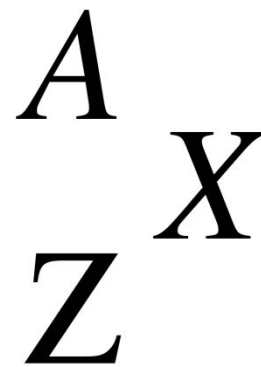


Число протонов  $Z$  представляет собой атомный номер элемента, а сумма  $A = Z + N$  — массовое число.



# Нуклид

- (лат. nucleus — «ядро» и др.-греч. εἶδος — «вид, сорт») — вид атомов, характеризующийся определённым массовым числом, атомным номером и энергетическим состоянием ядер и имеющий время жизни, достаточное для наблюдения.

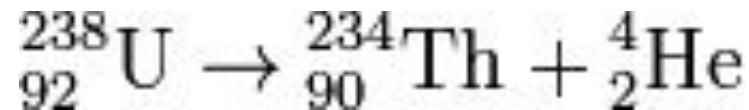
**Нуклид** — это каждый отдельный вид атомов какого-либо химического элемента с ядром, состоящим из строго определённого числа протонов ( $Z$ ) и нейтронов ( $N$ ).

# Обозначение нуклидов

Для обозначения нуклида элемента (X) используют запись вида:  $A$   
 $Z$  X

причём индекс Z может опускаться.

Распространённым является обозначение X-A (например, углерод-12, уран-238, U-235).



2. СТРОЕНИЕ АТОМА. ИЗОТОПЫ

## СТРОЕНИЕ АТОМА. ИЗОТОПЫ

Ядро атома

Электрон

Массовое число  $A$  — 16

Порядковый номер (число протонов)  $Z$  — 8

$A = Z + N$

$N$  — число нейтронов

изотопы водорода

${}^1_1\text{H}$  Протий

${}^2_1\text{H}(\text{D})$  Дейтерий

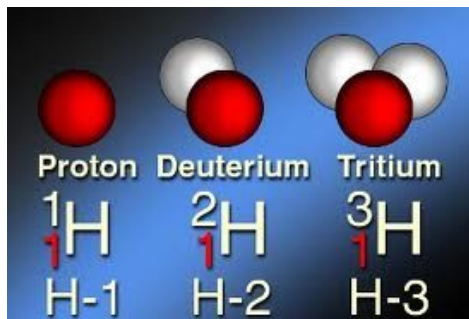
${}^3_1\text{H}(\text{T})$  Тритий

# ИЗОТОПЫ

Как известно, каждый атом состоит из ядра и движущихся вокруг него электронов. Ядро же состоит из положительно заряженных частиц - протонов и не имеющих заряда (нейтральных частиц) - нейтронов. Сколько в ядре протонов, столько и электронов движется (вращается) вокруг ядра. Этому же числу равен и номер элемента в таблице Д.И. Менделеева.

Химические свойства атома данного химического элемента определяются количеством протонов в ядре и, соответственно, количеством электронов. Количество нейтронов на химические свойства не влияет и может быть разным.

Поэтому атомы одного и того же химического элемента могут иметь разный вес: количество протонов одинаково, а нейтронов - разное. Такие разновидности атомов называются **изотопами**.



# ***Изотопы некоторых химических элементов***

<b><i>Элемент</i></b>	<b><i>Изотоп</i></b>	<b><i>Распространенность</i></b>
Хлор	$^{35}\text{Cl}$	75%
	$^{37}\text{Cl}$	25%
Железо	$^{54}\text{Fe}$	5,8%
	$^{56}\text{Fe}$	91,7%
	$^{57}\text{Fe}$	2,2%
	$^{58}\text{Fe}$	0,3%
Бром	$^{79}\text{Br}$	50,0%
	$^{81}\text{Br}$	50,0%
Кальций	$^{40}\text{Ca}$	96,9%
	$^{42}\text{Ca}$	0,7%
	$^{43}\text{Ca}$	0,1%
	$^{44}\text{Ca}$	2,1%
	$^{48}\text{Ca}$	0,2%

# Радиоактивность

- радиоактивный распад, деление ядер атомов, любые радиоактивные (или ядерные) превращения,

- это способность ядер атомов различных химических элементов разрушаться, видоизменяться с испусканием атомных и субатомных частиц высоких энергий.

При этом в подавляющем большинстве случаев ядра атомов (а значит, и сами атомы) одних химических элементов превращаются в ядра атомов (в атомы) других химических элементов, либо (по крайней мере) один изотоп химического элемента превращается в другой изотоп того же элемента.

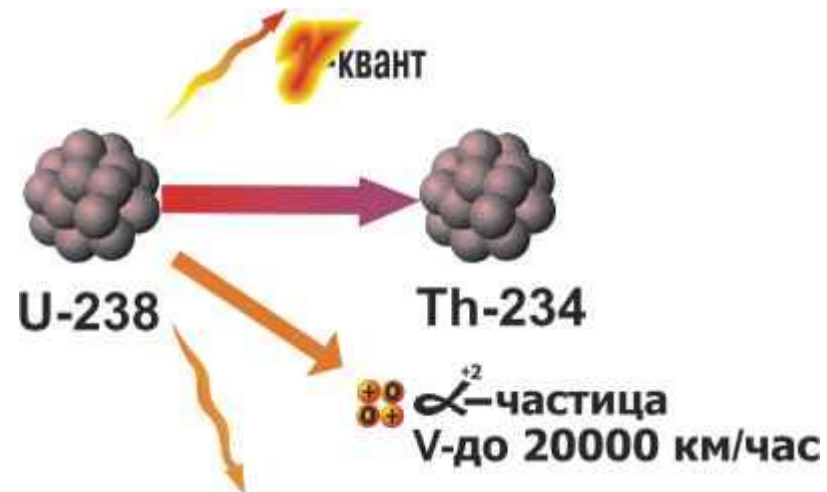
# Радиоактивный распад

- **Радиоактивный распад** - это испускание, выбрасывание с огромными скоростями из ядер атомов "элементарных" (атомных, субатомных) частиц, которые принято называть радиоактивными частицами или радиоактивным излучением.



# Альфа-распад

- **Альфа-распад** - это испускание из ядра атома альфа-частицы ( $\alpha$ -частицы), которая состоит из 2 протонов и 2 нейтронов. Альфа-частица имеет массу 4 единицы, заряд +2 и является ядром атома гелия.
- $\alpha$ -распад (альфа-распад) - характерный вид радиоактивного распада для естественных радиоактивных элементов шестого и седьмого периодов таблицы Д. И. Менделеева (уран, торий и продукты их распада до висмута включительно) и особенно для искусственных - трансурановых - элементов. То есть этому виду распада подвержены отдельные изотопы всех тяжёлых элементов, начиная с висмута.

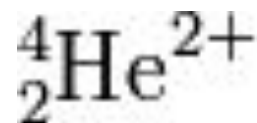


*альфа-распад - выбрасывание (испускание) из ядра атома альфа-частицы.*

*альфа-частица - это 2 протона и 2 нейтрона, то есть ядро атома гелия с массой 4 единицы и зарядом +2.*

*Скорость альфа-частицы при вылете из ядра от 12 до 20 тыс. км/сек.*

*В вакууме альфа-частица могла бы обогнуть земной шар по экватору за 2 сек.*



# ***Ядерные реакции распада*** ***$\alpha$ -распад***

Происходит у ядер, размер которых превышает радиус сильных взаимодействий. В таблице Менделеева – это элементы начиная с Полония (№ 84).

# ***Ядерные реакции распада*** ***$\alpha$ -распад***

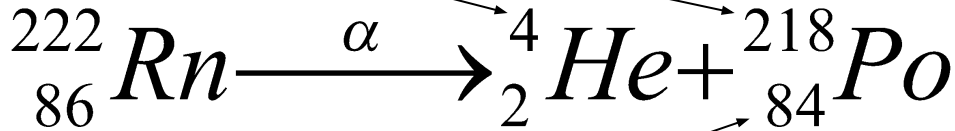
При этом виде распада выделяется  $\alpha$ -частица – ядро атома гелия, как самое энергетически выгодное вещество из лёгких элементов

# Ядерные реакции распада

## ***α-распад***

Считаем, а не  
смотрим по  
таблице Менделеева

$$222 = 4 + 218$$

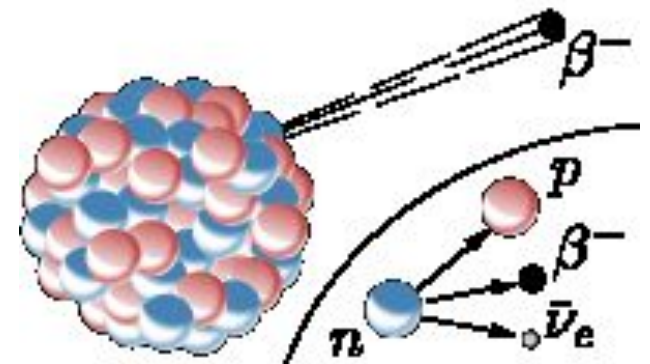
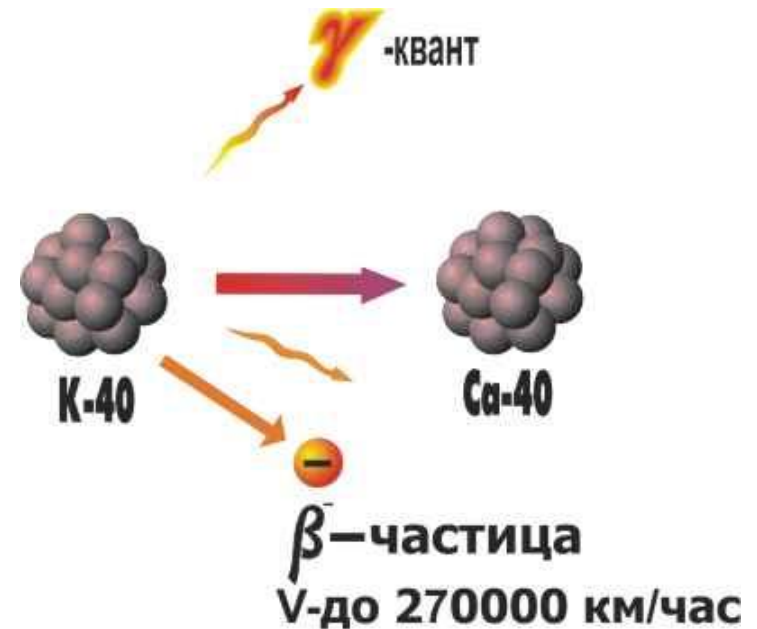


$$86 = 2 + 84$$

Считаем,  
определяем  
название по  
таблице  
Менделеева

# β-распад

- **Бета-распад** (β-распад) - наиболее распространённый вид радиоактивного распада (и вообще радиоактивных превращений), особенно среди искусственных радионуклидов. Он наблюдается практически у всех известных на сегодня химических элементов. Это означает, что у каждого химического элемента есть, по крайней мере, один β-активный, то есть подверженный бета-распаду изотоп. При этом чаще всего происходит β-минус распад.
- **Бета-минус распад** (β-) - это выбрасывание (испускание) из ядра β-минус частицы - электрона, который образовался в результате самопроизвольного превращения одного из нейтронов в протон и электрон.

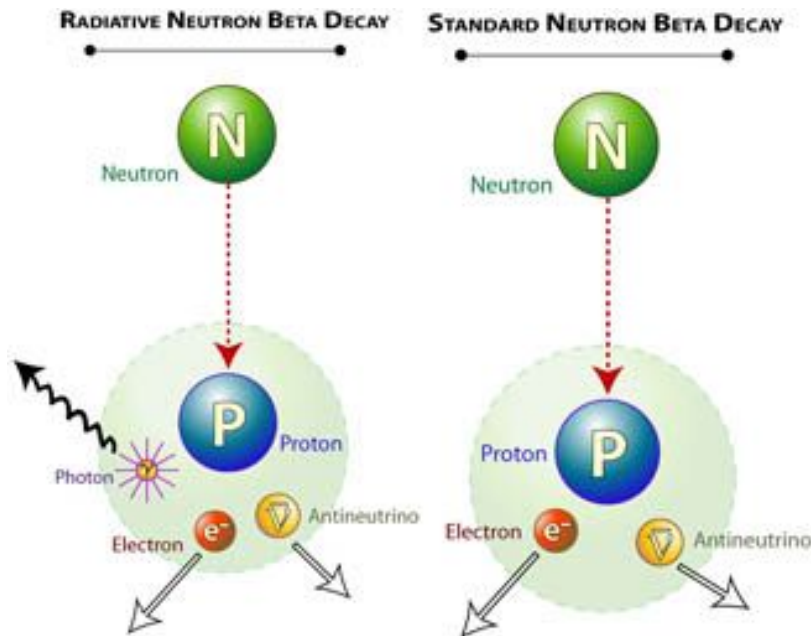


# Механизм $\beta^-$ -минус-распада

Тяжёлый протон остаётся в ядре, а лёгкий электрон -  $\beta^-$ -минус частица - с огромной скоростью вылетает из ядра. И так как протонов в ядре стало на один больше, то ядро данного элемента превращается в ядро соседнего элемента справа - с большим номером.

Так, например, при бета-минус распаде радиоактивный изотоп калия - калий-40 - превращается в стабильный изотоп кальция (стоящего в соседней клеточке справа) - кальций-40.

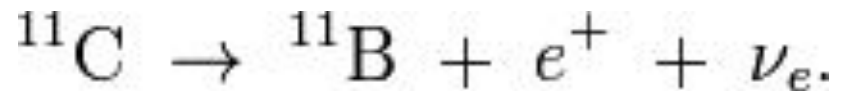
А радиоактивный кальций-47 - в стоящий справа от него скандий-47 (тоже радиоактивный), который, в свою очередь, также путём бета-минус распада превращается в стабильный титан-47.



# β-плюс распад

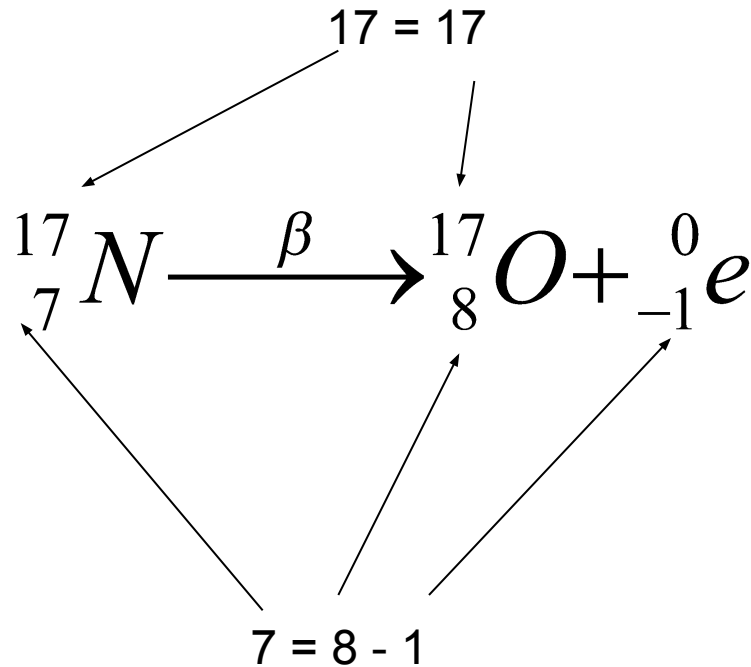
-это выбрасывание (испускание) из ядра бета-плюс частицы - позитрона (положительно заряженного "электрона"), который образовался в результате самопроизвольного превращения одного из протонов в нейтрон, позитрон и электронное нейтрино. В результате этого (так как протонов стало меньше) данный элемент превращается в соседний слева (с меньшим номером, предыдущий).

*бета-распад - это испускание бета- или бета<sup>+</sup>частиц, то есть обычных электронов с зарядом -1 (e<sup>-</sup>) или позитронов - "электронов" с зарядом +1 (e<sup>+</sup>).  
Скорость вылета бета-частиц из ядра составляет 9/10 скорости света - 270 000 км/сек.*



# Ядерные реакции распада

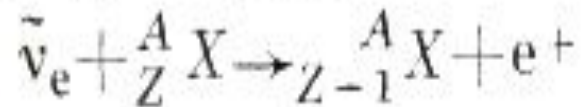
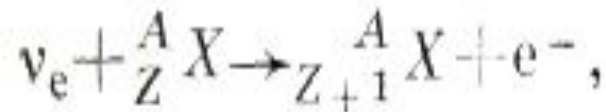
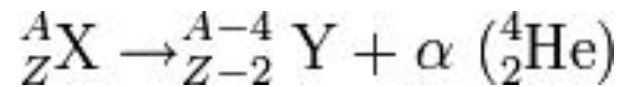
## $\beta$ -распад





# Схемы уравнений ядерного распада

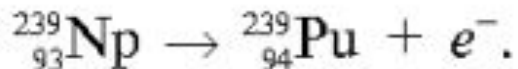
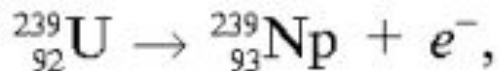
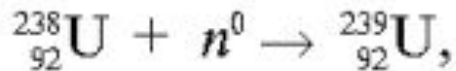
$A$   
 $Z$   $X$



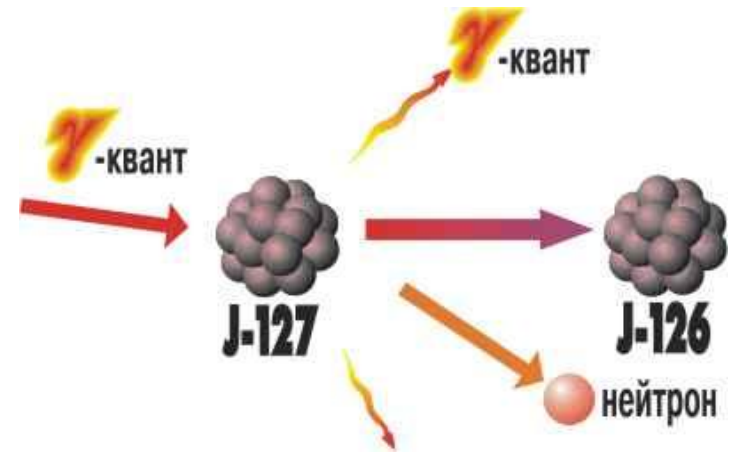
$$\alpha\text{-распад} \quad \begin{cases} Z \rightarrow Z - 2 \\ A \rightarrow A - 4 \end{cases}$$

$$\beta^-\text{-распад} \quad \begin{cases} Z \rightarrow Z + 1 \\ A \rightarrow A \end{cases}$$

$$\beta^+\text{-распад} \quad \begin{cases} Z \rightarrow Z - 1 \\ A \rightarrow A \end{cases}$$



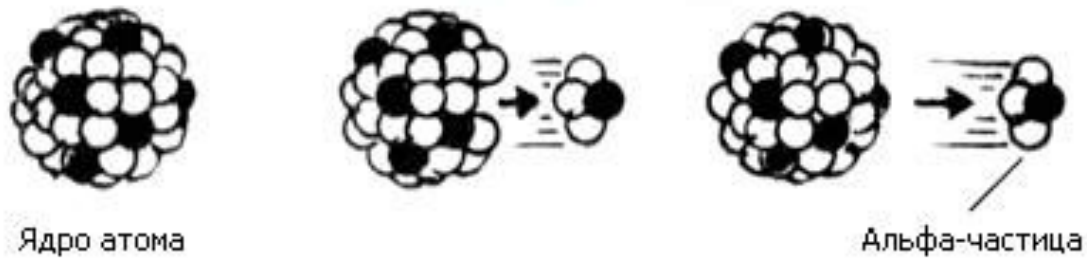
# γ-излучение



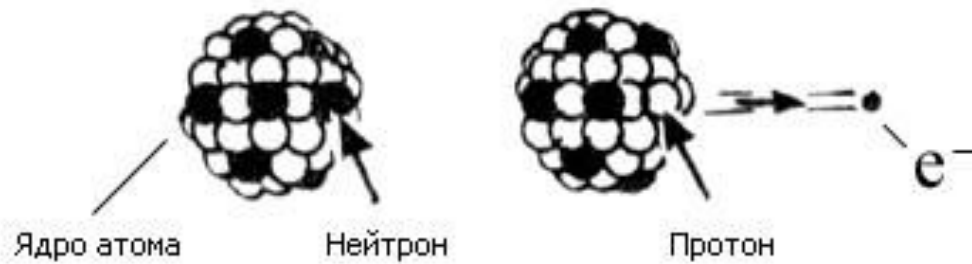
- это поток гамма-квантов (*это электромагнитные частицы - порции энергии*) ,
- это вид электромагнитного излучения с чрезвычайно малой длиной волны —  $< 5 \cdot 10^{-3}$  нм
- γ-излучение испускается при переходах между возбуждёнными состояниями атомных ядер, при ядерных реакциях, а также при отклонении энергичных заряженных частиц в магнитных и электрических полях.
- более "жёсткое", чем обычное медицинское рентгеновское.

Название "гамма-излучение" также сохранилось исторически. Отличие гамма-излучения от рентгеновского (как и в случае β-излучения), также только в "месте рождения": ядро атома, а не электронные оболочки.

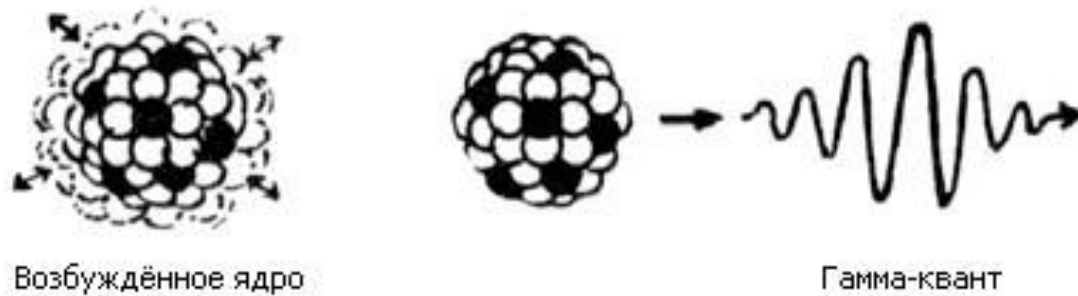
## Альфа-распад



## Бета-распад

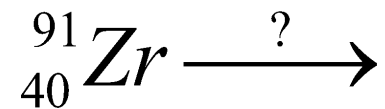
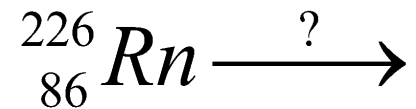
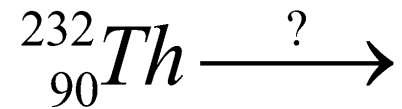
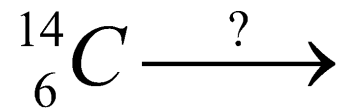


## Гамма-излучение



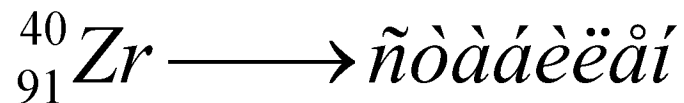
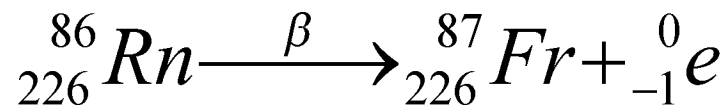
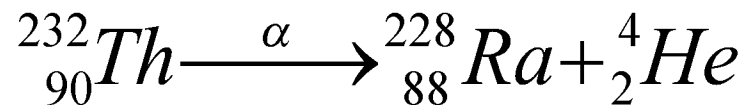
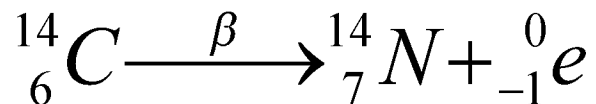
# Примеры

Написать реакции распада



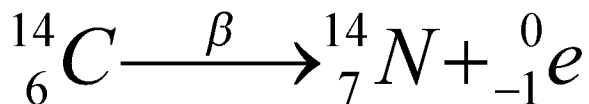
# Решения

Написать реакции распада

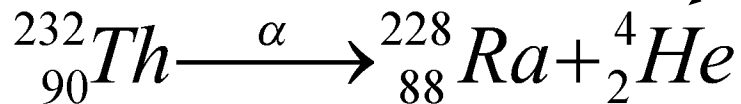


# Комментарии

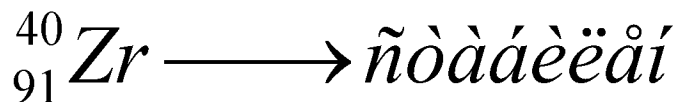
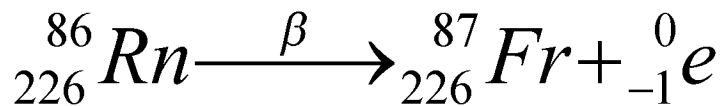
Углерод стоит до полония в таблице Менделеева, α-распад невозможен, но масса выше, чем по таблице Менделеева (должно быть 12), возможен β-распад



Торий стоит после полония в таблице Менделеева, α-распад возможен, масса соответствует таблице Менделеева, невозможен β-распад



Радон стоит после полония в таблице Менделеева, α-распад возможен, масса не соответствует таблице Менделеева (должна быть 222), возможен β-распад, происходит β-распад



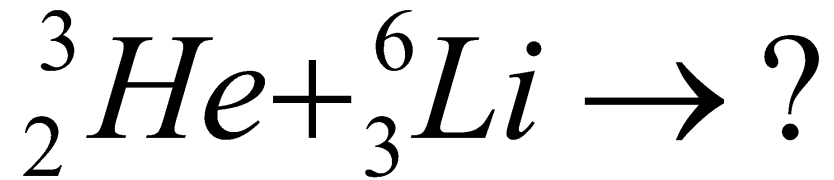
Элемент стоит до полония в таблице Менделеева, α-распад невозможен, масса соответствует таблице Менделеева, невозможен β-распад

# *Реакции синтеза*

Необходима частица, уносящая энергию и импульс. Этой частицей является или нейтрон или протон (ядро атома водорода)

# Пример № 1

Написать реакцию синтеза с выделением протона

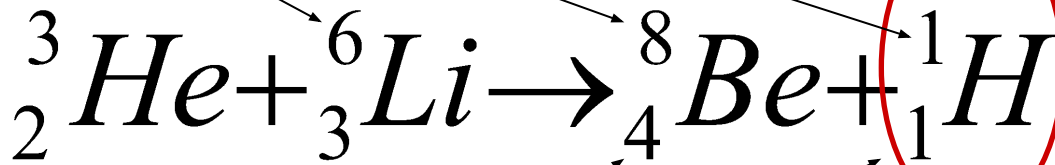




# Пример № 1

Написать реакцию синтеза с выделением  
протона

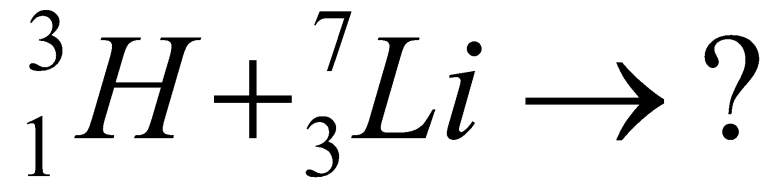
$$3 + 6 = 8 + 1$$



$$2 + 3 = 4 + 1$$

## Пример № 2

Написать реакцию синтеза с выделением нейтрона



# Пример № 1

Написать реакцию синтеза с выделением нейтрона

