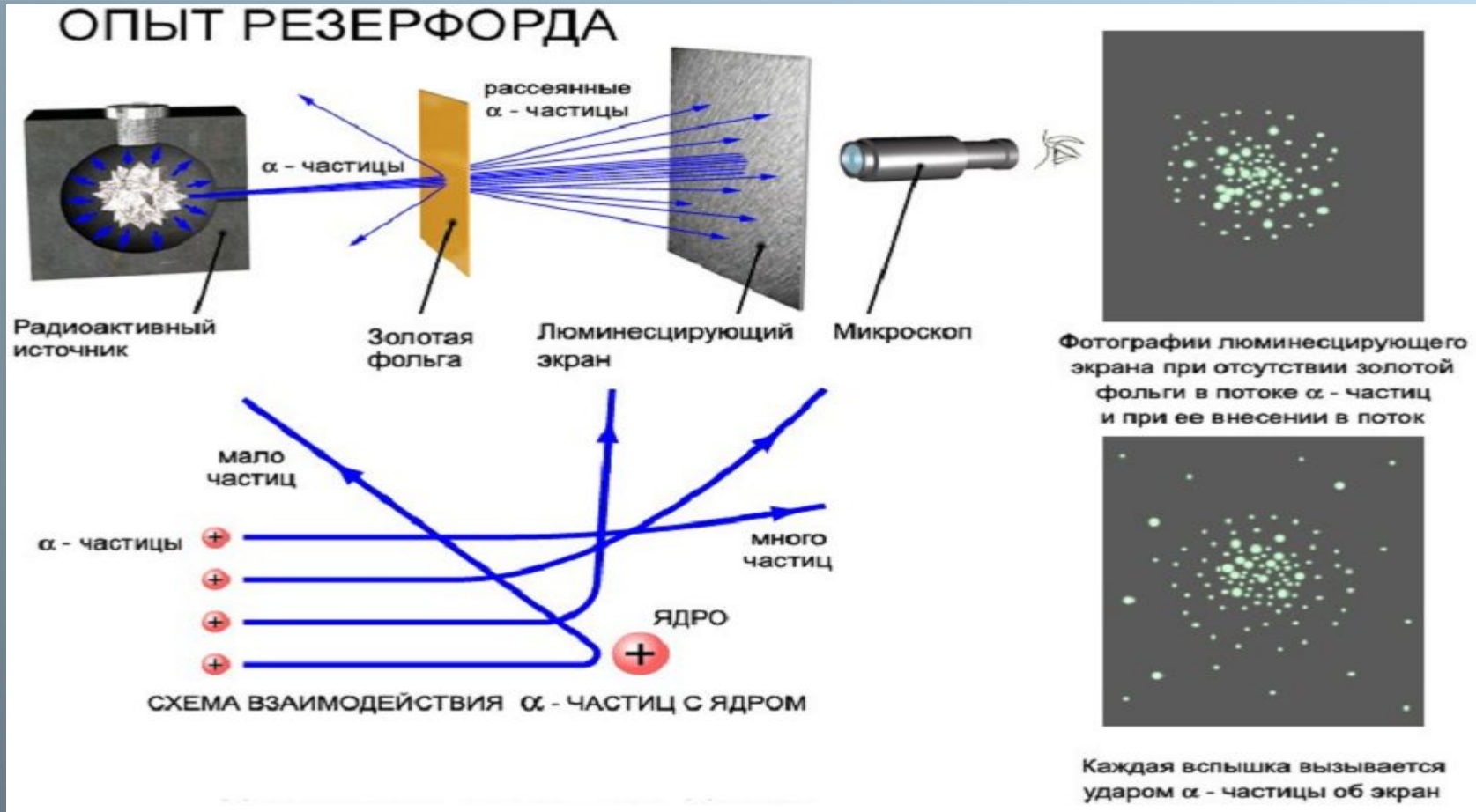


Рис.2

Пропуская пучок Альфа- частиц через тонкую золотую фольгу, Э. Резерфорд обнаружил, что *какая-то часть частиц отклоняется на довольно значительный угол от своего первоначального направления, а небольшая часть – отражается от фольги.* Но согласно модели атома Томсона, частицы могли отклоняться только на углы около  $2^\circ$  (рис.3)

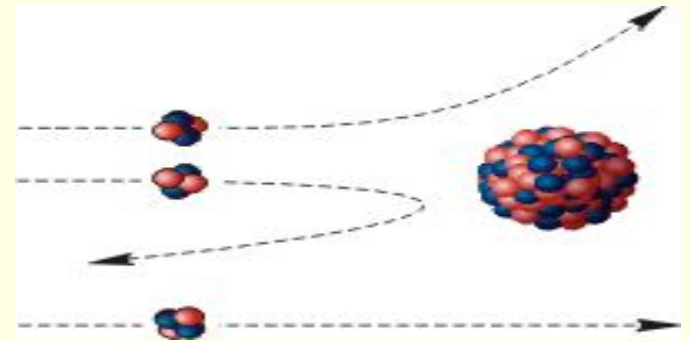


Рис.3

Резерфорд показал, что модель Томсона находится в противоречии с его опытами. Обобщая результаты своих опытов.

**Резерфорд предложил ядерную ( планетарную) модель строения атома (рис.4)**



Рис.4

- 1) *Атом имеет ядро, размеры которого малы по сравнению с размерами самого атома (рис. 5)*
- 2) *В ядре сконцентрирована почти вся масса атома.*
- 3) *Отрицательный заряд всех электронов распределен по всему объему атома.*

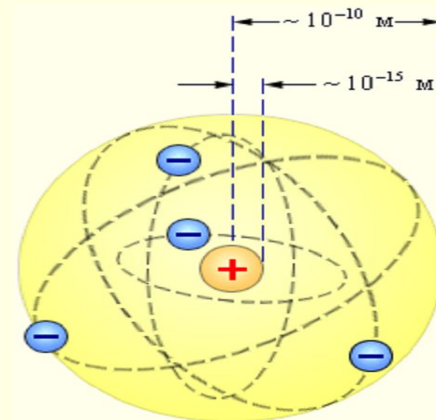


Рис. 5

## Открытие нейтрона

Идея о существовании тяжелой нейтральной частицы казалась Резерфорду настолько привлекательной, что он незамедлительно предложил группе своих учеников во главе с Дж. Чедвиком заняться поиском такой частицы.

Через 12 лет в 1932 г. Чедвик экспериментально исследовал излучение, возникающее при облучении бериллия  $\alpha$ -частицами, и обнаружил, что это излучение представляет собой поток нейтральных частиц с массой, примерно равной массе протона. Так был открыт нейтрон. На рис.6 приведена упрощенная схема установки для обнаружения нейтронов.

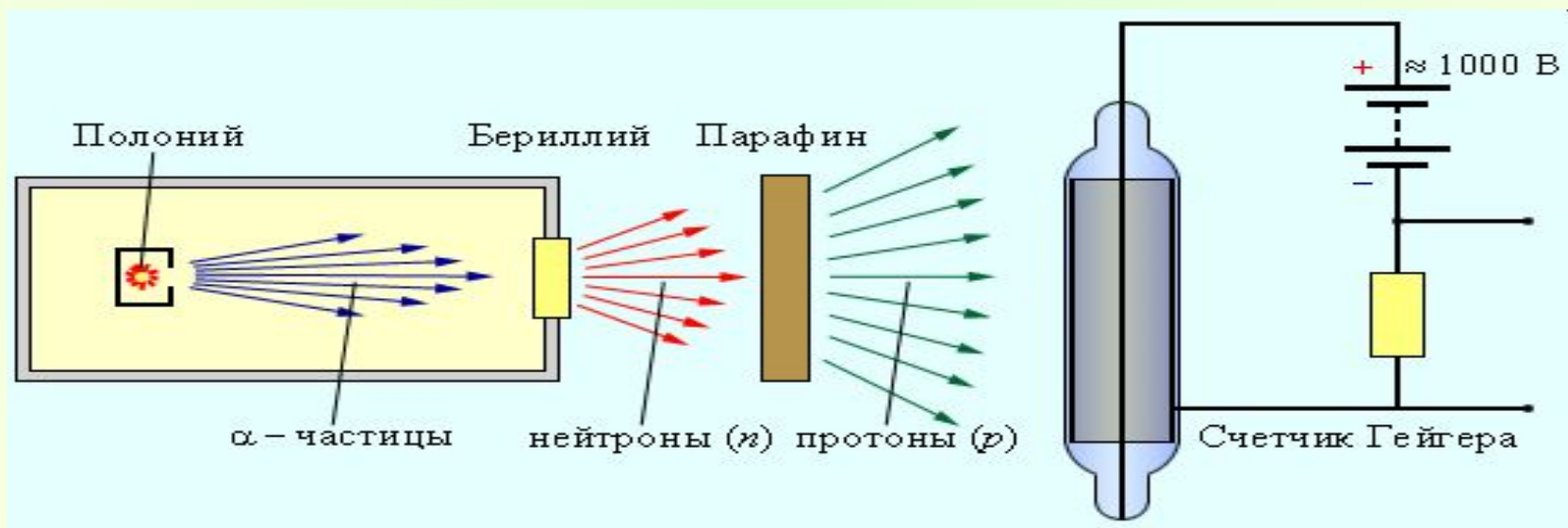


Рис.6

**Нейтрон** – это элементарная частица.

Это не протон -электронная пара, как первоначально предполагал Резерфорд.

По современным измерениям, **масса нейтрона  $m_n = 1,67493 \cdot 10^{-27}$  кг = 1,008665 а.е.м.**

В энергетических единицах масса нейтрона равна 939,56563 МэВ.

Масса нейтрона приблизительно на две электронные массы превосходит массу протона.

## Протон-нейтронная модель ядра

Сразу же после открытия нейтрона российский ученый Д. Д. Иваненко и немецкий физик В. Гейзенберг выдвинули гипотезу о **протонно-нейтронном строении атомных ядер**, которая полностью подтвердилась последующими исследованиями (рис. 7)

По современным измерениям, положительный заряд протона в точности равен **элементарному заряду  $e = 1,60217733 \cdot 10^{-19}$  Кл,**

то есть равен по модулю отрицательному заряду электрона. В настоящее время равенство зарядов протона и электрона проверено с точностью  $10^{-22}$ . Такое совпадение зарядов двух непохожих друг на друга частиц вызывает удивление и остается одной из фундаментальных загадок современной физики.

Масса протона, по современным измерениям, равна  **$m_p = 1,67262 \cdot 10^{-27}$  кг.**

## Протоны и нейтроны в ядре

принято называть нуклонами.

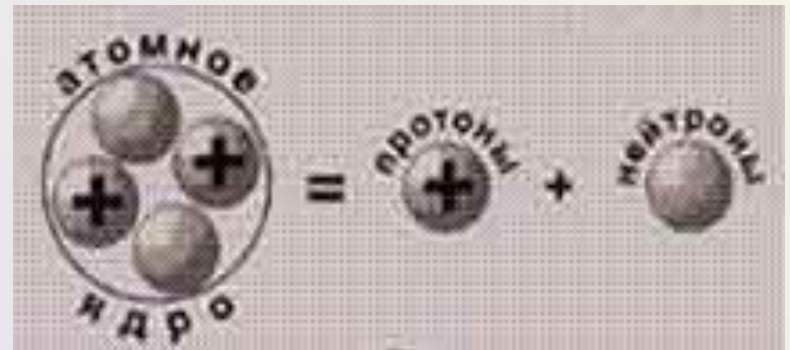
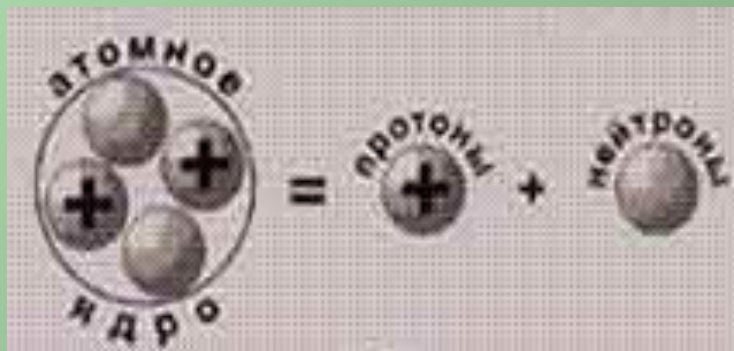


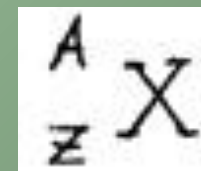
Рис. 7



Ядро атома состоит из **нуклонов**,  
которые подразделяются на **протоны** и **нейтроны**.



Символическое обозначение ядра атома



**A** - число нуклонов, т.е. протонов +  
нейтронов (или атомная масса)

**Z** - число протонов (равно числу электронов)

**N** - число нейтронов (или атомный номер)

$$N = A - Z$$

Для того, чтобы атомные ядра были устойчивыми, протоны и нейтроны должны удерживаться внутри ядер огромными силами, во много раз превосходящими силы кулоновского отталкивания протонов. Силы, удерживающие нуклоны в ядре, называются **ядерными (рис.8)**

Особенности ядерных сил:

1. **Ядерные силы примерно в 100 раз превосходят электростатические силы и на десятки порядков превосходят силы гравитационного взаимодействия нуклонов.**
2. **Важной особенностью ядерных сил является их короткодействующий характер. Ядерные силы заметно проявляются, как показали опыты Резерфорда по рассеянию  $\alpha$ -частиц, лишь на расстояниях порядка размеров ядра ( $10^{-14}$ – $10^{-15}$  м).** Ядерные силы очень быстро спадают с расстоянием. Радиус их действия порядка **0,000 000 000 000 001 метра.**

Для этой сверхмалой длины, характеризующей размеры атомных ядер, ввели специальное обозначение Фм (в честь итальянского физика Э. Ферми, 1901-1954)

Все ядра имеют размеры нескольких Ферми.

Радиус ядерных сил равен размеру нуклона, поэтому ядра – концентрация и очень плотной материи. Возможно, самой плотной в земных условиях.

**Ядерные силы - сильные взаимодействия.**

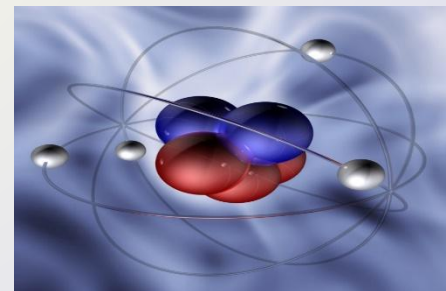
**На больших расстояниях проявляется действие сравнительно медленно убывающих кулоновских сил.**

На основании опытных данных можно заключить, что протоны и нейтроны в ядре ведут себя одинаково в отношении сильного взаимодействия, т. е. **ядерные силы не зависят от наличия или отсутствия у частиц электрического заряда.**

## ЯДЕРНЫЕ СИЛЫ

- силы притяжения;
- действуют между всеми нуклонами в ядре;
- короткодействующие.

Рис.8





## **ЗНАЕШЬ ЛИ ТЫ ?**

**В середине XX века теория ядра предсказала существование стабильных элементов**

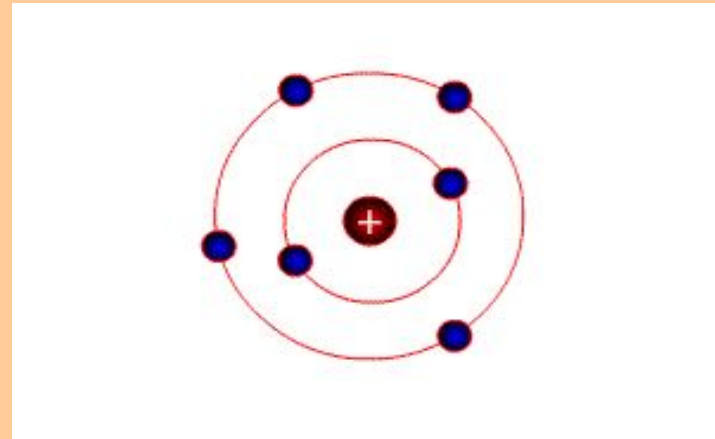
**с порядковыми номерами**

**$Z = 110 - 114$**

*В Дубне был получен 114-й элемент с атомной массой  $A = 289$ , который "жил" всего 30 секунд,*

*что невероятно долго для атома с ядром такого размера.*

**Сегодня теоретики уже обсуждают свойства сверхтяжелых ядер массой 300 и даже 500.**



Атомы с одинаковыми атомными номерами называют **ИЗОТОПАМИ**: в таблице Менделеева они расположены в одной клеточке (по-гречески «изос» - равный, «топос» – место (рис. 9).

Химические свойства изотопов почти тождественны.

Если элементов всего в природе - около 100, то изотопов - более 2000.

Многие из них неустойчивы, то есть радиоактивны, и распадаются, испуская различные виды излучений.

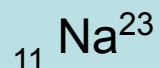
Изотопы одного и того же элемента по составу отличаются лишь количеством нейтронов в ядре.



Рис. 9

Решение задач:

1. Сколько нуклонов, протонов и нейтронов содержится в ядрах следующих элементов:



$$A = 23 \quad N = 23 - 11 = 12 \quad Z = 11$$



$$A = 21 \quad N = 21 - 11 = 9 \quad Z = 11$$



$$A = 9 \quad N = 9 - 4 = 5 \quad Z = 4$$

Самостоятельно:  ${}_{8}\text{O}^{16}$   ${}_{3}\text{Li}^7$   ${}_{6}\text{C}^{12}$   ${}_{7}\text{N}^{14}$   ${}_{9}\text{F}^{19}$

2. Чем отличаются следующие элементы:

