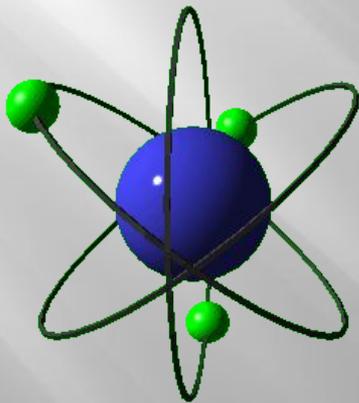


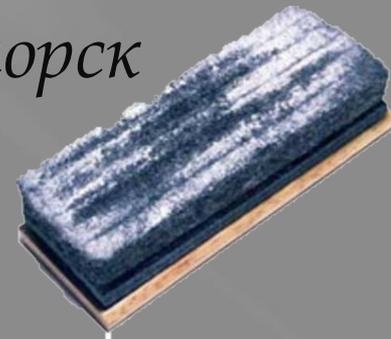
*Подготовка к ГИА по физике*

*Тема:*

# *Атомная физика*

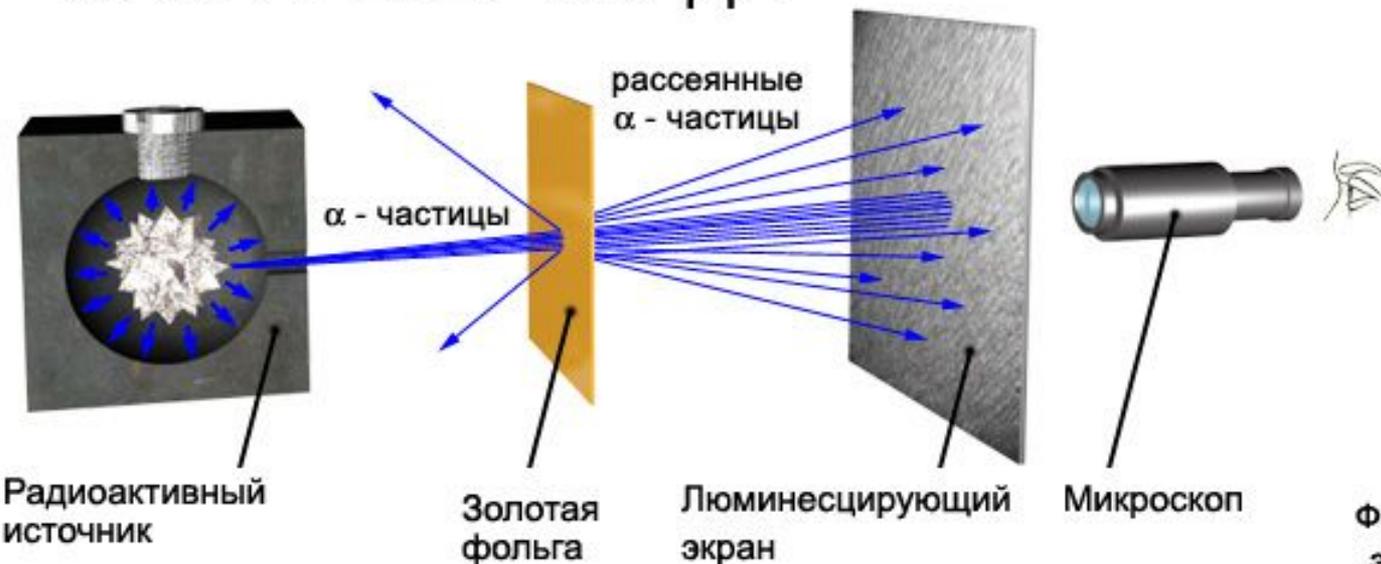


*Ефимова Г.И.  
МБОУ СОШ №8  
г.Приморск*



# 1. Строение атома

## ОПЫТ РЕЗЕРФОРДА



Фотографии люминесцирующего экрана при отсутствии золотой фольги в потоке  $\alpha$  - частиц и при ее внесении в поток

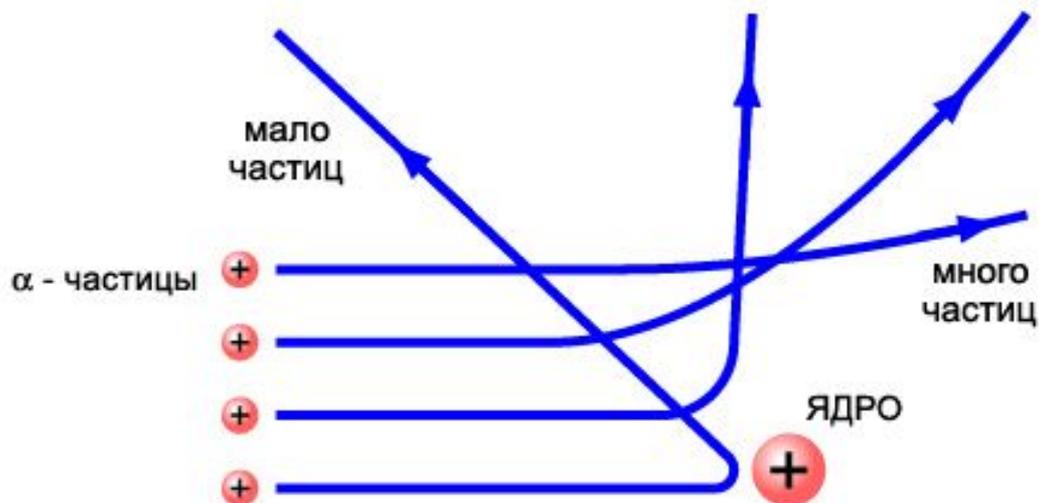
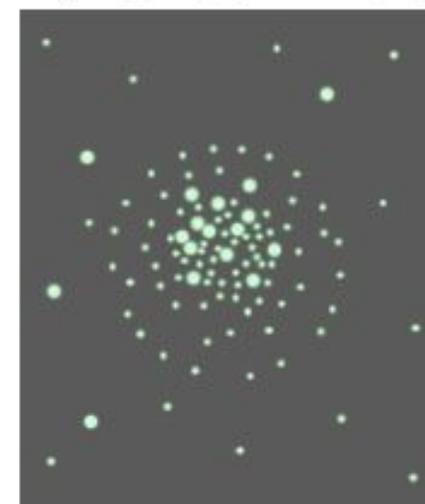


СХЕМА ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ  $\alpha$  - ЧАСТИЦ С ЯДРОМ

# Строение атома. Опыт Резерфорда

Из опытов Резерфорда непосредственно вытекает планетарная модель атома.

В центре расположено положительно заряженное атомное ядро, в котором сосредоточена почти вся масса атома. В целом атом нейтрален. Поэтому число внутриатомных электронов, как и заряд ядра, равно порядковому номеру элемента в периодической системе.

Ядро обозначается тем же символом, что и нейтральный атом:  ${}^A_ZX$ , где  $X$  — символ химического элемента,  $Z$  — атомный номер (число протонов в ядре),  $A$  — массовое число (число нуклонов в ядре).

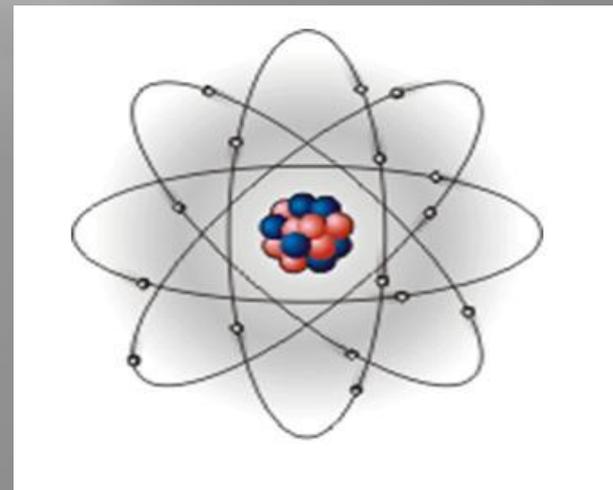
Уравнение Иваненко -  
Гейзенберга

$$A = Z + N$$

$A$  — массовое число

$Z$  — порядковый номер элемента

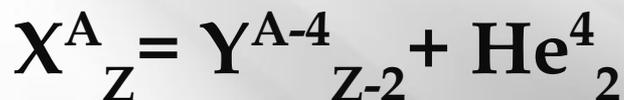
$N$  — число нейтронов в ядре



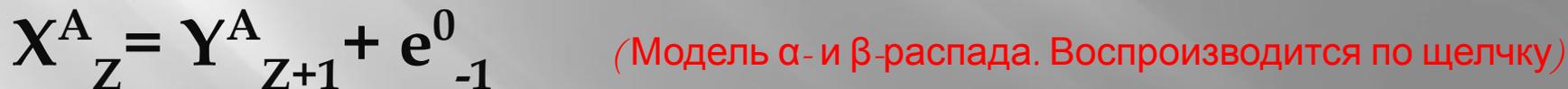
## 2. Правила смещения

При **альфа - распаде** ядро теряет положительный заряд  $2e$  и масса его убывает приблизительно на четыре атомных единицы массы.

В результате элемент смещается на две клетки к началу периодической системы.



При **бета - распаде** из ядра вылетает электрон. В результате заряд ядра увеличивается на единицу, а масса остаётся почти неизменной. После бета-распада элемент смещается на одну клетку ближе к концу периодической системы.



**Гамма-излучение** происходит из-за перехода ядра в состояние с более низкой энергией с испусканием электромагнитного излучения. Гамма-излучение может происходить вслед за испусканием альфа- или бета-частицы после радиоактивного распада.

### 3. Закон радиоактивного распада

Период полураспада ( $T$ ) - это то время, в течение которого распадается половина начального числа радиоактивных атомов.

$$N = N_0 \cdot 2^{-t/T}$$

$N$  – число не распавшихся радиоактивных ядер

$N_0$  – число радиоактивных ядер в начальный момент времени

$t$  – время распада

$T$  – период полураспада



## 4. Энергетический выход ядерной реакции

---

Энергетическим выходом ядерной реакции называется разность энергий покоя ядер и частиц до и после реакции.

$$\Delta E = \Delta m \cdot c^2$$

$$\Delta m = (m_1 + m_2) - (m_3 + m_4)$$

Данная энергия выражается в Джоулях, но в атомной физике ее принято выражать в МэВ.

Для этого наша формула будет выглядеть следующим образом:

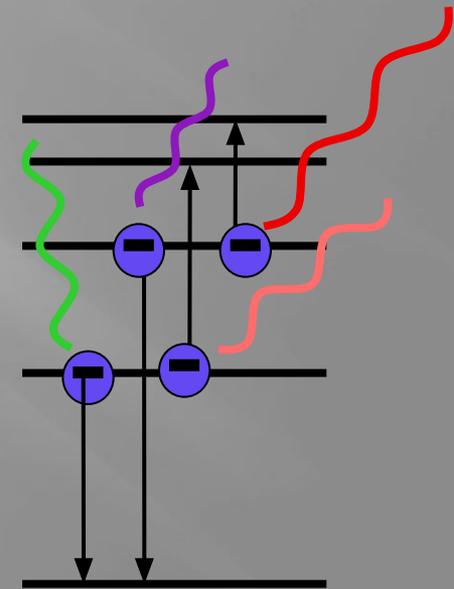
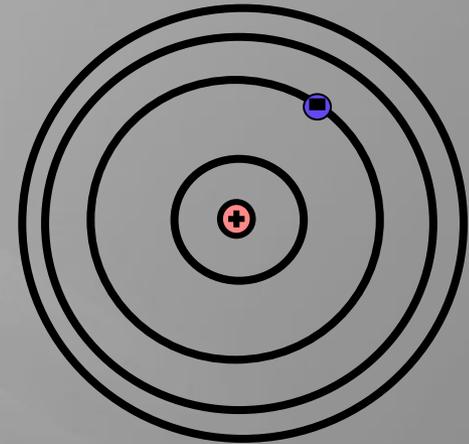
$$\Delta E = \Delta m \cdot 931,5 \text{ МэВ/а.е.м.}$$

## 5. Постулаты Бора

1. (*Постулат стационарных состояний*):  
Атомная система может находиться только в особых стационарных или квантовых состояниях, каждому из которых соответствует определенная энергия  $E_n$ . В стационарных состояниях атом не излучает.

2. (*Правило частот*):  
При переходе атома из одного стационарного состояния с энергией  $E_n$  в другое стационарное состояние с энергией  $E_m$  излучается или поглощается квант, энергия которого равна разности энергий стационарных состояний:

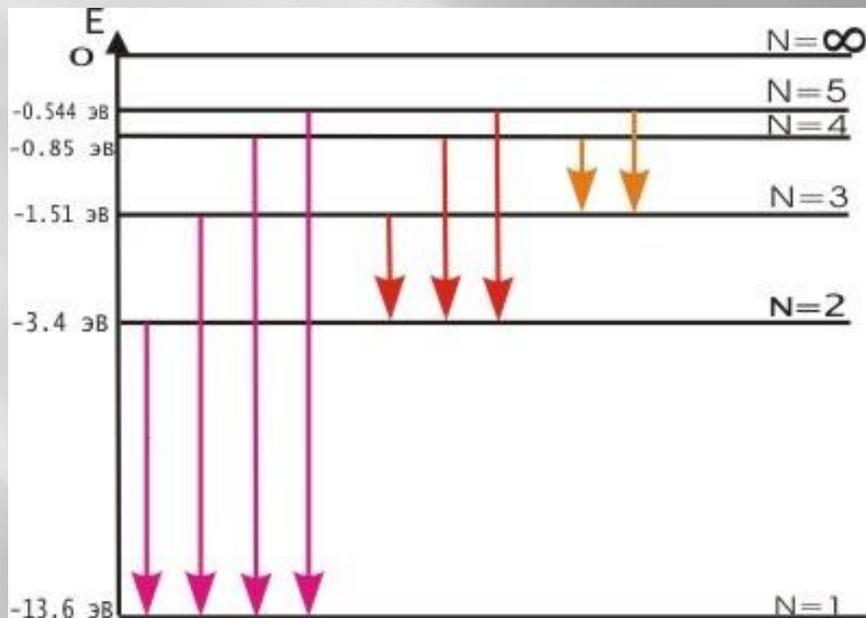
$$h\nu_{nm} = E_n - E_m$$



## 5. Постулаты Бора

Постулаты Бора объясняют закономерности в спектре атома водорода, происхождение характеристических спектров рентгеновских лучей и т. д.

На рисунке показана часть энергетической диаграммы стационарных состояний атома водорода.



Стрелками показаны переходы атома, приводящие к излучению энергии.

## Тренировочные задания

### 1. Задание

Какие утверждения соответствуют планетарной модели атома?

- 1) ядро — в центре атома, заряд ядра положителен, электроны на орбитах вокруг ядра
- 2) ядро — в центре атома, заряд отрицателен, электроны на орбитах вокруг ядра
- 3) электроны — в центре атома, ядро обращается вокруг электронов, заряд ядра положителен
- 4) электроны — в центре атома, ядро обращается вокруг электронов, заряд ядра отрицателен

### Решение.

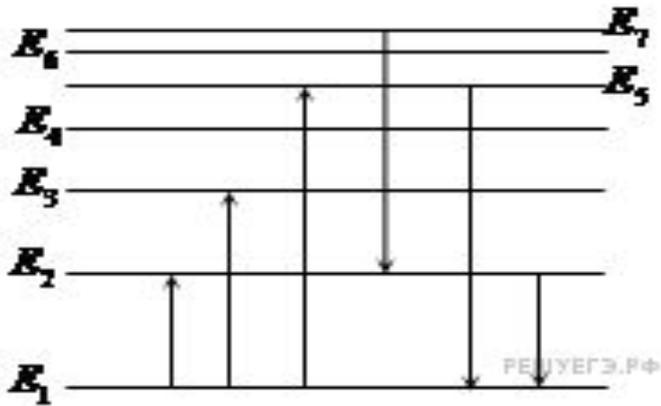
Согласно планетарной модели атома, в центре атома расположено положительно заряженное ядро, в котором сосредоточена почти вся масса атома, а электроны обращаются по орбитам вокруг ядра, подобно тому, как планеты обращаются вокруг Солнца. Верное утверждение 1.

Правильный ответ: 1.

## Тренировочные задания

### 2. Задание

На рисунке представлена диаграмма энергетических уровней атома. Какой из отмеченных стрелками переходов между энергетическими уровнями сопровождается поглощением кванта минимальной частоты?



- 1) с уровня 1 на уровень 5
- 2) с уровня 1 на уровень 2
- 3) с уровня 5 на уровень 1
- 4) с уровня 2 на уровень 1

### Решение.

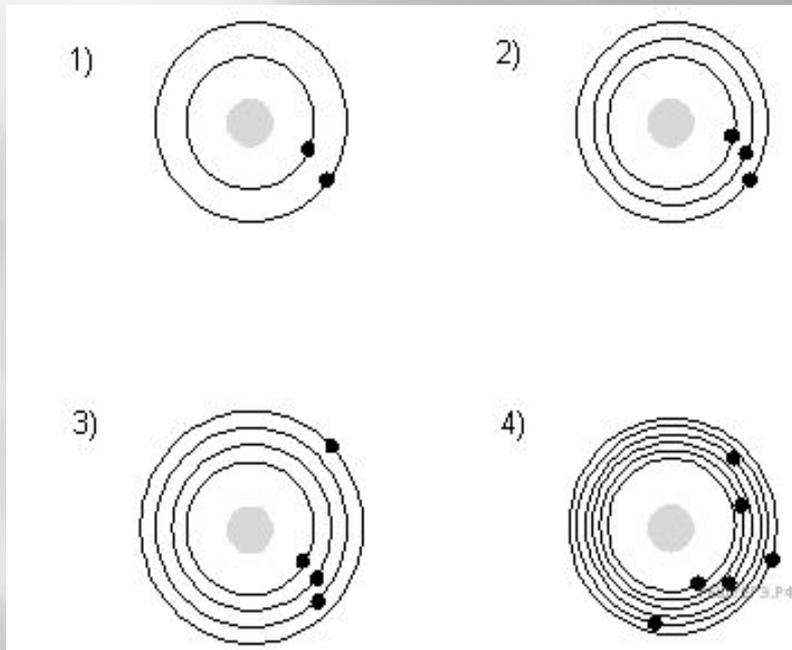
Квант энергии поглощается при переходе на более высокий уровень. При этом расстояние между уровнями пропорционально частоте  $\Delta E = h\nu$ . Из диаграммы видно, что среди предложенных вариантов ответа минимальному расстоянию между уровнями, а значит, и минимальной частоте поглощенного кванта соответствует переход с уровня 1 на уровень 2.

Правильный ответ: 2.

## Тренировочные задания

### 3. Задание

На рисунке изображены схемы четырех атомов. Электроны обозначены черными точками. Атому  ${}^7_4\text{Be}$  соответствует схема



- 1) 1
- 2) 2
- 3) 3
- 4) 4

**Решение.**

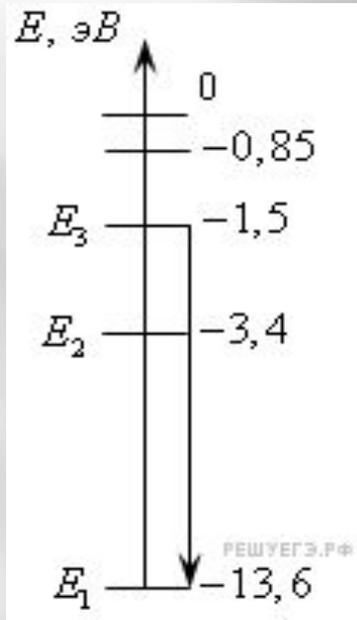
Число электронов в нейтральном атоме совпадает с числом протонов, которое записывается внизу перед наименованием элемента. В атоме четыре электрона, следовательно, этому элементу соответствует схема 3.

**Правильный ответ: 3.**

## Тренировочные задания

### 4. Задание

На рисунке показаны энергетические уровни атома водорода. Переходу, показанному на рисунке стрелкой, соответствует



- 1) поглощение атомом энергии  $1,5 \text{ эВ}$
- 2) излучение атомом энергии  $13,6 \text{ эВ}$
- 3) поглощение атомом энергии  $12,1 \text{ эВ}$
- 4) излучение атомом энергии  $12,1 \text{ эВ}$

### Решение.

Согласно постулатам Бора, при переходе атома в состояние с меньшей энергией происходит излучение фотона (кванта энергии). При этом энергия, уносимая фотоном, равна разности энергий начального и конечного уровней. Таким образом, переходу, показанному на рисунке, соответствует излучение атомом энергии  $-1,5 \text{ эВ} - (-13,6 \text{ эВ}) = 12,1 \text{ эВ}$

Правильный ответ: **4.**

## Тренировочные задания

### 5. Задание

Опыты Резерфорда по рассеянию  $\alpha$ -частиц показали, что

А. масса атома близка к массе всех электронов.

Б. размеры атома близки к размерам атомного ядра.

Какое(-ие) из утверждений правильно(-ы)?

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

### Решение.

Опыты Резерфорда по рассеянию  $\alpha$ -частиц показали, что практически вся масса атома сосредоточена в его ядре, при этом размеры ядер во много раз меньше размеров атома (по сути, атом состоит из пустоты). Поэтому оба утверждения не верны.

Правильный ответ: 4.

## Тренировочные задания

### 6. Задание

Согласно одному из квантовых постулатов Н. Бора

- 1) излучение или поглощение энергии атомом происходит непрерывно
- 2) атом излучает или поглощает энергию только тогда, когда электроны находятся в стационарных состояниях
- 3) при переходе электрона с орбиты на орбиту излучается или поглощается квант энергии, равный энергии электрона в данном стационарном состоянии
- 4) при переходе электрона с орбиты на орбиту излучается или поглощается квант энергии, равный разности энергий электрона в стационарных состояниях

### Решение.

Согласно постулатам Бора атом может находиться только в определённых квантовых состояниях, называемых стационарными, в которых он не излучает. Излучение или поглощение в виде кванта энергии происходит только при переходе атома из одного состояния в другое состояние, т. е. при переходе электрона с орбиты на орбиту, причём квант энергии равен разности энергий электрона в стационарных состояниях.

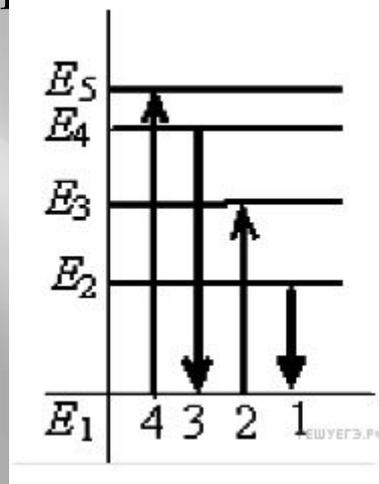
Правильный ответ: 4

## Тренировочные задания

### 7. Задание

На рисунке изображена диаграмма энергетических уровней атома. Какой цифрой обозначен переход, который соответствует излучению фотона с наименьшей длиной волны?

- 1) 1
- 2) 2
- 3) 3
- 4) 4



### Решение.

Квант энергии излучается при переходе с высокого на более низкий уровень. При этом расстояние между уровнями пропорционально частоте:  $\Delta E = h\nu = hc/\lambda$ . Из диаграммы видно, что среди предложенных вариантов ответа максимальному расстоянию между уровнями, а значит, и минимальной длине волны излученного кванта соответствует переход с уровня 4 на уровень 1.

Правильный ответ: 3.

## Тренировочные задания

### 8. Задание

Связанная система элементарных частиц содержит 9 электронов, 13 нейтронов и 8 протонов. Эта система может являться

- 1) нейтральным атомом хлора
- 2) ионом кислорода
- 3) ионом фтора
- 4) нейтральным атомом кислорода

### Решение.

Ядро данной системы будет обладать массовым числом 21 и зарядовым числом 8. Электронов больше чем протонов, а значит заряд системы не нейтрален. Таким образом искомый элемент - ион кислорода

Правильный ответ: 2.

## Тренировочные задания

### 9. Задание

В ядре  ${}^17_8\text{O}$  содержится

- 1) 17 протонов и 8 нейтронов
- 2) 8 протонов и 17 нейтронов
- 3) 8 протонов и 9 нейтронов
- 4) 9 протонов и 8 нейтронов

### Решение.

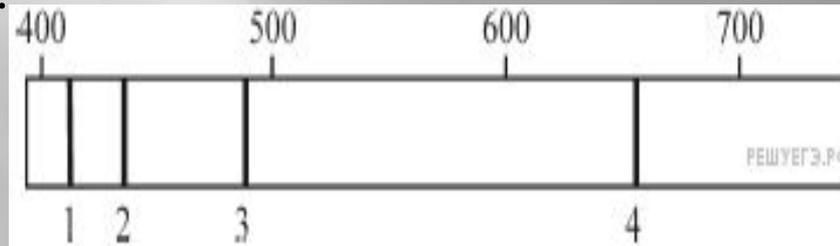
Зарядовое число, то есть число протонов в ядре, записывается внизу перед наименованием элемента. Число сверху обозначает массовое число, то есть суммарное число протонов и нейтронов. Таким образом, атом кислорода содержит 8 протонов и 9 нейтронов.

Правильный ответ: 3.

## Тренировочные задания

### 10. Задание

На рисунке схематически изображены спектральные линии 1, 2, 3 и 4 атома водорода, принадлежащие видимой области спектра. В верхней части рисунка приведены деления шкалы длин волн, проградуированной в нанометрах. Укажите номер спектральной линии, которой соответствует частота света, лежащая в диапазоне от  $4 \cdot 10^{14}$  Гц до  $5 \cdot 10^{14}$  Гц.



### Решение.

Частота и длина волны связаны соотношением  $\nu = c/\lambda$ : Следовательно, частоте  $4 \cdot 10^{14}$  Гц соответствует длина волны  $\frac{3 \cdot 10^8 \text{ м/с}}{4 \cdot 10^{14} \text{ Гц}} = 0,75 \cdot 10^{-6} \text{ м} = 750 \text{ нм}$ .

А частоте  $5 \cdot 10^{14}$  Гц соответствует длина волны

$$\frac{3 \cdot 10^8 \text{ м/с}}{5 \cdot 10^{14} \text{ Гц}} = 0,6 \cdot 10^{-6} \text{ м} = 600 \text{ нм}.$$

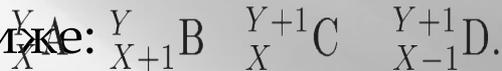
Из рисунка видно, что спектральная линия 4 лежит в требуемом диапазоне длин волн.

Правильный ответ: **4**.

## Тренировочные задания

### 11. Задание

Ядра  $A$ ,  $B$ ,  $C$  и  $D$  отличаются массовыми и зарядовыми числами так, как показано ниже:



Изотопами являются ядра

- 1)  $A$  и  $B$
- 2)  $A$  и  $C$
- 3)  $C$  и  $D$
- 4)  $C$  и  $B$

### Решение.

Изотопы — это ядра с одинаковым зарядовым числом и различной массой, следовательно, изотопами являются ядра  $A$  и  $C$ .

Правильный ответ: **2.**

## Тренировочные задания

### 12. Задание

На рисунке представлен фрагмент Периодической системы элементов Д.И. Менделеева. Под названием элемента приведены массовые числа его основных стабильных изотопов, нижний индекс около массового числа указывает (в процентах) распространённость

изотопа в природе

2	II	Li ЛИТИЙ 7 <sub>93</sub> 6 <sub>7,4</sub>	3	Be БЕРИЛЛИЙ 9 <sub>100</sub>	4	5	B БОР 11 <sub>80</sub> 10 <sub>20</sub>
3	III	Na НАТРИЙ 23 <sub>100</sub>	11	Mg МАГНИЙ 24 <sub>79</sub> 26 <sub>11</sub> 25 <sub>10</sub>	12	13	Al АЛЮМИНИЙ 27 <sub>100</sub>
4	IV	K КАЛИЙ 39 <sub>93</sub> 41 <sub>6,7</sub>	19	Ca КАЛЬЦИЙ 40 <sub>97</sub> 44 <sub>2,1</sub>	20	Sc СКАНДИЙ 45 <sub>100</sub>	21
	V	29 МЕДЬ 63 <sub>69</sub> 65 <sub>31</sub>	Cu	30 ЦИНК 64 <sub>49</sub> 66 <sub>28</sub> 68 <sub>19</sub>	Zn	31 РЕШУЕТА 69 <sub>60</sub> 71 <sub>40</sub>	Ga

Число протонов и число нейтронов в ядре самого распространённого изотопа меди равно

- 1) 36 протонов, 29 нейтронов
- 2) 29 протонов, 34 нейтрона
- 3) 31 протон, 33 нейтрона
- 4) 29 протонов, 63 нейтрона

### Решение.

Самый распространённый изотоп меди - это медь с массовым числом 63, который распространён в природе на 69%. Порядковый номер меди - 29, это значит, что в ядре у нее 29 протонов. Массовое число есть сумма нейтронов и протонов. Таким образом, число нейтронов равно  $63 - 29 = 34$ .

Правильный ответ: 2

## Тренировочные задания

### 13. Задание

Ядро изотопа тория  ${}_{90}^{232}\text{Th}$  претерпевает  $\alpha$ -распад, затем два электронных  $\beta$ -распада и еще один  $\alpha$ -распад. После этих превращений получится ядро

1) франция  ${}_{87}^{223}\text{Fr}$

2) радона  ${}_{86}^{222}\text{Rn}$

3) полония  ${}_{84}^{209}\text{Po}$

4) радия  ${}_{88}^{224}\text{Ra}$

### Решение.

Ядро изотопа тория  ${}_{90}^{232}\text{Th}$  имеет 90 протонов. При  $\alpha$ -распаде оно испускает  $\alpha$ -частицу (ядро атома гелия), имеющую заряд +2 (в единицах заряда протона). Согласно закону сохранения электрического заряда, получившееся ядро имеет на два протона меньше, чем исходный торий.

Далее, при  $\beta$ -распаде один из нейтронов в ядре превращается в протон, испуская электрон. Поскольку ядро испытало 2

$\beta$ -распада, образовавшееся ядро имеет опять столько же протонов, как и исходный торий. Наконец, после еще одного  $\alpha$ -распада число протонов вновь уменьшается на два. Таким образом, получившееся ядро имеет 88 протонов, а значит, это радий

Данный ответ можно также проверить проследив за изменением массового числа: после  $\alpha$ -

распада  $232 \rightarrow 228$  после двух  $\beta$ -распадов  $\rightarrow 228$  после  $\alpha$ -распада  $\rightarrow 224$ .

${}_{88}^{224}\text{Ra}$

## Тренировочные задания

### 14. Задание

Сколько процентов ядер некоторого радиоактивного элемента останется через время, равное трем периодам полураспада этого элемента?

- 1) 12,5%
- 2) 0,125%
- 3) 33,3%
- 4) 80%

### Решение.

Согласно закону радиоактивного распада, от первоначального количества радиоактивных ядер к моменту времени  $t$  должно остаться примерно  $N(t) = N_0 2^{-t/T}$ , где  $T$  – период полураспада. Следовательно, к моменту времени, равному трем периодам полураспада, ядер останется приблизительно

$$\frac{N(3T)}{N_0} \cdot 100\% = 2^{-3T/T} \cdot 100\% = \frac{100\%}{8} = 12,5\%$$

Правильный ответ: 1.

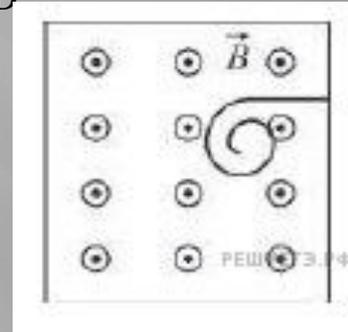
## Тренировочные задания

### 15. Задание

На рисунке схематически изображён трек частицы в камере Вильсона, помещённой во внешнее магнитное поле  $B$ .

Данный трек может принадлежать

- 1) электрону
- 2)  $\alpha$  -частице
- 3) нейтрону
- 4) Позитрону



### Решение.

На заряженные частицы в камере Вильсона действует сила Лоренца, сообщающая им центростремительное ускорение. Направление силы Лоренца определяется правилом левой руки: «Если левую руку расположить так, чтобы линии индукции магнитного поля входили в ладонь перпендикулярно ей, а четыре пальца были направлены по току (по движению положительно заряженной частицы или против движения отрицательно заряженной), то отставленный большой палец покажет направление действующей силы Лоренца». Мысленно проделав указанные действия, получаем, что трек соответствует отрицательно заряженной частице. Таким образом, трек может принадлежать электрону.

Правильный ответ: 1.

## Тренировочные задания

### 16. Задание

На основании приведённой ниже таблицы можно сделать вывод, что при протекании ядерной реакции



Ядро	Масса, а. е. м.	Ядро	Масса, а. е. м.
${}^1_1\text{H}$	1,00783	${}^6_3\text{Li}$	6,01513
${}^2_1\text{H}$	2,01410	${}^7_3\text{Li}$	7,01601
${}^4_2\text{He}$	4,00260	${}^7_4\text{Be}$	7,01693
${}^1_0\text{n}$	1,00866		

- 1) выделяется энергия, равная  $\approx 1,63$  МэВ
- 2) выделяется энергия, равная  $\approx 15,8$  МэВ
- 3) поглощается энергия, равная  $\approx 1,63$  МэВ
- 4) поглощается энергия, равная  $\approx 15,8$  МДж

### Решение.

В результате этой реакции возникает дефект масс, равный  $7,01601 + 1,00783 - 7,01693 - 1,00866 = -0,00175$  а.е.м. Согласно уравнению Эйнштейна  $E = mc^2$  этому дефекту масс соответствует энергия примерно равная  $1,63$  МэВ. Знак «-» означает, что произошло увеличение массы вещества, то есть масса вещества до реакции меньше массы вещества после реакции. Для образования дополнительной массы энергия должна поглощаться.

Следовательно, в этой реакции поглощается энергия равная  $1,63$  МэВ.

$$(1 \text{ а.е.м.} = 1,66 \cdot 10^{-27} \text{ кг}, 1 \text{ Дж} = 6,24 \cdot 10^{18} \text{ эВ}).$$

Правильный ответ указан под номером: 3.

**СПАСИБО ЗА  
ВНИМАНИЕ!**

**УДАЧИ НА ЕГЭ!!!**

Источники:

<https://oge.sdamgia.ru/test?theme=61>