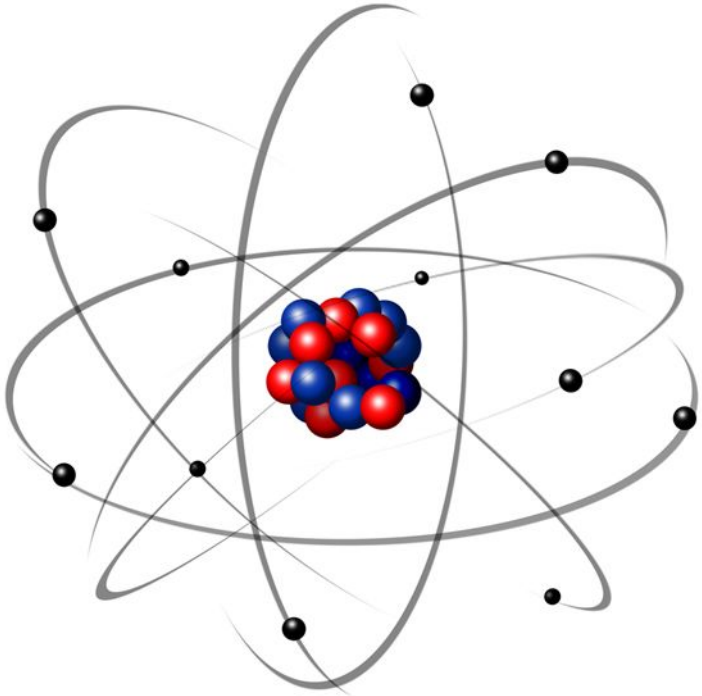
Физика атома, атомного ядра и элементарных частиц

Строение атома



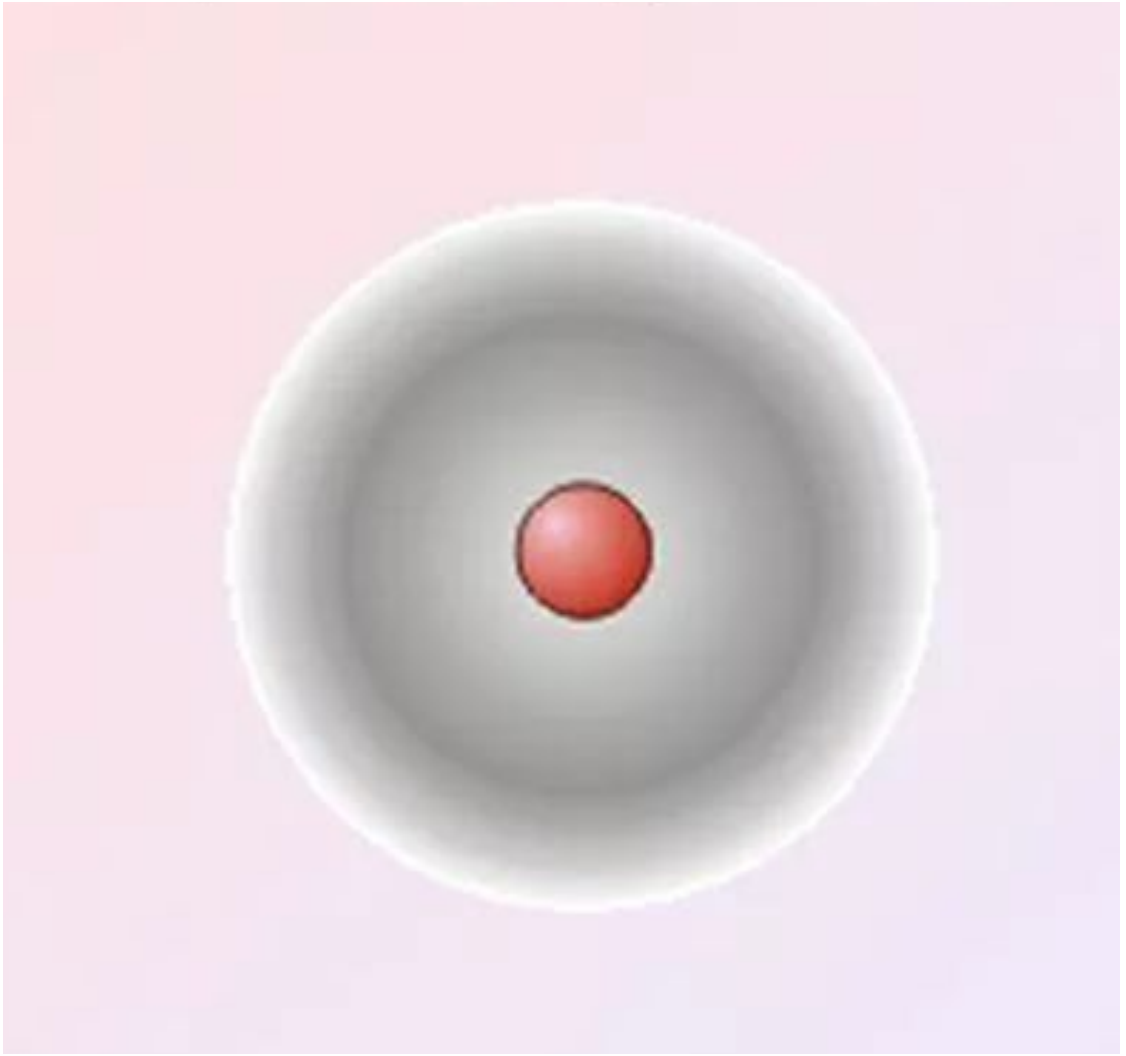
Модели атомов

Демокрит полагал, что свойства того или иного вещества
определяются формой, массой, и пр. характеристиками образующих его атомов. Так, скажем, у огня атомы остры, поэтому огонь способен обжигать,
у твёрдых тел они шероховаты, поэтому накрепко сцепляются друг с другом,
у воды — гладки, поэтому она способна течь. Даже душа человека, согласно Демокриту, состоит из атомов.

Ранняя планетарная модель атома Нагаоки.

В 1904 году японский физик Хантаро Нагаока предложил модель атома, построенную по аналогии с планетой Сатурн. В этой модели вокруг маленького положительного ядра по орбитам вращались электроны, объединённые в кольца. Модель оказалась ошибочной.

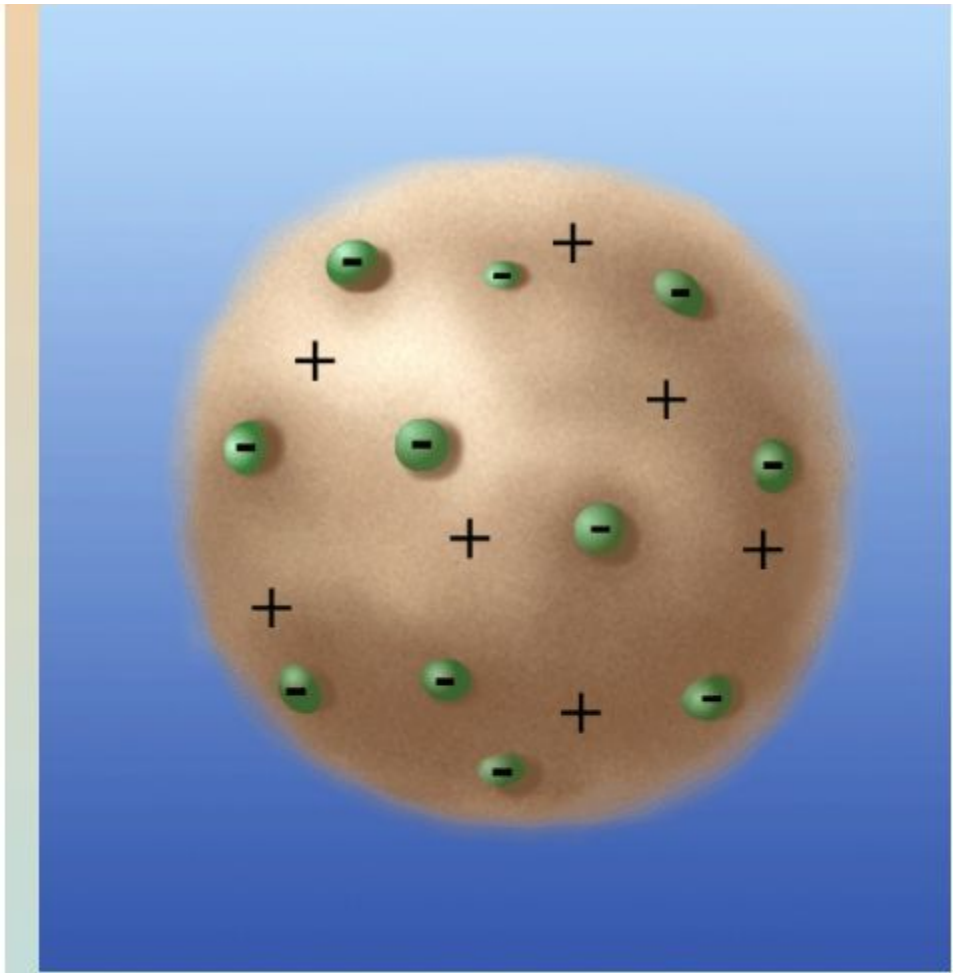
Ранняя планетарная модель атома Нагаоки



Модель атома Томсона (модель «Пудинг с изюмом»).

- Дж. Дж. Томсон предложил рассматривать атом как некоторое положительно заряженное тело с заключёнными внутри
него электронами. Была окончательно опровергнута Резерфордом после проведённого им знаменитого опыта по рассеиванию альфа-частиц.

Модель атома Томсона (модель «Пудинг с изюмом»).



Недостатки модели:

1. не объясняла дискретный характер излучения атома и его устойчивость;
2. не дает возможности понять, что определяет размеры атомов;
3. оказалась в полном противоречии с опытами по исследованию распределения положительного заряда в атоме

Опыты Резерфорда

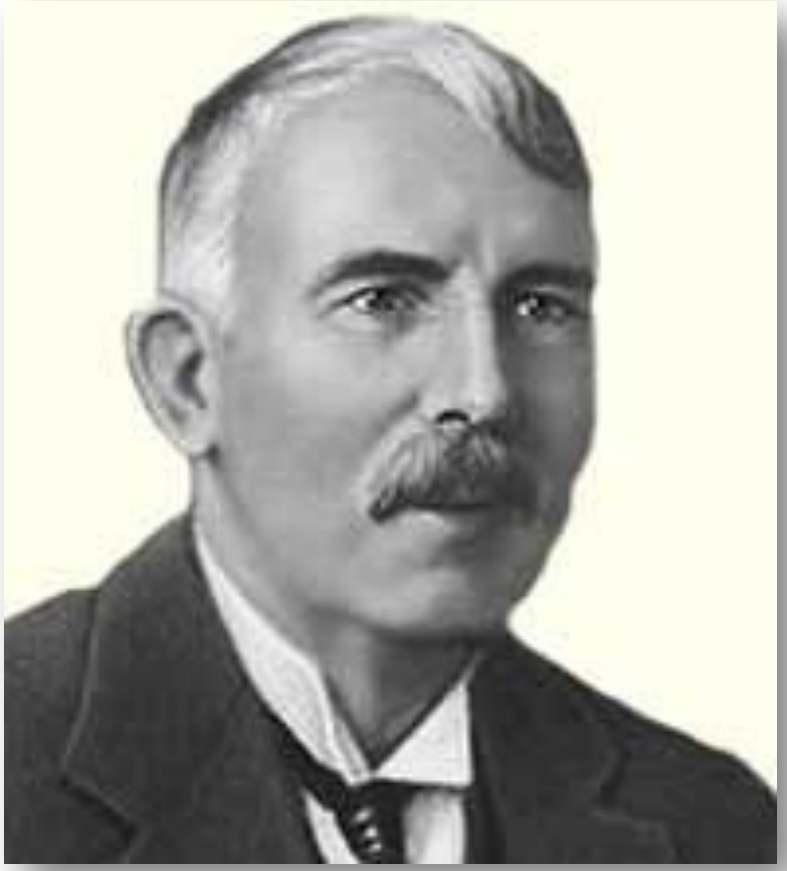
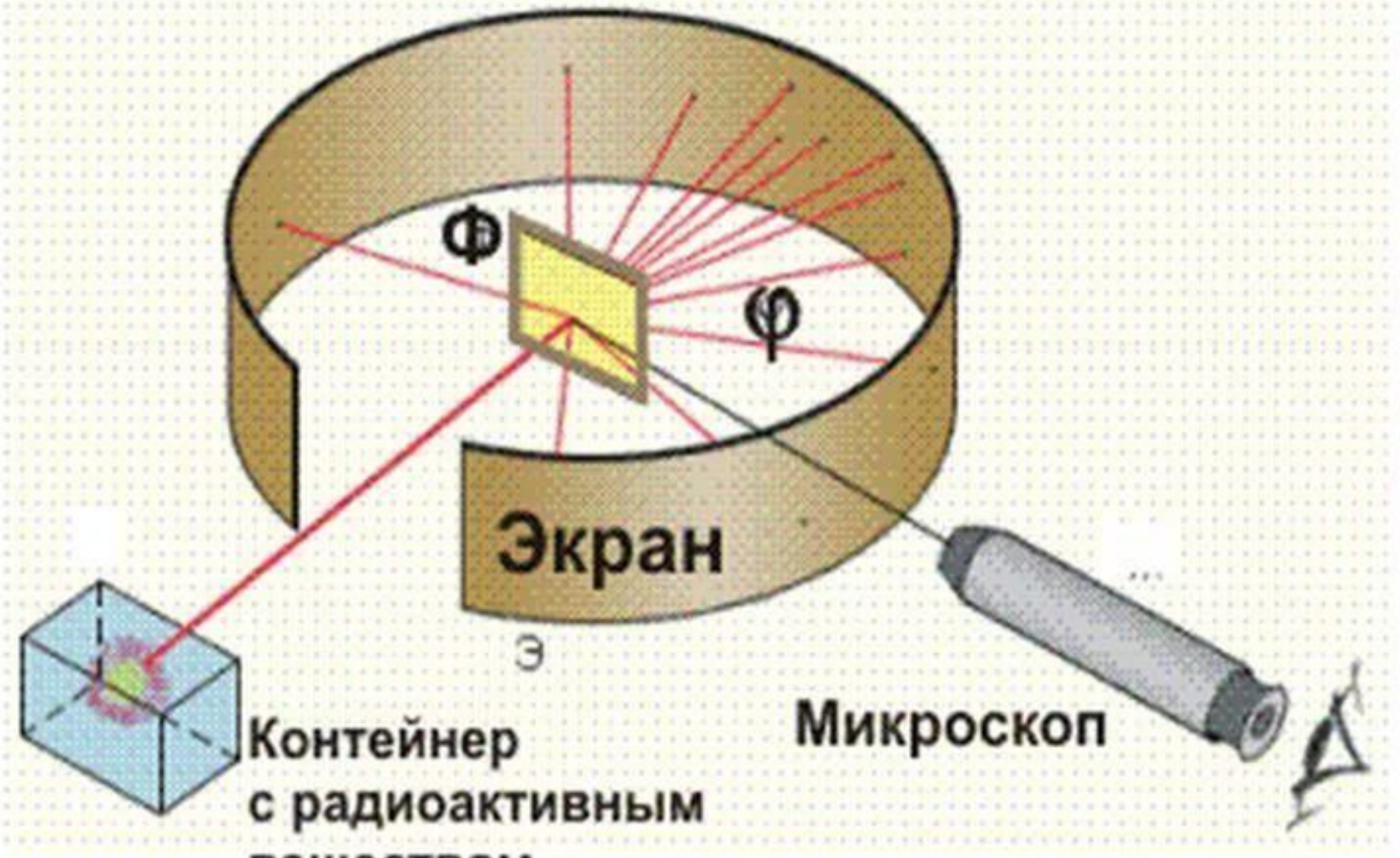
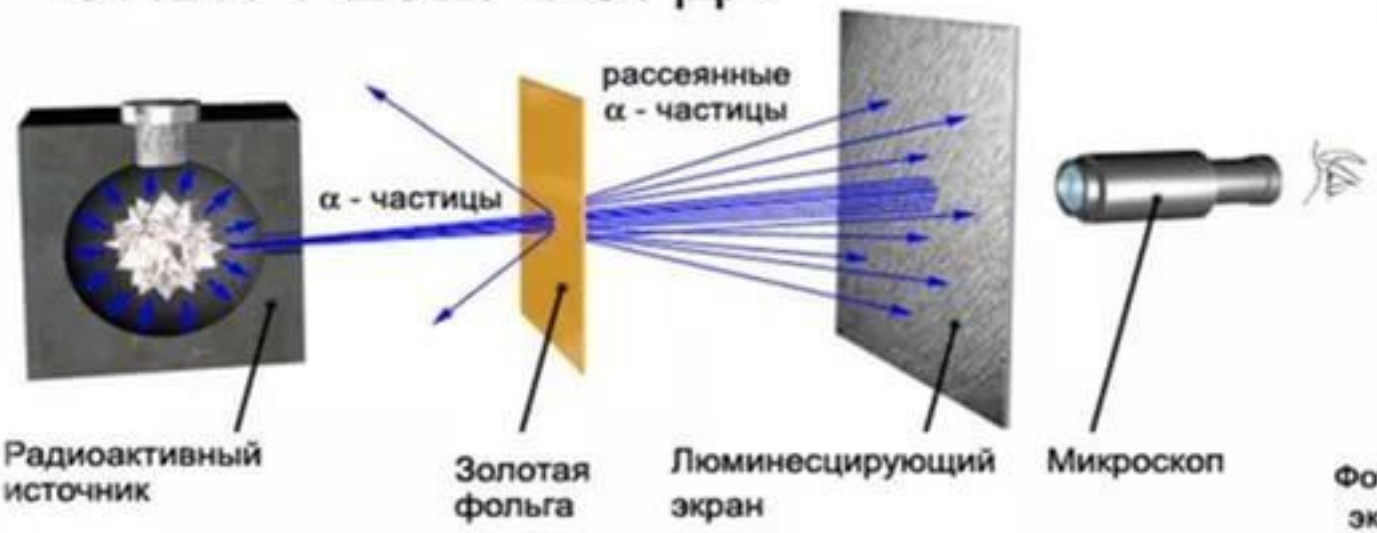


Схема опыта Резерфорда по рассеянию α - частиц.



ОПЫТ РЕЗЕРФОРДА



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

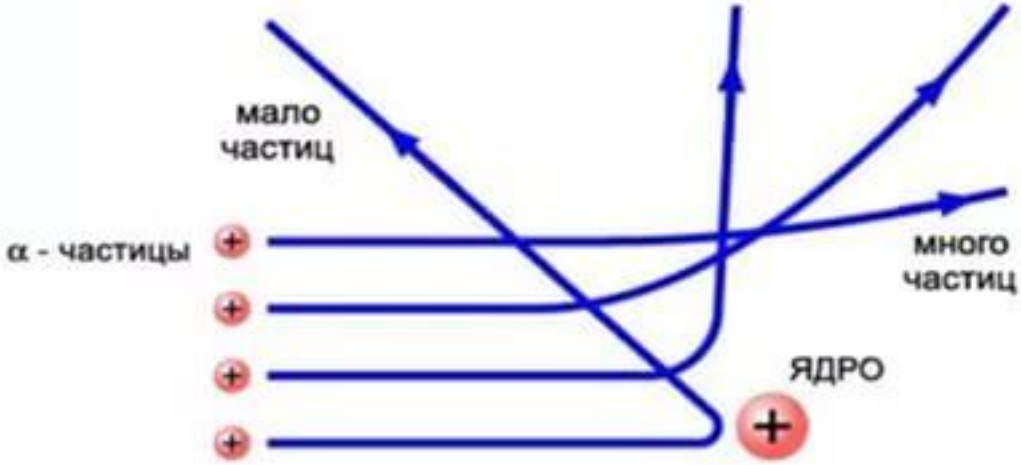


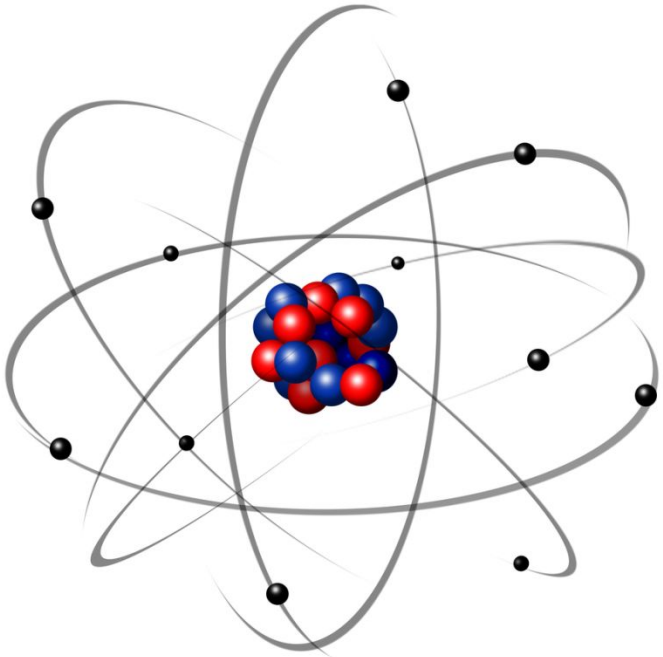
СХЕМА ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ α - ЧАСТИЦ С ЯДРОМ

Каждая вспышка вызывается ударом α - частицы об экран

ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ СВЕДЕНИЯ

Модель атома Резерфорда

- Весь положительный заряд атомов сосредоточен в их центре в очень массивном и компактном ядре.
- Отрицательно заряженные частицы (электроны) обращаются вокруг этого ядра.



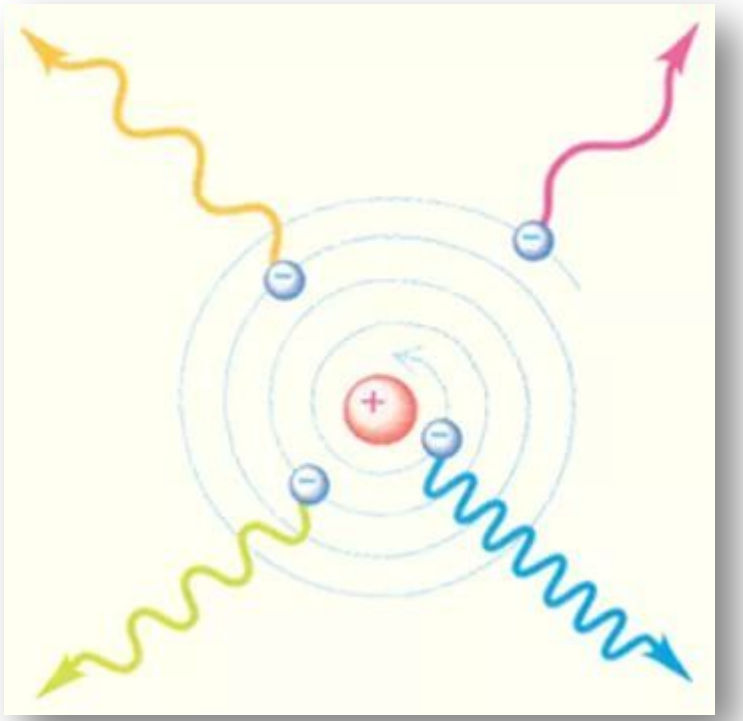
Модель атома Резерфорда

- В ядре сосредоточена практически вся масса атома.
- В целом атом нейтрален.
- Положительный заряд ядра равен сумме отрицательных зарядов всех электронов атома.

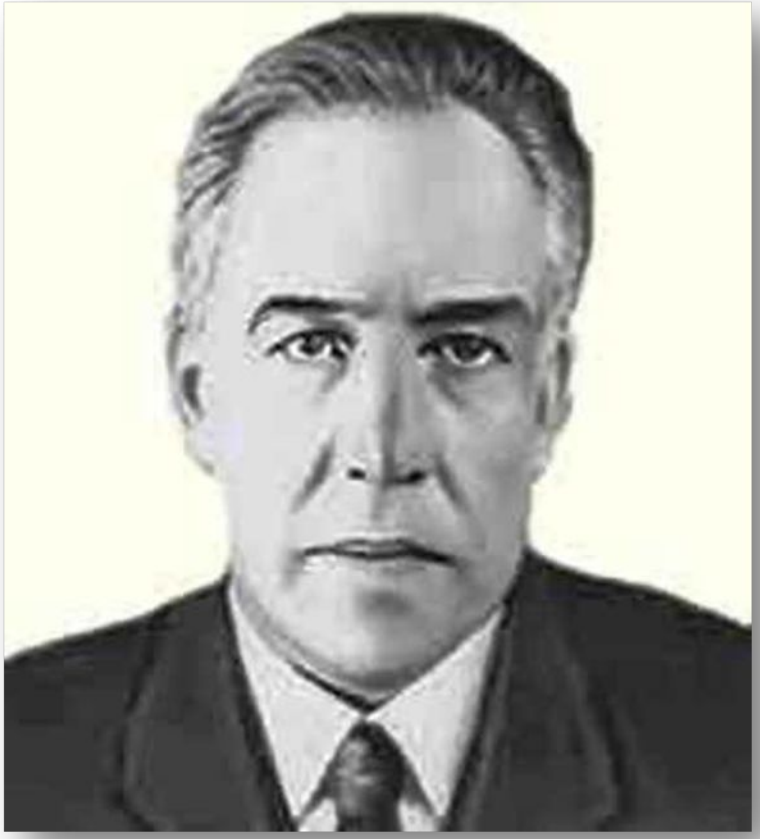
Трудности модели атома Резерфорда. Постулаты Бора

Трудности модели атома Резерфорда

- Электрон вращается вокруг ядра с очень большим ускорением.
- Ускоренно движущаяся заряженная частица излучает электромагнитные волны с частотой, равной частоте его обращения вокруг ядра.
- Излучение сопровождается потерей энергии.
- Теряя энергию электрон должен приближаться к ядру.
- Атом прекратит свое



Кризис в теории атома был преодолен в 1913 г. Нильсом Бором



Постулаты Бора

- **I постулат** - постулат стационарных состояний:

В атоме существуют стационарные квантовые состояния, не изменяющиеся с течением времени без внешнего воздействия на атом.
В этих состояниях атом не излучает электромагнитных волн, хотя и движется с ускорением.
Каждому стационарному состоянию атома соответствует определенная энергия атома.
Стационарным состояниям соответствуют стационарные орбиты, по которым движутся электроны.

Постулаты Бора

- **II постулат** - правило частот:

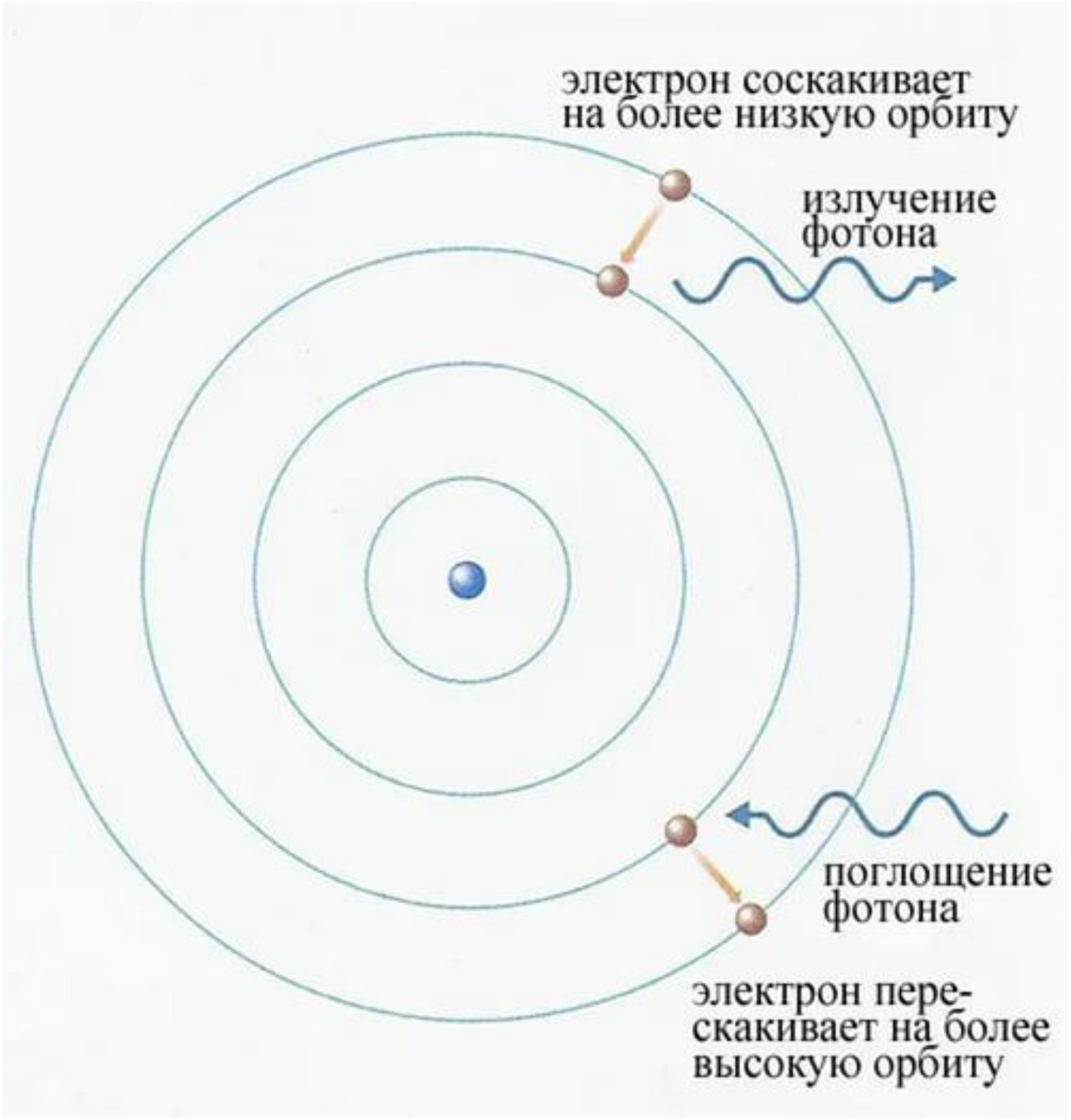
При переходе атома из одного стационарного состояния в другое излучается или поглощается 1 фотон.

а) Атом излучает 1 фотон (который несет 1 квант энергии), когда электрон переходит из состояния с большей энергией (E k) в состояние с меньшей энергией (E n).

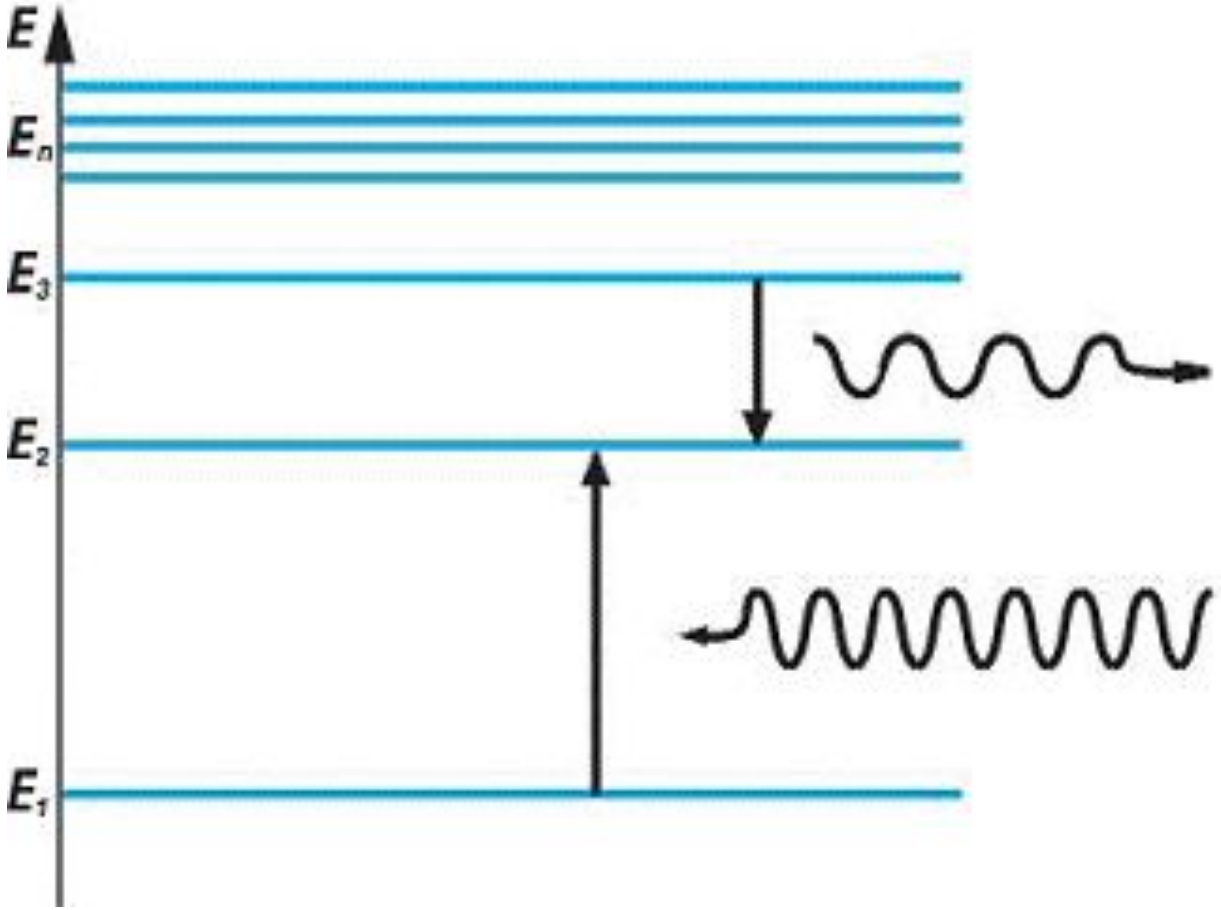
б) Атом поглощает 1 фотон, когда переходит из стационарного состояния с меньшей энергией

$$h\nu_{кп} = E_к - E_n,$$

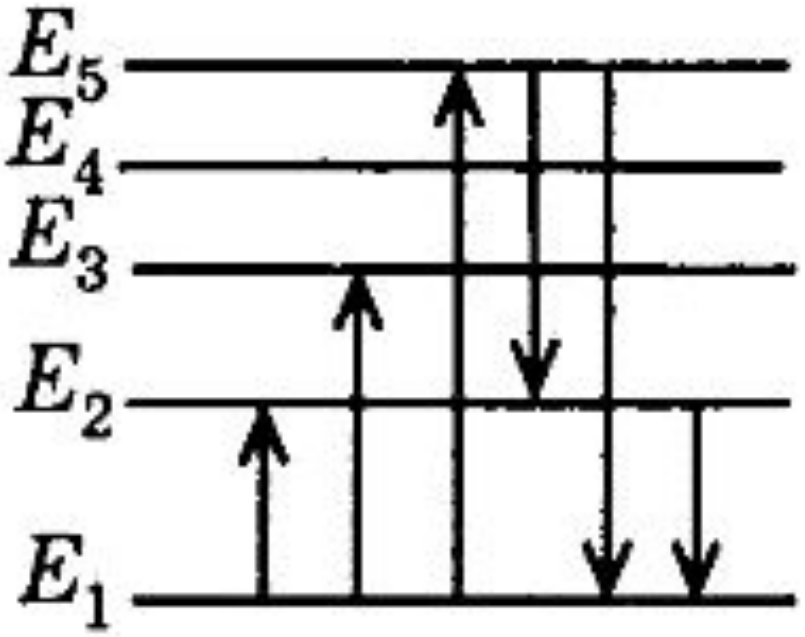
$$\nu_{кп} = \frac{E_к - E_n}{h}.$$


электрон соскакивает
на более низкую орбиту
излучение
фотона
поглощение
фотона
электрон пере-
скакивает на более
высокую орбиту

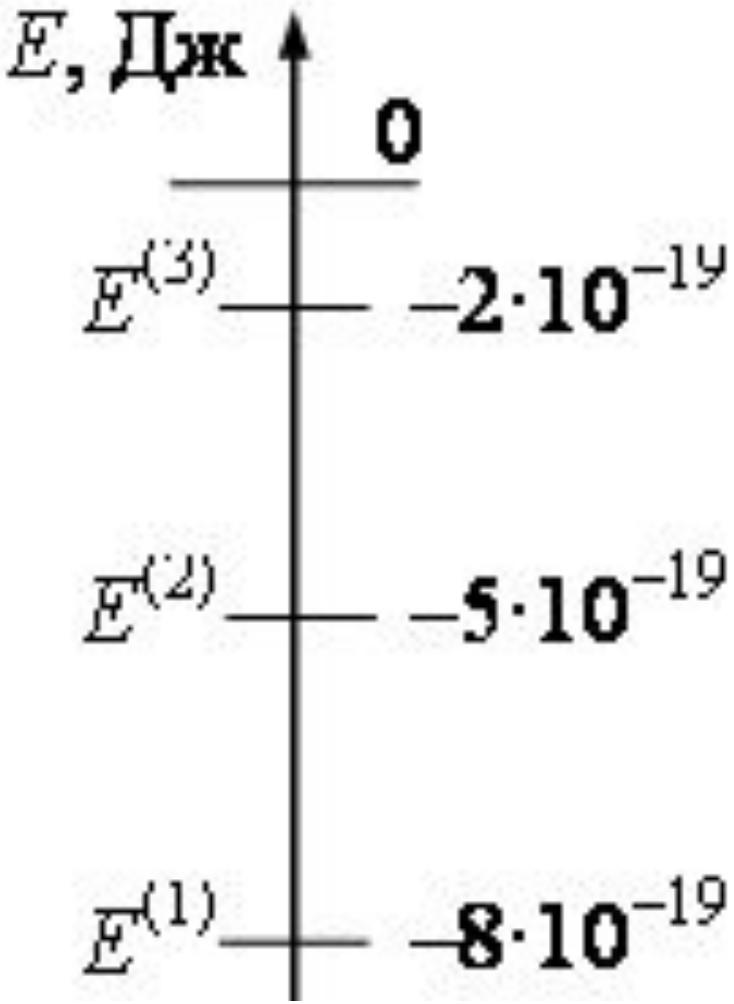
Энергетическая схема атомных уровней.



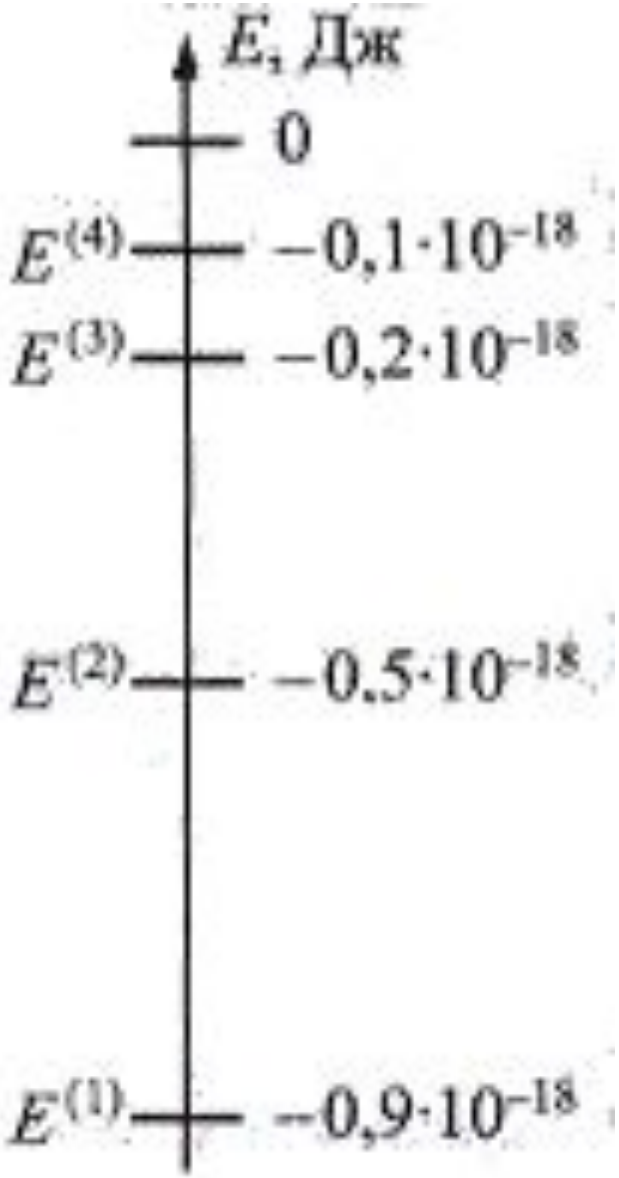
На рисунке представлен фрагмент диаграммы энергетических уровней атома. Какой из отмеченных стрелками переходов между энергетическими уровнями сопровождается излучением фотона с максимальной энергией?



На рисунке изображена схема низших энергетических уровней атома. В начальный момент времени атом находится в состоянии с энергией $E^{(2)}$. Согласно постулатам Бора данный атом может излучать фотоны с энергией



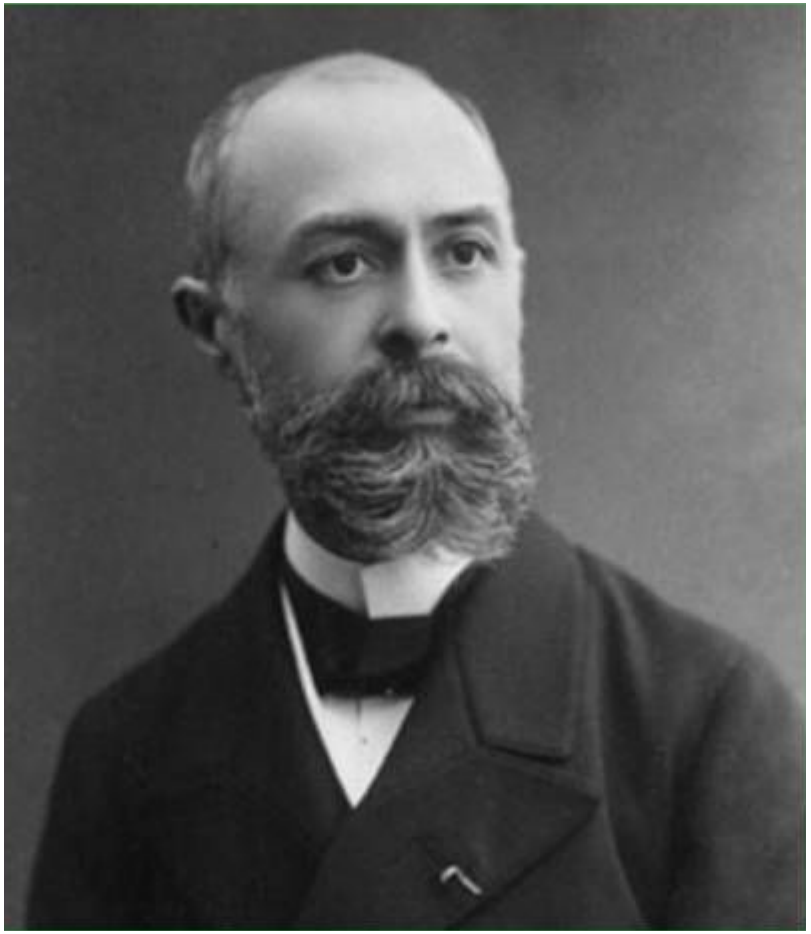
На рисунке изображена схема возможных значений энергии атомов разреженного газа. В начальный момент времени атомы находятся в состоянии с энергией $E^{(3)}$. Возможно испускание газом фотонов с энергией



Радиоактивность

Радиоактивность – явление самопроизвольного (спонтанного) превращения одних ядер в другие с испусканием различных частиц.

- Явление радиоактивности обнаружил **Антуан Анри Беккерель в 1896 г.**
- Получил за эту работу Нобелевскую премию по физике в 1903 г.

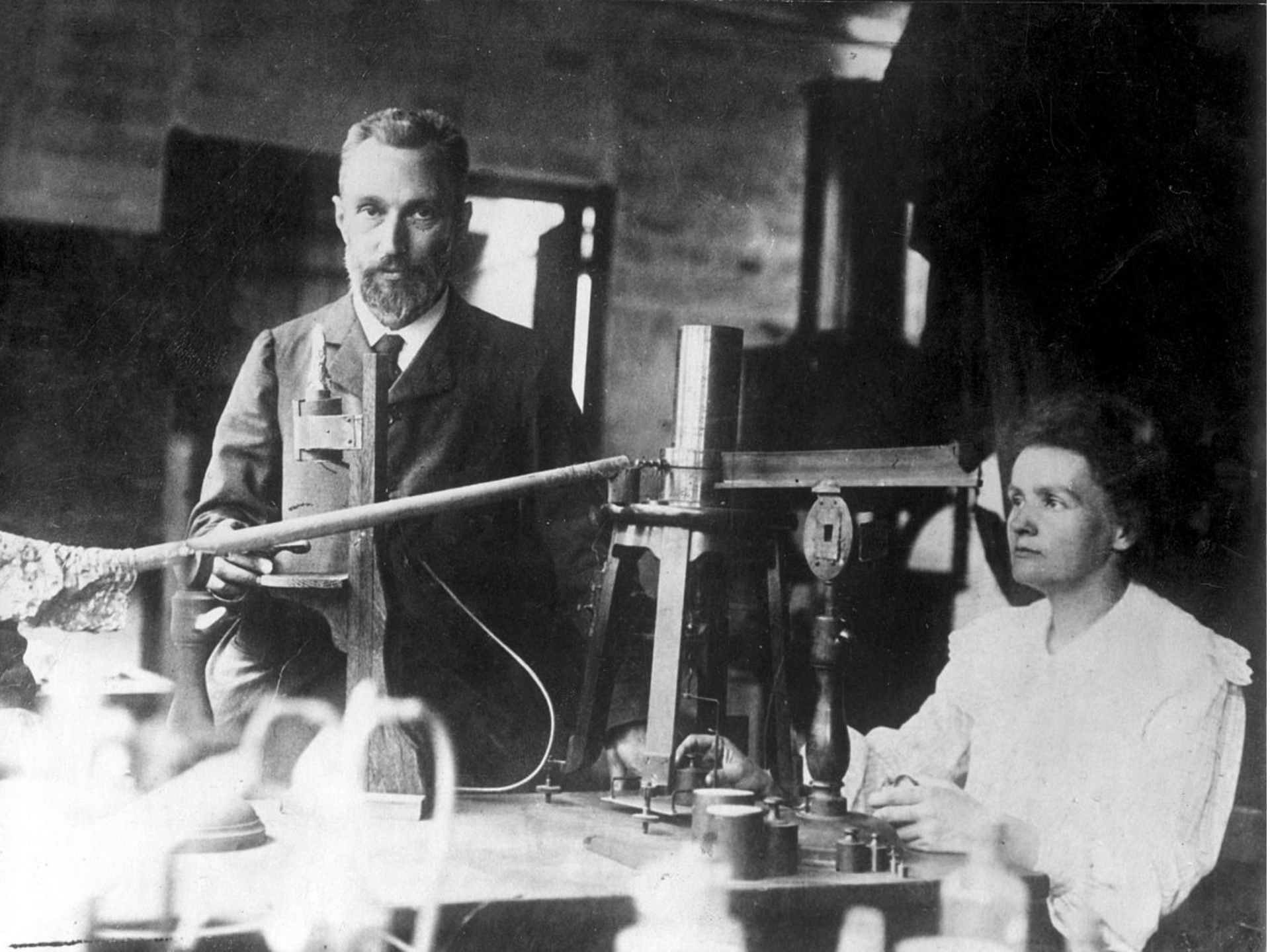


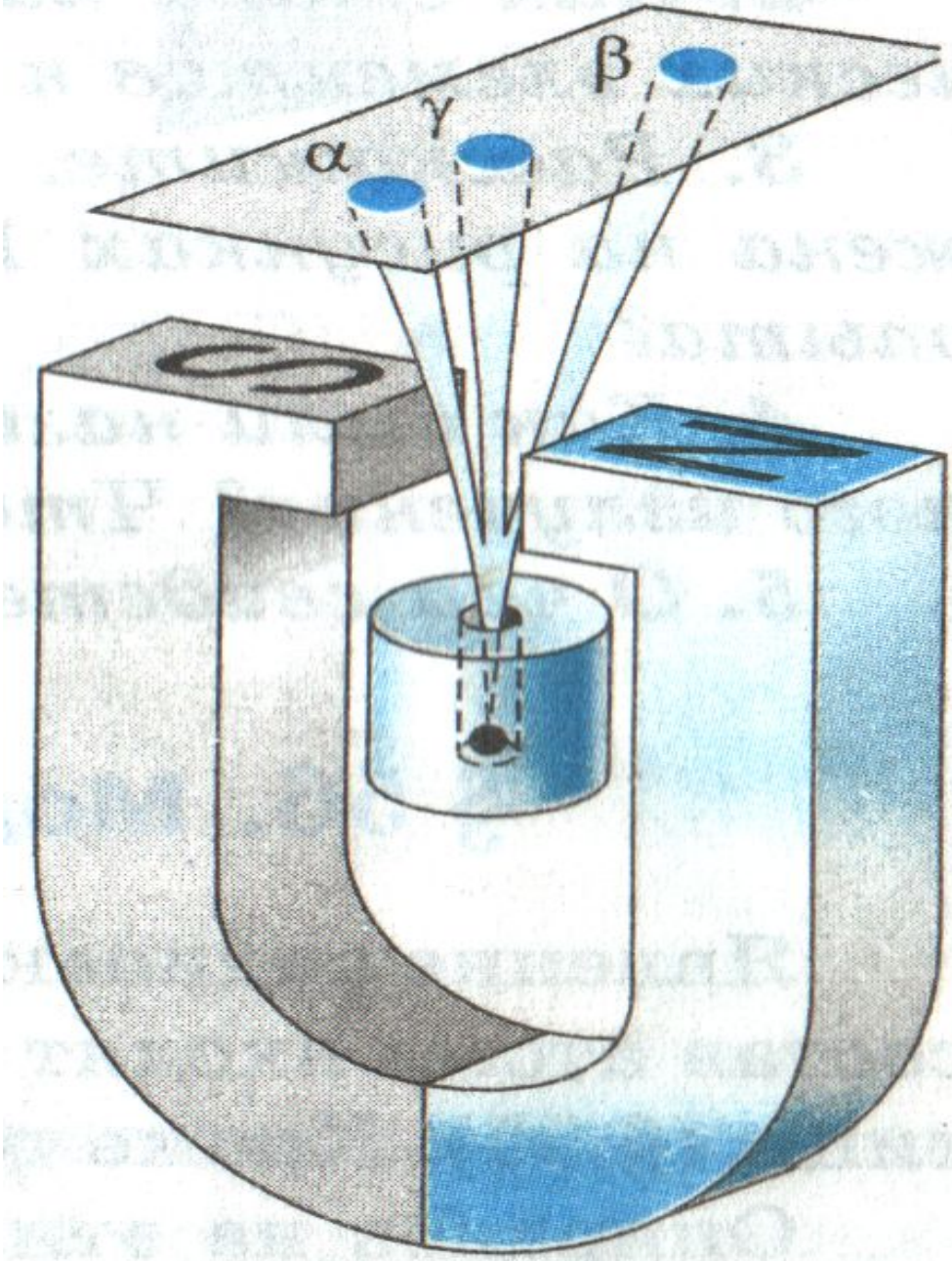
- 1898 г французские ученые Мария Склодовская-Кюри и Пьер Кюри
  - **Радий**
  - **Полоний**
  - **Торий**

Опыты М. Кюри привели к следующим результатам.

- Радиоактивность обнаруживают не только уран, но и все его химические соединения.
- Радиоактивность препарата с любым химическим составом равна радиоактивности чистых урана или тория, взятых в количестве, в котором они содержатся в этом препарате.

- Мария Склодовская-Кюри в 1903 г. вместе с мужем Пьером Кюри получила Нобелевскую премию по физике за исследование радиоактивного излучения.
- В 1911 г. получила Нобелевскую премию по химии за выделение радия.

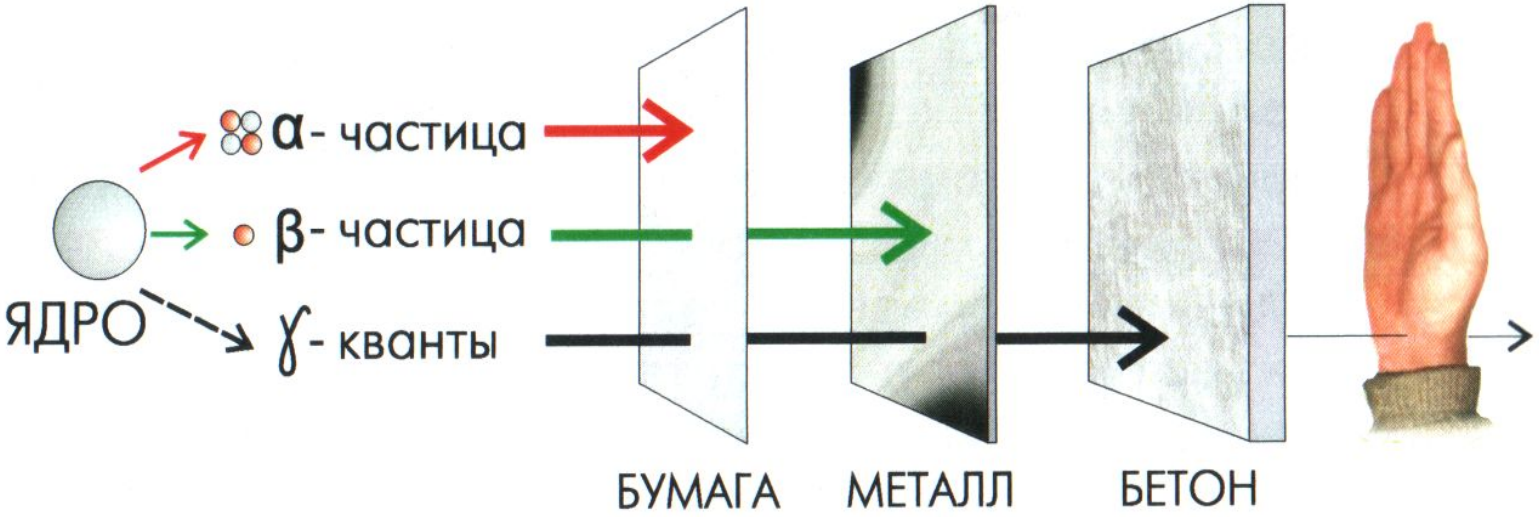



α
γ
β

- **α – частица** - положительно заряженная частица, ядро атома гелия;

- **β – частица** - отрицательно заряженная частица, электрон;

- **γ – излучение**– электромагнитное излучение, распространяющееся со скоростью света.



Проникающая способность излучений

Особенности радиоактивного излучения

- Постоянство (на протяжении суток, месяцев, лет интенсивность излучения не меняется);

- Радиоактивность сопровождается выделением энергии, которая выделяется непрерывно на протяжении длительного периода времени
- На радиоактивность не оказывает влияние перепады температуры, давления, различные химические реакции в которые вступает радиоактивный элемент

Радиоактивные превращения атомных ядер.

Правила смещения.

альфа-
излучение
бета-
излучение
гамма-
излучение

Альфа - распад

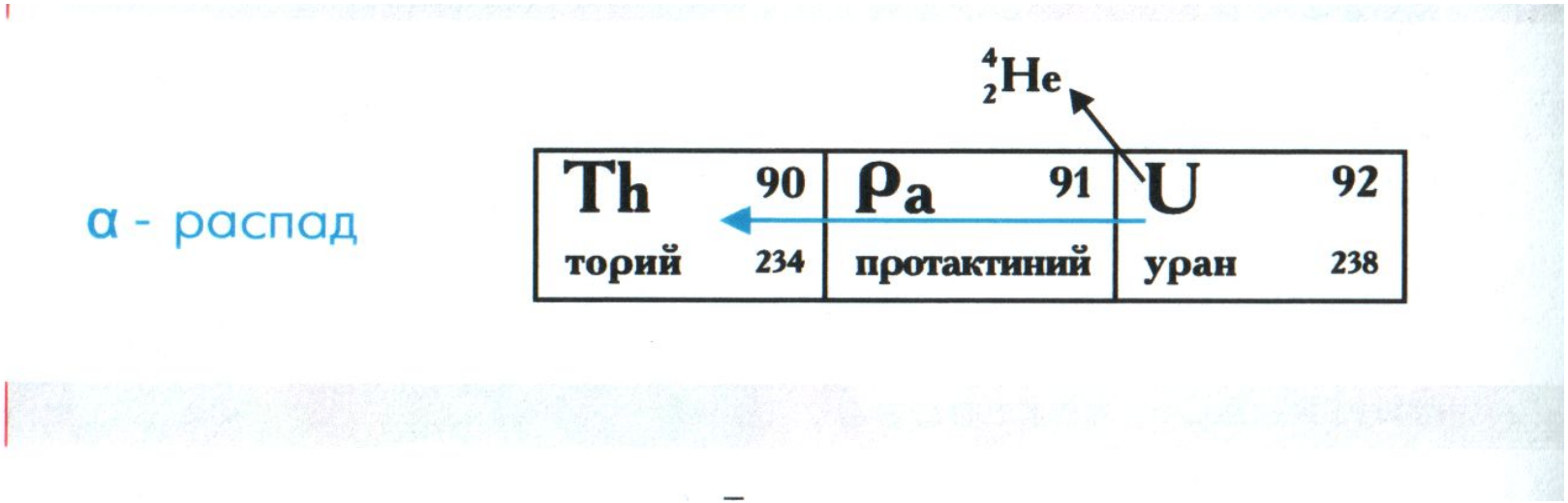
Альфа – распад – превращение атомных ядер, сопровождаемое испусканием альфа частицы.

Альфа - распад

При альфа – распаде ядро теряет положительный заряд равный по модулю 2 электронам и масса его убывает на 4 единицы относительной атомной массы.

Альфа - распад

В результате альфа – распада элемент смещается на две клетки к началу периодической системы.



Альфа - распад

$$X_Z^M \rightarrow Y_{Z-2}^{M-4} + He_2^4$$

$$Ra_{88}^{226} \rightarrow Rn_{86}^{222} + He_2^4$$

Бета - распад

Бета – распад - превращение атомных ядер, сопровождаемое испусканием электрона.

Бета - распад

При бета – распаде из ядра вылетает электрон, поэтому заряд ядра увеличивается на единицу, а масса остается неизменной.

Бета - распад

В результате бета – распада элемент смещается на одну клетку ближе к концу периодической системы.

β - распад

Бета - распад

$$X_Z^M \rightarrow Y_{Z+1}^M + e_{-1}^0$$

$$Co_{27}^{60} \rightarrow Ni_{28}^{60} + e_{-1}^0$$

Гамма - излучение

Гамма – излучение – не сопровождается изменением заряда, масса ядра при этом меняется не значительно.

Правила смещения показывают, что при радиоактивном распаде сохраняется электрический заряд и приближенно сохраняется относительная атомная масса ядер.