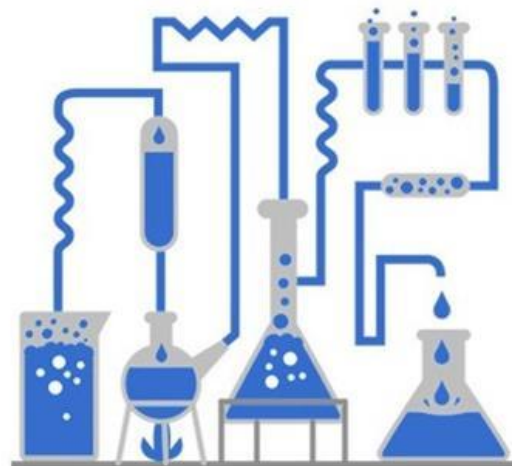


***Единый государственный  
экзамен  
Химия 2021***



***ЕГ***

***Э***



***Задание 1***

**Задание 1. *Строение электронных оболочек атомов элементов первых четырех периодов: s-, p- и d- элементы. Электронная конфигурация атома. Основное и возбужденное состояние атомов.***

**Примерное время выполнения задания – 2 - 3 минуты**

**Уровень сложности задания – базовый**

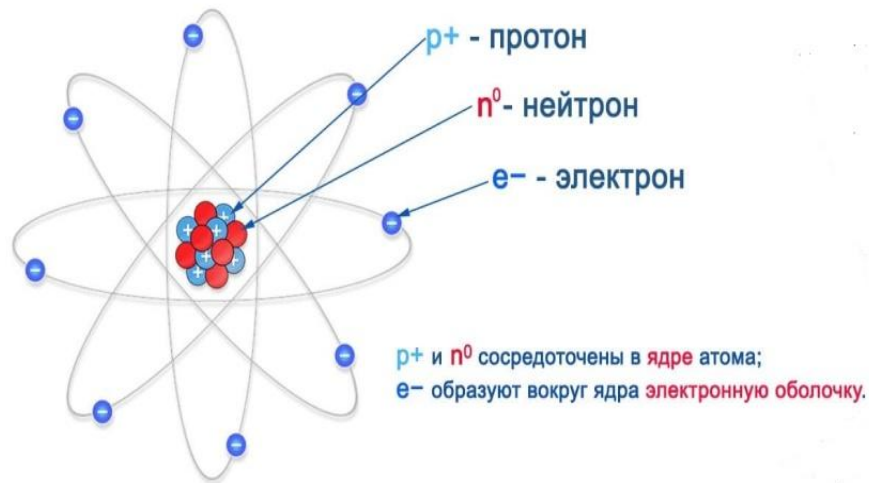
**Максимальный балл за выполнение задания - 1**

**Задание № 1 рассчитано на проверку знаний основных положений химических теорий для анализа строения и свойств веществ; электронных конфигураций атомов и ионов; основного и возбужденного состояния атомов, а также умений характеризовать s-, p- и d – элементы по их положению в Периодической системе Д. И. Менделеева.**

**Задание содержит пять химических элементов, из которых необходимо выбрать два согласно формулировке задания. В ответе надо записать цифры, под которыми указаны выбранные элементы.**

# Перед выполнением предложенных заданий повторите:

## Строение атома



Атом состоит из протонов ( $p^+$ ), нейтронов ( $n^0$ ) и электронов ( $e^-$ ). Протоны и нейтроны образуют ядро атома, оно имеет положительный заряд. Электроны, совершающие перемещения вокруг ядра, «конструируют» электронную оболочку атома, имеющую отрицательный заряд.

- Число электронов на внешнем уровне определяется номером группы.
- Порядковый номер элемента показывает заряд ядра и общее число электронов в атоме.
- Число нейтронов определяется, как разница между атомной массой элемента и его порядковым номером.

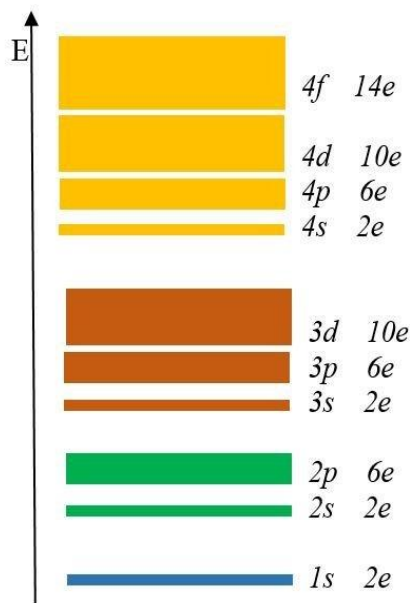
- Элементы, находящиеся в одной группе имеют **разное** число энергетических уровней, **разный** заряд ядра и **разное** число нейтронов и протонов в атоме и **одинаковое** число электронов на внешнем энергетическом уровне.

Так, число **электронов** фосфора равно **15**. Количество электронов, содержащихся в оболочке атома, строго равно числу протонов, содержащихся в ядре. Значит и **протонов** в ядре атома фосфора **15**. Число **нейтронов** нужно посчитать: из атомной массы вычесть заряд, т.е.  $31 - 15 = 16$ .

# Энергетические уровни

Количество энергетических уровней равно номеру периода в периодической таблице, в котором находится элемент.

К примеру, фосфор (P) находится в третьем периоде, значит, атом фосфора имеет три энергетических уровня.



**Первый энергетический уровень включает s-подуровень, второй s- и p- подуровни, третий s-, p- и d-подуровни, а четвертый уровень s-, p-, d- и f-подуровни.**

**На s-подуровне могут находиться только 2 электрона, на p-подуровне - максимум 6 электронов, на d-подуровне - 10 электронов, а на f-подуровне до 14 электронов.**

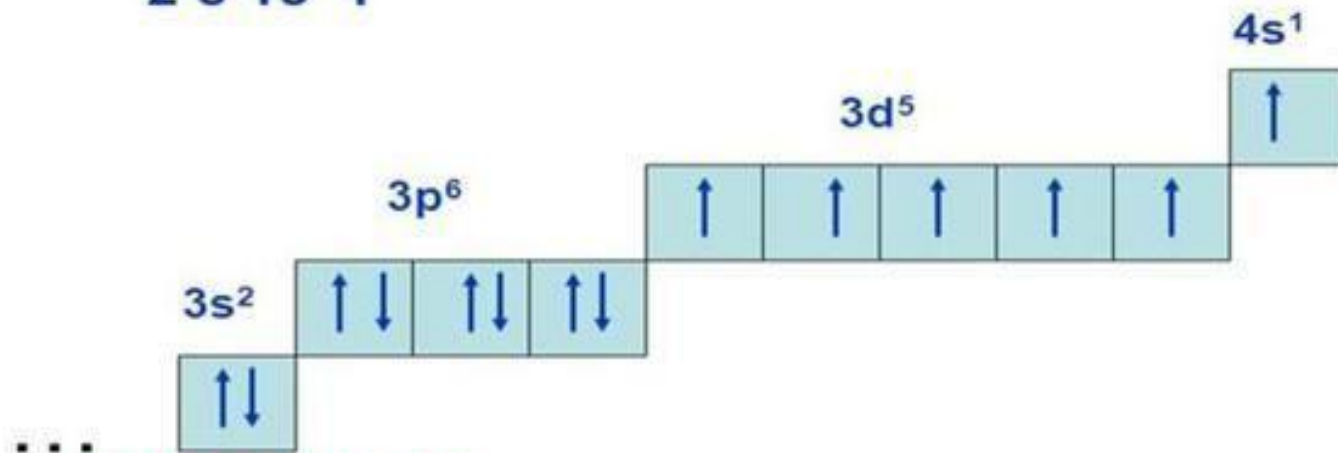
Внешний электронный слой заполняется у элементов главных подгрупп, причем число внешних электронов соответствует номеру группы. У элементов побочных подгрупп (d – элементы) заполняется предвнешний слой, а во внешнем слое остаются один или (чаще всего) два электрона.

## Проскок электрона

Один электрон на внешнем уровне имеют элементы IV и VI групп, так как происходит проскок (провал) электрона с s-подуровня последнего уровня на d-подуровень предпоследнего уровня.

В атоме Cr происходит «провал» электрона. Конфигурация  $3d^5$

и  $3d^{10}$  более энергетически устойчива.



**ВНИМАНИЕ!!!** Число неспаренных электронов у хрома совпадает с № его группы, значит высшая степень окисления +6.

# Электронные орбитали

*Область (место), где может находиться электрон, называется электронным облаком или орбиталью.*

Существуют три условия наполнения атомных орбиталей электронами:

• **1 условие: Принцип минимального количества энергии.**

Заполнение орбиталей начинается с подуровня, имеющего минимальную энергию. Согласно данному принципу подуровни заполняются в таком порядке:  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^{10} 4p^6 5s^2 4d^{10} 5p^6 6s^2 5d^1 4f^{14}$ .

• **2 условие: Принцип Паули.**

Одна орбиталь включает 2 электрона (электронную пару) и не больше. Но возможно и содержание всего одного электрона. Его именуют неспаренным.

• **3 условие: Правило Хунда.**

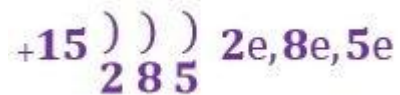
Каждую орбиталь одного подуровня сначала заполняют по одному электрону, затем в них добавляются по второму электрону. В жизни мы видели аналогичную ситуацию, когда незнакомые пассажиры автобуса сначала занимают по одному все свободные сидения, а потом рассаживаются по два.

# Электронная конфигурация атома в основном и возбужденном состоянии

- Энергия атома, находящегося в основном состоянии, наименьшая. Если атомы начинают получать энергию извне, к примеру, когда вещество нагревается, то они из основного состояния переходят в возбужденное. Этот переход возможен при наличии свободных орбиталей, на которые могут переместиться электроны. Но это временно, отдавая энергию, возбужденный атом возвращается в своё основное состояние.

Рассмотрим электронную конфигурацию, т. е. сосредоточение электронов по орбиталям атома фосфора в основном (невозбужденном) состоянии. Атом фосфора имеет три энергетических уровня: +15)))

Распределим имеющиеся 15 электронов на эти три энергетических уровня:



Электронно – графическая конфигурация фосфора выглядит так:  
 $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^3$

В возбужденном состоянии атома фосфора 1 электрон переходит с 3s – орбитали на 3d – орбиталь, а конфигурации выглядит:  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^1 3p^3 3d^1$



## *Тренировочные задания*

### **Задание.**

Определите, атомы каких из указанных в ряду элементов в основном состоянии содержат одинаковое число электронов на внешнем уровне.

Запишите номера выбранных элементов.

**1) Na 2) Cl 3) Si 4) Mn 5) Cr**

Ответ: 15

## Тренировочные задания

**Пояснение:** По таблице химических элементов находим, в каких группах расположены данные химические элементы. Определяем принадлежность элементов к главной или побочной подгруппе. Вспоминаем, что у элементов главных подгрупп число электронов на внешнем энергетическом уровне равно номеру группы.

**Натрий** – элемент IA группы, значит, **один электрон** на внешнем уровне.

**Кремний** – элемент IVA группы, значит, **четыре электрона** на внешнем уровне.

**Хлор** – элемент VIIA группы, значит, **семь электронов** на внешнем уровне.

У элементов побочных подгрупп количество электронов на внешнем уровне равно двум, за исключением элементов IB подгруппы – Cu, Ag, Au и элементов VIB подгруппы – Cr, Mo: у них на внешнем уровне один электрон, так как происходит проскок (провал) электрона.

**Хром** – элемент VI группы побочной подгруппы, значит, **один электрон** на внешнем уровне (элемент – исключение);

**Марганец** – элемент VII группы побочной подгруппы, значит, **два электрона** на внешнем уровне (элемент – не исключение).

В результате получили два элемента, у которых по одному электрону на внешнем уровне – это **натрий** и **хром**.

## *Тренировочные задания*

### **Задание.**

Определите, атомы каких из указанных в ряду элементов в основном состоянии содержат одинаковое число валентных электронов.

Запишите номера выбранных элементов.

**1) Na 2) Cl 3) Si 4) Mn 5) Cr**

**Ответ: 24**

## Тренировочные задания

**Пояснение:** На первый взгляд это такое же задание, как в рассмотренном выше примере, но ответ будет другой, так как в условии есть дополнительное словосочетание «**валентных электронов**», которое часто не замечается при чтении, поэтому приводится неверный ответ: 1 и 5. То есть в ответе были выбраны элементы, которые содержат одинаковое число внешних электронов, хотя в условии задания шла речь о **валентных электронах** атомов. А как известно, у  $d$  – элементов валентными являются электроны внешнего уровня и предвнешнего  $d$  – подуровня. Правильный ответ – **марганец** и **хлор**, так как они имеют по семь валентных электронов, это элементы одной VII группы.

## Тренировочные задания

### Задание.

Определите, атомы каких из указанных в ряду элементов в основном состоянии содержат один неспаренный электрон.

Запишите номера выбранных элементов.

1) Li 2) C 3) Cu 4) Mn 5) O

Ответ: 13

**Пояснение:** У атома **лития** **один** неспаренный электрон.

У атома **углерода** **два** неспаренных электрона.

У атома **кислорода** **два** неспаренных электрона.

У атома **меди** **один** неспаренный электрон.

У атома **марганца** **два** неспаренных электрона.

По одному неспаренному электрону имеют элементы **литий** и **медь**.

## Тренировочные задания

### Задание.

Определите два элемента, электронные конфигурации ионов которых соответствуют электронной конфигурации атома криптона.

Запишите номера выбранных элементов.

1) Cl 2) Sr 3) Se 4) P 5) K

Ответ: 23

**Пояснение:** Электронная конфигурация атома криптона – **36 электронов** (порядковый номер).

Электронная конфигурация иона хлора – 18 электронов ( $\text{Cl}^-$ ).

Электронная конфигурация иона стронция – **36 электронов**.

Электронная конфигурация иона селена – **36 электронов**.

Электронная конфигурация иона фосфора – 18 электронов ( $\text{P}^{-3}$ ) и 10 электронов ( $\text{P}^{+5}$ ).

Электронная конфигурация иона калия – 18 электронов.