

РАДИОАКТИВНОСТЬ

Открытие рентгеновских лучей дало толчок новым исследованиям. Их изучение привело к новым открытиям, одним из которых явилось открытие **радиоактивности**.

Примерно с середины XIX стали появляться экспериментальные факты, которые ставили под сомнение представления о неделимости атомов. Результаты этих экспериментов наводили на мысль о том, что атомы имеют сложную структуру и что в их состав входят электрически заряженные частицы.



Наиболее ярким свидетельством сложного строения атома явилось открытие явления радиоактивности, сделанное французским физиком **Анри Беккерелем** в 1896 году.

Уран, торий и некоторые другие элементы обладают свойством непрерывно и без каких-либо внешних воздействий (т.е. под влиянием внутренних причин) испускать невидимое излучение, которое подобно рентгеновскому излучению способно проникать сквозь непрозрачные экраны и оказывать фотографическое и ионизационное действие.

Свойство самопроизвольного испускания подобного излучения получило название *радиоактивности*.

Радиоактивность являлась привилегией самых тяжелых элементов периодической системы Д.И.Менделеева. Среди элементов, содержащихся в земной коре, радиоактивными являются все, с порядковыми номерами более 83, т. е. расположенные в таблице Менделеева после висмута.

	79 196,9665 Au Аурум Золото	80 200,59 Hg Hydrargyrum Ртуть	81 204,383 Tl Thallium Таллий	82 207,2 Pb Plumbum Свинец	83 208,9804 Bi Bismuthum Висмут	84 [209] Po Polonium Полоний	85 (210) At Astatium Астат	86 [222] Rn Radon Радон												
7	87 [223] Fr Francium Франций	88 [226] Ra Radium Радий	89 [227] Ac** Actinium Актиний	104 [261] Rf Rutherfordium Резерфордий	105 [262] Db Dubnium Дубний	106 [263] Sg Seaborgium Сиборгий	107 [262] Bh Bohrium Борий	108 [265] Hs Hassium Хассий	109 [266] Mt Meitnerium Мейтнерий	110 []										
ВЫСШИЕ ОКСИДЫ	R ₂ O		RO	R ₂ O ₃		RO ₂	R ₂ O ₅		RO ₃	R ₂ O ₇		RO ₄								
ЛЕТУЧИЕ ВОДОРОДНЫЕ СОЕДИНЕНИЯ						RH ₄	RH ₃		RH ₂	RH										
ЛАНТАНОИДЫ *	58 140,12 Ce Cerium Церий	59 140,9077 Pr Praseodymium Прозодим	60 144,24 Nd Neodymium Неодим	61 [145] Pm Promethium Прометий	62 150,36 Sm Samarium Самарий	63 151,96 Eu Europium Европий	64 157,25 Gd Gadolinium Гадолиний	65 158,9254 Tb Terbium Тербий	66 162,50 Dy Dysprosium Диспрозий	67 164,9304 Ho Holmium Гольмий	68 167,26 Er Erbium Эрбий	69 168,9342 Tm Thulium Тулий	70 173,04 Yb Ytterbium Иттербий	71 174,967 Lu Lutetium Лютеций						
АКТИНОИДЫ **	90 232,0381 Th Thorium Торий	91 [231] Pa Protactinium Протактиний	92 238,0289 U Uranium Уран	93 [237] Np Neptunium Нептуний	94 [244] Pu Plutonium Плутоний	95 [243] Am Americium Америций	96 [247] Cm Curium Кюрий	97 [247] Bk Berkelium Берклий	98 [251] Cf Californium Калифорний	99 [252] Es Einsteinium Эйнштейний	100 [257] Fm Fermium Фермий	101 [258] Md Mendelevium Менделевий	102 259,1009 No Nobelium Нобелий	103 260,1054 Lr Lawrencium Лоуренсий						

РЯД АКТИВНОСТИ
МЕТАЛЛОВ

Li, K, Ba, Ca, Na, Mg, Al,

Be, Mn, Zn, Cr, Fe, Cd, Co, Ni, Sn, Pb,

H₂,

Sb, Cu, Hg, Ag, Pt, Au

В 1898 году французские ученые Мария Склодовская-Кюри и Пьер Кюри выделили из уранового минерала два новых вещества, радиоактивных в гораздо более сильной степени, чем уран и торий. Так были открыты два неизвестных ранее радиоактивных элемента – *полоний и радий*.

Ученые пришли к выводу, что радиоактивность представляет собой самопроизвольный процесс, происходящий в атомах радиоактивных элементов.

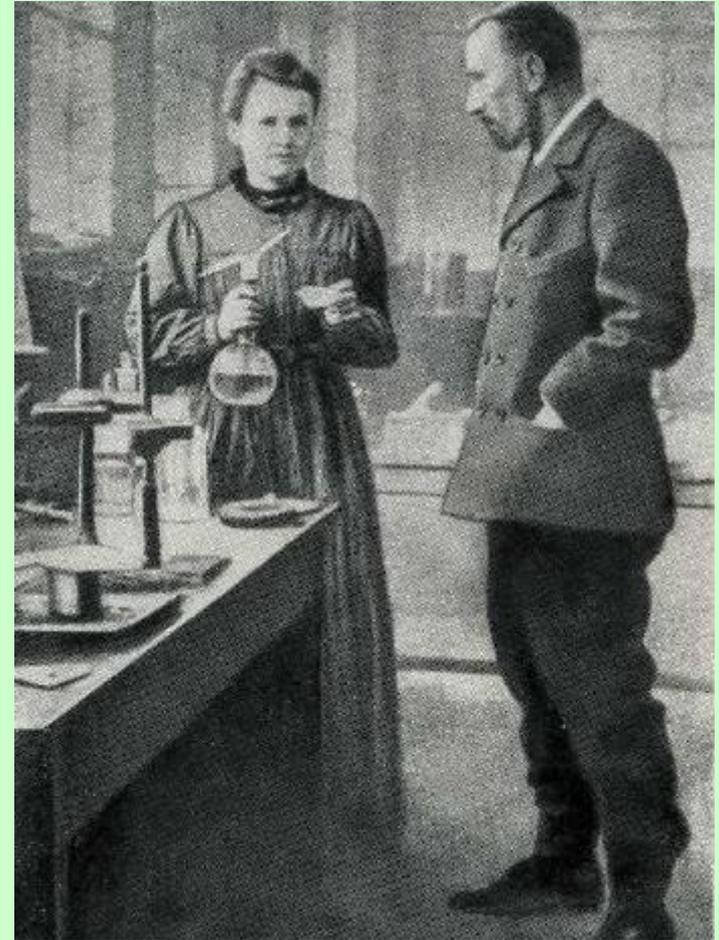
Теперь эти явления определяют как самопроизвольное превращение неустойчивого изотопа одного химического элемента в изотоп другого элемента; при этом происходит испускание электронов, протонов, нейтронов или ядер гелия (α -частиц).

СУПРУГИ КЮРИ

За 10 лет совместной работы они сделали очень многое для изучения явления

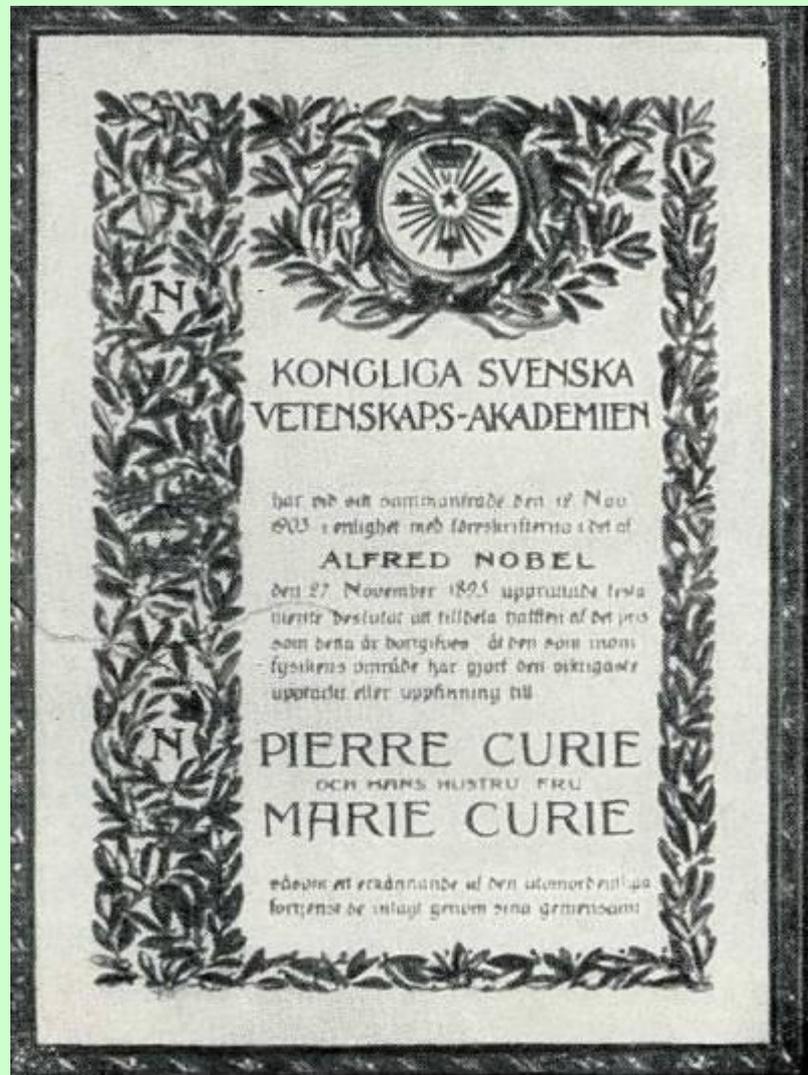
радиоактивности.

Это был беззаветный труд во имя науки – в плохо оборудованной лаборатории и при отсутствии необходимых средств.



Мария и Пьер Кюри в лаборатории

**Диплом лауреатов Нобелевской премии,
врученный Пьеру и Марии Кюри**



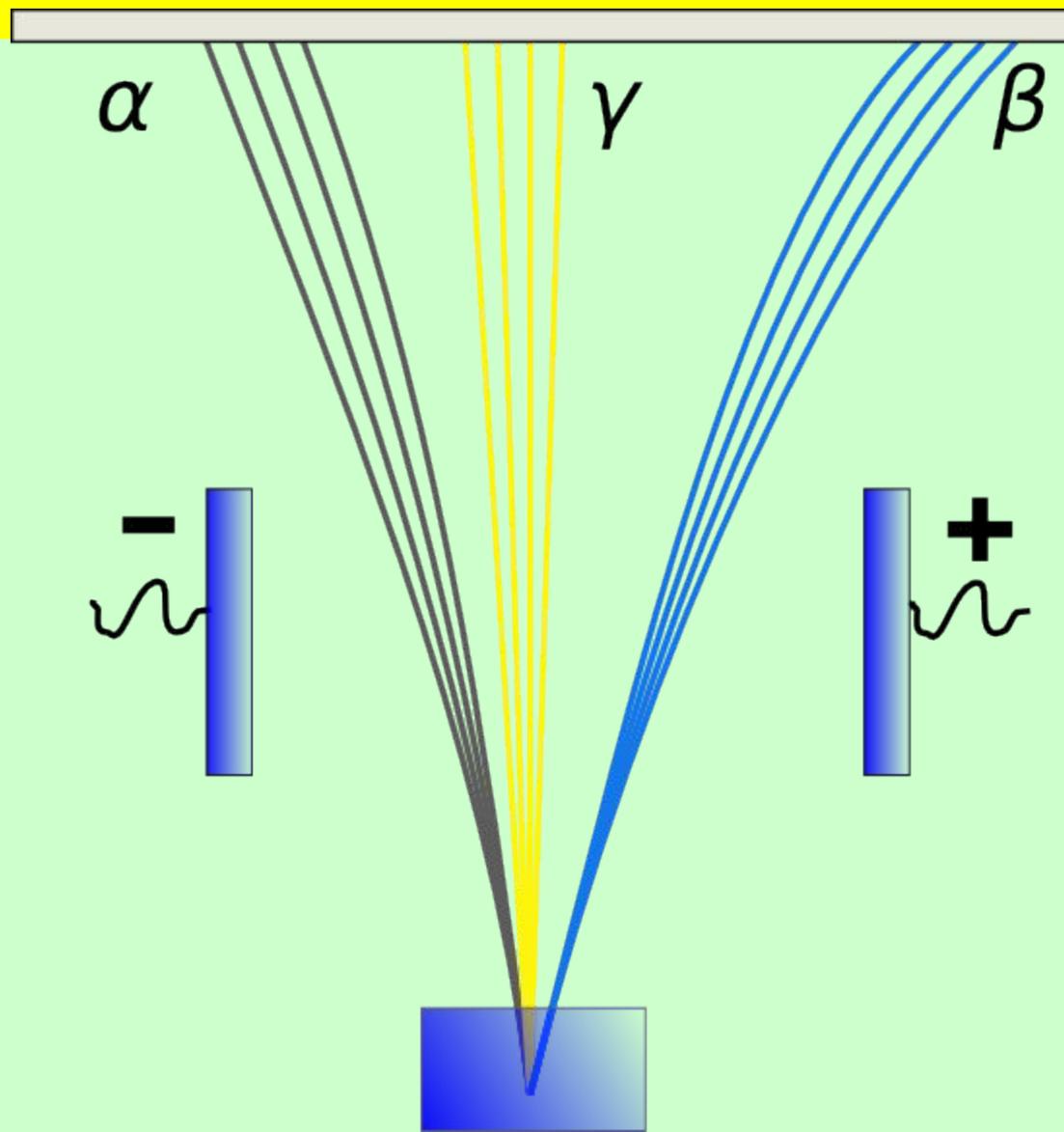
В 1903 году за
открытия в области
радиоактивности
супругам Кюри и А.
Беккерелю была
присуждена
Нобелевская премия
по физике.

После открытия радиоактивных элементов началось исследование физической природы их излучения. Кроме Беккереля и супругов Кюри, этим занялся Резерфорд.

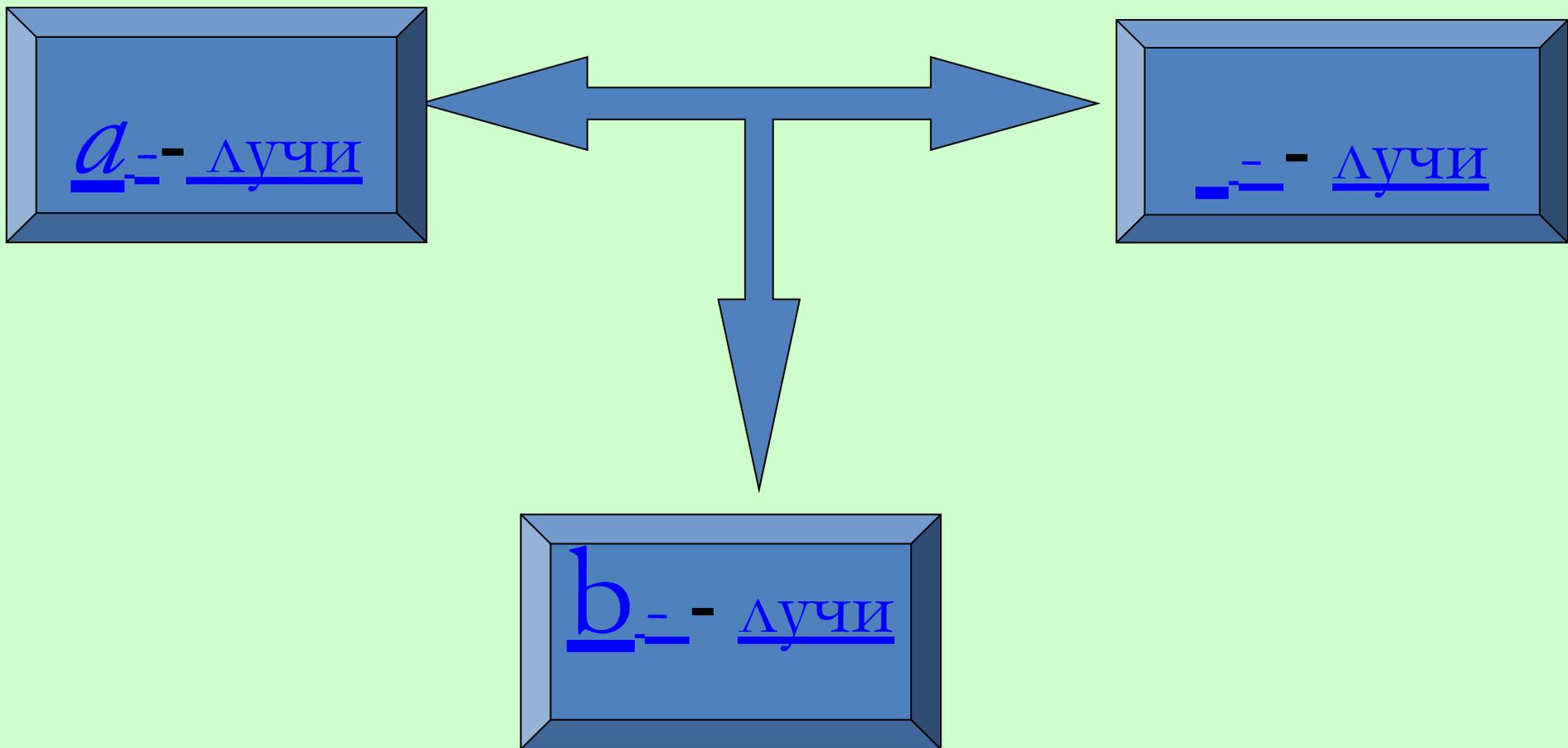


В 1898 г. Резерфорд приступил к изучению явления радиоактивности. Первым его фундаментальным открытием в этой области было обнаружение неоднородности излучения, испускаемого радием.

ОПЫТЫ РЕЗЕРФОРДА



ВИДЫ РАДИОАКТИВНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ



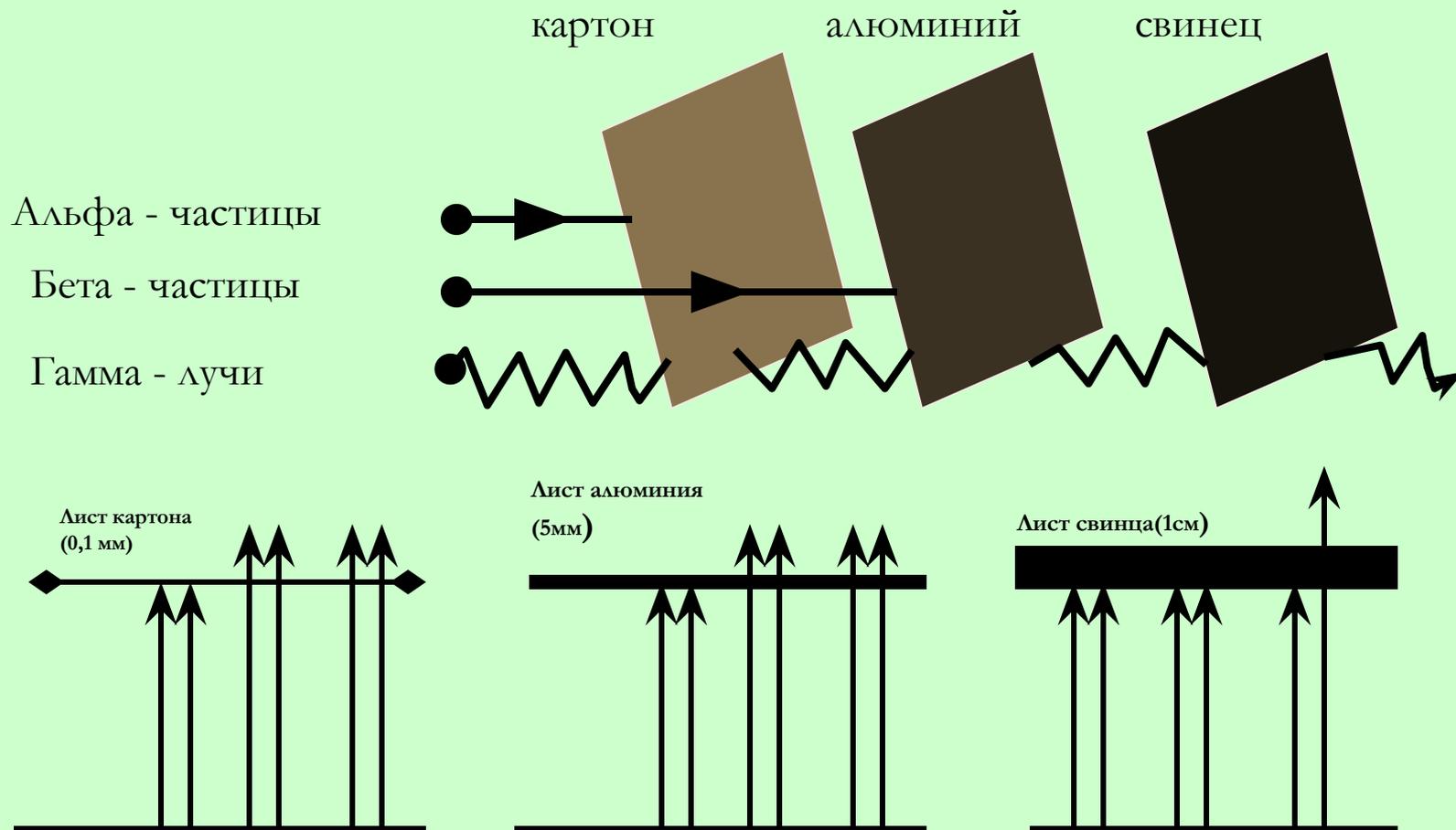
α - частица – ядро атома гелия. α -лучи обладают наименьшей проникающей способностью. Слой бумаги толщиной около 0,1 мм для них уже не прозрачен. Слабо отклоняются в магнитном поле.

У α -частицы на каждый из двух элементарных зарядов приходится две атомные единицы массы. Резерфорд доказал, что при радиоактивном α - распаде образуется гелий.

β - β - частицы представляют собой электроны, движущиеся со скоростями, очень близкими к скорости света. Они сильно отклоняются как в магнитном, так и в электрическом поле. β - лучи гораздо меньше поглощаются при прохождении через вещество. Алюминиевая пластинка полностью их задерживает только при толщине в несколько миллиметров.

- лучи представляют собой электромагнитные волны. По своим свойствам очень сильно напоминают рентгеновские, но только их проникающая способность гораздо больше, чем у рентгеновских лучей. Не отклоняются магнитным полем. Обладают наибольшей проникающей способностью. Слой свинца толщиной в 1 см не является для них непреодолимой преградой. При прохождении γ – лучей через такой слой свинца их интенсивность убывает лишь вдвое.

ПРОНИКАЮЩАЯ СПОСОБНОСТЬ РАДИОАКТИВНЫХ ИЗЛУЧЕНИЙ



Испуская α – и β - излучение, атомы радиоактивного элемента изменяются, превращаясь в атомы нового элемента.

В этом смысле испускание радиоактивных излучений называют *радиоактивным распадом*.

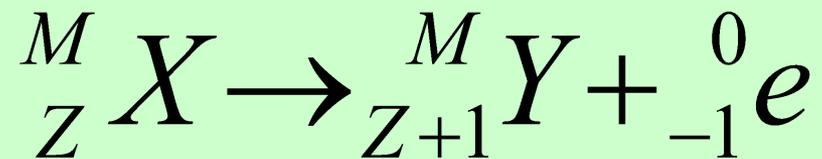
Правила, указывающие смещение элемента в периодической системе, вызванное распадом, называются *правилами смещения*.

ПРАВИЛА СМЕЩЕНИЯ

— — распадом называется самопроизвольный распад атомного ядра на α – частицу (ядро атома гелия ${}^4_2\text{He}$) и ядро-продукт. Продукт α – распада оказывается смещенным на две клетки к началу периодической системы Менделеева.

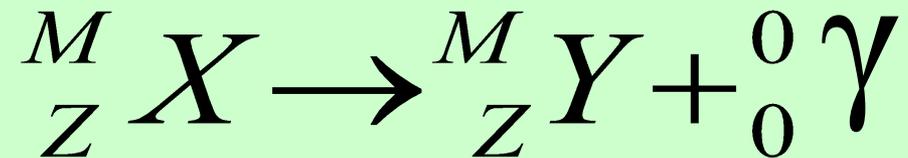


β – распадом называется самопроизвольное превращение атомного ядра путем испускания электрона. Ядро – продукт β -распада оказывается ядром одного из изотопов элемента с порядковым номером в таблице Менделеева на единицу большим порядкового номера исходного ядра.



— — излучение — излучение не
сопровождается

изменением заряда; масса же ядра меняется
ничтожно мало.



ЯДЕРНЫЕ РЕАКЦИИ

- **Ядерные реакции** – реакции взаимодействия ядер или элементарных частиц и ядер, результатом чего является образование частиц, отличных от исходных.



A – исходное ядро, a – частичка, которая бомбардирует; b – частичка, которая испускается, - B ядро продукт

- Энергия, которая выделяется вследствие ядерной реакции называется энергетическим выходом ядерной реакции ΔW .

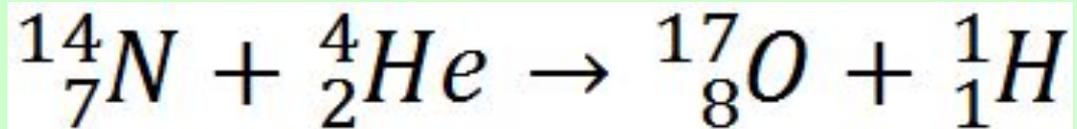
$$\Delta W = \Delta m c^2$$

$$\Delta W = \Delta m \cdot 931,5 \text{ МэВ/а.е.м.}$$

$$\Delta m = m_1 - m_2$$

m_1 – масса частиц до реакции

m_2 – масса частиц после реакции



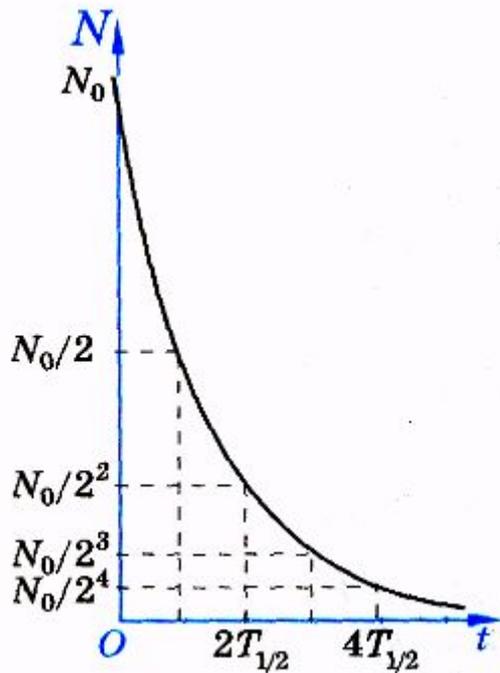
РАДИОАКТИВНЫЙ РАСПАД

Радиоактивный распад – радиоактивное (самопроизвольное) превращение исходного (материнского) ядра в новые (дочерние) ядра.

Для каждого радиоактивного вещества существует определенный интервал времени, на протяжении которого активность убывает в два раза.

ПЕРИОД ПОЛУРАСПАДА

Период полураспада T – это время, в течение которого распадается половина наличного числа радиоактивных атомов.



$$N = N_0 2^{-\frac{t}{T_{1/2}}}$$

N_0 – число радиоактивных атомов в начальный момент времени.

N – число нераспавшихся атомов в любой момент времени.

Период полураспада некоторых элементов

Элемент	Период полураспада
уран	4,5 млрд. лет
торий	10^{10} лет
Радий	1620 лет
висмут (210)	5 дней
полоний(218)	3 минуты
полоний(214)	10^{-6} секунд

АКТИВНОСТЬ РАДИОНУКЛИДА

Активность любого радиоактивного вещества показывает, сколько радиоактивных распадов происходит в этом веществе за единицу времени.

$$A = \lambda N$$

- A - активность
- λ – постоянная радиоактивного распада
- N - количество атомов радионуклида

В СИ активность измеряется в **беккерелях 1 Бк**

Внесистемная единица кюри (Ки)
1 Ки = $3,7 \cdot 10^{10}$ Бк

ПРИМЕНЕНИЕ ЗАКОНА РАДИОАКТИВНОГО РАСПАДА



Задача

Написать ядерную реакцию, происходящую при бомбардировке алюминия ${}_{13}^{27}\text{Al}$ α -частицами и сопровождающуюся выбиванием протона.