

# Уравнения ядерных реакций

1. Изучите презентацию
2. Выполните тренировочные задания.
3. Пройдите тест 3

$\alpha$	$\beta$	$\gamma$	p	n
Дважды ионизованный атом гелия (ядро)	Электроны (позитроны) с большими скоростями	Электромагнитные волны с длиной $2 \cdot 10^{-10}$ м	протон	• нейтрон
${}^4_2\text{He}^{2+}$	${}^0_1\beta =$ ${}^0_{-1}\bar{e}$ (электрон) ${}^0_{-1}e$ (позитрон)	${}^0_0\gamma =$ ${}^0_0\nu$ (нейтрино)	${}^1_1p =$ ${}^1_1\text{H}$	${}^1_0n$

Если тип  $\beta$ -распада явно не указан, считайте, что распад электронный

# Форма условной записи

**Слева сверху** -

**массовое число** (масса ядра в углеродных единицах) = сумме протонов и нейтронов

**Слева снизу**-

**заряд ядра** в единицах элементарного заряда = числу протонов =

Числу электронов =

порядковому номеру элемента

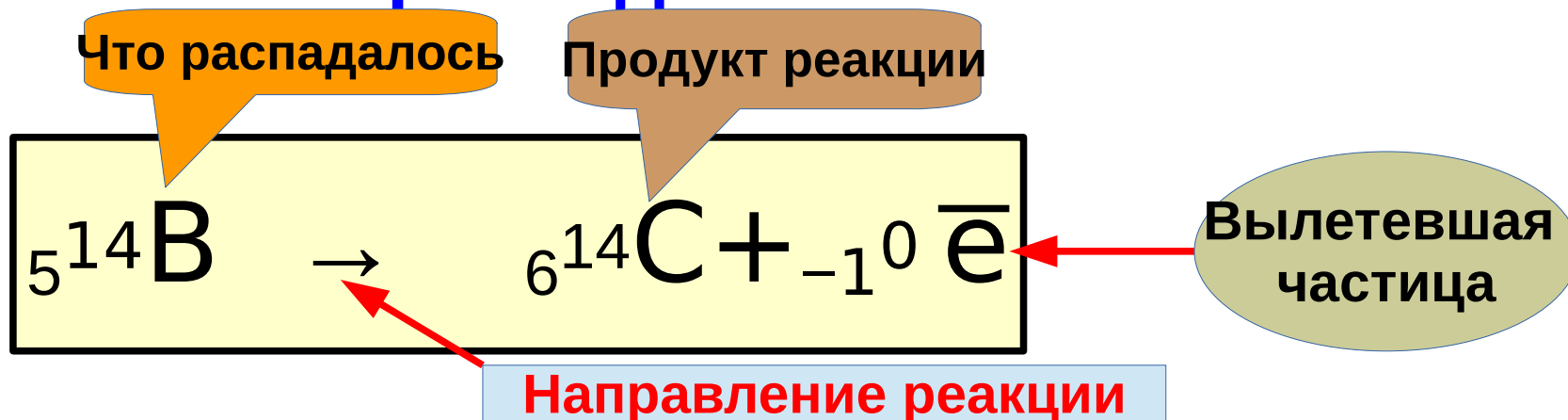
**Справа сверху**-

**заряд иона**

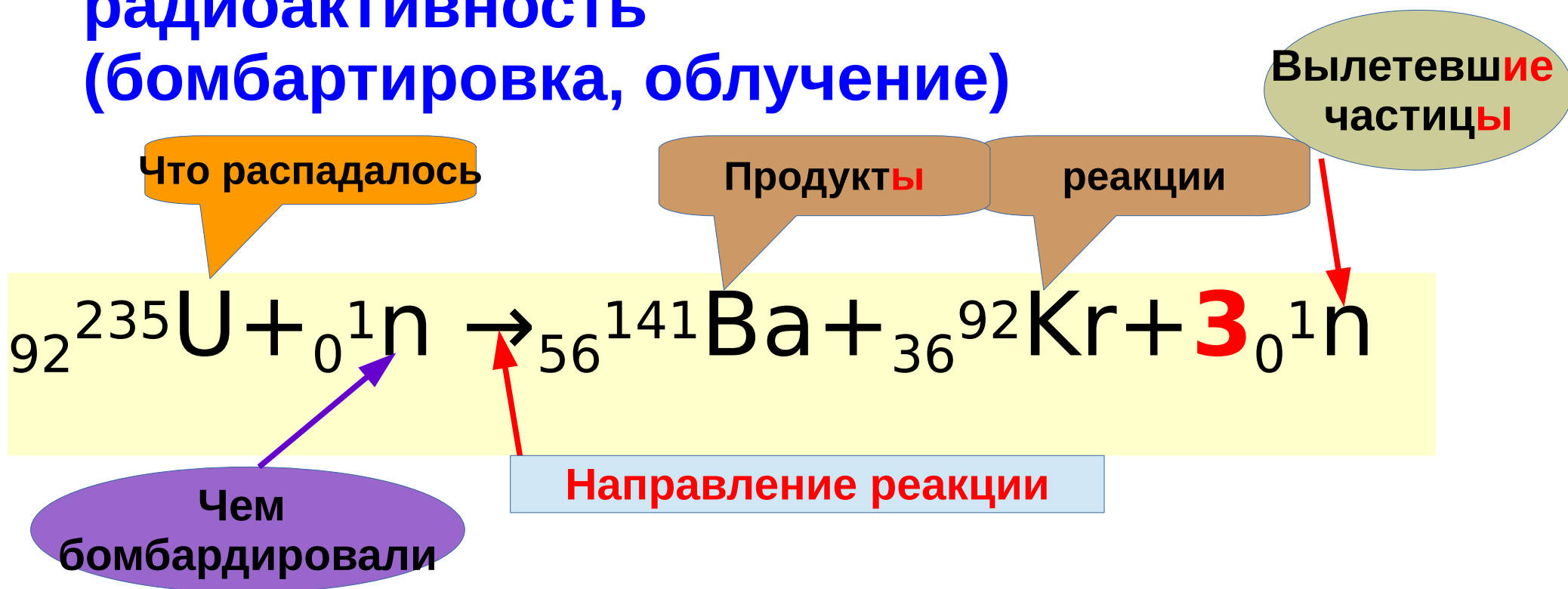
= числу потерянных (+) (приобретенных (-)) электронов



# Естественный распад

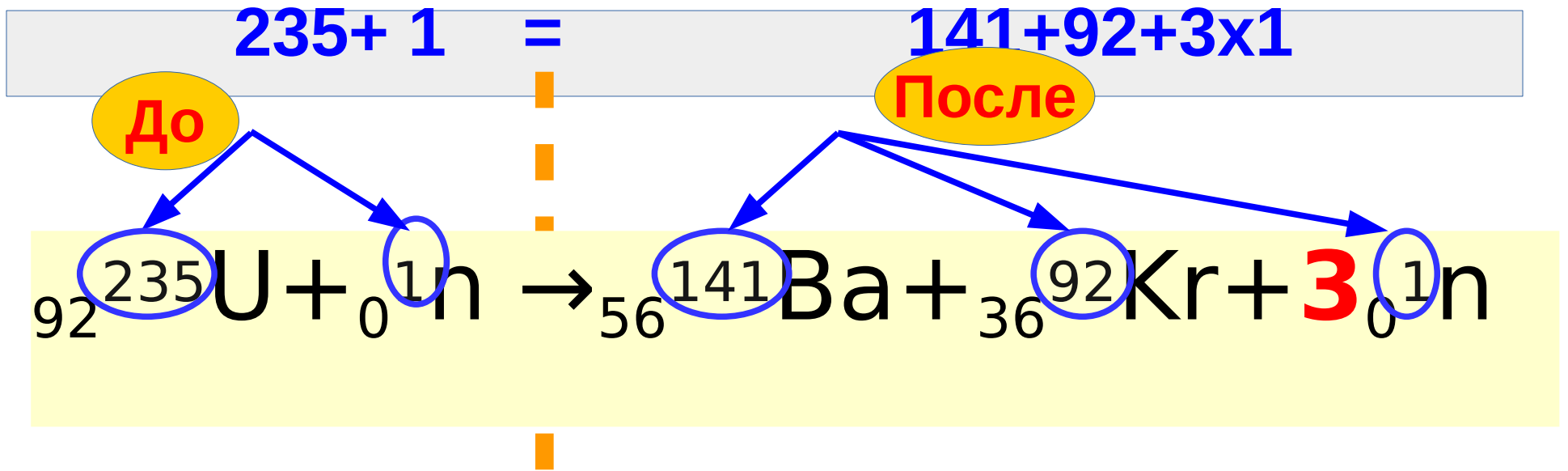


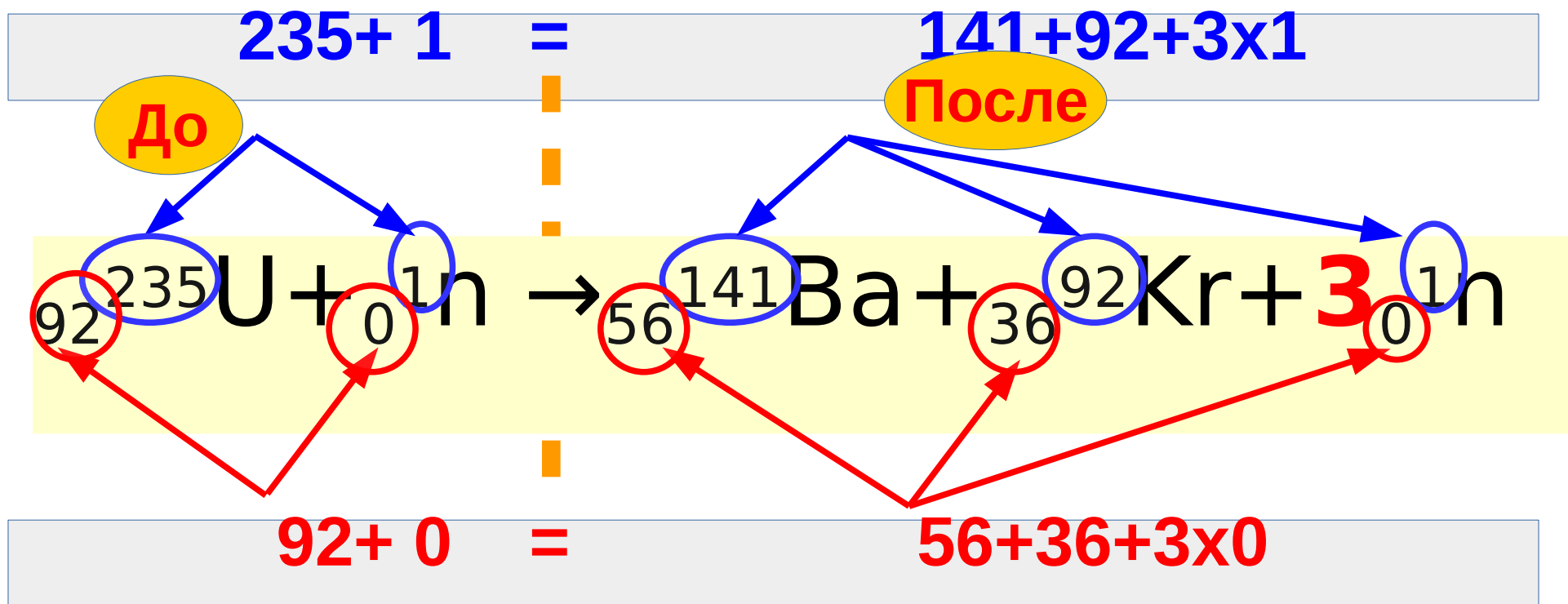
# Искусственная радиоактивность (бомбартировка, облучение)



## Сверху- массовое число.

Выполняется **закон сохранения массы** (массового числа).  
Суммарное массовое число до взаимодействия  
равно суммарному массовому числу после взаимодействия.



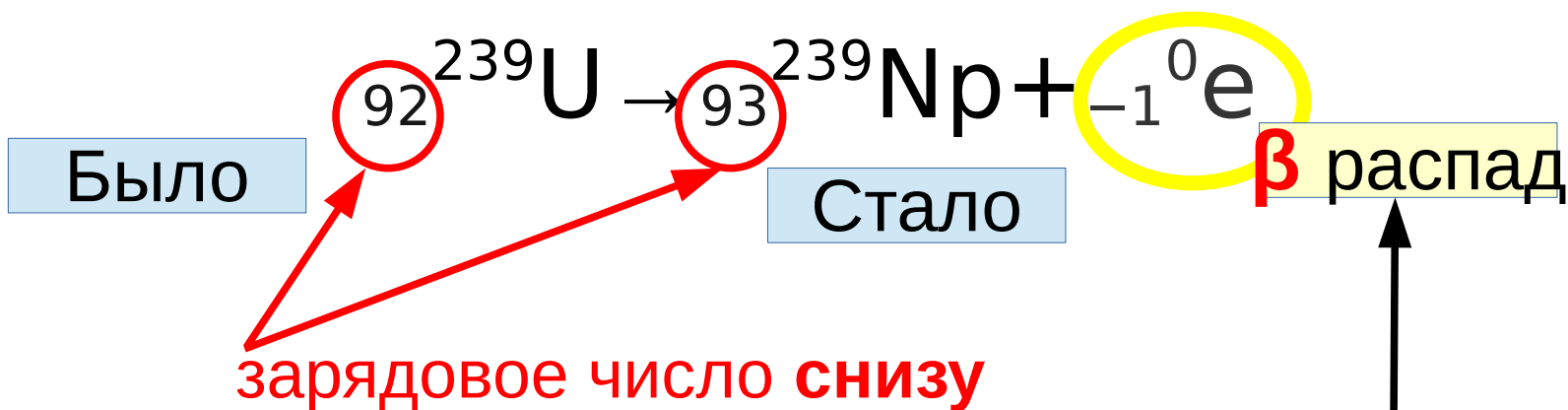


**Снизу**- зарядовое число.

Выполняется **закон сохранения заряда** (массового числа).  
 Суммарный заряд ядер до взаимодействия  
 равен суммарному заряду ядер после взаимодействия.

При **электронном**  
 **$\beta$** -распаде ядра  
его **зарядовое**  
число

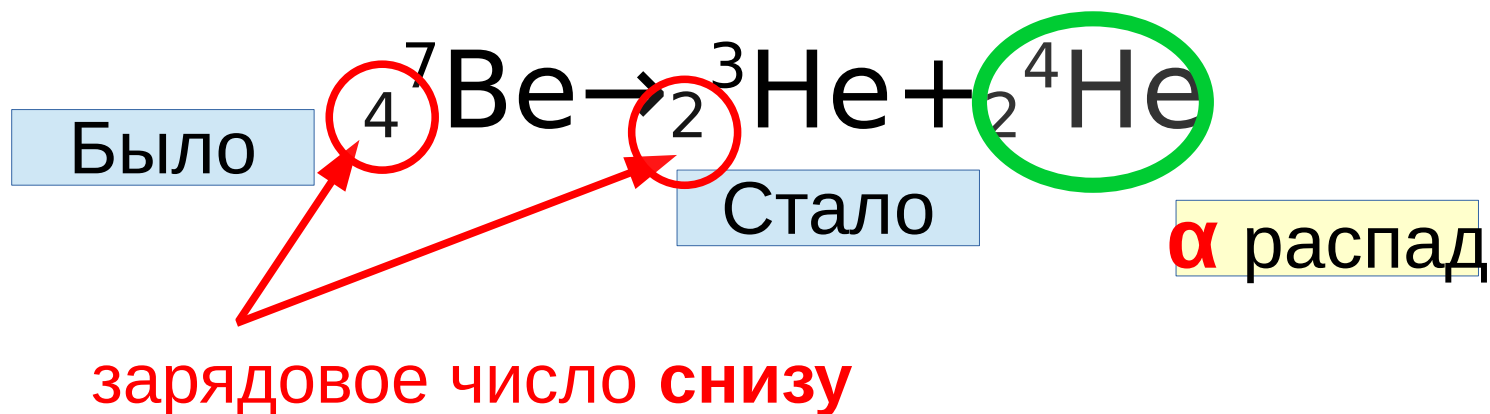
- 1) увеличивается на 1 единицу
- 2) увеличивается на 2 единицы
- 3) уменьшается на 1 единицу
- 4) уменьшается на 2 единицы



Бета- распад бывает электронным и позитронным.  
зарядовое число :  
при электронном -1,  
при позитронном +1

При  $\alpha$ -распаде  
ядра его  
зарядовое  
число

- 1) **уменьшается на 2 единицы**
- 2) уменьшается на 4 единицы
- 3) увеличивается на 2 единицы
- 4) увеличивается на 4 единицы

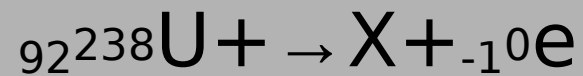


${}_{2}^{3}\text{Не}$  изотоп гелия -3

${}_{2}^{4}\text{Не}$  изотоп гелия -4 и **только он является  $\alpha$  частицей**

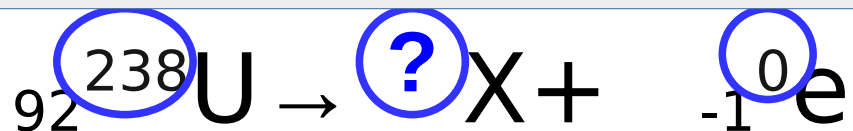


Каково массовое число  
ядра X в реакции



массовое число сверху

$$238 = ? + 0$$



Ответ: 238

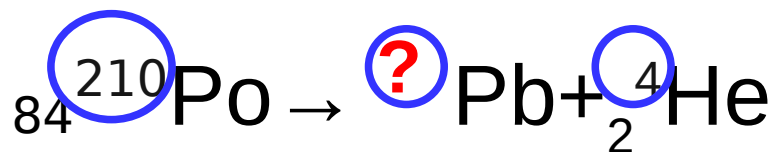
Каково **массовое** число ядра свинца, полученного в результате  $\alpha$ -распада изотопа полония  ${}_{84}^{210}\text{Po}$ ?

1 Напишем уравнение реакции:

- слева полоний,
- так как распад, то стрелка сразу после полония,
- справа – свинец и альфа- частица.

массовое число сверху

$$210 = ? + 4$$



Ответ: 206

Чему равно **зарядовое** число ядра, **из которого** после **двух** последовательных **α**-распадов образуется ядро цезия  ${}_{58}^{140}\text{Ce}$ ?

1 Напишем уравнение реакции:

- слева неизвестный изотоп элемента X,
- так как распад, то стрелка сразу после X,
- справа – Ce и 2 альфа- частицы.



зарядовое число **снизу**

$$? = 58 + 2 \times 2$$

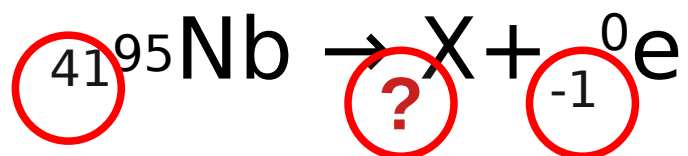
Ответ: 62

Зарядовое число = заряду ядра  
= числу электронов  
= порядковому номеру элемента

Каково **зарядовое** число ядра молибдена, получившегося в результате **2-х  $\beta$ -распадов** изотопа ниобия  ${}_{41}^{95}\text{Nb}$ ?

1 Напишем уравнение реакции:

- слева Nb,
- так как распад, то стрелка сразу после Nb,
- справа – X и вета- частица.



$$41 = ? + 2x(-1)$$

Ответ: 43

Ядро тория  ${}_{90}^{230}\text{Th}$

превратилось в ядро радия  ${}_{88}^{226}\text{Ra}$ . Какую частицу испустило при этом ядро тория?

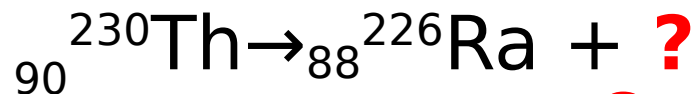
- 1) протон
- 2) нейтрон
- 3) электрон
- 4) **альфа-частица**

1) Напишем уравнение реакции:

- Слева – изотоп элемента Th,
- так как распад, то стрелка сразу после Th,
- справа – Ra и ? .

$$230 = 226 + ?$$

$$? = 4$$



$$90 = 88 + ?$$

$$? = 2$$

Результат:  ${}_{2}^{4}?$

При **бомбардировке** изотопа бора  ${}_{5}^{10}\text{B}$   $\alpha$ -частицами  ${}_{2}^{4}\text{He}$  образуется изотоп азота  ${}_{7}^{13}\text{N}$ .

Какая при этом **выбрасывается частица**?

1) 2 протона

2) **нейтрон**

3) электрон

4) альфа-частица

1) Напишем уравнение реакции:

- слева – изотоп бора + альфа-частица, так как бомбардировка,
- стрелка ,
- справа – азот и X .

$$10 + 4 = 13 + ?$$

$$? = 1$$



$$5 + 2 = 7 + ?$$

$$? = 0$$

Результат:  ${}_{0}^{1}?$

Какая частица  
взаимодействует с ядром  
марганца в следующей  
ядерной реакции

1) протон

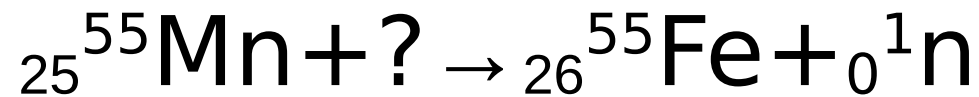
2) нейтрон

3) электрон

4) альфа-частица

$$55 + ? = 55 + 1?$$

$$? = 1$$



$$25 + ? = 26 + 0$$

$$? = 1$$

Результат:  ${}_1^1?$

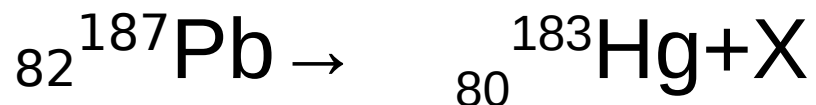
79 Au Золото 197	80 Hg Ртуть 200,61	81 Tl Таллий 204,37	82 Pb Свинец 207,19	83 Bi Висмут 209	84 Po Полоний [210]	85 At Астат [210]	86 Rn Радон [222]
------------------------	--------------------------	---------------------------	---------------------------	------------------------	---------------------------	-------------------------	-------------------------

Используя фрагмент Периодической системы химических элементов, представленный на рисунке, определите, испусканием **какой частицы** сопровождается **радиоактивное превращение** ядра **свинца-187** в ядро **ртути-183**.

- 1) протона
- 2) α-частицы
- 3) электрона
- 4) нейтрона

1 Напишем уравнение реакции:

- слева изотоп свинца,
- так как распад, то стрелка сразу после свинца,
- справа – ртуть и X — частица.
- по периодической системе определяем
- зарядовое число: Pb -82, Hg 80



Зарядовое число = заряду ядра  
= числу электронов  
= порядковому номеру элемента



79 Au Золото 197	80 Hg Ртуть 200,61	81 Tl Таллий 204,37	82 Pb Свинец 207,19	83 Bi Висмут 209	84 Po Полоний [210]	85 At Астат [210]	86 Rn Радон [222]
------------------------	--------------------------	---------------------------	---------------------------	------------------------	---------------------------	-------------------------	-------------------------

Используя фрагмент Периодической системы химических элементов, представленный на рисунке, определите, испусканием **какой частицы** сопровождается **радиоактивное превращение** ядра **свинца-187** в ядро **ртути-183**.

- 1) протона
- 2)  **$\alpha$ -частицы**
- 3) электрона
- 4) нейтрона

$$187 = 183 + ?$$

$$? = 4$$



$$82 = 80 + ?$$

$$? = 2$$

Результат:  ${}_{2}^{4}?$

79 <b>Au</b> Золото 197	80 <b>Hg</b> Ртуть 200,61	81 <b>Tl</b> Таллий 204,37	82 <b>Pb</b> Свинец 207,19	83 <b>Bi</b> Висмут 209	84 <b>Po</b> Полоний [210]	85 <b>At</b> Астат [210]	86 <b>Rn</b> Радон [222]
-------------------------------	---------------------------------	----------------------------------	----------------------------------	-------------------------------	----------------------------------	--------------------------------	--------------------------------

На рисунке представлен фрагмент Периодической системы химических элементов Д.И. Менделеева. Используя таблицу, из предложенного перечня выберите **два** верных утверждения. Укажите их номера.

- 1) В результате бета-распада ядра висмута образуется ядро полония.**
- 2) В результате альфа-распада ядра полония образуется ядро радона.
- 3) Ядро ртути-200 содержит 120 протонов.
- 4) Нейтральный атом свинца содержит 82 электрона.**
- 5) При захвате ядром золота нейтрона зарядовое число ядра станет равным 80.

79 Au Золото 197	80 Hg Ртуть 200,61	81 Tl Таллий 204,37	82 Pb Свинец 207,19	83 Bi Висмут 209	84 Po Полоний [210]	85 At Астат [210]	86 Rn Радон [222]
------------------------	--------------------------	---------------------------	---------------------------	------------------------	---------------------------	-------------------------	-------------------------

На рисунке представлен фрагмент Периодической системы химических элементов Д.И. Менделеева. Используя таблицу, из предложенного перечня выберите **два** верных утверждения. Укажите их номера.

1) В результате **бета**-распада ядра **висмута** образуется ядро **полония**.



$$83=84+(-1)$$

Результат: **верно**

79 Au Золото 197	80 Hg Ртуть 200,61	81 Tl Таллий 204,37	82 Pb Свинец 207,19	83 Bi Висмут 209	84 Po Полоний [210]	85 At Астат [210]	86 Rn Радон [222]
------------------------	--------------------------	---------------------------	---------------------------	------------------------	---------------------------	-------------------------	-------------------------

На рисунке представлен фрагмент Периодической системы химических элементов Д.И. Менделеева. Используя таблицу, из предложенного перечня выберите **два** верных утверждения. Укажите их номера.

2) В результате **альфа**-распада ядра **полония** образуется ядро **радона**.



$$84 \neq 86 + 2)$$

**Результат: неверно**

79 <b>Au</b> Золото 197	80 <b>Hg</b> Ртуть 200,61	81 <b>Tl</b> Таллий 204,37	82 <b>Pb</b> Свинец 207,19	83 <b>Bi</b> Висмут 209	84 <b>Po</b> Полоний [210]	85 <b>At</b> Астат [210]	86 <b>Rn</b> Радон [222]
-------------------------------	---------------------------------	----------------------------------	----------------------------------	-------------------------------	----------------------------------	--------------------------------	--------------------------------

На рисунке представлен фрагмент Периодической системы химических элементов Д.И. Менделеева. Используя таблицу, из предложенного перечня выберите **два** верных утверждения. Укажите их номера.

3) Ядро ртути-200 содержит 120 протонов.

Порядковый № ртути-80 →  
ядро ртути содержит 80 протонов.

**Результат: неверно**

79 <b>Au</b> Золото 197	80 <b>Hg</b> Ртуть 200,61	81 <b>Tl</b> Таллий 204,37	82 <b>Pb</b> Свинец 207,19	83 <b>Bi</b> Висмут 209	84 <b>Po</b> Полоний [210]	85 <b>At</b> Астат [210]	86 <b>Rn</b> Радон [222]
-------------------------------	---------------------------------	----------------------------------	----------------------------------	-------------------------------	----------------------------------	--------------------------------	--------------------------------

На рисунке представлен фрагмент Периодической системы химических элементов Д.И. Менделеева. Используя таблицу, из предложенного перечня выберите **два** верных утверждения. Укажите их номера.

4) **Нейтральный** атом **свинца** содержит 82 **электрона**.

Зарядовое число = заряду ядра = числу электронов  
= порядковому номеру элемента

Порядковый номер свинца = 82.

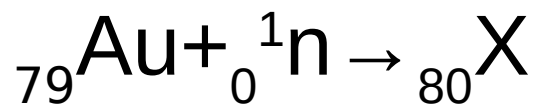
Следовательно, у **нейтрального** атома свинца 82 электрона  
(у иона может быть меньше)

**Результат: верно**

79 Au Золото 197	80 Hg Ртуть 200,61	81 Tl Таллий 204,37	82 Pb Свинец 207,19	83 Bi Висмут 209	84 Po Полоний [210]	85 At Астат [210]	86 Rn Радон [222]
------------------------	--------------------------	---------------------------	---------------------------	------------------------	---------------------------	-------------------------	-------------------------

На рисунке представлен фрагмент Периодической системы химических элементов Д.И. Менделеева. Используя таблицу, из предложенного перечня выберите **два** верных утверждения. Укажите их номера.

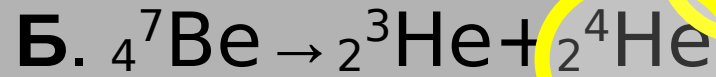
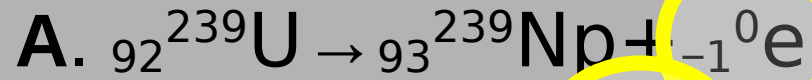
5) При захвате ядром золота нейтрона зарядовое число ядра станет равным 80.



$$79+1 \neq 80$$

Результат: **неверно**

Ниже приведены уравнения двух ядерных реакций. Какая из них является реакцией  **$\alpha$ -распада?**



- 1) только А
- 2) **только Б**
- 3) и А, и Б
- 4) ни А, ни Б

Так как распад, проверяем то, что справа, находим вылетевшие частицы.

В случае А – это электрон ( **$\alpha$**  – распад),

В случае Б – это изотоп гелий -4 ( **$\beta$**  – распад).

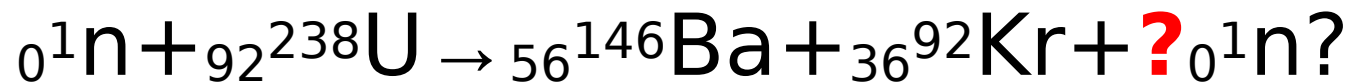


**Задания для самопроверки.  
После их выполнения  
переходите к контролю – тест 3.  
(это основной тест темы).  
НЕ ленитесь нарисовать уравнения.  
Задание № 12 оценивается в 4!!! балла**

Изотоп тория  ${}_{90}^{230}\text{Th}$  претерпевает  $\alpha$ -распад.  
Чему равно массовое число ядра, полученного  
в результате этого распада?

Радиоактивный изотоп висмута  ${}_{83}^{214}\text{Bi}$  испытывает  $\beta^-$ -распад. Чему равно зарядовое число ядра, полученного в результате этого распада?

Сколько нейтронов рождается в результате реакции деления



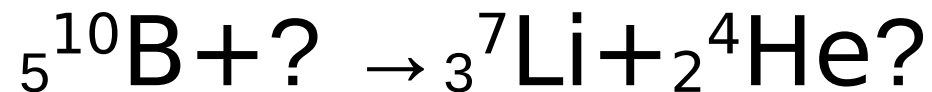
Ядро тория  
 ${}_{90}^{230}\text{Th}$  превратилось в  
ядро радия  ${}_{88}^{226}\text{Ra}$ .

Какую частицу испустило  
при этом ядро тория?

- 1) нейтрон  ${}_{0}^{1}\text{n}$
- 2) протон  ${}_{1}^{1}\text{p}$
- 3)  $\alpha$ -частицу  ${}_{2}^{4}\text{He}$
- 4)  $\beta$ -частицу  ${}_{-1}^{0}\text{e}$

Какая частица взаимодействует с ядром бора в следующей ядерной реакции:

- 1) протон
- 2) нейтрон
- 3) электрон
- 4) альфа-частица



<b>Th</b> 90 Торий 232,05	<b>Pa</b> 91 Протактиний [231]	<b>U</b> 92 Уран 238,07	<b>Np</b> 93 Нептуний [237]	<b>Pu</b> 94 Плутоний [242]	<b>Am</b> 95 Америций [243]	<b>Cm</b> 96 Кюрий [247]
---------------------------------	--------------------------------------	-------------------------------	-----------------------------------	-----------------------------------	-----------------------------------	--------------------------------

Используя фрагмент Периодической системы химических элементов, представленный на рисунке, определите, какое ядро образуется в результате  $\beta^-$ -распада ядра нептуния-240.

- 1) ядро плутония-240
- 2) ядро плутония-239
- 3) ядро урана-240
- 4) ядро урана-239

Изотоп тория  ${}_{90}^{230}\text{Th}$  претерпевает  $\alpha$ -распад. Чему равно зарядовое число ядра, полученного в результате этого распада?

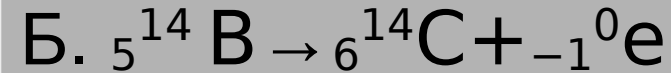
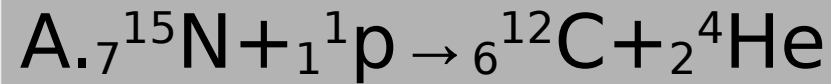
79 Au Золото 197	80 Hg Ртуть 200,61	81 Tl Таллий 204,37	82 Pb Свинец 207,19	83 Bi Висмут 209	84 Po Полоний [210]	85 At Астат [210]	86 Rn Радон [222]
------------------------	--------------------------	---------------------------	---------------------------	------------------------	---------------------------	-------------------------	-------------------------

На рисунке представлен фрагмент Периодической системы химических элементов Д.И. Менделеева. Используя данные рисунка, из предложенного перечня утверждений выберите **два** правильных. Укажите их номера.

- 1) Радиоактивный распад ядра свинца-187 в ядро ртути-183 сопровождается испусканием альфа-частицы.
- 2) Радиоактивный распад ядра свинца-212 в ядро висмута-212 сопровождается испусканием протона.
- 3) Ядро висмута содержит 83 протона.
- 4) Ядро ртути содержит 80 нейтронов.
- 5) Ядро золота содержит 197 нейтронов.



Ниже приведены уравнения двух ядерных реакций. Какие из них являются реакцией  $\alpha$ -распада? Укажите правильный ответ.



- 1) только А
- 2) только Б
- 3) и А, и Б
- 4) ни А, ни Б

# Ответы

1 226

2 84

3 1

4 3

5 2

6 1

7 88

8 13

9 1