

# 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 <b>Au</b> Аурум Золото	80 200,59 <b>Hg</b> Hydrargyrum Ртуть	81 204,383 <b>Tl</b> Thallium Таллий	82 207,2 <b>Pb</b> Plumbum Свинец	83 208,9804 <b>Bi</b> Bismuthum Висмут	84 [209] <b>Po</b> Polonium Полоний	85 [210] <b>At</b> Astatium Астат	86 [222] <b>Rn</b> Radon Радон							
7	87 [223] <b>Fr</b> Francium Франций	88 [226] <b>Ra</b> Radium Радий	89 [227] <b>Ac**</b> Actinium Актиний	104 [261] <b>Rf</b> Rutherfordium Резерфордий	105 [262] <b>Db</b> Dubnium Дубний	106 [263] <b>Sg</b> Seaborgium Сиборгий	107 [262] <b>Bh</b> Bohrium Борий	108 [265] <b>Hs</b> Hassium Хассий	109 [266] <b>Mt</b> Meitnerium Мейтнерий	110 [ ]					
ВЫСШИЕ ОКСИДЫ	$R_2O$	$RO$	$R_2O_3$	$RO_2$	$R_2O_5$	$RO_3$	$R_2O_7$	$RO_4$							
ЛЕТУЧИЕ ВОДОРОДНЫЕ СОЕДИНЕНИЯ				$RH_4$	$RH_3$	$RH_2$	$RH$								
ЛАНТАНОИДЫ *	58 140,12 <b>Ce</b> Cerium Церий	59 140,9077 <b>Pr</b> Praseodymium Прозодим	60 144,24 <b>Nd</b> Neodymium Неодим	61 [145] <b>Pm</b> Promethium Прометий	62 150,36 <b>Sm</b> Samarium Самарий	63 151,96 <b>Eu</b> Europium Европий	64 157,25 <b>Gd</b> Gadolinium Гадолиний	65 158,9254 <b>Tb</b> Terbium Тербий	66 162,50 <b>Dy</b> Dysprosium Диспрозий	67 164,9304 <b>Ho</b> Holmium Гольмий	68 167,26 <b>Er</b> Erbium Эрбий	69 168,9342 <b>Tm</b> Thulium Тулий	70 173,04 <b>Yb</b> Ytterbium Иттербий	71 174,967 <b>Lu</b> Lutetium Лютеций	
АКТИНОИДЫ **	90 232,0381 <b>Th</b> Thorium Торий	91 [231] <b>Pa</b> Protactinium Протактиний	92 238,0289 <b>U</b> Uranium Уран	93 [237] <b>Np</b> Neptunium Нептуний	94 [244] <b>Pu</b> Plutonium Плутоний	95 [243] <b>Am</b> Americium Америций	96 [247] <b>Cm</b> Curium Кюрий	97 [247] <b>Bk</b> Berkelium Берклий	98 [251] <b>Cf</b> Californium Калифорний	99 [252] <b>Es</b> Einsteinium Эйнштейний	100 [257] <b>Fm</b> Fermium Фермий	101 [258] <b>Md</b> Mendelevium Менделевий	102 259,1009 <b>No</b> Nobelium Нобелий	103 260,1054 <b>Lr</b> Lawrencium Лоуренсий	

РЯД АКТИВНОСТИ  
МЕТАЛЛОВ

Li, K, Ba, Ca, Na, Mg, Al, Be, Mn, Zn, Cr, Fe, Cd, Co, Ni, Sn, Pb, H<sub>2</sub>, 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.

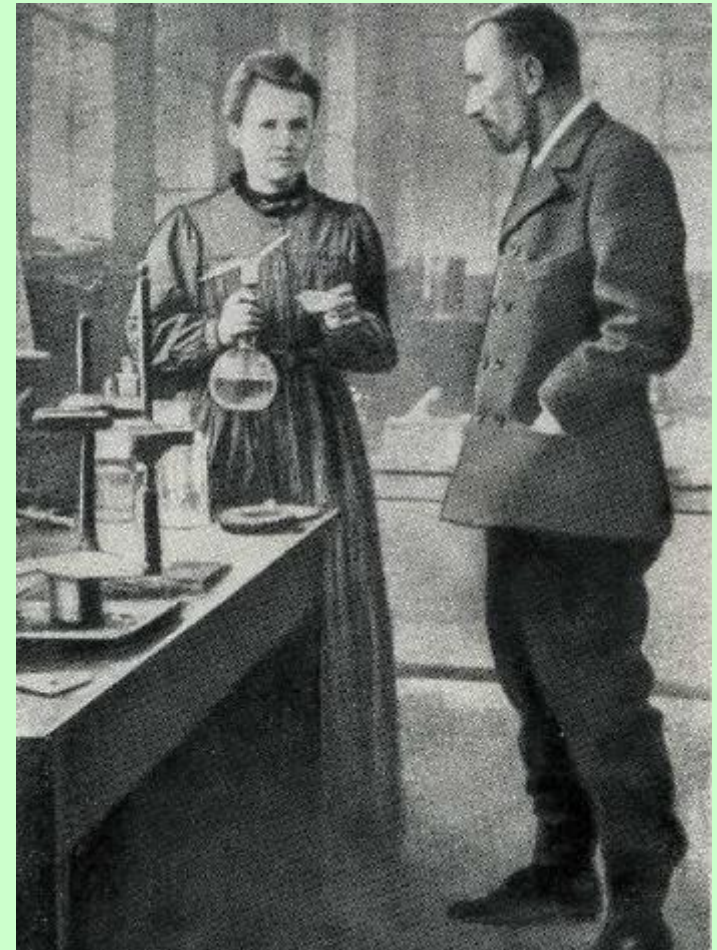
Теперь эти явления определяют как самопроизвольное превращение неустойчивого изотопа одного химического элемента в изотоп другого элемента; при этом происходит испускание электронов, протонов, нейтронов или ядер гелия ( $\alpha$ -частиц).

# СУПРУГИ КЮРИ

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

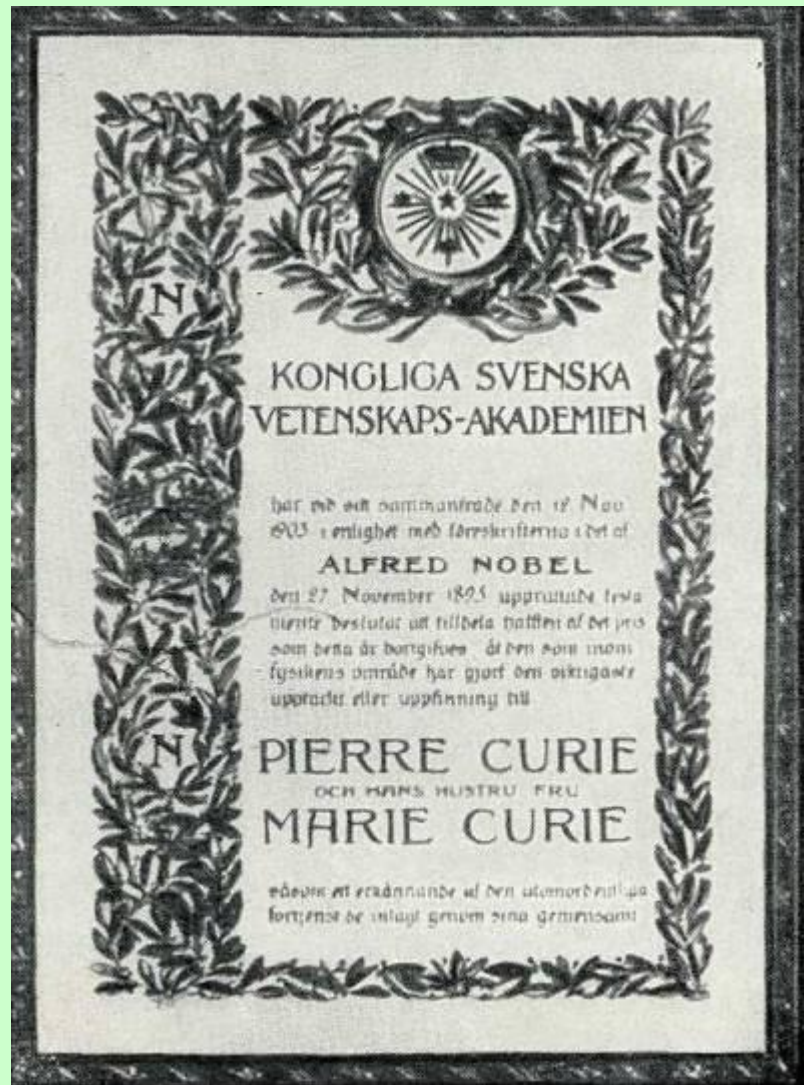
*радиоактивности.*

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.

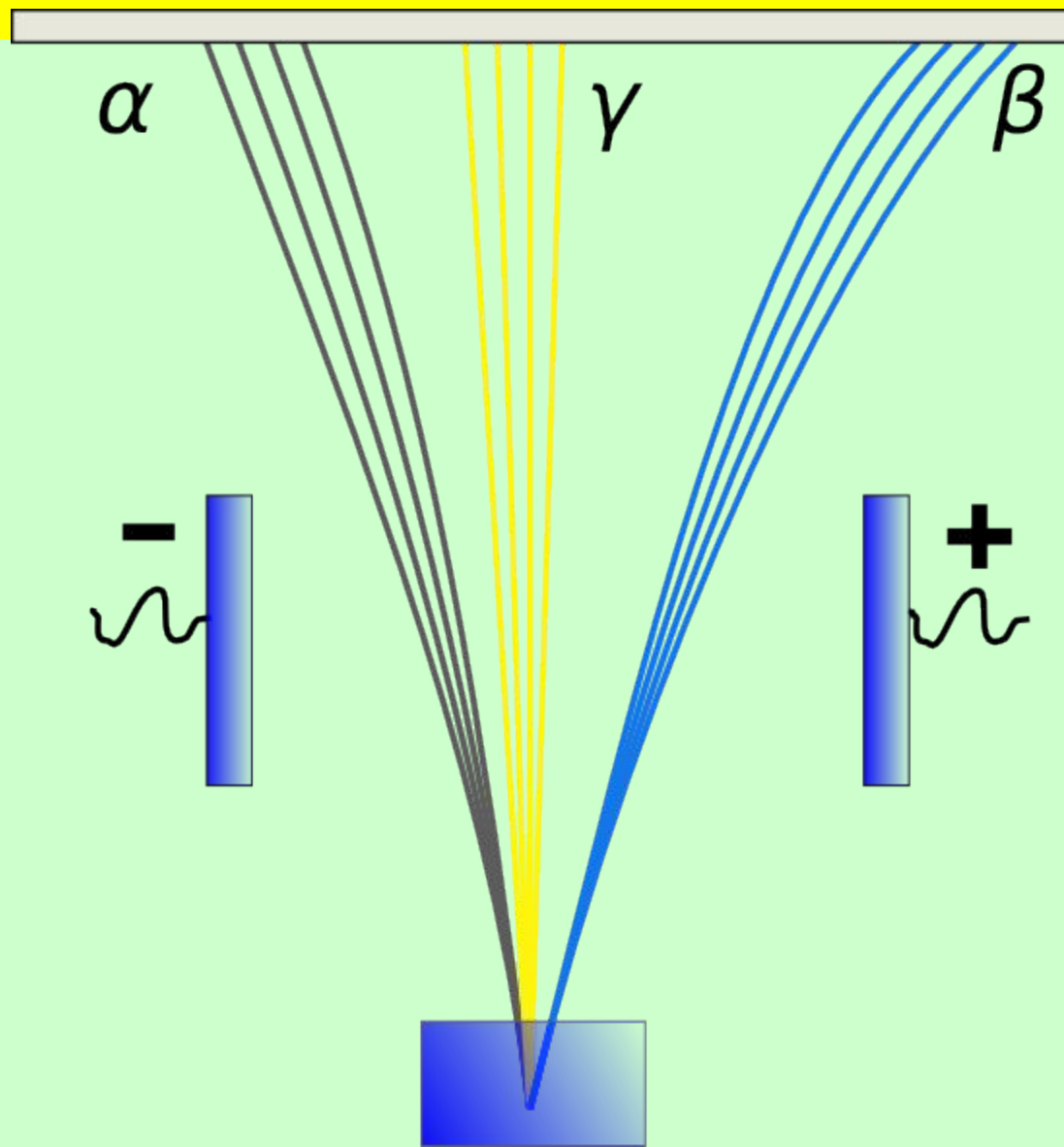


После открытия радиоактивных элементов началось исследование физической природы их излучения. Кроме Беккереля и супругов Кюри, этим занялся Резерфорд.

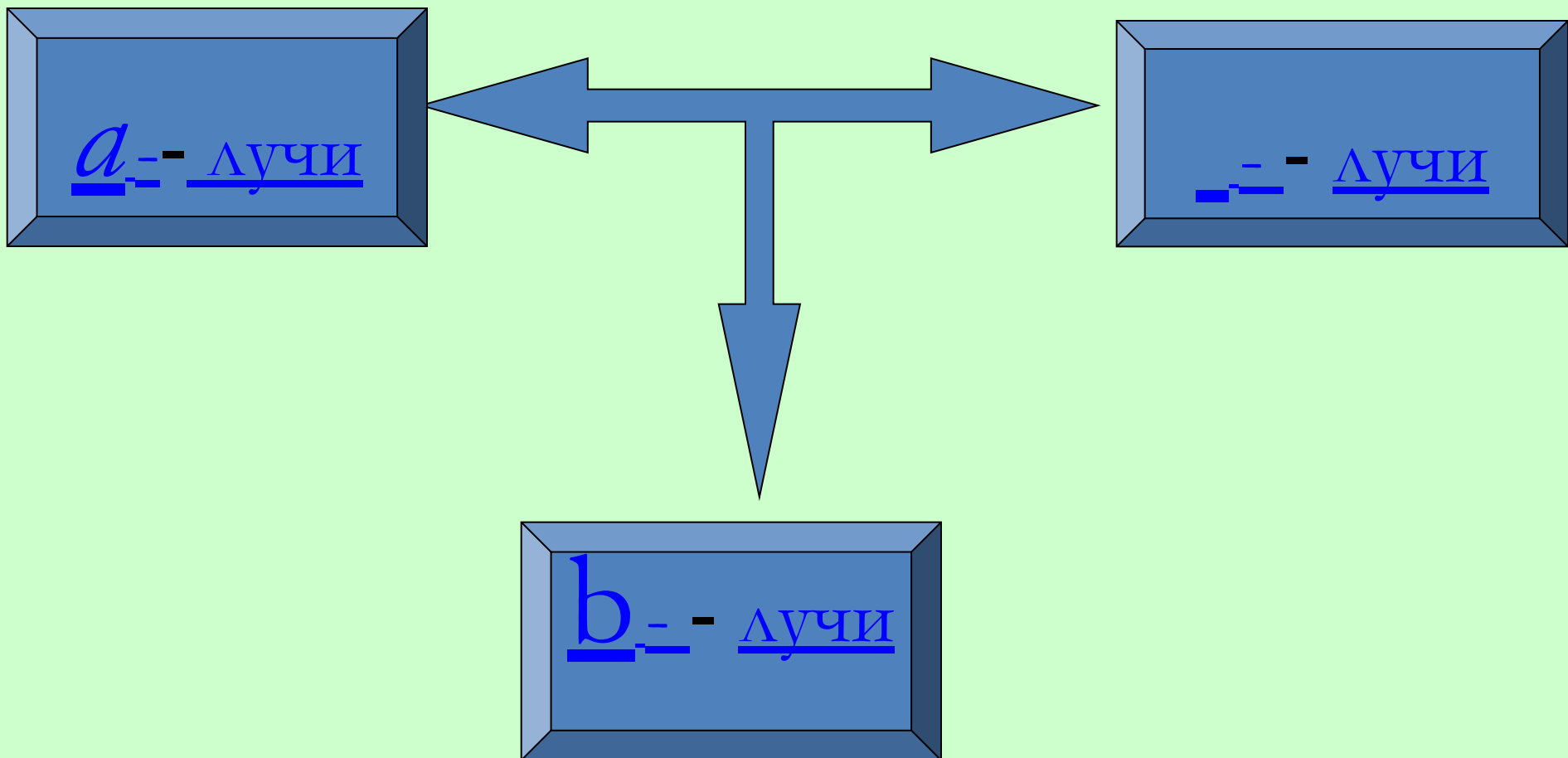


В 1898 г. Резерфорд приступил к изучению явления радиоактивности. Первым его фундаментальным открытием в этой области было обнаружение неоднородности излучения, испускаемого радием.

# ОПЫТЫ РЕЗЕРФОРДА



# ВИДЫ РАДИОАКТИВНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ



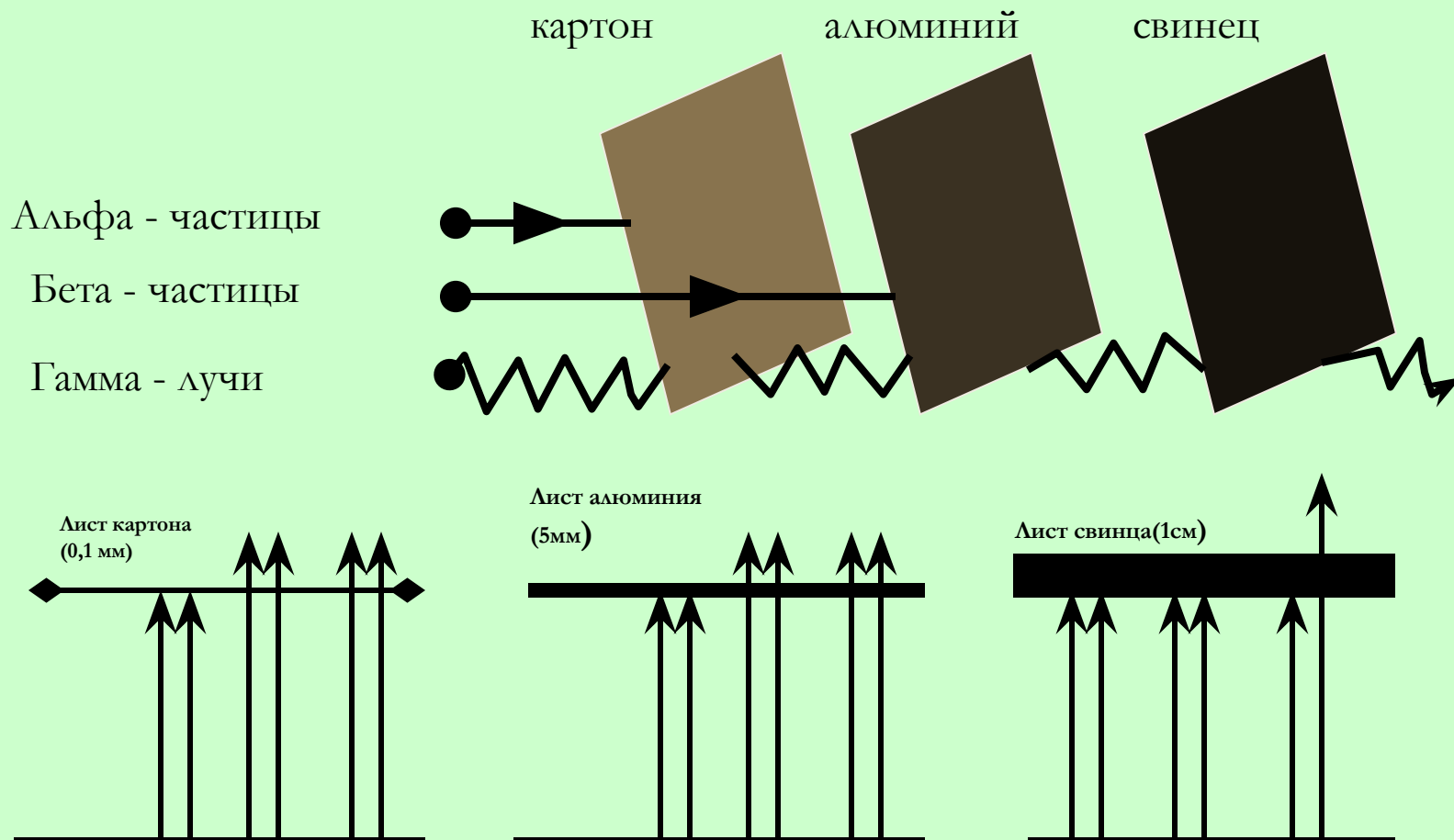
$\alpha$  - частица – ядро атома гелия.  $\alpha$ -лучи обладают наименьшей проникающей способностью. Слой бумаги толщиной около 0,1 мм для них уже не прозрачен. Слабо отклоняются в магнитном поле.

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

$\beta$  -  $\beta$  - частицы представляют собой электроны, движущиеся со скоростями, очень близкими к скорости света. Они сильно отклоняются как в магнитном, так и в электрическом поле.  $\beta$  - 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  $\gamma$  – лучей через такой слой свинца их интенсивность убывает лишь вдвое.

# ПРОНИКАЮЩАЯ СПОСОБНОСТЬ РАДИОАКТИВНЫХ ИЗЛУЧЕНИЙ



Испуская  $\alpha$  – и  $\beta$  - излучение, атомы радиоактивного элемента изменяются, превращаясь в атомы нового элемента.

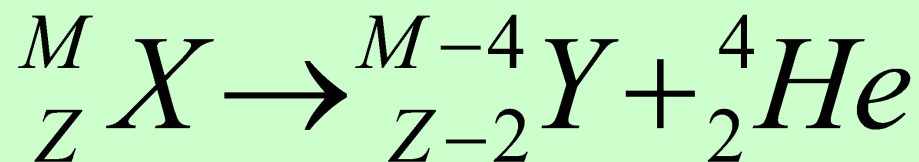
В этом смысле испускание радиоактивных излучений называют *радиоактивным распадом*.

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

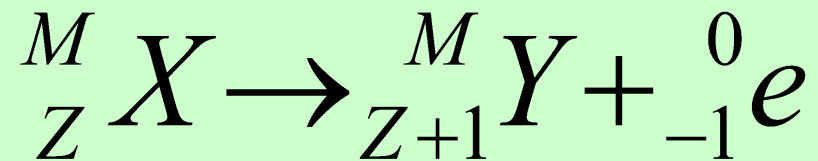


# ПРАВИЛА СМЕЩЕНИЯ

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

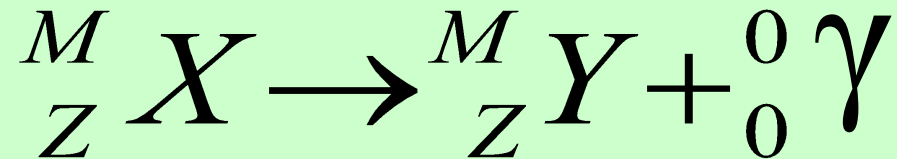


β – распадом называется самопроизвольное превращение атомного ядра путем испускания электрона. Ядро – продукт β -распада оказывается ядром одного из изотопов элемента с порядковым номером в таблице Менделеева на единицу большим порядкового номера исходного ядра.



— — 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  $\Delta W$ .

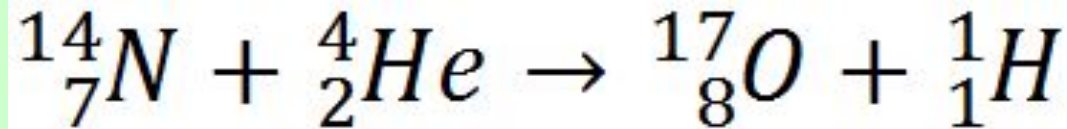
$$\Delta W = \Delta m c^2$$

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

$$\Delta m = m_1 - m_2$$

$m_1$  – масса частиц до реакции

$m_2$  – масса частиц после реакции



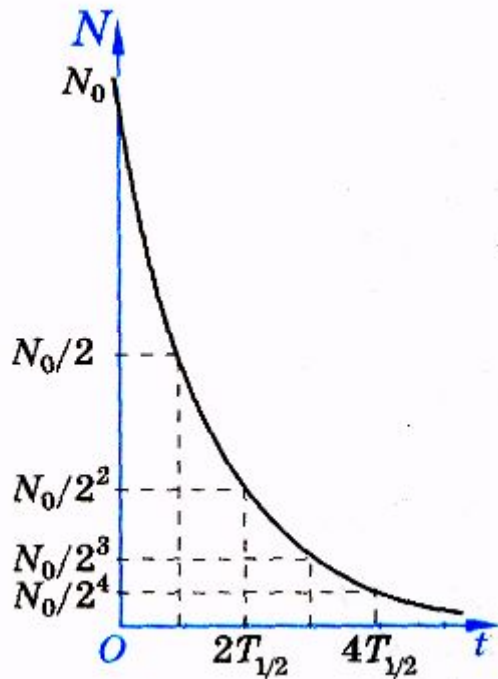
# РАДИОАКТИВНЫЙ РАСПАД

**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
- $\lambda$  – 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  ${}_{13}^{27}\text{Al}$   $\alpha$ -частицами и сопровождающуюся выбиванием протона.