

# РАДИОАКТИВНОСТЬ



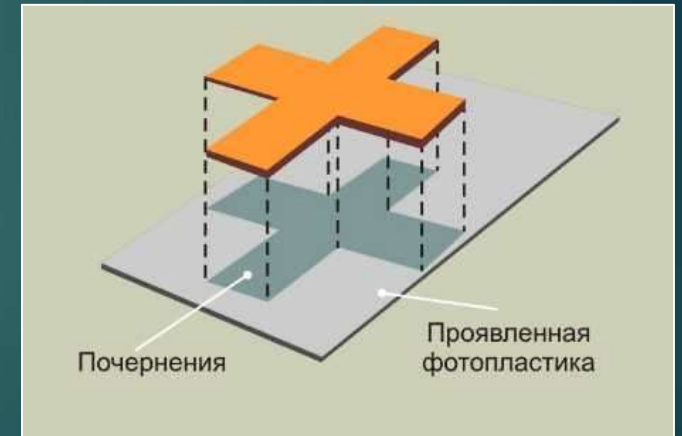


# Открытие радиоактивности



В 1896г. **Анри Беккерель** обнаружил неизвестное ранее невидимое излучение, возникающей без каких-либо внешних воздействий, сильной проникающей способностью, чем рентгеновское излучение.

При проявлении фотопластинки, на которой в некоторое время находился медный крест покрытый солью урана, получилось отчетливое изображение тени креста. Это означало что соль урана **самопроизвольно испускает неизвестное излучение.**



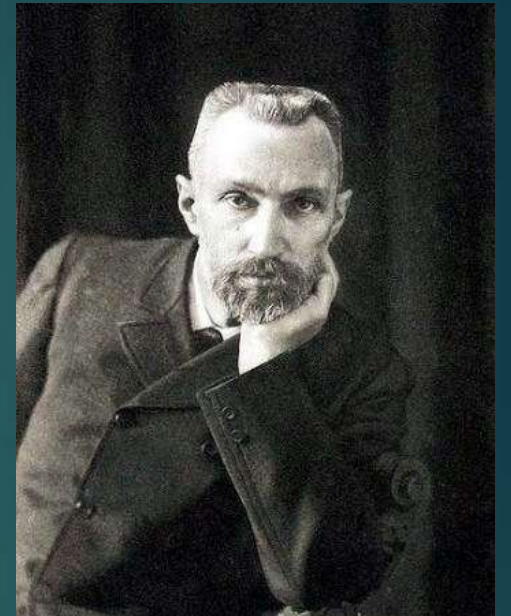


# Исследование радиоактивности



Мария Кюри

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



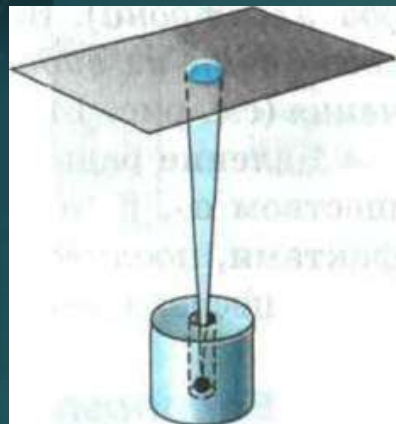
Пьер Кюри



Способность некоторых веществ к самопроизвольному излучению назвали **радиоактивностью**.

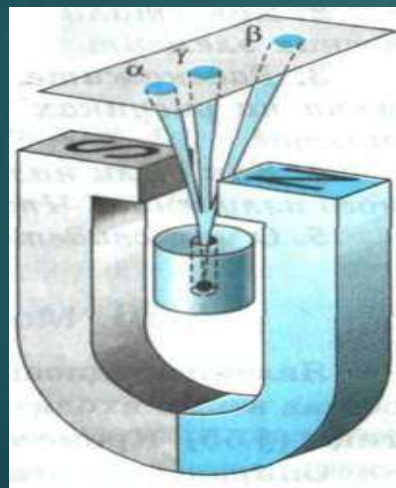


# Экспериментальное исследование



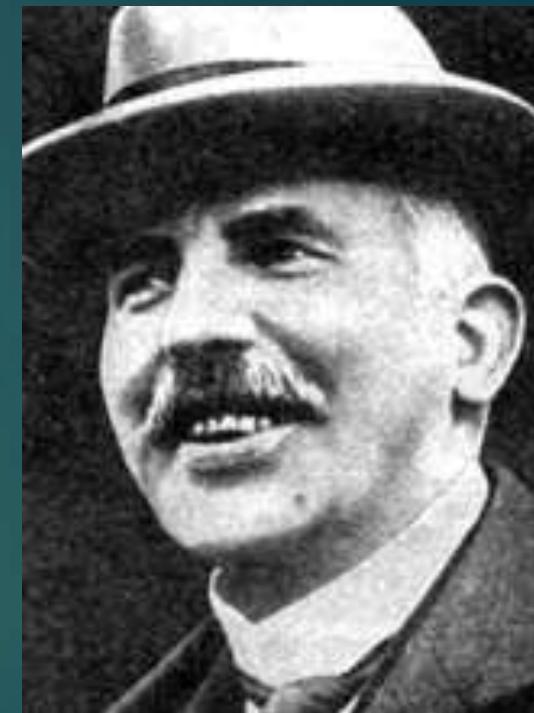
1899 год. Эрнест Резерфорд обнаружил, что радиоактивное излучение неоднородно.

Излучение радия, помещенный в свинцовом сосуде, на фотопленке оставляет **одно темное пятно**.



Если свинцовый сосуд поместить в сильное магнитное поле, то на фотопленке **три пятна**.

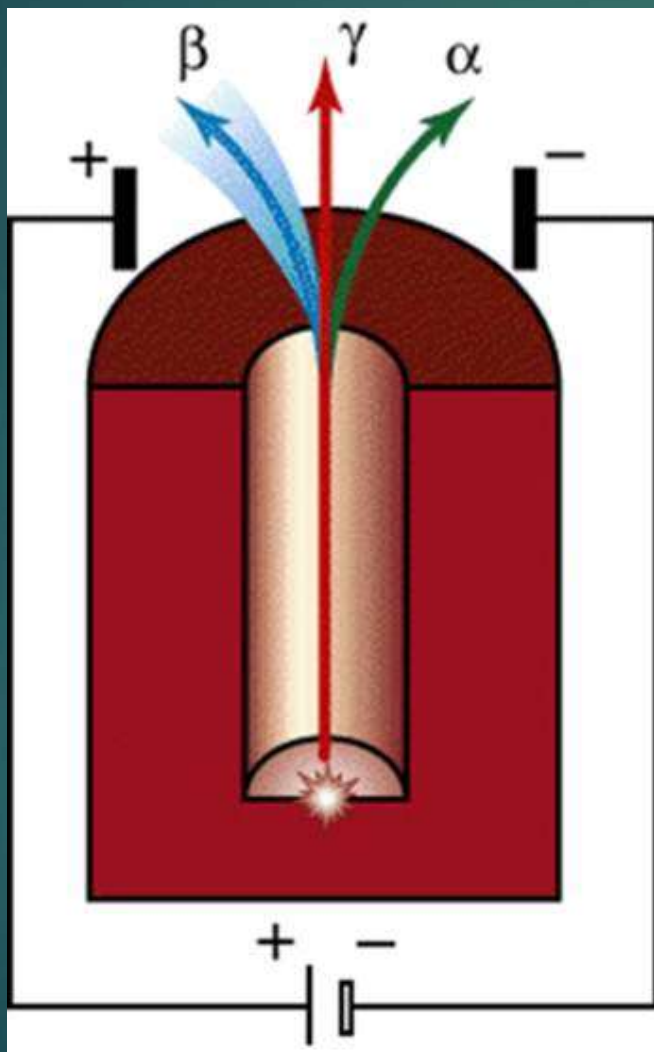
Отклонение в разные стороны от центра указывает на то, что потоки частиц имеют **разные знаки**.

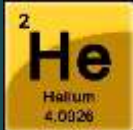






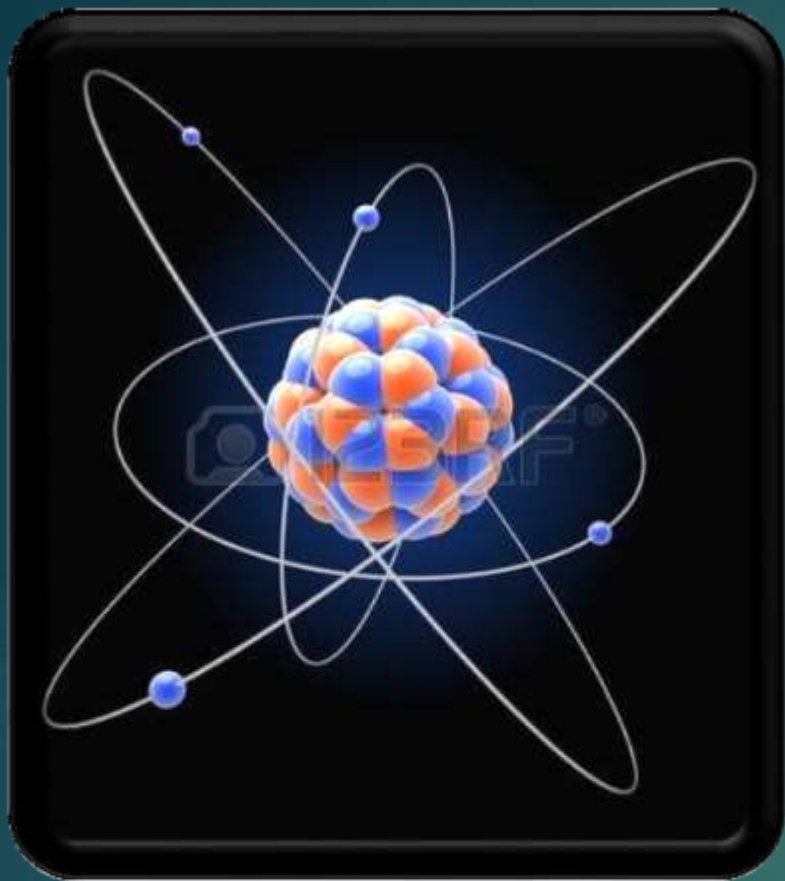
# Экспериментальное исследование



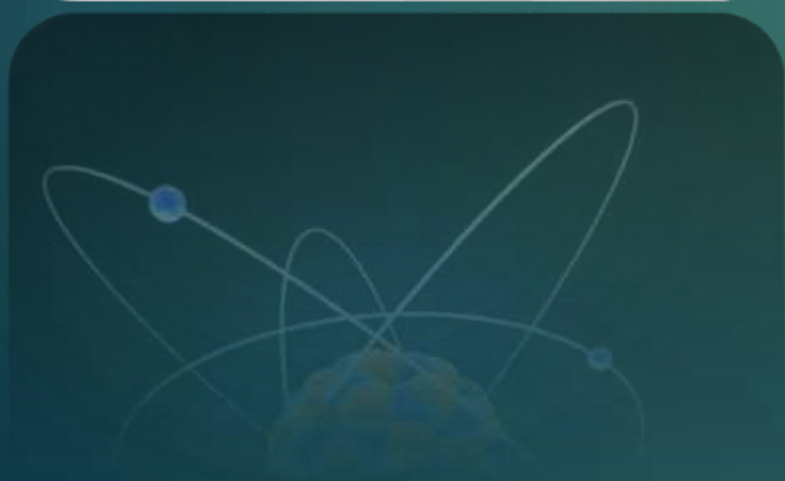
**АЛЬФА - ЧАСТИЦЫ** (*α - частицы*) - положительно заряженные (атом гелия )

**БЕТА-ЧАСТИЦЫ** (*β - частицы*) - отрицательно заряженные частицы (электроны)

**ГАММА - ЧАСТИЦЫ** или **ГАММА - ИЗЛУЧЕНИЕ** - (*γ - кванты*) - нейтральные частицы.  
(коротковолновое электромагнитное излучение с длиной волны меньше  $2 \cdot 10^{-8}$  м)

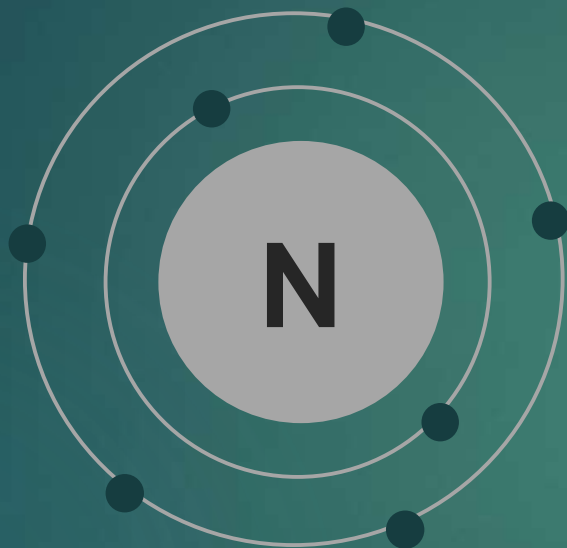


# СОСТАВ АТОМНОГО ЯДРА

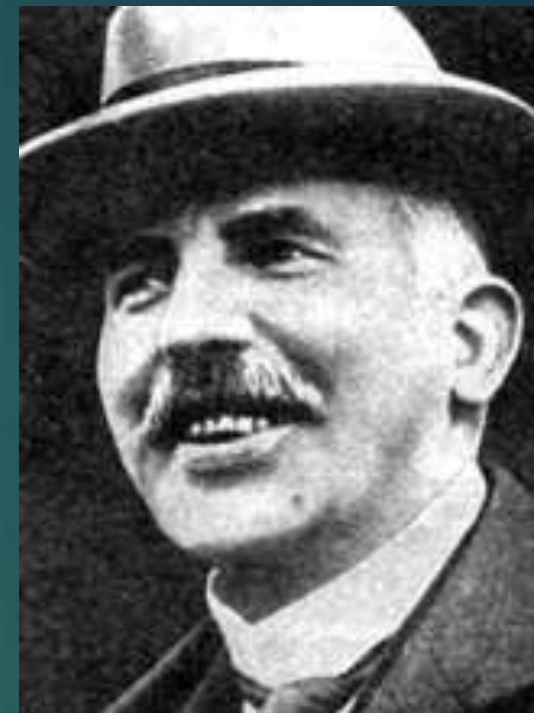




# Опыт Резерфорда



$$m_p = 1,6726 \cdot 10^{-27} \text{ кг}$$

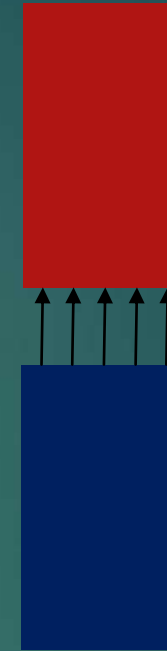
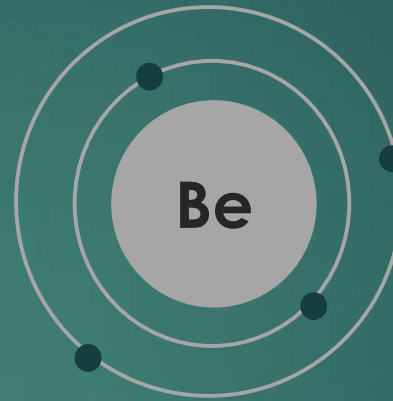


При облучении  *$\alpha$  – частицами* ядер атома азота и других элементов происходило расщепление атомных ядер, которое сопровождалось вылетом ядер водорода.

Впоследствии эти частицы, которые входят в состав ядра, назвали *протонами (p)*.



# Открытие нейтрона



$$m_n = 1,6749 \cdot 10^{-27} \text{ кг}$$

**Джеймс Чедвик**, ученик Резерфорда, экспериментально доказал, что существует еще одна частица, входящая в состав ядра. При бомбардировке *α – частицами* атома бериллия возникало излучение, которое не отклонялось ни электрическим, ни магнитным полем. Эти частицы назвали *нейтронами (n)*.





# Нуклоны



1932 г. Русский физик Д.Д. Иваненко и немецкий физик В. Гейзенберг предложили **протонно-нейтронную модель ядра**.

Эти частицы связаны между собой особыми **ядерными силами**, которые действуют на очень малых расстояниях.

Впоследствии протоны и нейтроны получили общее название – **нуклоны**.



# Зарядовое и массовое числа

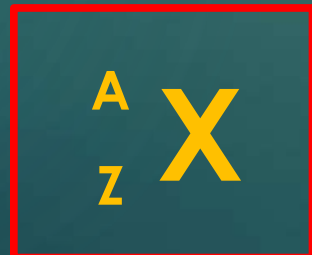
Атом электрически **нейтральная** частица. Число электронов атома равно числу протонов в ядре.

**Число протонов** в ядре равно порядковому номеру элемента в таблице Менделеева и называется **зарядовым числом Z**.

**Общее число нуклонов** в ядре называют **массовым числом A**.

$$A = Z + N$$

Условная запись химического элемента:



Зарядовое число – 8  
Число нейтронов – 8  
Массовое число – 16



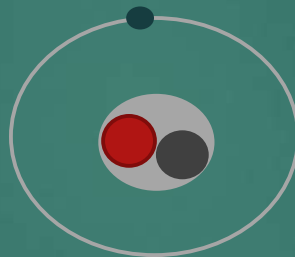
# ИЗОТОПЫ

Одни и те же химические элементы при одинаковом числе протонов могут иметь в ядре разное число нейтронов. Такие элементы называют **ИЗОТОПАМИ**.

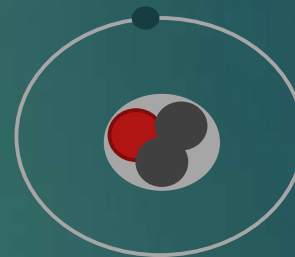
Атом водорода.



Зарядовое число – 1  
Число нейтронов - 0  
Массовое число – 1



Зарядовое число – 1  
Число нейтронов - 1  
Массовое число – 2  
**Дейтерий**

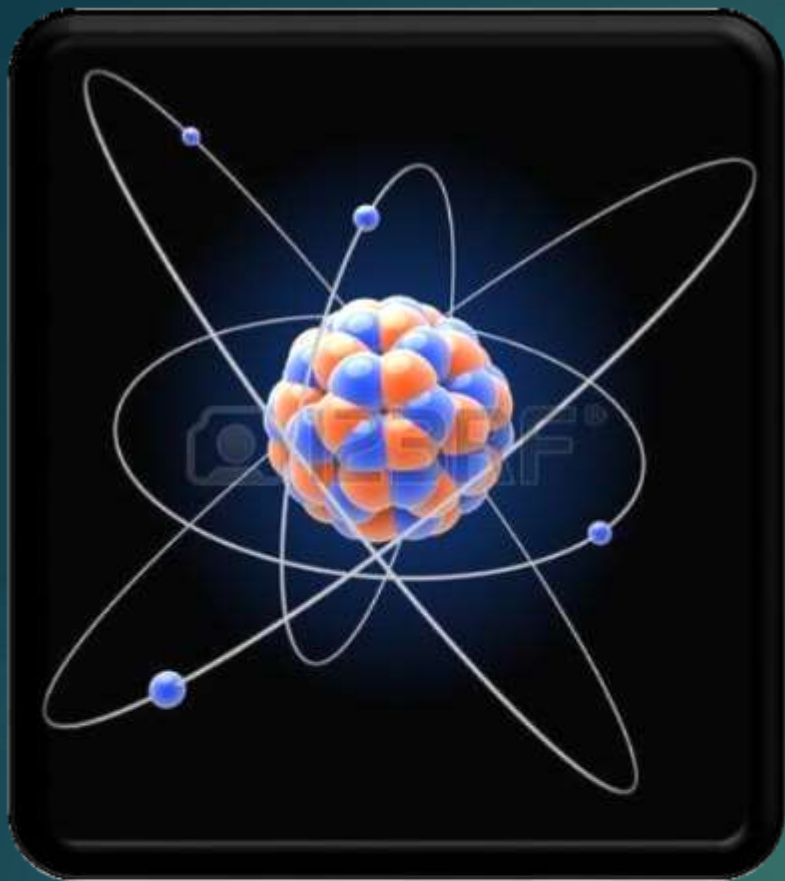


Зарядовое число – 1  
Число нейтронов - 2  
Массовое число – 3  
**Тритий**



## Домашнее задание:

1. Прочитать § 55.
2. Задание 44 (вопросы 3, 4, 5)



# РАДИОАКТИВНЫЕ ПРЕВРАЩЕНИЯ





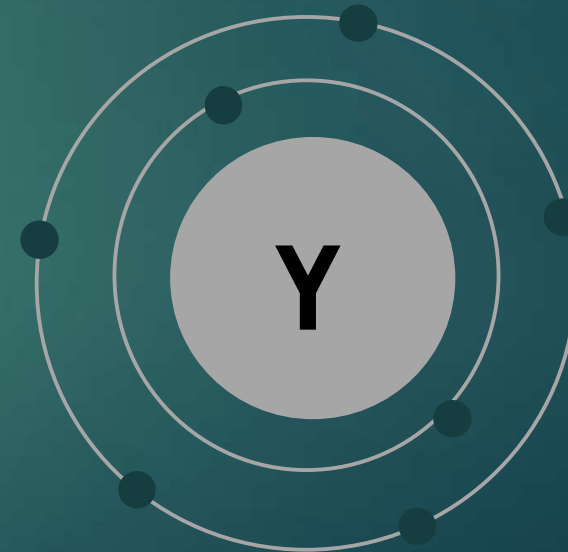
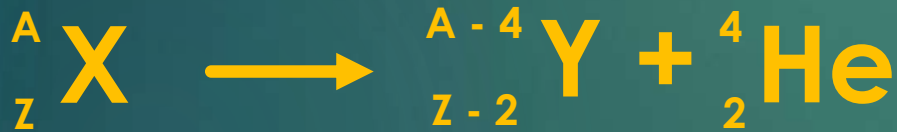


# Радиоактивный распад

Радиоактивное превращение одних ядер в другие называют **радиоактивным распадом**.

Два вида радиоактивных распадов:

1. **Альфа – распад**. Радиоактивное ядро **X** превращается в новое ядро **Y**, испуская при этом  **$\alpha$  – частицу**. ( ${}^4_2\text{He}$ )



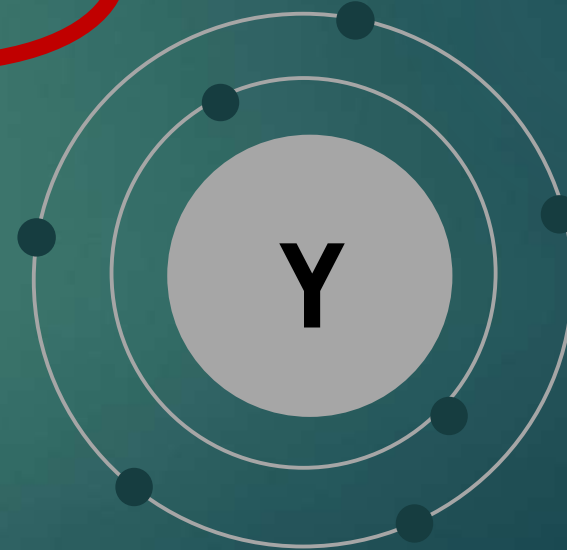
Элемент смещается на 2 клетки к началу таблицы Д.И. Менделеева.




2. При **Бета – распаде** из ядра **X** вылетает **электрон**  ${}_{-1}^0e$ .  
Ядро превращается в новое ядро **Y**.



Изотоп углерода превращается в ядро атома азота.  
Элемент смещается на одну клетку к концу таблицы Д.И. Менделеева.





		Периодическая система химических элементов Д. И. Менделеева						VII (H)		VIII					
1	1	<b>H</b> 1 1,00794 водород	Д. И. Менделеева						2	<b>He</b> 4,002602 гелий	 Периодический закон открыт Д.И. Менделеевым в 1869 г.				
2	2	<b>Li</b> 3 6,941 литий	<b>Be</b> 4 9,01218 бериллий	<b>B</b> 5 10,811 бор	<b>C</b> 6 12,011 углерод	<b>N</b> 7 14,0067 азот	<b>O</b> 8 15,9994 кислород	9	<b>F</b> 9 18,998403 фтор	10			<b>Ne</b> 20,179 неон		
3	3	<b>Na</b> 11 22,98977 натрий	<b>Mg</b> 12 24,305 магний	<b>Al</b> 13 26,98154 алюминий	<b>Si</b> 14 28,0855 кремний	<b>P</b> 15 30,97376 фосфор	<b>S</b> 16 32,066 сера	17	<b>Cl</b> 17 35,453 хлор	18			<b>Ar</b> 39,948 аргон		
4	4	<b>K</b> 19 39,0983 калий	<b>Ca</b> 20 40,078 кальций	<b>Sc</b> 21 44,95591 скандий	<b>Ti</b> 22 47,88 титан	<b>V</b> 23 50,9415 ванадий	<b>Cr</b> 24 51,9961 хром	25	<b>Mn</b> 25 54,9380 марганец	26			<b>Fe</b> 26 55,847 железо	27	<b>Co</b> 27 58,9332 кобальт
5	5	29 <b>Cu</b> 63,546 медь	30 <b>Zn</b> 65,39 цинк	31 <b>Ga</b> 69,723 галлий	32 <b>Ge</b> 72,59 германий	33 <b>As</b> 74,9216 мышьяк	34 <b>Se</b> 78,96 селен	35 <b>Br</b> 79,904 бром	36 <b>Kr</b> 83,80 криптон						
6	6	<b>Rb</b> 37 85,4678 рубидий	<b>Sr</b> 38 87,62 стронций	<b>Y</b> 39 88,9059 иттрий	<b>Zr</b> 40 91,224 цирконий	<b>Nb</b> 41 92,9064 ниобий	<b>Mo</b> 42 95,94 молибден	43	<b>Tc</b> 43 [98] технеций	44	<b>Ru</b> 44 101,07 рутений	45	<b>Rh</b> 45 102,9055 родий	46	<b>Pd</b> 46 106,42 палладий
7	7	47 <b>Ag</b> 107,8682 серебро	48 <b>Cd</b> 112,41 кадмий	49 <b>In</b> 114,82 индий	50 <b>Sn</b> 118,710 олово	51 <b>Sb</b> 121,75 сурьма	52 <b>Te</b> 127,60 теллур	53	<b>I</b> 53 126,9045 йод	54	<b>Xe</b> 131,29 ксенон				
8	8	<b>Cs</b> 55 132,9054 цезий	<b>Ba</b> 56 137,33 барий	<b>La*</b> 57 138,9055 лантан	<b>Hf</b> 72 178,49 гафний	<b>Ta</b> 73 180,9479 тантал	<b>W</b> 74 183,85 вольфрам	75	<b>Re</b> 75 186,207 рений	76	<b>Os</b> 76 190,2 осмий	77	<b>Ir</b> 77 192,22 иридий	78	<b>Pt</b> 78 195,08 платина
9	9	79 <b>Au</b> 196,9665 золото	80 <b>Hg</b> 200,59 ртуть	81 <b>Tl</b> 204,383 таллий	82 <b>Pb</b> 207,2 свинец	83 <b>Bi</b> 208,9804 висмут	84 <b>Po</b> [209] полоний	85	<b>At</b> 85 [210] астат	86	<b>Rn</b> [222] радон				
10	10	<b>Fr</b> 87 [223] франций	<b>Ra</b> 88 [226] радий	<b>Ac**</b> 89 [227] актиний	<b>Rf</b> 104 [261] резерфордий	<b>Db</b> 105 [262] дубний	<b>Sg</b> 106 [263] сигборгий	107	<b>Bh</b> 107 [262] борий	108	<b>Hs</b> 108 [265] гасий	109	<b>Mt</b> 109 [266] майтнерий	110	<b>Ds</b> 110 [271] дармштадтий
11	11	111 <b>Rg</b> [272] рентгений	112 <b>Uub</b> [285] унунбий	113 <b>(Uut)</b> [ ] унунтрий	114 <b>Uuq</b> [287] унунквадий	115 <b>(Uup)</b> [ ] унунпентий	116 <b>Uuh</b> [292] унунгексий	117 <b>(Uus)</b> [ ] унунсептий	118	<b>Uuo</b> [293] унуноктий					

\* Лантаноиды

<b>Ce</b> 58 140,12 церий	<b>Pr</b> 59 140,9077 празеодим	<b>Nd</b> 60 144,24 неодим	<b>Pm</b> 61 [145] прометий	<b>Sm</b> 62 150,36 самарий	<b>Eu</b> 63 151,96 европий	<b>Gd</b> 64 157,25 гадолиний	<b>Tb</b> 65 158,9254 тербий	<b>Dy</b> 66 162,50 диспрозий	<b>Ho</b> 67 164,9304 гольмий	<b>Er</b> 68 167,26 эрбий	<b>Tm</b> 69 168,9342 тулий	<b>Yb</b> 70 173,04 иттербий	<b>Lu</b> 71 174,967 лютеций
---------------------------------	---------------------------------------	----------------------------------	-----------------------------------	-----------------------------------	-----------------------------------	-------------------------------------	------------------------------------	-------------------------------------	-------------------------------------	---------------------------------	-----------------------------------	------------------------------------	------------------------------------

\*\* Актиноиды

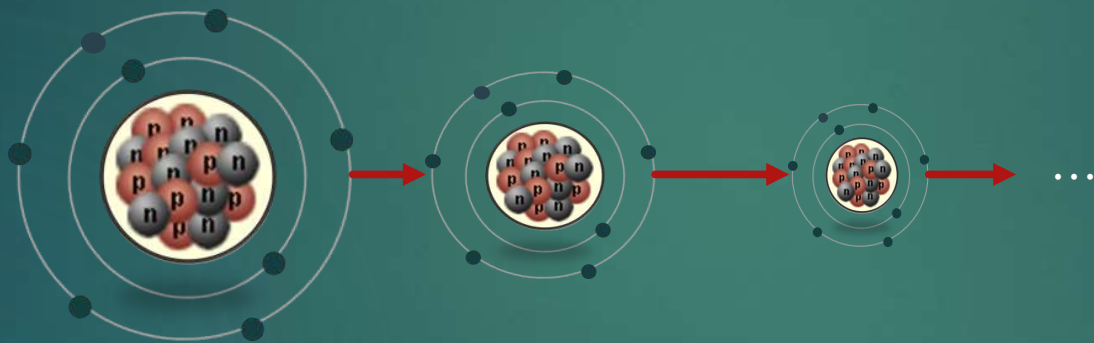
<b>Th</b> 90 232,0381 торий	<b>Pa</b> 91 [231] протактиний	<b>U</b> 92 238,0289 уран	<b>Np</b> 93 [237] нептуний	<b>Pu</b> 94 [244] плутоний	<b>Am</b> 95 [243] америций	<b>Cm</b> 96 [247] кюрий	<b>Bk</b> 97 [247] берклий	<b>Cf</b> 98 [251] калifornий	<b>Es</b> 99 [252] эйнштейний	<b>Fm</b> 100 [257] фермий	<b>Md</b> 101 [258] менделевий	<b>No</b> 102 [259] нобелий	<b>Lr</b> 103 [260] лоуренсий
-----------------------------------	--------------------------------------	---------------------------------	-----------------------------------	-----------------------------------	-----------------------------------	--------------------------------	----------------------------------	-------------------------------------	-------------------------------------	----------------------------------	--------------------------------------	-----------------------------------	-------------------------------------





# Период полураспада

1. **Периодом полураспада  $T$**  называют промежуток времени, в течение которого распадается половина первоначального числа атомов радиоактивного вещества.



2. **Закон радиоактивного распада:** чем дольше **период полураспада  $T$** , тем медленнее происходит распад, тем дольше «живет» радиоактивное вещество.

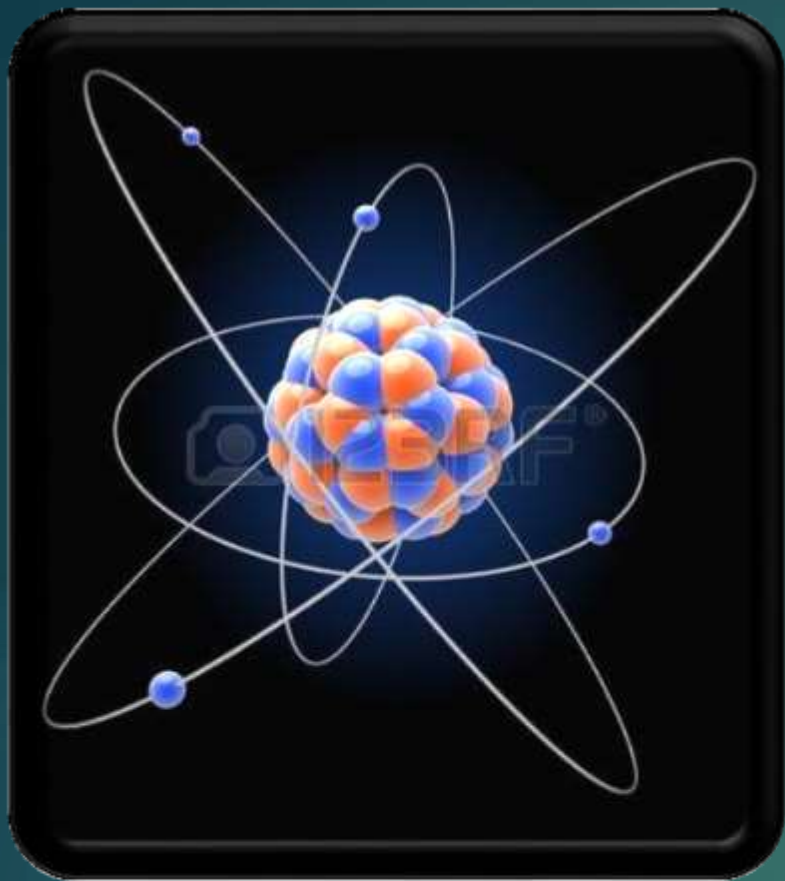
$$N = N_0 \frac{1}{2^n} = N_0 \frac{1}{2^{t/T}}$$



## Домашнее задание:

1. Прочитать § 56.
2. Задание 45 (вопросы 3, 5)





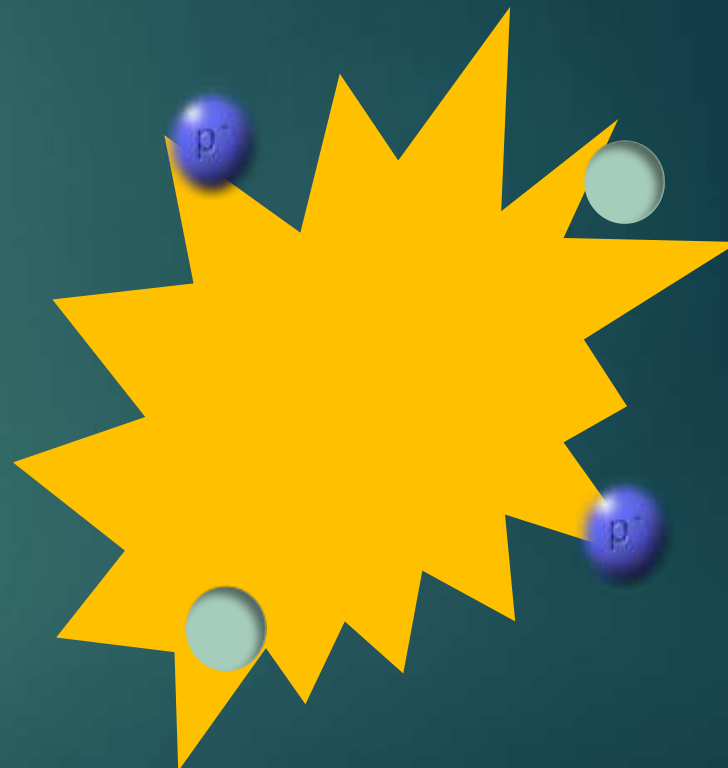
# ЯДЕРНЫЕ СИЛЫ ЯДЕРНЫЕ РЕАКЦИИ





# Ядерные силы

1. Силы притяжения между протонами и нейтронами называется **ядерными силами**. Эти силы очень велики.
2. Энергию, которая требуется для полного расщепления ядра атома на отдельные нуклоны или энергия, выделяющаяся при слиянии свободных нуклонов, называют **энергией связи**.
3. На основании закона сохранения энергии верным является и обратное утверждение: **энергия связи ядра атома равна той энергии, которая выделяется при образовании ядра из отдельных частиц.**

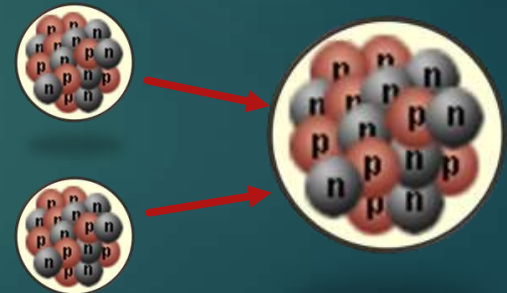
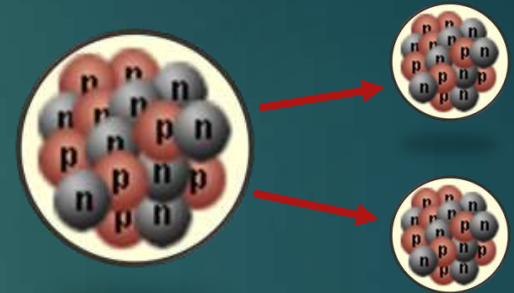




# Ядерные силы

При расщеплении тяжелых ядер образуются ядра более легких элементов, у которых энергия связи больше. Происходит выделение энергии.

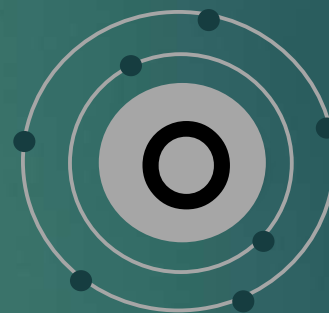
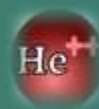
При соединении (синтезе) двух легких ядер может образоваться новое тяжелое ядро, энергия связи которого существенно больше. Здесь также происходит выделение энергии.





# Ядерные реакции

Превращение исходного атомного ядра при взаимодействии с какой либо частицей в другое ядро, отличное от исходного, называют **ядерной реакцией**.





## Ядерные реакции

Для всех ядерных реакций обязательно выполнение **законов сохранения зарядового и массового чисел**: сумма зарядового числа до начала реакции и после реакции равны, также равны суммы массового числа

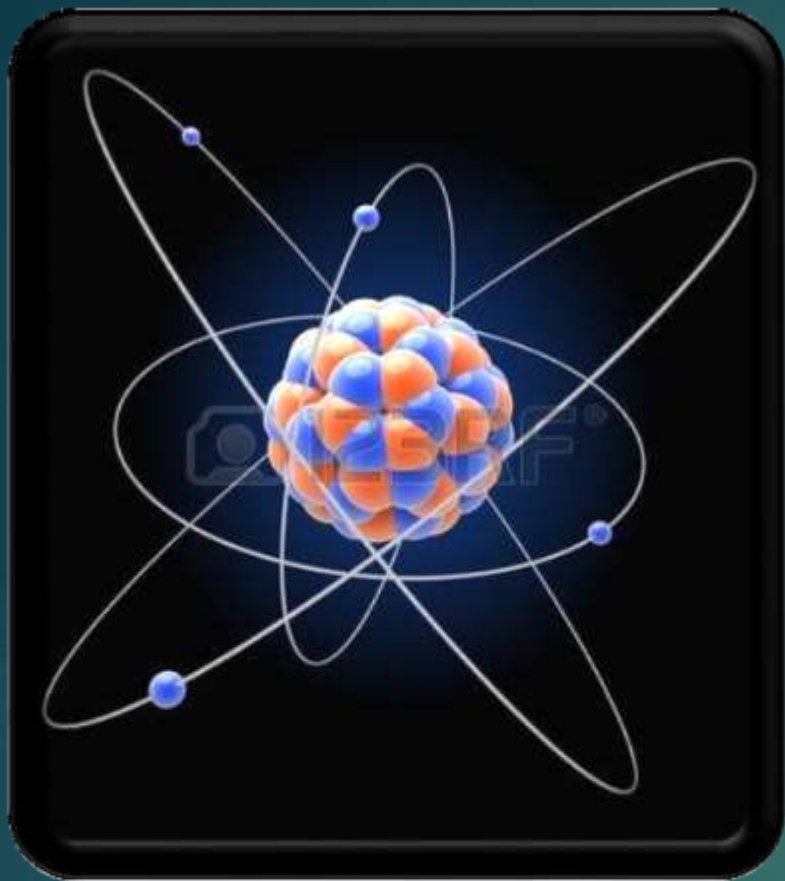






## Домашнее задание:

1. Прочитать § 57, 58.
2. Задание 46 (задания 1, 2, 3)



# ДЕФЕКТ МАССЫ. ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ ВЫХОД ЯДЕРНЫХ РЕАКЦИЙ





# Дефект массы

Дефект массы происходит из-за того, что эффективная площадь ядра всегда меньше площади составляющих его частиц

Частицы соприкасаются своими поверхностями и притягиваются, что называется сильным взаимодействием, а общая **эффективная площадь** поверхности получившегося ядра становится **меньше, чем сумма площадей составляющих его частиц**

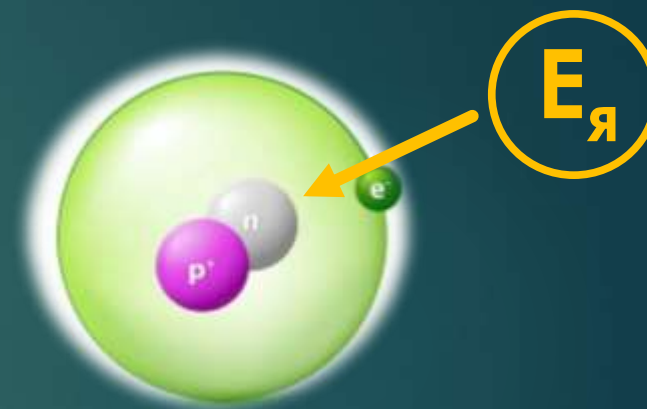
$$\Delta m = (Zm_p + Nm_n) - M_{\text{я}}$$





## Энергия связи и энергия ядра

Нуклоны внутри ядра удерживаются **ядерными силами**. Их удерживает определенная энергия. Измерить эту энергию напрямую довольно сложно, однако можно сделать это косвенно. Логично предположить, что энергия, требующаяся **для разрыва** связи нуклонов в ядре, будет **равна** либо **больше** той энергии, которая удерживает нуклоны вместе.





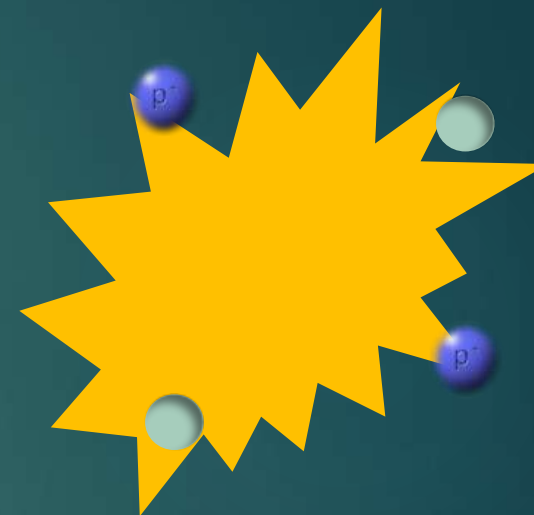
# Энергия связи и энергия ядра

Эту **приложенную энергию** уже легче измерить. Понятно, что эта величина будет очень точно отражать величину энергии, удерживающей нуклоны внутри ядра. Поэтому **минимальная энергия**, необходимая для расщепления ядра на отдельные нуклоны, называется **энергией связи ядра**:

$$E = \Delta mc^2$$

$\Delta m$  – изменение массы ядра

$c$  – скорость света ( $c=300000 \text{ км/с} = 3 \cdot 10^8 \text{ м/с}$ )

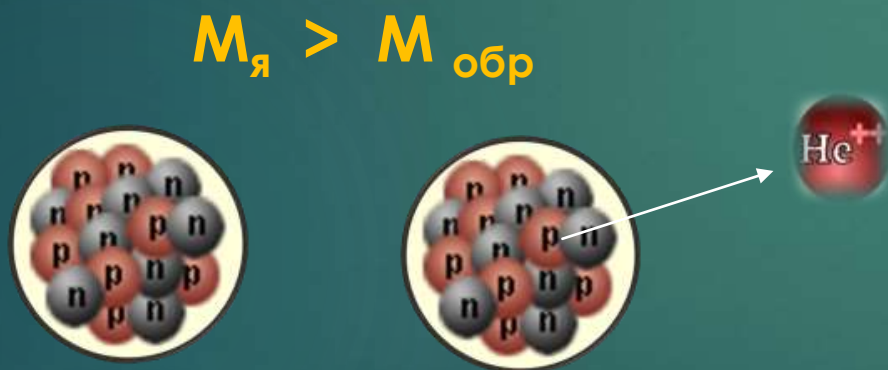




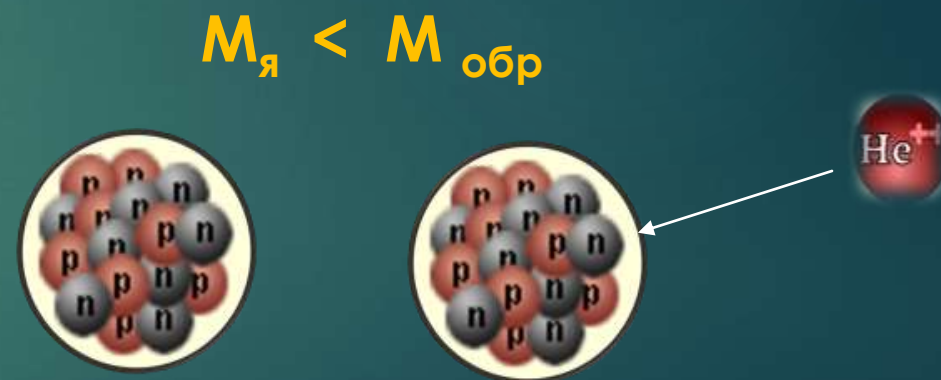


# Изменение энергии системы частиц

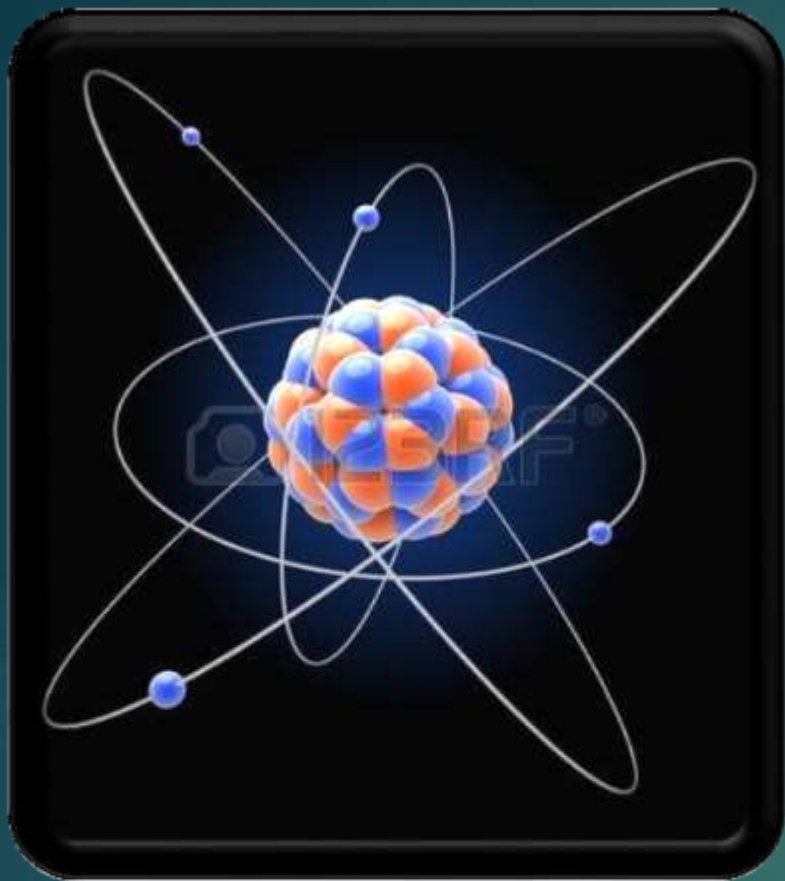
Любая ядерная реакция происходит либо с **выделением** энергии, либо с ее **поглощением**.



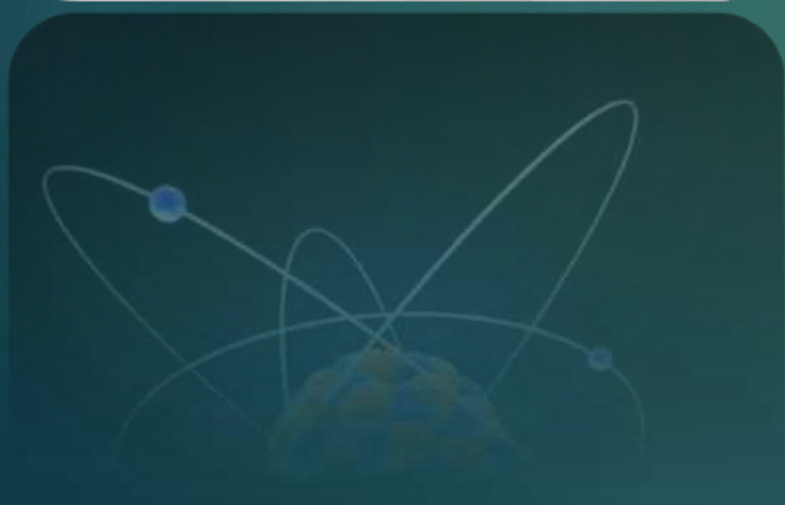
Энергия выделяется



Энергия поглощается



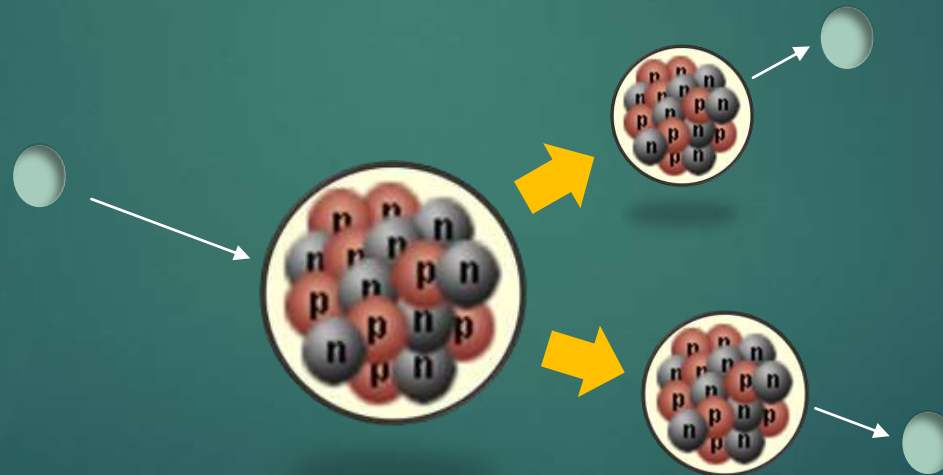
# ДЕЛЕНИЕ ЯДЕР УРАНА ЦЕПНАЯ РЕАКЦИЯ





# Деление ядер

**Деление ядер** - процесс распада массивного ядра на две приблизительно равные части, сопровождающийся вылетом других частиц.





# Открытие деления ядра



1938 г. Немецкие ученые Отто Хан и Фриц Штрассман



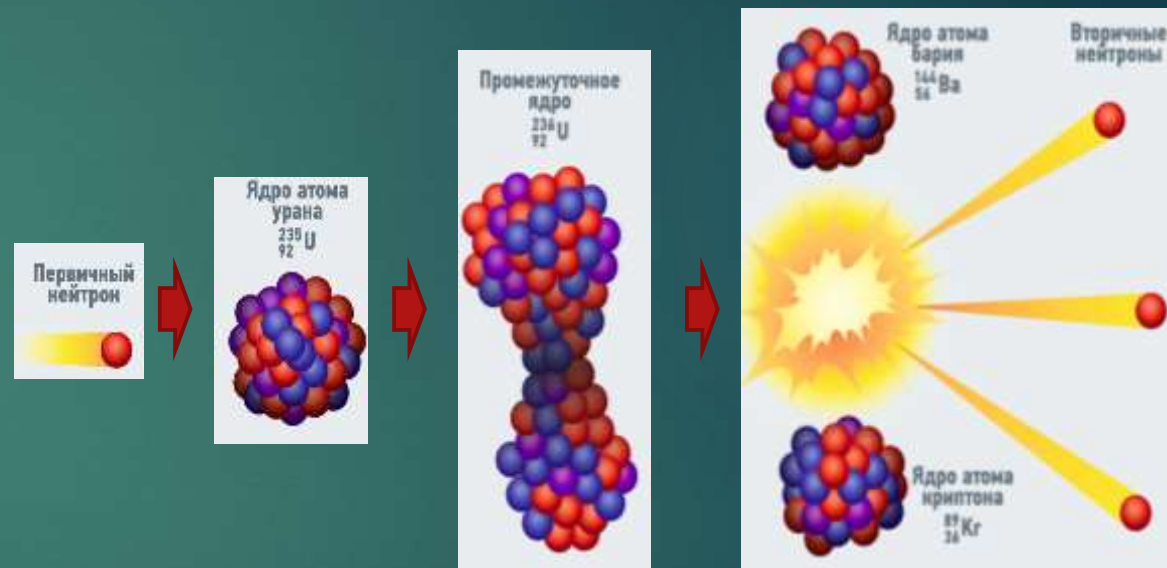
Начало новой эры развития ядерной физики и ядерной энергетики





# Деление ядер урана

**Деление атомных ядер** – это особый вид ядерных реакций, при котором **ядро** тяжелого элемента делится **на две части** с одновременным излучением **двух, трех** нейтронов и **выделением энергии**.





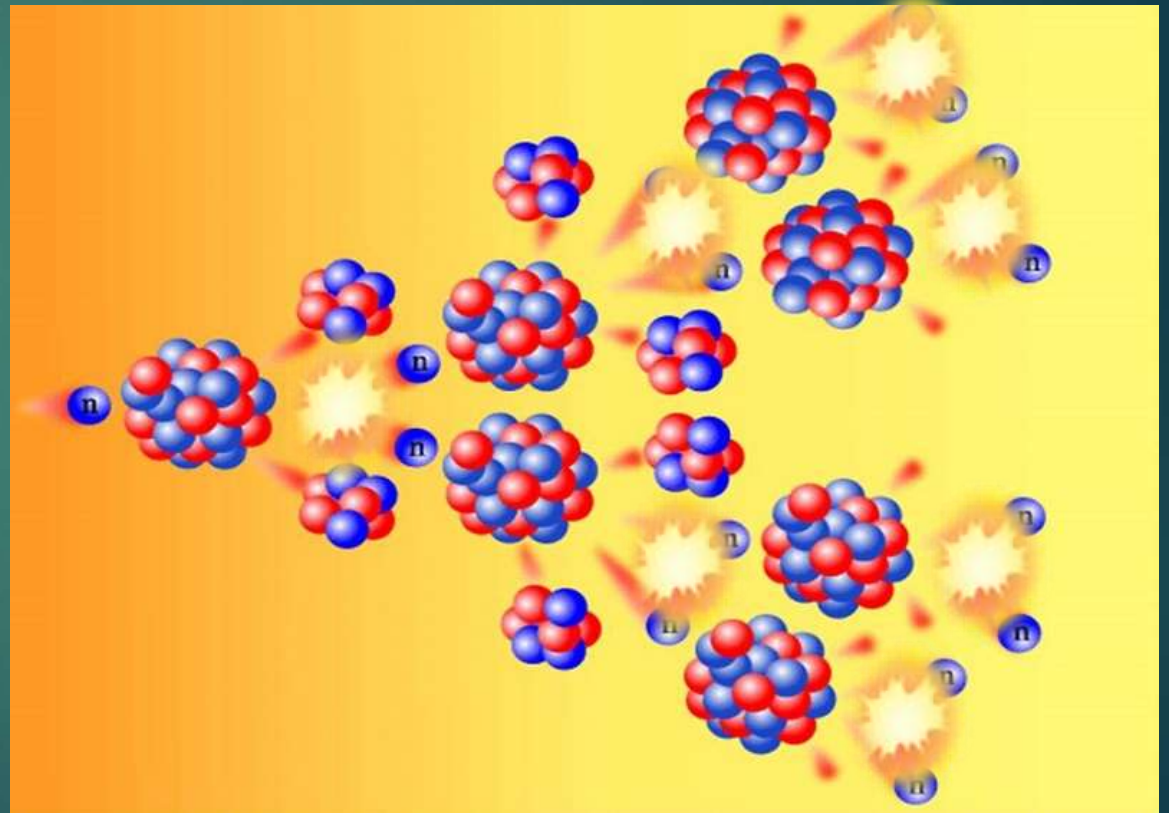


# Цепная реакция

Любой из **нейтронов**, вылетающий из ядра в процессе деления может вызвать деление соседнего ядра, которое также испускает нейтроны, способные вызвать дальнейшее деление с **выделением энергии**.

Число делящихся ядер быстро увеличивается. Возникает **цепная ядерная реакция**.

Из 1 г урана выделяется столько энергии сколько при сжигании 3 т угля.





## Уран-235

Для осуществления цепной реакции деления ядра урана используется изотоп **урана с массовым числом 235**.

Для продолжения цепной реакции используют **замедлители** (графит, обычная вода, тяжелая вода).

Его особенность: ядро урана-235 делится под действием медленных нейтронов **с выделением энергии**;

Чтобы осуществилась цепная реакция, **масса** урана должна быть **определенной**. Эту массу называют **критической**.

$$M = 50 \text{ кг}$$



$$R = 9 \text{ см}$$



Управляемая цепная реакция



Неуправляемая цепная реакция



## Домашнее задание:

1. Прочитать § 59,60.
2. Ответить на вопросы 5, 6 на стр 241.