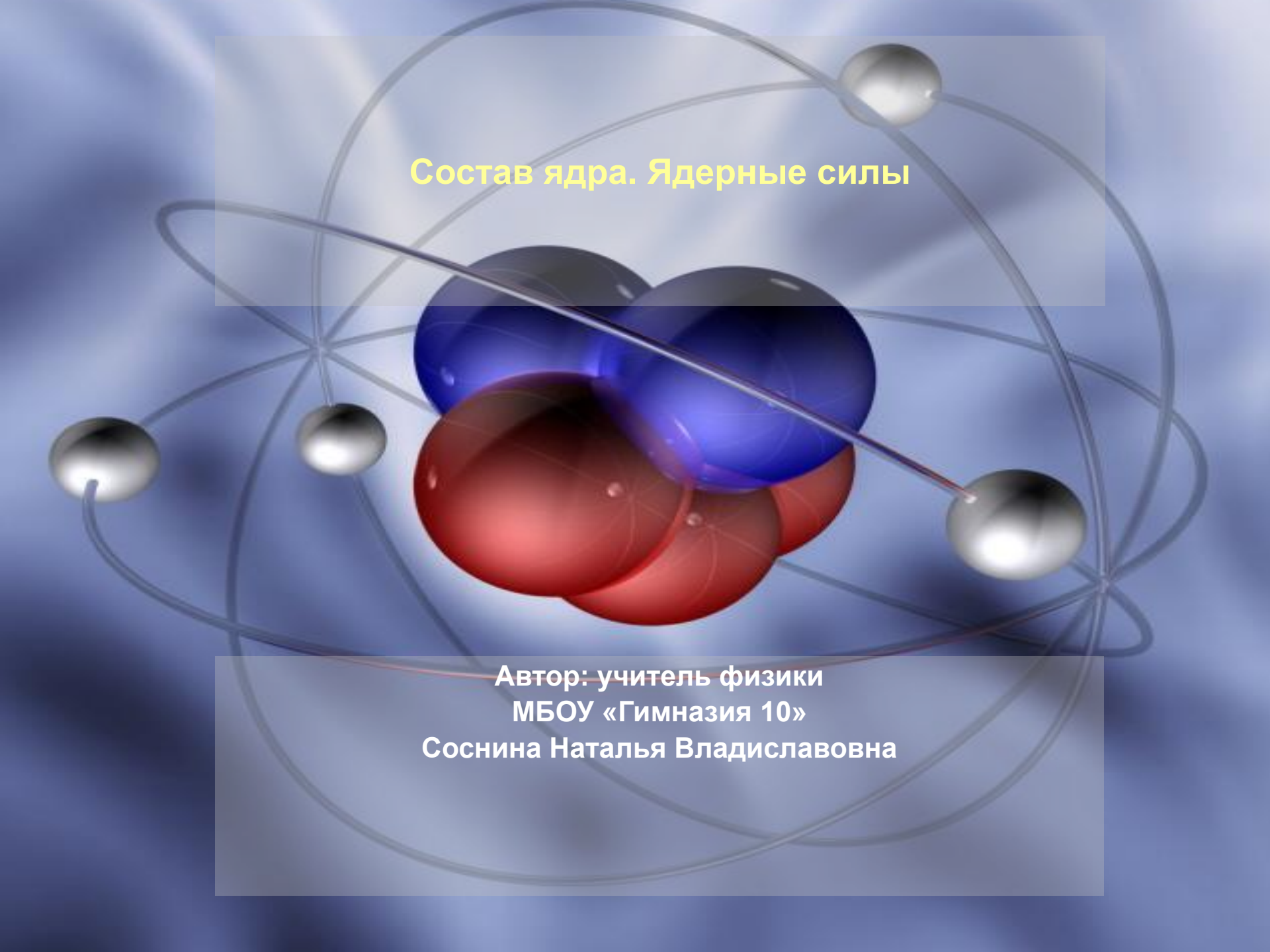


A 3D model of an atom is centered on the slide. The nucleus is composed of several spheres: two are blue and three are red, representing protons and neutrons respectively. Surrounding the nucleus are five grey, spherical electrons moving along elliptical orbits. The background is a light blue gradient with faint, larger-scale elliptical patterns.

Состав ядра. Ядерные силы

Автор: учитель физики
МБОУ «Гимназия 10»
Соснина Наталья Владиславовна

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)

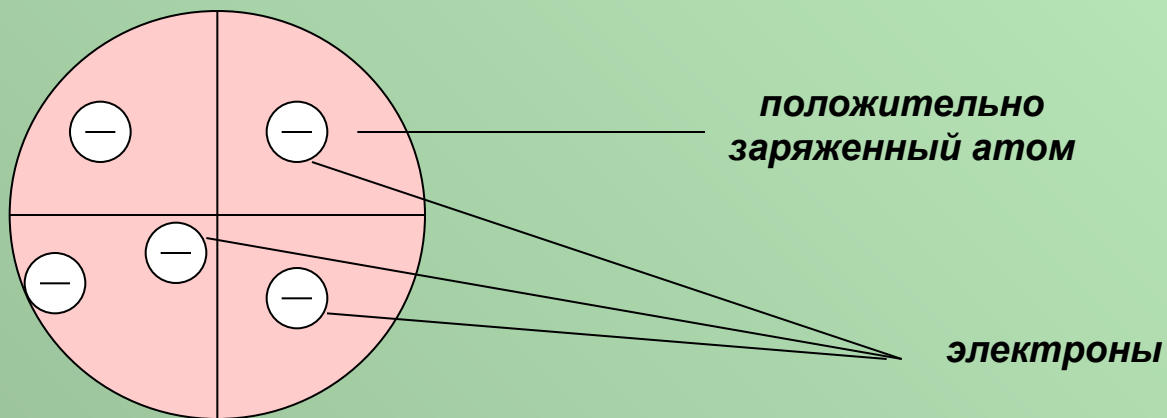


Рис. 1

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

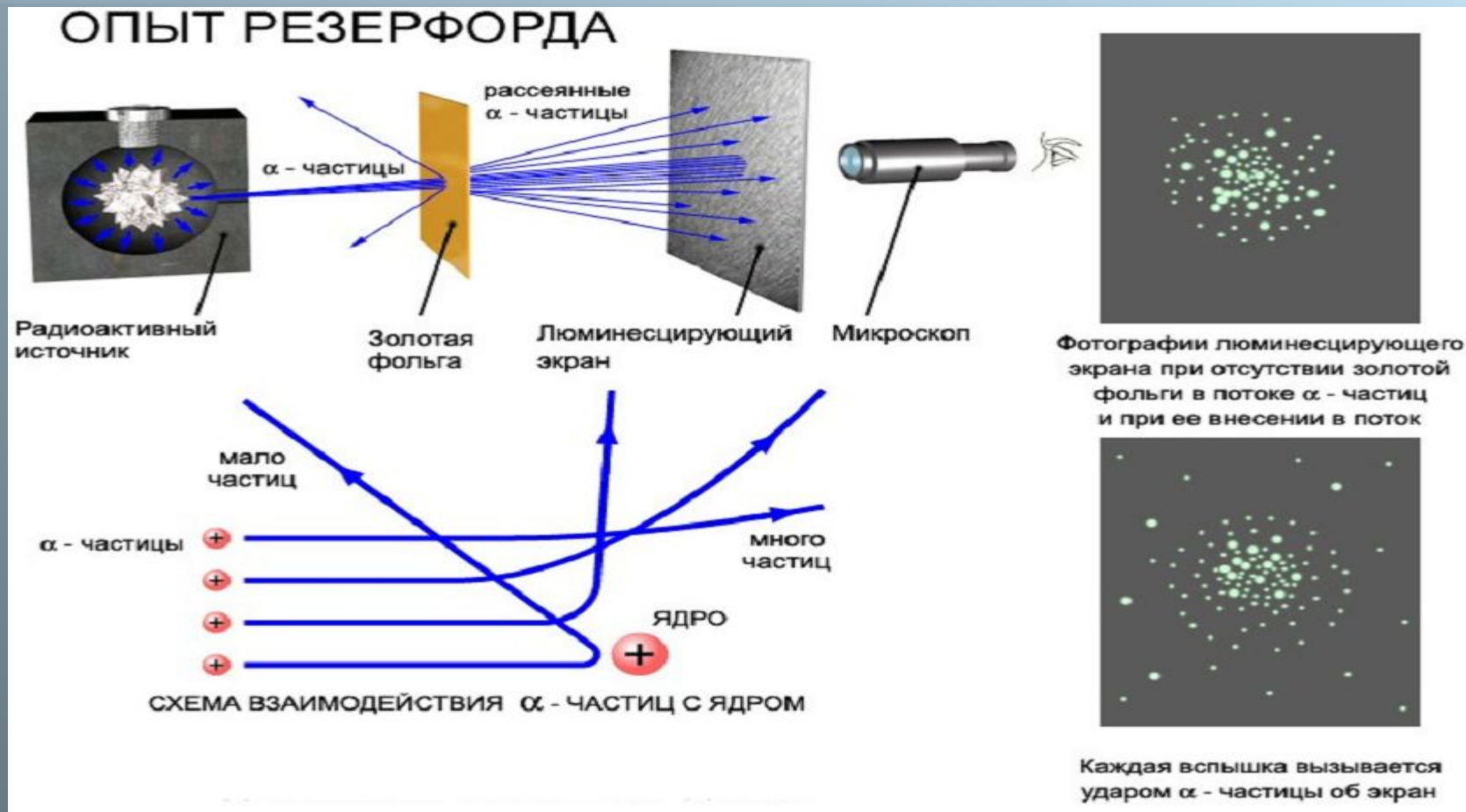


Рис.2

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° (рис.3)

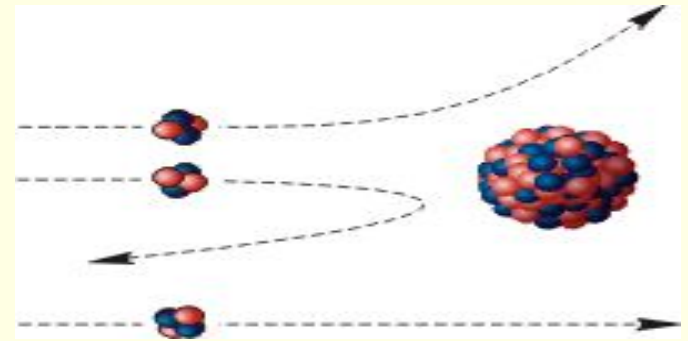


Рис.3

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.*

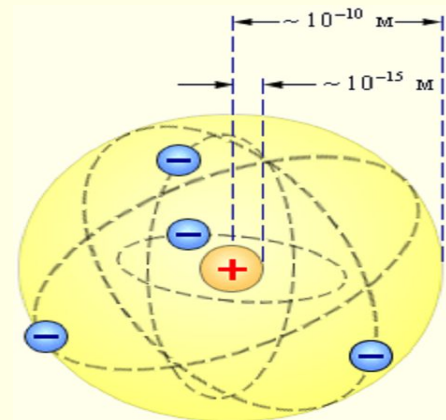


Рис. 5

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 α -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.

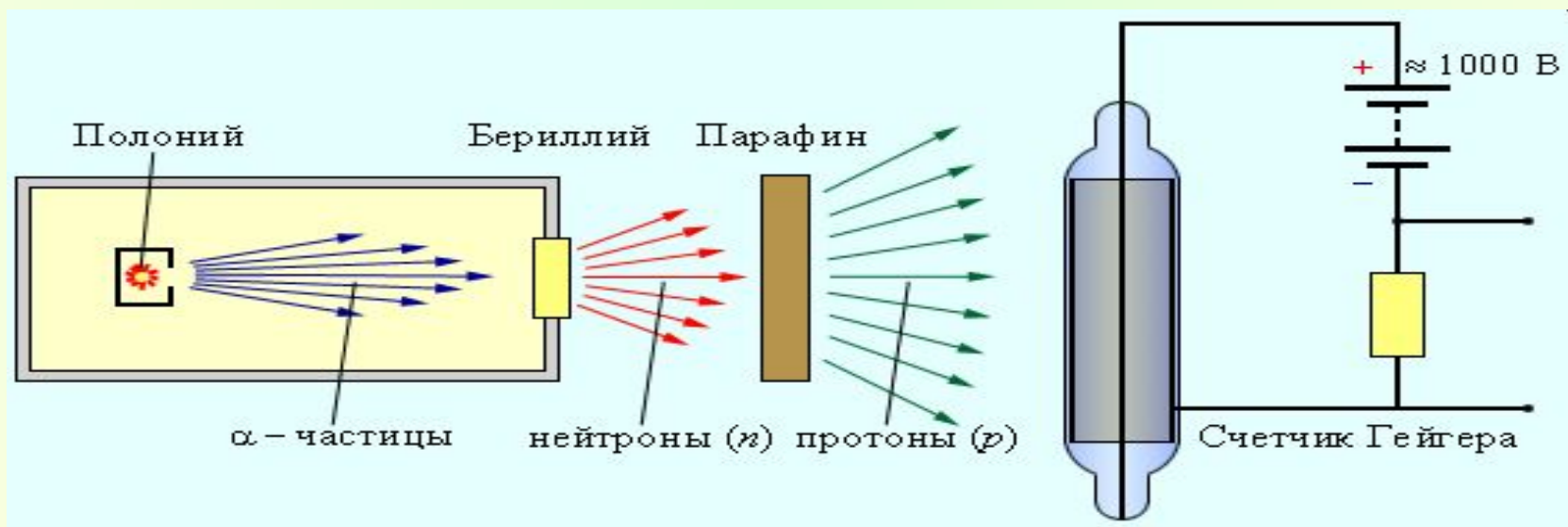


Рис.6

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.

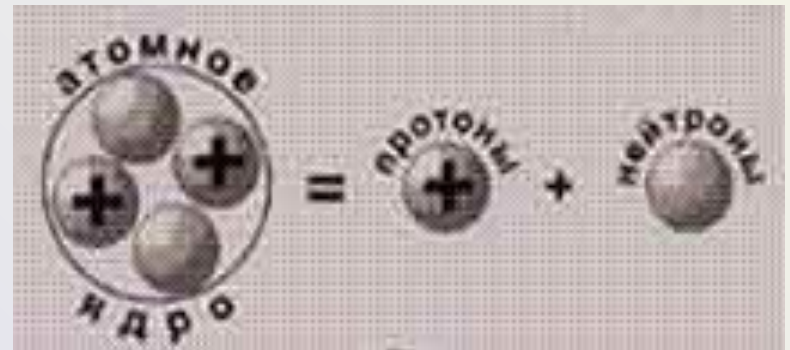
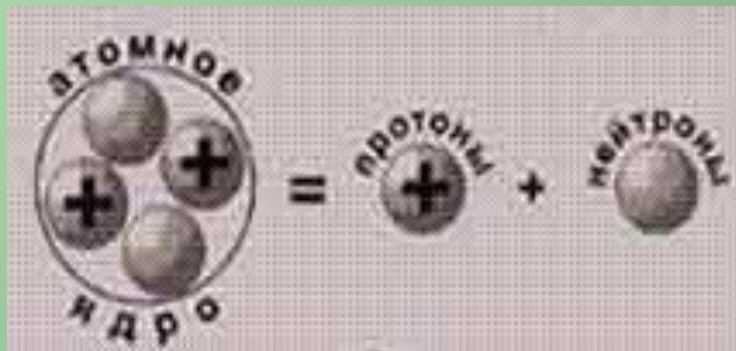


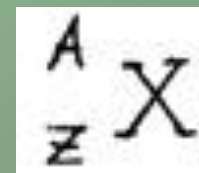
Рис. 7



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 α -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.

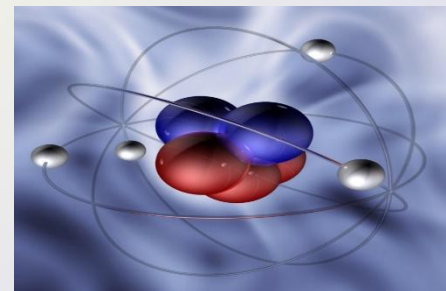
На больших расстояниях проявляется действие сравнительно медленно убывающих кулоновских сил.

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

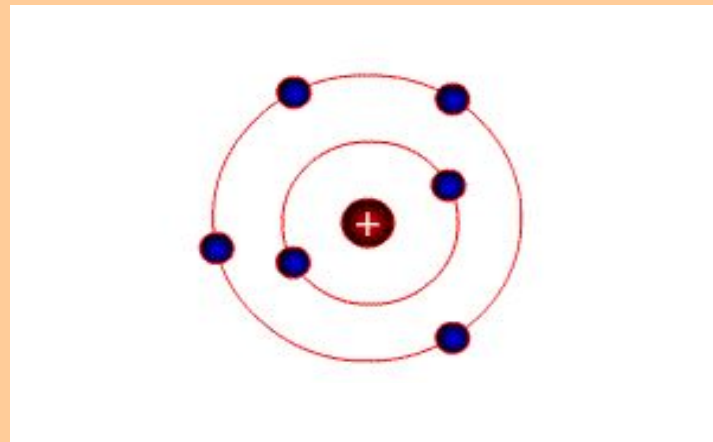
с порядковыми номерами

$Z = 110 - 114$

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: ${}_8^{16}\text{O}$ ${}_3^7\text{Li}$ ${}_6^{12}\text{C}$ ${}_7^{14}\text{N}$ ${}_9^{19}\text{F}$ ${}_{13}^{27}\text{Al}$ ${}_{92}^{235}\text{U}$ ${}_{82}^{207}\text{Pb}$

2. Чем отличаются следующие элементы:

