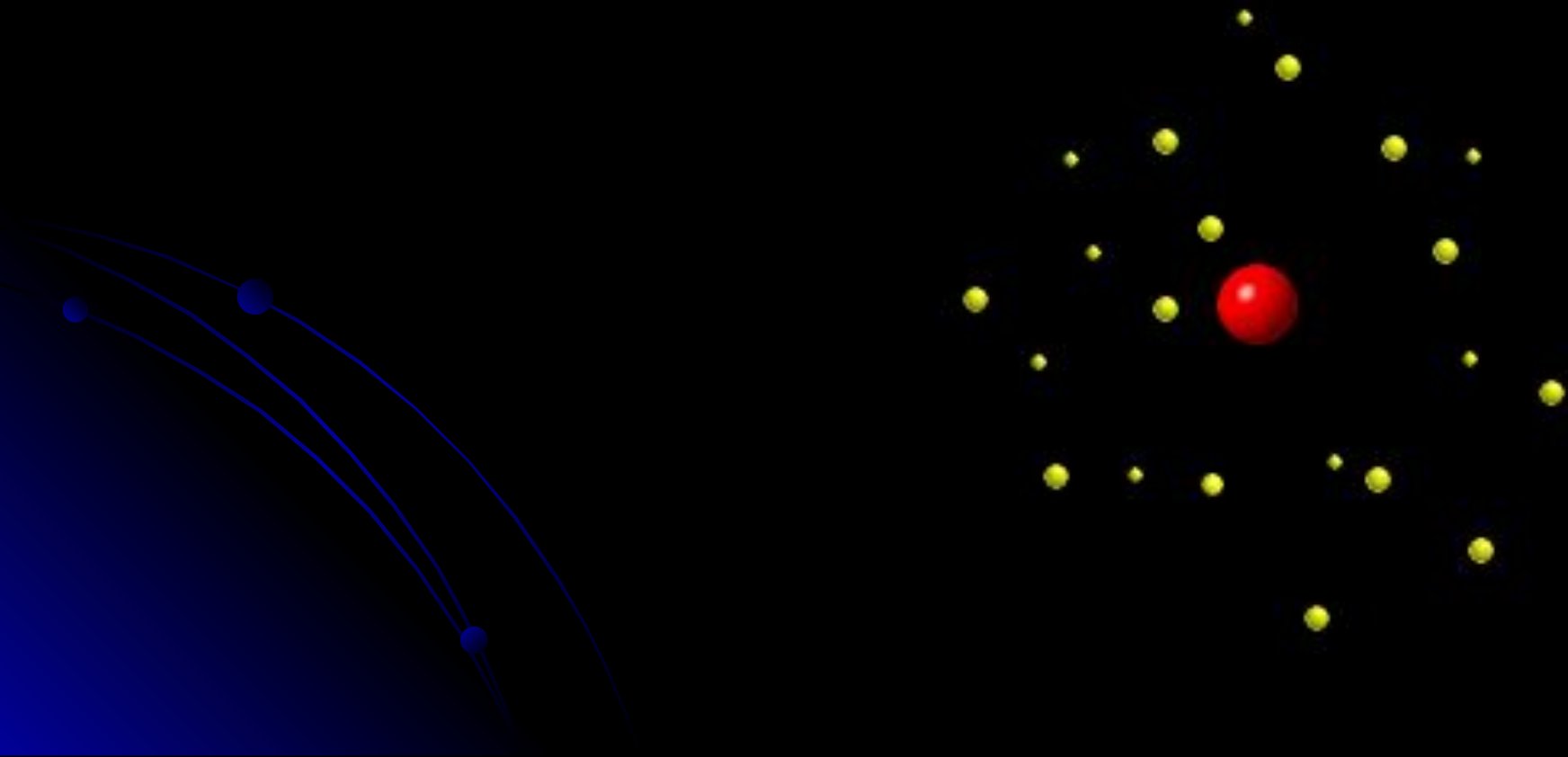
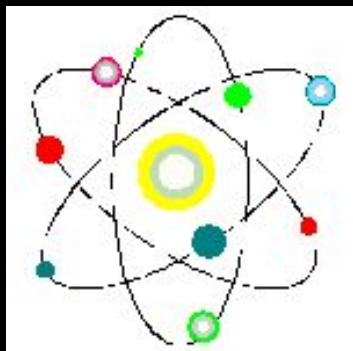


Строение атома



Явления, свидетельствующие о сложной структуре атома.



Слово «атом» означает «неделимый». В течение длительного времени атом считался наименьшей частицей вещества. Но в начале XIX века были

открыты явления, обнаруживающие сложность строения атома:

1. Изучение электропроводности различных веществ привело к открытию отрицательно заряженной частицы – электрона, входящего в состав атома.
2. Исследование радиоактивности доказало, что в состав атома входят также и положительно заряженные частицы.

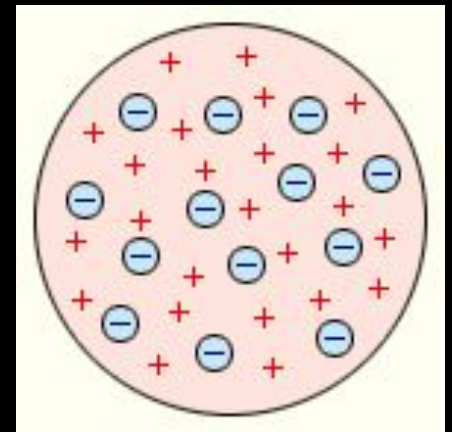


Модель атома Томсона

В 1903г. Английский физик Джозеф Джон Томсон предложил одну из первых моделей строения атома.

Он выдвинул гипотезу, что электроны, открытые им в 1896г., находятся внутри атома. Но так как атом в целом нейтрален, то отрицательные электроны окружены в атоме положительным веществом.

По мысли Дж. Томсона атом похож на «пудинг с изюмом», где роль изюминок играют электроны.



Опыт Э. Резерфорда по рассеянию альфа – частиц

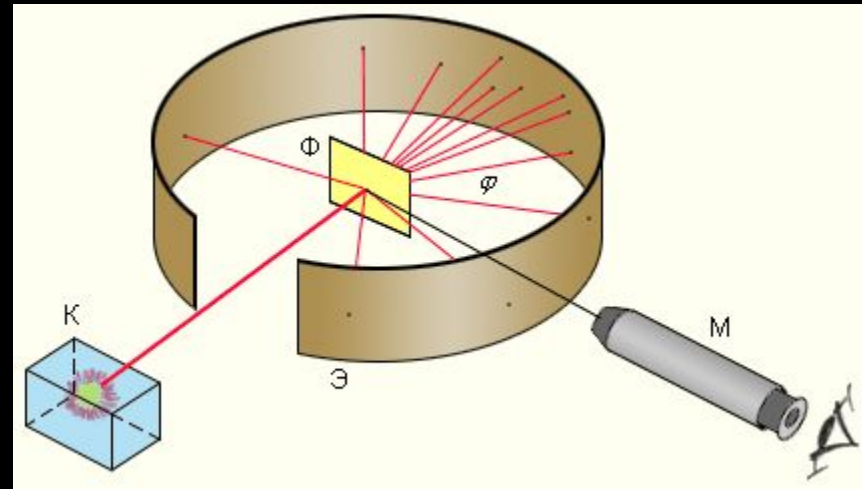


В 1911г. Английский ученый Э.Резерфорд провел ряд опытов по исследованию строения атома.

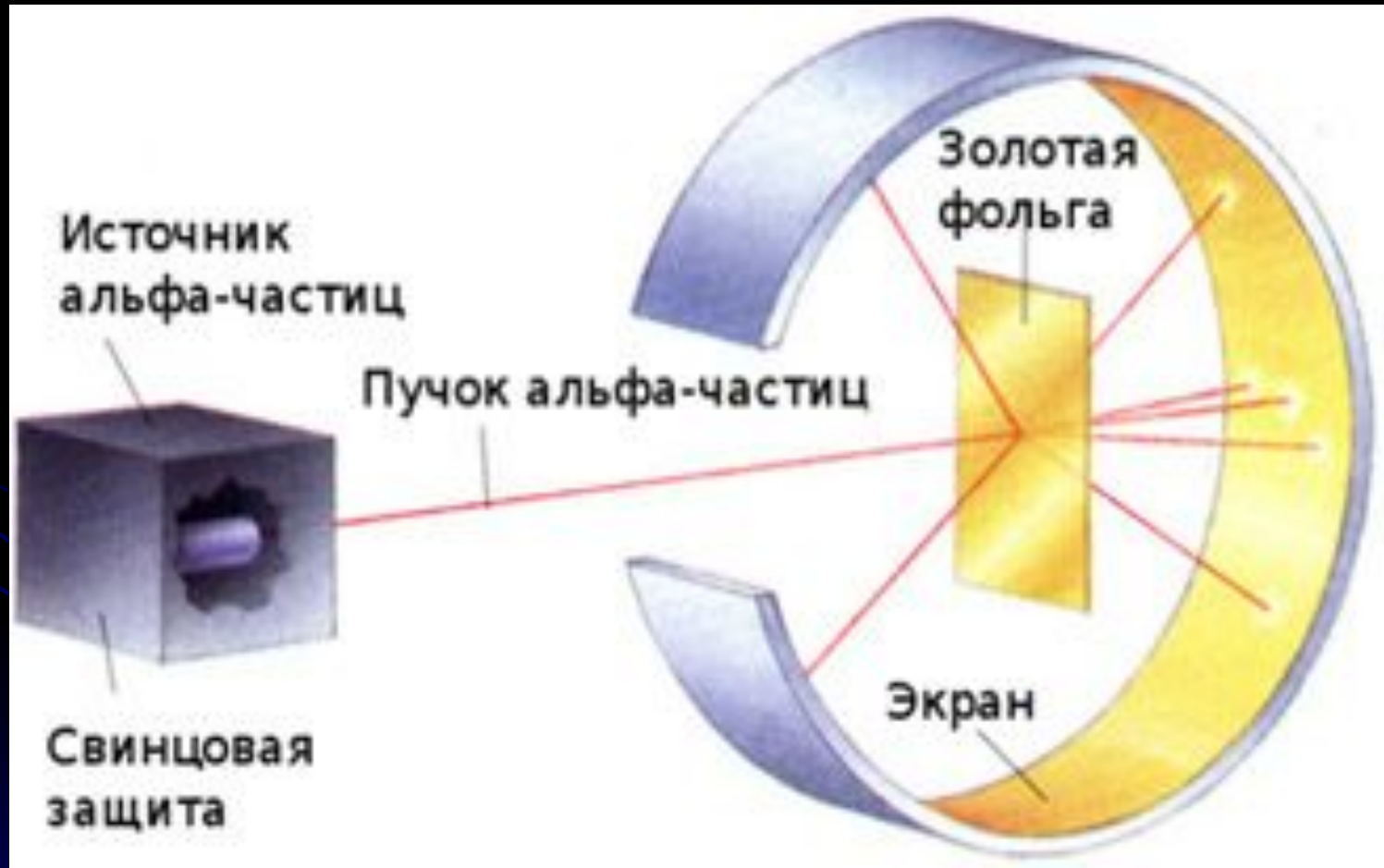
Схема опыта Резерфорда.

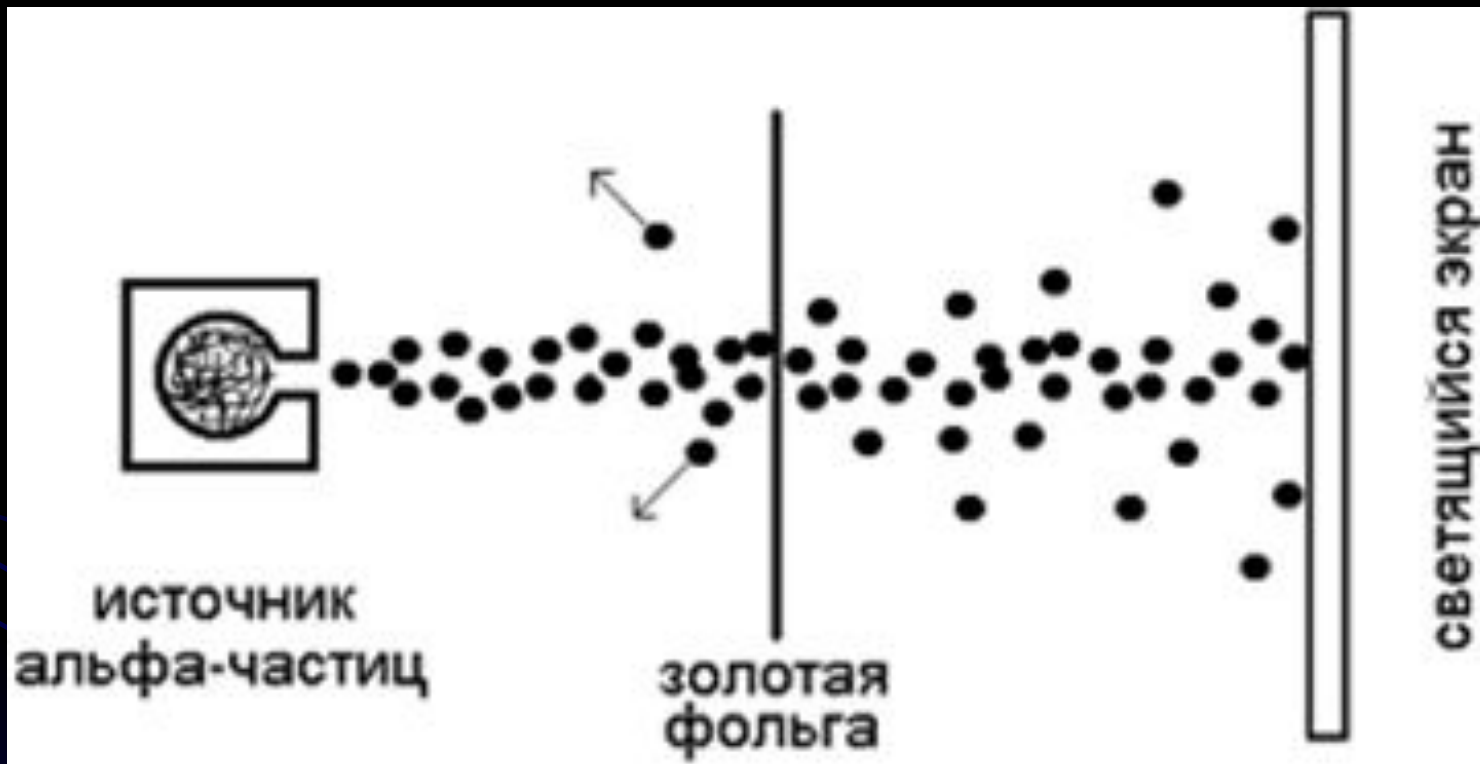
В свинцовом сосуде с небольшим отверстием (К) находился радиоактивный препарат, испускавший поток альфа-частиц.

Они попадали на золотую фольгу (Ф) и, проходя через нее, ударялись о люминесцирующий экран (Э). В местах удара частиц на экране возникали вспышки света, которые наблюдались с помощью микроскопа (М). Вся эта установка помещалась в сосуд, в котором был создан вакуум.



Опыт Эрнеста Резерфорда, 1911г





Результаты опытов

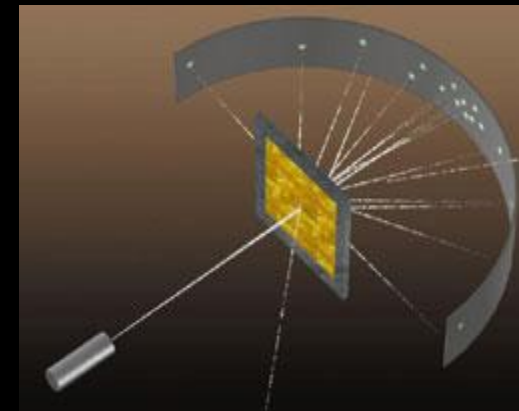


Большинство альфа-частиц прошли через тонкую фольгу, почти не изменив своего направления.

Небольшое количество альфа- частиц отклонились от первоначального направления на небольшие углы.

Некоторые альфа-частицы отскакивали от фольги назад.

Результаты эксперимента настолько удивили Резерфорда, что он воскликнул: «...неправдоподобно так же, как если бы вы выстрелили 15-фунтовым снарядом в папиросную бумагу, а снаряд отскочил бы обратно...»



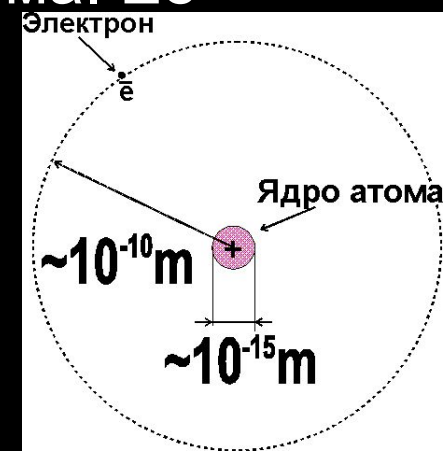


Выводы:

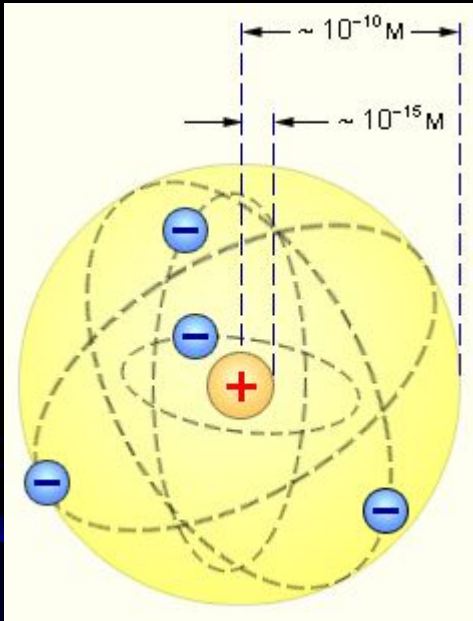
То, что некоторые альфа-частицы отскакивали от фольги назад, противоречило модели Томсона.

Известно, что альфа-частицы имеют положительный заряд. Если некоторые из них отталкиваются фольгой, значит положительный заряд есть и в атомах фольги! Но поскольку большая часть альфа-частиц пролетает через фольгу, почти не отклоняясь, значит этот положительный заряд занимает лишь малую часть каждого атома. Ее назвали **атомным ядром**.

Резерфорд определил приблизительные размеры ядра: около 10^{-15} м. Это примерно в 10 000 раз меньше самого атома.



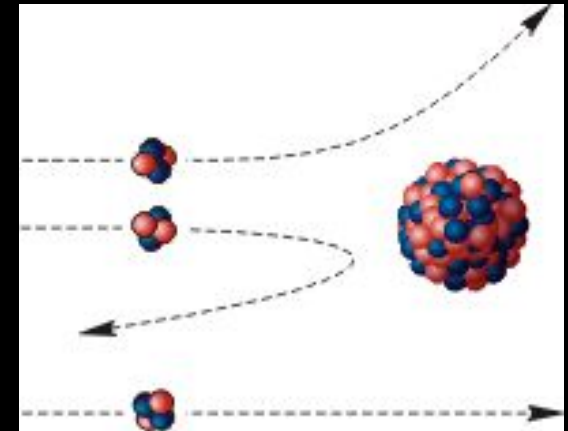
Ядерная (планетарная) модель атома Резерфорда



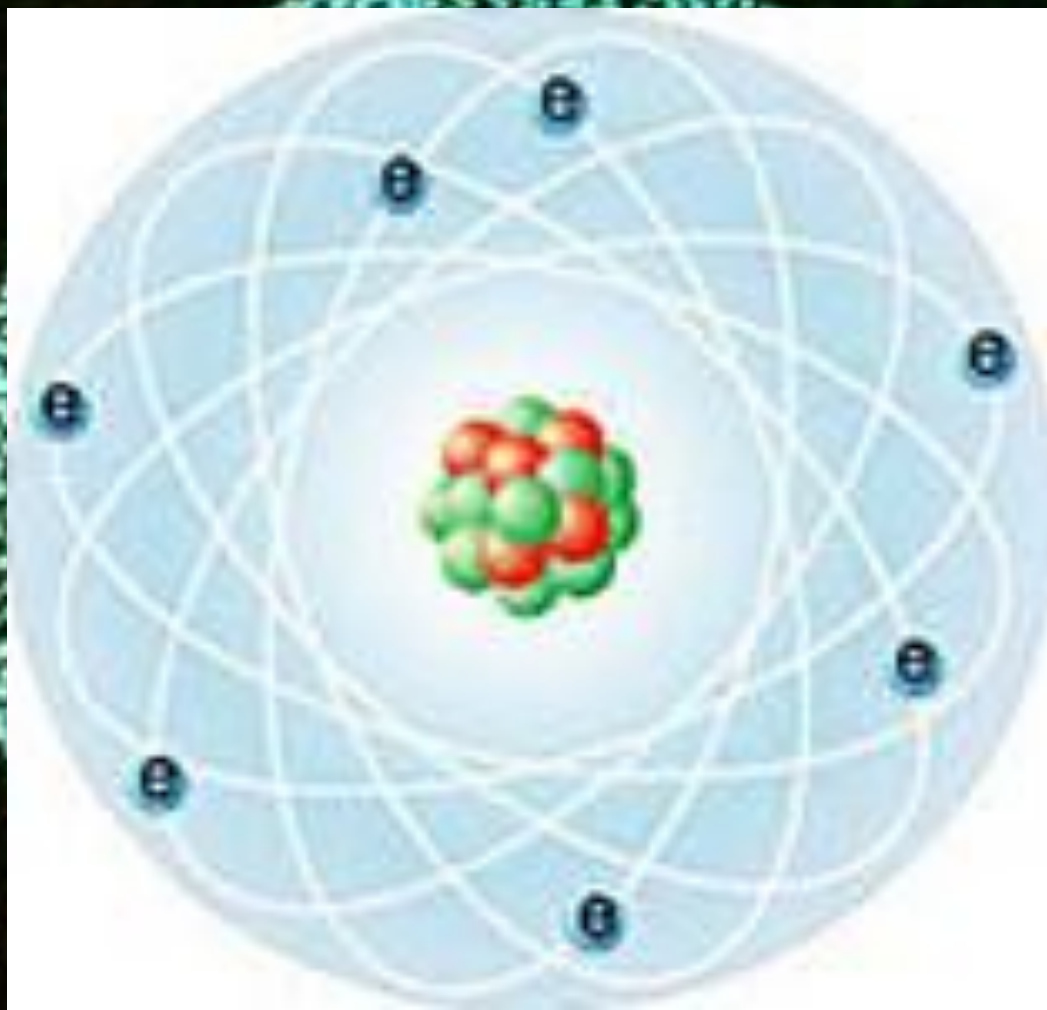
- Атом имеет в центре ядро, размеры которого во много раз меньше размеров самого атома.
- Почти вся масса атома сконцентрирована в его ядре.
- суммарный отрицательный заряд всех электронов равен положительному заряду ядра и компенсирует его.

Объяснение результатов опыта Резерфорда на основе ядерной модели атома.

- Так как большую часть атома составляет пустота, быстрые альфа-частицы могут почти свободно проникнуть через значительные слои вещества.
- При столкновениях с отдельными электронами альфа-частицы испытывают отклонения на очень малые углы, так как масса электрона мала.
- Когда альфа-частица пролетает вблизи ядра атома, она испытывает действие электрического поля ядра и отклоняется на большие углы.



Планетарная модель строения атома



Лирическое отступление

Вы никогда не думали, что может быть
«космос внутри нас»?



...а человек в основном состоит из пустоты?

Вот строки русского поэта В.Я.Брюсова:

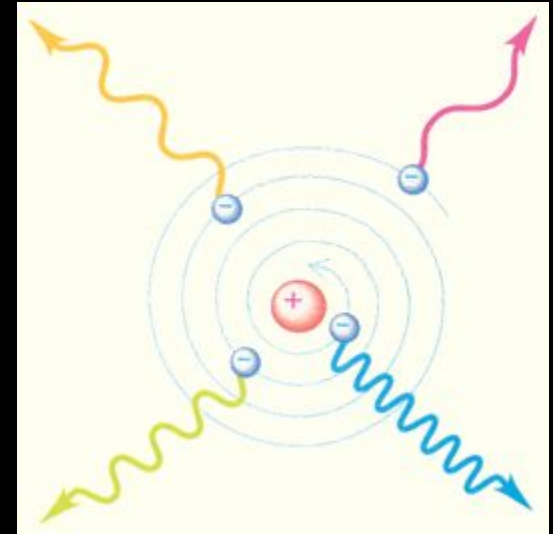
Быть может, эти электроны –
Миры, где пять материков,
Искусства, знанья, войны, троны
И память сорока веков.

Еще, быть может, каждый атом –
Вселенная, где сто планет,
Там все, что здесь, в объеме сжатом,
Но также то, чего здесь нет...



Чего не сумел объяснить Резерфорд

- Резерфорд доказал, что электроны обращаются вокруг ядра по круговым орбитам.
- Но по законам классической физики, ускоренно движущийся электрон должен постоянно излучать электромагнитные волны.
- Излучая волны, электроны должны терять энергию, а значит, и скорость, постепенно приближаясь к ядру и, в конце концов, упасть на него. При этом атом должен прекратить свое существование.
- Однако, реально такого не происходит.



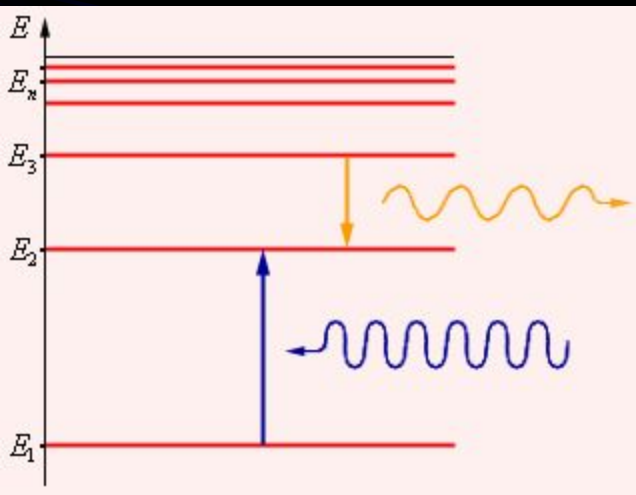
Первый постулат Бора

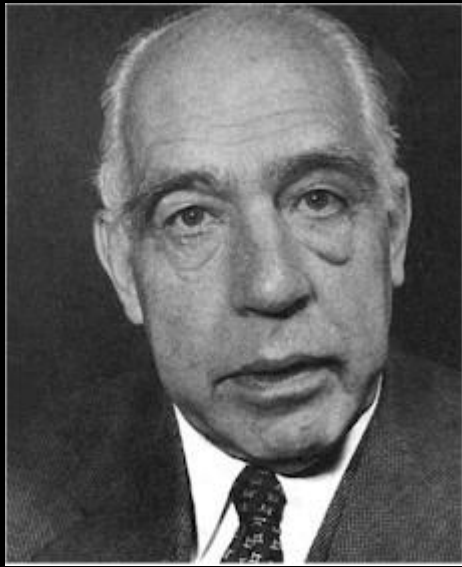


- Выход из создавшегося противоречия между теоретическими расчетами и практикой был найден в 1913г. Датским физиком Нильсом Бором.
- Он сформулировал 2 постулата, ставших основой первой квантовой теории строения атома:

1. Электроны в атоме могут находиться только на определенных орбитах, называемых стационарными. На стационарных орбитах электроны не излучают.

Каждому стационарному состоянию соответствует определенная энергия E_n





Нильс Бор

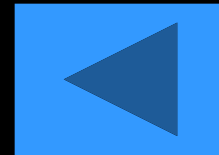
(1885 – 1962)

Нильс Бор - датский физик.

Создал теорию атома, в основу которой

легли планетарная модель атома и квантовые постулаты.

- Один из создателей квантовой механики.
- В 1922г. Бор стал лауреатом Нобелевской премии.
- В Копенгагене Н.Бор создал большую интернациональную школу физиков и много сделал для развития сотрудничества между физиками всего мира.
- Бор активно участвовал в борьбе против атомной угрозы человечеству.



Второй постулат Бора

- Электрон может переходить с одной стационарной орбиты на другую.
- При переходе из стационарного состояния с большей энергией в состояние с меньшей энергией, электрон излучает квант энергии.
- Энергия излученного фотона равна разности энергий этих стационарных состояний:

$$h\nu_{kn} = E_k - E_n$$

- Наоборот, при переходе из состояния с меньшей энергией в состояние с большей энергией происходит поглощение света атомом.

Модель атома водорода по Бору.

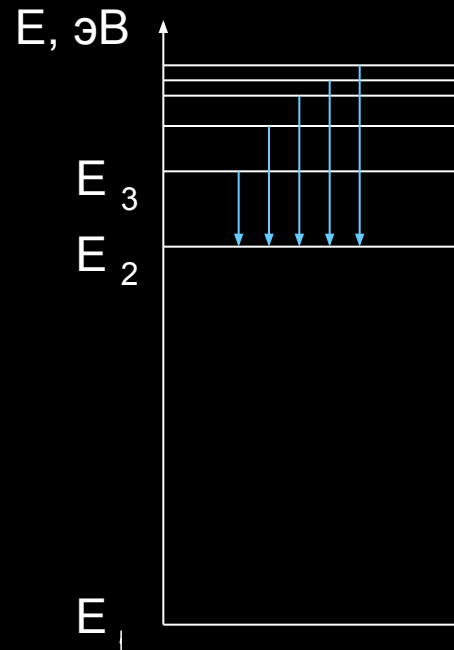
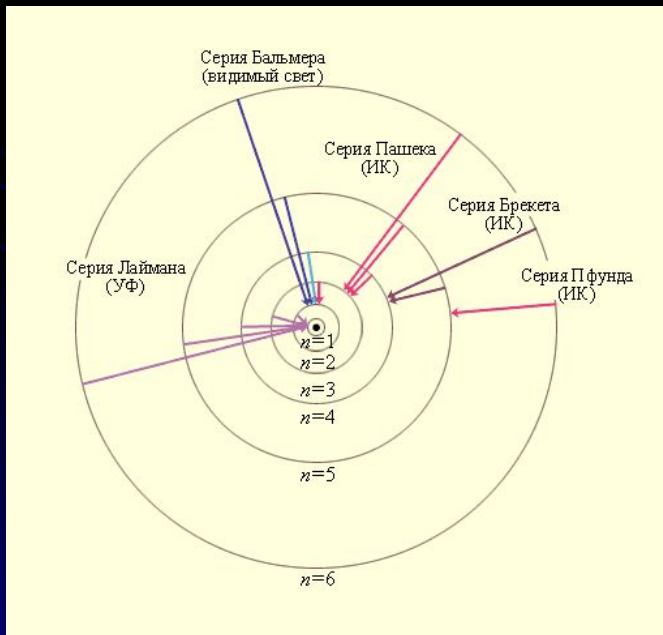


- Свои постулаты Бор применил для построения теории простейшей атомной системы – атома водорода.
- Используя созданное им правило квантования, Бор определил радиус атома водорода и энергии стационарных состояний атома.
- Это позволило вычислить частоты излучаемых и поглощаемых атомом электромагнитных волн.

Излучение света

• Все частоты излучений атома водорода составляют ряд серий, каждая из которых образуется при переходах атома в одно из энергетических состояний со всех верхних энергетических состояний (т.е. из состояний с большей энергией).

Переходы в первое возбужденное состояние (на второй энергетический уровень) образуют *серию Бальмера*.

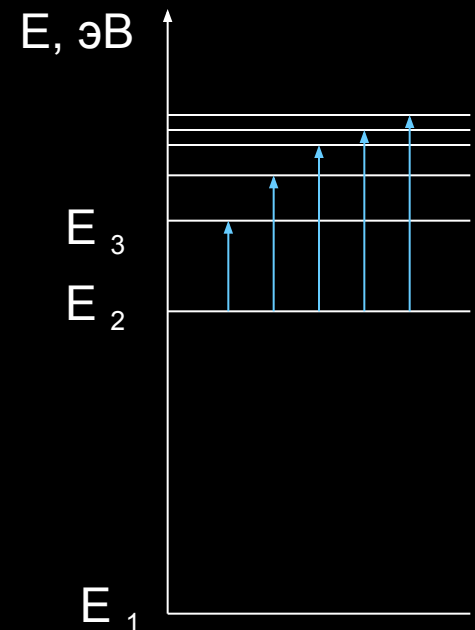


На рисунке эти переходы изображены стрелками.

Поглощение света

- Поглощение света – процесс, обратный излучению.
- Атом, излучая свет, переходит из низших энергетических состояний в высшие.
- При этом он поглощает излучения той же самой частоты, которую излучает, переходя из высших энергетических состояний в низшие.

На рисунке стрелками изображены переходы атома, при которых происходит поглощение света



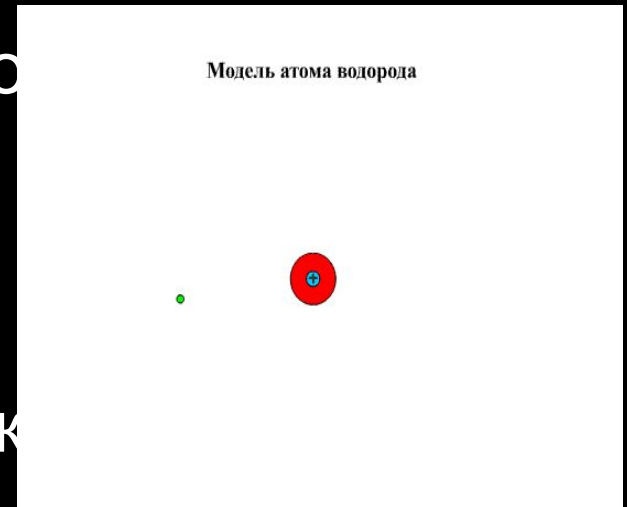


Трудности теории Бора

- Теория Бора не была логически последовательной. С одной стороны при построении теории атома использовались законы механики и электродинамики, а с другой – вводились квантовые постулаты, никак не связанные с классической механикой и электродинамикой.
- На ее основе не удалось построить количественную теорию более сложных атомов (гелия и др.)

Значение теории Бора

- Теория Бора – это первая квантовая теория строения атома, которая послужила толчком к появлению новых физических теорий, составляющих современную квантовую физику.



В настоящее время с помощью квантовой механики можно ответить на любой вопрос, относящийся к строению атома и его электронных оболочек.



Характеристики атомного ядра




Z – зарядовое число, ■

A – массовое число, ■

N – число нейтронов
в ядре

$$A = Z + N$$

1. Свойства ядерных сил

- Сил, действующие между нуклонами в ядре.
 - 1) очень велики;
 - 2) короткодействующие (имеют малый радиус действия – порядка $10^{-14} - 10^{-15}$ м;
 - 3) обладают зарядовой независимостью.
- 

2. Радиоактивность

- 1) 1896 г. Анри Беккерель, самопроизвольное испускание лучей солями урана.
- Мария Склодовская – Кюри и Пьер Кюри.
- 2) Радиоактивность – самопроизвольное излучение (самопроизвольный распад атомных ядер)
- 3) Радиоактивностью обладают ядра всех элементов, порядковые номера которых больше 82.

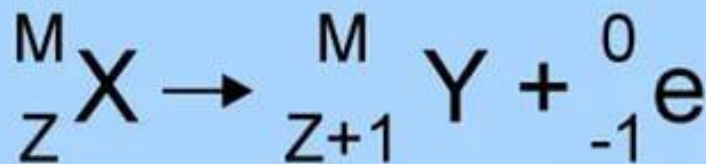
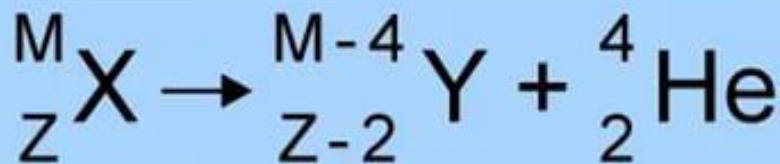
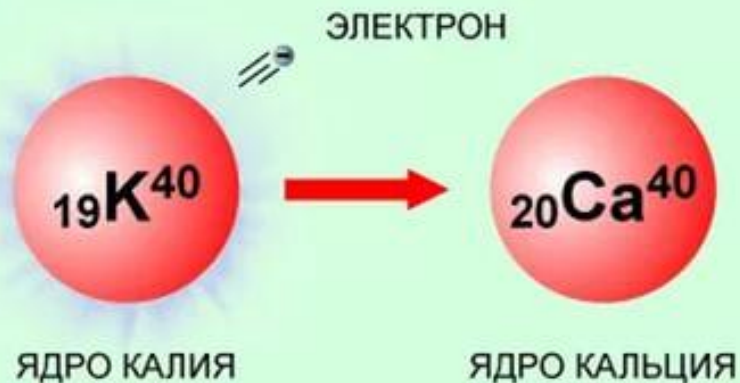
3. Радиоактивные превращения

- 1) α -распад. α -частица – ядро атома гелия ${}_2^4\text{He}$.
- **Правило смещения**: *Элемент смещается на две клетки к началу периодической системы.*
- Ядро теряет положительный заряд $2e$ и масса его убывает на 4 а.е.м..
- 2) β -распад. β -лучи – поток электронов; нейтрон распадается на протон, электрон, антинейтрино.
- **Правило смещения**: *элемент смещается на одну клетку ближе к концу периодической системы.*
- Ядро теряет электрон. Заряд ядра увеличивается на $1e$, масса почти не изменяется.
- 3) γ -лучи. Электромагнитные волны.

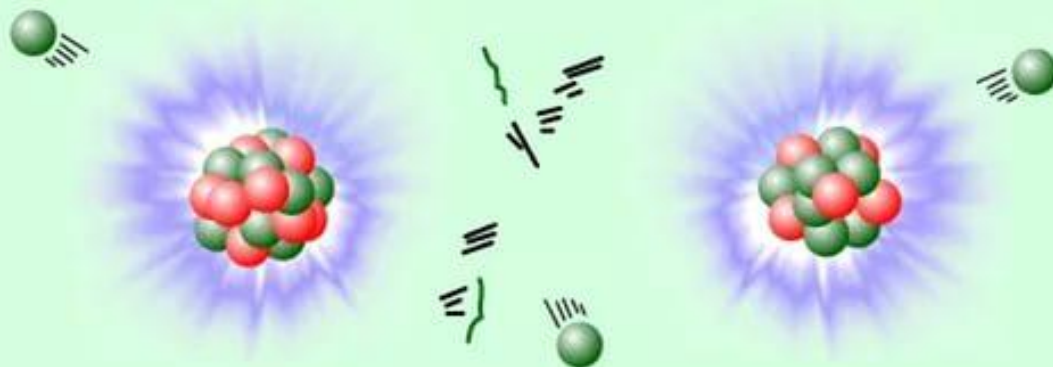
АЛЬФА - РАСПАД



БЕТА - РАСПАД



СПОНТАННОЕ ДЕЛЕНИЕ



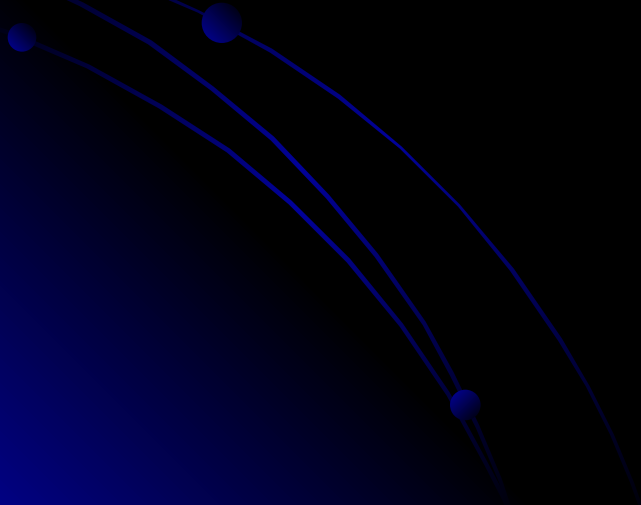
Закон сохранения массового числа и заряда

- Сумма массовых чисел до распада, равна сумме массовых чисел после распада.
- Сумма зарядов до распада равна сумме зарядов после распада.



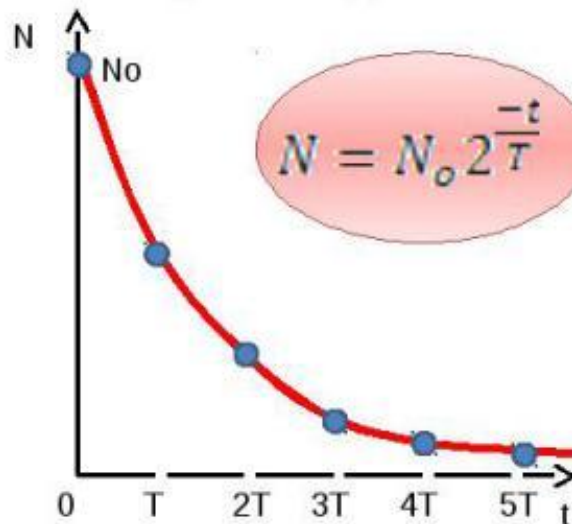
Закон радиоактивного распада

- 1) Период полураспада – промежуток времени, в течение которого распадается половина начального числа атомов.
- 2) Закон радиоактивного распада
- $N(t) = N_0 2^{-t/T}$



Закон радиоактивного распада

T – период полураспада, это время, в течение которого распадается половина начального числа атомов



Изменение числа активных атомов с течением времени

t(время)	0	T	2T	3T	4T	5T	6T
N	N_0	$1/2 N_0$	$1/4 N_0$	$1/8 N_0$	$1/16 N_0$	$1/32 N_0$	$1/64 N_0$

T- период полураспада,
N- число радиоактивных ядер через время **t**,
N₀- начальное число радиоактивных ядер