

Троицкий авиационный технический колледж – филиал федерального
государственного образовательного учреждения высшего образования
Московский государственный технический университет
гражданской авиации (МГТУ ГА)

Автор: Семечев П.А.



МЕТОДИЧЕСКОЕ ПОСОБИЕ
по Химии

Тема: «Помощь при решении задач»

Троицк, 2024г.

Рассмотрено и утверждено на заседании ц/к ОТП

Протокол №12 от 10.06.2024г.

Председатель ЦК ОТП: Ол... /Н.А.Овсянникова/

Согласовано:

Зам. директора по УР: Хомуткова /В.А. Хомуткова/

10» 06 2024г.

Содержание

Введение.....	4
Значение решения задач:.....	5
Место задач в курсе химии:.....	5
Классификация задач.....	6
1. Таблицы.....	7
1.1 Структура таблицы.....	7
1.2 Группы элементов с похожими свойствами.....	8
1.3 Различение металлов, металлоидов и неметаллов.....	11
1.4 Обозначения в таблице Менделеева.....	12
1.5 Буквенное, символьное название элементов.....	14
2. Валентность.....	16
2.1 Постоянная и переменная валентность.....	17
2.2 Как определить валентность химического элемента с переменной валентностью в соединении.....	18
2.3 Как составить формулу химического соединения по значениям валентностей элементов.....	20
3. Химические реакции.....	22
3.1 Классификация химических реакций.....	22
3.2 Окислительно-восстановительные реакции.....	24
3.3 Химическое уравнение.....	26
3.4 Алгоритм составления уравнения химической реакции.....	28

Введение

Настоящие методические указания являются логическим продолжением методических указаний к выполнению самостоятельной подготовки обучающихся к занятиям, выполнению практических и контрольной работы по химии.

Главная цель настоящих методических указаний – помочь студентам решить различные типы задач при подготовке к занятиям, лабораторным и контрольным работам.

Настоятельно рекомендую студентам предварительно изучить теоретический материал по каждому разделу химии, используя учебную литературу по химии. Весь теоретический материал с формулами, определениями и т. д. по каждому разделу, необходимый для решения задач, можно найти и в учебной литературе по химии.

Для удобства пользования приведены справочные данные, таблицы, схемы, формулы.

При рассмотрении примеров обратите внимание, что практически везде используется международная система единиц (СИ); все физические величины, где это требуется, даны с соответствующими единицами измерения; во всех расчетных формулах величины подставлены без преобразований в необходимых единицах измерения.

Очень надеюсь, что данные методические указания помогут вам успешно справиться с решением задач по химии.

Химическая учебная задача – это модель проблемной ситуации, решение которой требует мыслительных и практических действий на основе знания законов, теорий и методов химии, направленная на закрепление, расширение знаний и развитие химического мышления.

Значение решения задач:

Первое - это практическое применение теоретического материала, приложение научных знаний на практике. Решение задач как средство контроля и самоконтроля развивает навыки самостоятельной работы; помогает определить степень усвоения знаний и умений и их использования на практике; позволяет выявлять пробелы в знаниях и умениях учащихся и разрабатывать тактику их устранения.

Второе - это прекрасный способ осуществления межпредметных и курсовых связей, а также связи химической науки с жизнью.

Место задач в курсе химии:

- При объяснении нового материала задачи помогают иллюстрировать изучаемую тему конкретным практическим применением, в результате учащиеся более осознанно воспринимают теоретические основы химии.
- Самостоятельное решение задач способствует привлечению студентов к самостоятельной работе с использованием не только учебников, но и дополнительной литературы.
- Решение задач – это мыслительный процесс.
- С целью контроля и учета знаний лучшим методом также является расчетная задача, т.к. при ее решении можно оценить все качества ученика, начиная от уровня знания теории до умения оформлять решение в тетради.

Решение задач:

- учит мыслить, ориентироваться в проблемной ситуации;
- проявляет взаимосвязь представлений и понятий;
- ведет к лучшему пониманию учащимися химических явлений в свете важнейших теорий;
- позволяет установить связь химии с другими предметами, особенно с физикой и математикой;

- является средством закрепления в памяти учащихся химических законов и важнейших понятий;
- служит одним из способов учета знаний и проверки навыков, полученных в процессе учения предмета;
- воспитывает в процессе изучения у учащихся умение использовать полученные знания для решения практических проблем, тем самым связывая обучение с жизнью и деятельностью человека.

Классификация задач

На сегодняшний день не существует единого подхода к классификации химических задач. Окончательно разработанной классификации химических задач нет. В учебных пособиях по методике химии, специальных методических пособиях по решению задач и в статьях приводятся различные варианты классификации задач. Общепризнанной является классификация химических задач на качественные и количественные, которые решаются устным, письменным и экспериментальным способом.

Методика решения задач.

Для начало решения задач нужно правильно пользоваться таблицами и схемами, а также знать основы составления химических реакций.

1. Таблицы

1.1 Структура таблицы

В таблице Менделеева химические вещества расположены в специальном порядке: слева направо по мере роста их атомных масс. Все они в периодической системе объединены в периоды и группы. Таблица состоит из семи периодов и восьми групп.

Периоды — это горизонтальные ряды в таблице.

Элементы, которые относятся к одному периоду, показывают следующие закономерности с увеличением их порядкового номера:

1. Возрастает электроотрицательность.
2. Металлические свойства убывают, неметаллические возрастают.
3. Атомный радиус падает.

Периоды в таблице делятся на:

- малые;
- большие.

Малыми называются периоды, которые содержат небольшое количество элементов. Это первый, второй и третий периоды, первый состоит из 2-х, второй и третий из 8 элементов.

Все остальные периоды — это **большие** периоды. Четвертый и пятый состоят из 18 элементов, шестой — из 32-х, седьмой — из 24-х.

В нижней части таблицы Менделеева расположены химические вещества, которые называются лантаноидами и актиноидами.

Таблица периодической системы содержит десять рядов. Малые периоды состоят из одного ряда, большие периоды содержат по два ряда. В седьмом периоде находится один ряд.

Каждый большой период состоит из четного и нечетного рядов. В четных рядах содержатся металлы, в нечетных рядах — неметаллы.

Периодическая система начинается водородом — первым химическим элементом, а заканчивается на сегодняшний день 118-м — оганесоном. Ученые утверждают, что таблица не закончена, идет активный поиск 119-го элемента.

1.2 Группы элементов с похожими свойствами

Группа — это вертикальная колонка в периодической таблице, определяющая основные физико-химические свойства элементов. Вещества, принадлежащие к одной и той же группе, обладают похожими химическими особенностями и демонстрируют одинаковую закономерность в изменении своих свойств по мере увеличения атомного числа.

Всем группам (колонкам таблицы) присваиваются номера от 1 до 18 — слева направо (от щелочных металлов к благородным газам). Такая система вступила в силу в 1988 году по инициативе ИЮПАК. Все прежние названия групп, которые использовали в разных странах, больше не употребляются.

Элементы, которые относятся к одной группе, показывают следующие закономерности по направлению сверху вниз:

1. Возрастает радиус атома элементов в рамках одной группы.
2. Усиливаются металлические свойства элементов и ослабевают неметаллические.
3. Падает электроотрицательность.

Расположение химических элементов в таблице Менделеева позволяет сопоставлять не только их атомные массы, но и химические свойства.

Вот как они изменяются в пределах группы (сверху вниз):

- Металлические свойства усиливаются, неметаллические ослабевают.
- Увеличивается атомный радиус.
- Усиливаются основные свойства гидроксидов и кислотные свойства водородных соединений неметаллов.

В пределах периодов (слева направо) свойства элементов меняются следующим образом:

- Металлические свойства ослабевают, неметаллические усиливаются.
- Уменьшается атомный радиус.
- Возрастает электроотрицательность.



ПЕРИОДЫ	ГРУППЫ										
	A I Б	A II Б	A III Б	A IV Б	A V Б	A VI Б	A VII Б	A	VIII	Б	
1	H Водород Hydrogen 1 1,008							H	He Гелий Helium 2 4,0026		
2	Li Литий Lithium 3 6,94	Be Бериллий Beryllium 4 9,0122	B Бор Boron 5 10,81	C Углерод Carbonium 6 12,011	N Азот Nitrogenium 7 14,007	O Кислород Oxygenium 8 15,999	F Фтор Fluorium 9 18,998	Ne Неон Neon 10 20,180			
3	Na Натрий Natrium 11 22,990	Mg Магний Magnesium 12 24,305	Al Алюминий Aluminium 13 26,982	Si Кремний Silicium 14 28,085	P Фосфор Phosphorus 15 30,974	S Сера Sulfur 16 32,06	Cl Хлор Chlorium 17 35,45	Ar Аргон Argon 18 39,95			
4	K Калий Kalium 19 39,098	Ca Кальций Calcium 20 40,0784	Zn Цинк Zincum 30 65,382	Sc Скандий Scandium 21 44,956	Ti Титан Titanium 22 47,867	V Ванадий Vanadium 23 50,942	Cr Хром Chromium 24 51,996	Mn Марганец Manganium 25 54,938	Fe Железо Ferrum 26 55,8452	Co Кобальт Cobaltum 27 58,933	Ni Никель Niccolum 28 58,693
5	Rb Рубидий Rubidium 37 85,468	Sr Стронций Strontium 38 87,62	Cd Кадмий Cadmium 48 112,41	Y Иттрий Yttrium 39 88,906	Zr Цирконий Zirconium 40 91,2242	Nb Нобий Niobium 41 92,906	Mo Молибден Molybdenum 42 95,95	Tc Технеций Technetium 43 [98]	Ru Рутений Ruthenium 44 101,072	Rh Родий Rhodium 45 102,91	Pd Палладий Palladium 46 106,42
6	Cs Цезий Caesium 55 132,91	Ba Барий Barium 56 137,33	Hg Ртуть Hydrargyrum 80 200,59	La* Лантан Lanthanum 57 138,91	Hf Гафний Hafnium 72 178,492	Ta Тантал Tantalum 73 180,95	W Вольфрам Wolframium 74 183,84	Re Рений Rhenium 75 186,21	Os Осний Osmium 76 190,233	Ir Иридий Iridium 77 192,22	Pt Платина Platinum 78 195,08
7	Fr Франций Francium 87 [223]	Ra Радий Radium 88 [226]	Cn Коперниций Copernicium 112 [285]	Ac** Актиний Actinium 89 [227]	Rf Резерфордий Rutherfordium 104 [267]	Db Дубний Dubnium 105 [268]	Sg Сибгорий Seaborgium 106 [269]	Bh Борий Bohrium 107 [270]	Hs Хассий Hassium 108 [271]	Mt Мейтнерий Meitnerium 109 [278]	Ds Дармштадтий Darmstadtium 110 [281]
	ФОРМУЛЫ ВЫСШИХ ОКСИДОВ		R ₂ O	RO	R ₂ O ₃	RO ₂	R ₂ O ₅	RO ₃	R ₂ O ₇	RO ₄	
	ФОРМУЛЫ ЛЕТАЧИХ ВОДОРОДНЫХ СОЕДИНЕНИЙ					RH ₄	RH ₃	H ₂ R	HR		

*ЛАНТАНОИДЫ

58 140,12	Ce Церий Cerium	59 140,91	Pr Прометий Promethium	60 144,24	Nd Неодим Neodymium	61 [147]	Pm Прометий Promethium	62 150,362	Sm Самарий Samarium	63 151,96	Eu Европий Europium	64 157,253	Gd Гадолиний Gadolinium	65 158,93	Tb Тербий Terbium	66 162,50	Dy Диспрозий Dysprosium	67 164,93	Ho Гольмий Holmium	68 167,26	Er Эрбий Erbium	69 168,93	Tm Тулий Thulium	70 173,05	Yb Иттербий Ytterbium	71 174,97	Lu Лютеций Lutetium
--------------	-----------------------	--------------	------------------------------	--------------	---------------------------	-------------	------------------------------	---------------	---------------------------	--------------	---------------------------	---------------	-------------------------------	--------------	-------------------------	--------------	-------------------------------	--------------	--------------------------	--------------	-----------------------	--------------	------------------------	--------------	-----------------------------	--------------	---------------------------

**АКТИНОИДЫ

90 232,04	Th Торий Thorium	91 231,04	Pa Протактиний Protactinium	92 238,03	U Уран Uranium	93 237,0472	Np Нептуний Neptunium	94 244,0642	Pu Плутоний Plutonium	95 243,0614	Am Америций Americium	96 247,0703	Cm Кюрий Curium	97 247,0703	Bk Берклий Berkelium	98 251,0796	Cf Калифорний Californium	99 252,0838	Es Эйнштейний Einsteinium	100 257,0951	Fm Фермий Fermium	101 258,0910	Md Менделеев Mendelevium	102 259,1039	No Нобелий Nobelium	103 [266]	Lr Лавренсий Lawrencium
--------------	------------------------	--------------	-----------------------------------	--------------	----------------------	----------------	-----------------------------	----------------	-----------------------------	----------------	-----------------------------	----------------	-----------------------	----------------	----------------------------	----------------	---------------------------------	----------------	---------------------------------	-----------------	-------------------------	-----------------	--------------------------------	-----------------	---------------------------	--------------	-------------------------------

Рисунок 1.

1.3 Различение металлов, металлоидов и неметаллов

Все химические элементы в зависимости от их химических и физических свойств можно разделить на 3 типа:

- металлы;
- металлоиды;
- неметалл

Характеристика **металлов** (например, медь, алюминий, золото):

1. Хорошая электро- и теплопроводность.
2. Способность отражать свет (яркий внешний вид).
3. Высокая температура плавления (остаются твердыми при нормальных значениях окружающей среды, исключение — ртуть).
4. Пластичность и податливость.

Неметаллы встречаются в природе в трех состояниях: газ (например, водород), жидкость (например, бром) и твердые вещества (например, фосфор). Их характеризуют:

1. Неспособность проводить тепло и электричество.
2. Разнообразный внешний вид (элементы с низкой плотностью и яркостью).
3. Значительно более низкая температура плавления в сравнении с металлами.
4. Хрупкость и ломкость.

Металлоиды имеют смешанные свойства металлов и неметаллов (например, кремний). Их основные черты:

1. Средняя тепло- и электропроводность.
2. Внешний вид может быть схож с металлами или неметаллами.
3. Различаются между собой по температуре плавления, плотности, цвету и форме.

Что нужно знать для определения молекул и элементов в задачах – это обозначения в таблице Менделеева, где взять массу, название, а также, что обозначает порядковый номер элемента.

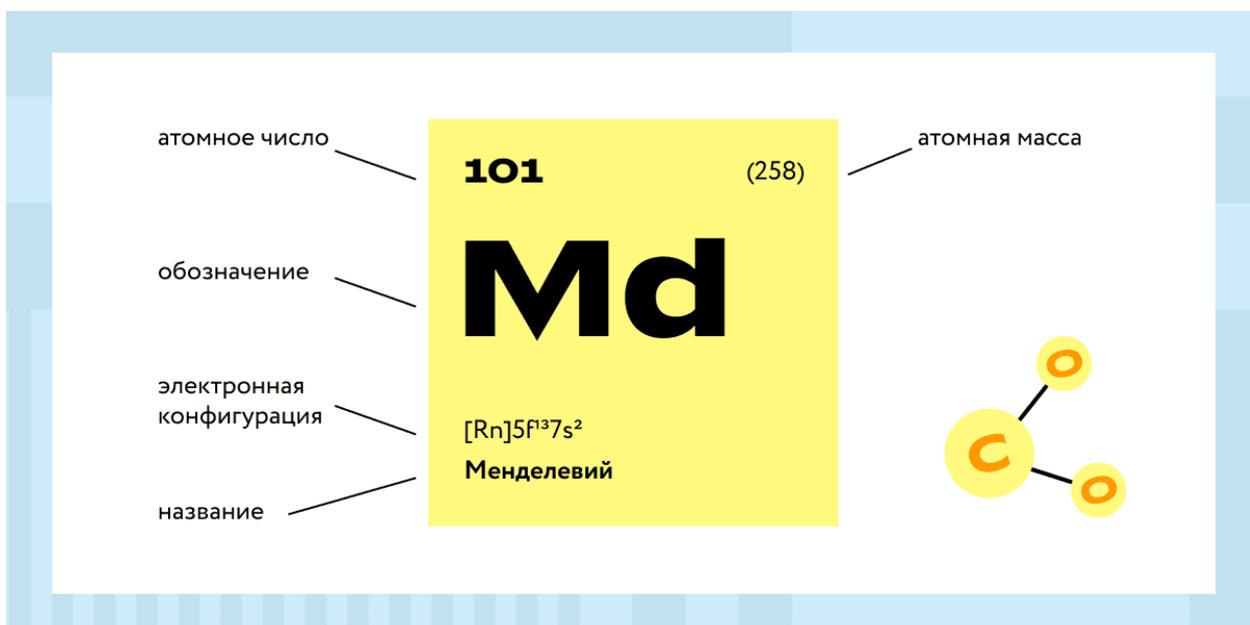


Рисунок 3

Каждый элемент в периодической системе Менделеева имеет несколько обозначений:

- Название;
- Буквенное выражение;
- Атомный номер;
- Массовое число.

1.5 Буквенное, символьное название элементов

В таблице может быть указано полное название вещества (например, Carbon), в таких случаях его располагают под химическим **СИМВОЛОМ**.

Символ — это сокращенное название элемента (например, гелий — He).

Иногда в таблице не указываются названия вещества и приводится лишь его химический символ. Обозначения, как правило, состоят из одной или двух латинских букв. Символ элемента расположен в центре соответствующей ячейки в таблице.

Атомный номер

Атомный номер элемента обычно располагается вверху соответствующей ячейки, посередине или в углу. Все элементы имеют атомные номера от 1 до 118. Атомный номер — это всегда целое число.

Массовое число

Массовое число — это общее количество протонов и нейтронов в ядре. Его легко определить по атомной массе элемента, округляя ее до ближайшего целого числа.

Атомная масса указывается внизу ячейки, под символом элемента.

Атомная масса — это сумма масс частиц, которые составляют ядро атома (протоны и нейтроны), представляет собой среднюю величину, для большинства элементов записывается в виде десятичной дроби.

Например, фосфор (P) имеет атомную массу равную 30,97376, следовательно, массовое число (количество протонов и нейтронов в ядре) составит 31.

Вопросы для самоконтроля:

1. Что такое периоды и какими они бывают? В чем различие между ними?
2. Расскажите, что такое группа элементов?
3. Как меняются радиусы элементов в зависимости от номера и положение в таблице Менделеева Д.И.?
4. Как меняется электроотрицательность элементов?
5. В чем различие металлов, металлоидов и неметаллов друг от друга?
6. На что стоит ориентироваться при поиски элемента? Какимие основные обозначения вы знаете?

2. Валентность

Валентность - это свойство элементов образовывать химические связи.

Валентность бывает:

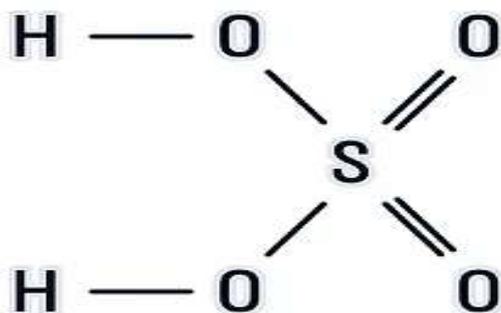
- постоянная;
- переменная (зависит от состава вещества, в которое входит элемент).

Определить **валентность** по таблице Менделеева несложно:

1. Постоянная валентность идентична номеру группы главной подгруппы. Номера групп в таблице изображаются римскими цифрами.
2. Переменная валентность (часто бывает у неметаллов) определяется по формуле: 8 (всего 8 групп в таблице) вычесть № группы, в которой находится вещество.

Например, вещества, находящиеся в первой группе главной подгруппы (Li, K) имеют валентность, равную 1; элементы, которые располагаются во второй группе главной подгруппы (Mg, Ca) являются 2 валентными. Мышьяк (As) находится в V группе главной подгруппы, следовательно, значение его валентности также будет равняться 5. Помимо этого, у вещества есть еще одно значение валентности. Определяется оно по приведенной выше формуле и равняется 3 ($8-5=3$).

Рассмотрим структурную формулу H_2SO_4 , с помощью которой можно определить, как атомы связаны между собой в веществе:



Исходя из структуры, можно сделать выводы:

- Атомы водорода H имеют одну химическую связь, то есть одновалентны;
- Сера S имеет шесть химических связей, то есть шестивалентна;
- Каждый атом кислорода O имеет две химические связи — двухвалентен.

Валентность обозначается римской цифрой над знаком химического элемента в формуле. Например:



Атом натрия имеет валентность, равную 1, а атом кислорода, равную 2.

2.1 Постоянная и переменная валентность

Среди всех элементов выделяют две группы: с постоянной и переменной валентностью. У элементов с **постоянной валентностью** в любом соединении она одинакова.

Эти элементы и проявляемую ими валентность придется выучить.

Элемент	Валентность
H, F, Li, Na, K, Ag	I
O, Be, Mg, Ca, Ba, Zn	II
Al	III

Переменная валентность меняется в зависимости от соединения. Элементов с переменной валентностью большинство. Как правило, они характеризуются высшей, промежуточной и низшей валентностью:

- Высшая валентность для элементов главных подгрупп совпадает с номером группы (№гр);
- Низшая валентность вычисляется по формуле: $8 - \text{№гр}$;

- Промежуточная валентность — число между низшей и высшей валентностью. Обычно промежуточные валентности соответствуют четности группы.

В таблице представлены все возможные валентности для некоторых химических элементов.

Элемент	Валентность
C, Si	II, IV
N	I, II, III, IV
P	III, V
S	II, IV, VI
Cl, Br, I	I, III, V, VII
Fe	II, III
Cu	I, II

Обратите внимание

Понятия «степень окисления» и «валентность» — это не одно и то же, хотя в большинстве случаев они численно совпадают. Степень окисления — это условный заряд атома, он бывает положительным или отрицательным. А валентность — способность атома образовывать связи, она не может принимать отрицательные значения.

2.2 Как определить валентность химического элемента с переменной валентностью в соединении

Определим валентность азота в соединении N_2O_3 .

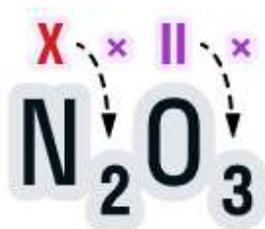
1. Над элементами с постоянной валентностью подпишем ее значение, в нашем случае это кислород:



2. Общее число валентностей каждого элемента в соединении должно совпадать. Находится общее число валентностей с помощью умножения валентности на число атомов данного химического элемента в соединении.

Считаем: общее число валентностей кислорода равно 2×3 . Значит, общее число валентностей азота в данном соединении будет равно $x \times 2$.

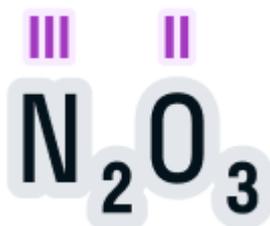
Получаем уравнение: $x \times 2 = 2 \times 3$.



3. Вычислим x в получившемся уравнении:

$$2x = 6; x = 3.$$

4. Валентность азота в данном химическом соединении равна трем.



Встречаются бинарные соединения (то есть соединения, состоящие только из двух видов атомов), в которых неизвестны валентности обоих атомов элементов. Как найти валентности химических элементов в этом случае?

Для определения значения валентности необходимо запомнить, что неметаллы в бинарных соединениях, расположенные на втором месте, проявляют свою низшую валентность.

Например, в сульфидах (FeS) сера расположена на втором месте и проявляет низшую валентность, равную двум.

Тогда валентность железа в данном сульфиде можно рассчитать по приведенному выше алгоритму — ее значение равно двум.



В хлоридах (например, AgCl) хлор проявляет низшую валентность, равную единице.

2.3 Как составить формулу химического соединения по значениям валентностей элементов

Составим формулу оксида фосфора (V).

1. Записываем обозначения элементов и над ними указываем валентности. Валентность фосфора в данном соединении указана в названии вещества (V), а валентность кислорода всегда равна II.



2. Находим НОК (наименьшее общее кратное) валентностей, в нашем случае $5 \times 2 = 10$. Для удобства запишем его над формулой:



3. Делим НОК на валентность каждого элемента, а результат записываем в индекс:

$$10 : 5 = 2 \text{ — индекс фосфора; } 10 : 2 = 5 \text{ — индекс кислорода.}$$

Вопросы для самопроверки

1. Что такое валентность в химии? Можно ли сказать, что валентность и степень окисления — это одно и то же?
2. Как узнать высшую и низшую валентность какого-либо химического элемента?
3. Назовите три химических элемента с валентностью, равной единице.
4. Среди перечисленных химических элементов выберите те, у которых валентность переменная: K, S, Al, Cu, Ca, P, Si, Mn, Mg, O.
5. Определите значения валентностей каждого химического элемента в следующих соединениях: FeCl_3 , Cl_2O_7 , CuS , AlP .
6. Составьте химические формулы веществ:
 - Хлорид железа (II).
 - Оксид углерода (IV).
 - Оксид магния.
7. Верно ли, что значение высшей валентности химических элементов увеличивается по периоду слева направо в таблице Менделеева?

3. Химические реакции

Химическая реакция - процесс превращения исходных веществ (реактивов) в конечные вещества (продукты)

Признаками протекания химических реакций являются:

- изменение цвета,
- появление запаха,
- выделение газа,
- выделение или поглощение энергии
- выпадение осадка,

3.1 Классификация химических реакций

Химические реакции можно классифицировать по различным признакам, например:

По числу и составу исходных веществ и продуктов реакции;

Реакции соединения — реакции, в результате которых из нескольких исходных веществ образуется одно сложное вещество

Реакции разложения — реакции, в результате которых из одного сложного вещества образуются два и несколько новых веществ

Реакции обмена — реакции, в результате которых два сложных вещества обмениваются атомами или группами атомов

Реакции замещения — реакции между простым и сложным веществами, протекающие с образованием двух новых веществ — простого и сложного. В реакциях замещения атомы простого вещества замещают атомы одного из химических элементов в сложном веществе

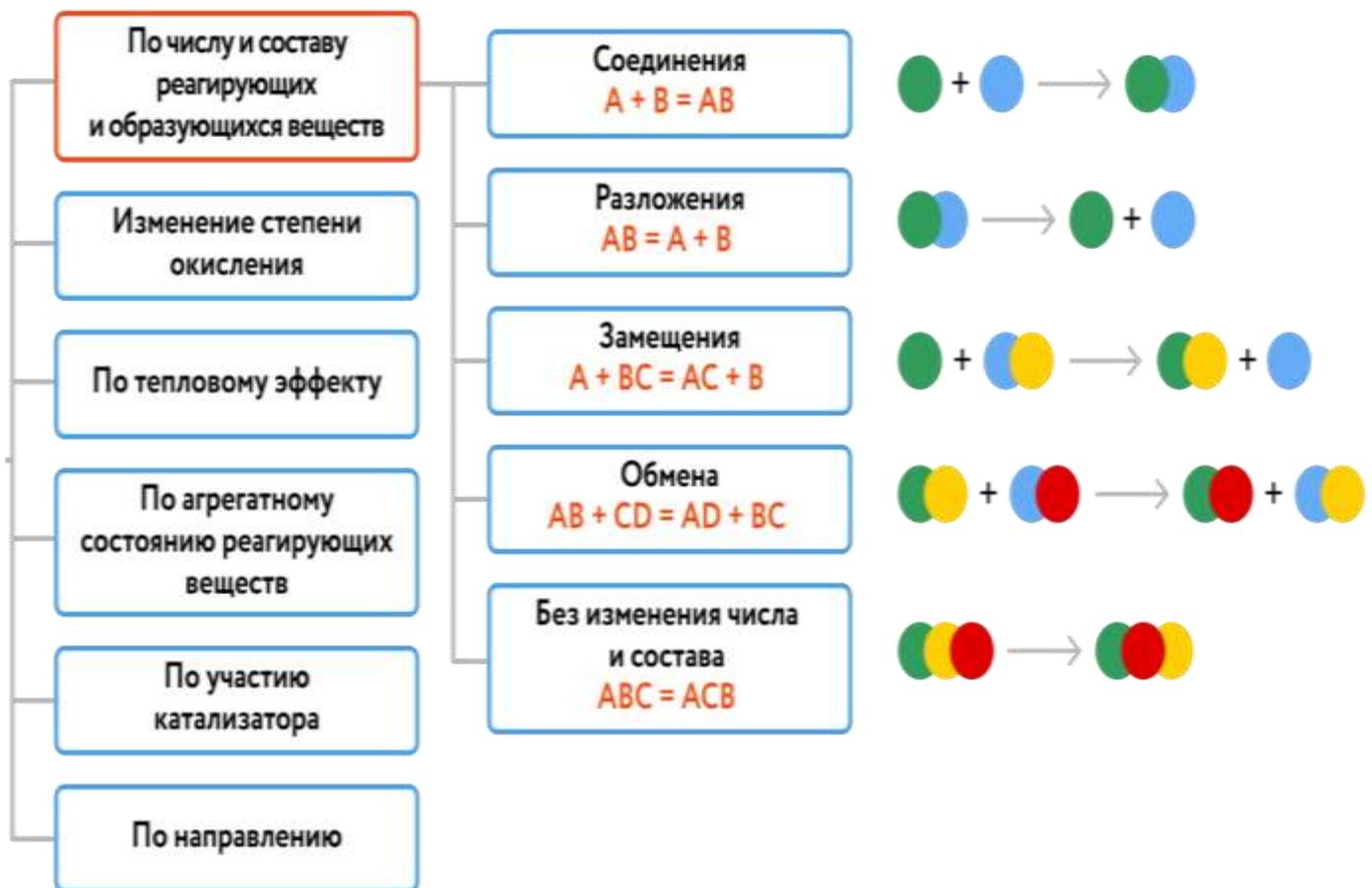


Рисунок 4

По агрегатному состоянию;

- Гомогенные реакции - реакции, протекающие в одной фазе
- Гетерогенные реакции - реакции, протекающие на границе раздела фаз

По тепловому эффекту;

- Экзотермические реакции - реакции, протекающие с выделением тепла(+Q)
- Эндотермические реакции - реакции, протекающие с поглощением тепла (-Q)

По изменению степени окисления:

- Окислительно-восстановительные реакции

3.2 Окислительно-восстановительные реакции

Окислительно-восстановительные реакции - реакции, в которых изменяются степени окисления некоторых элементов

Степень окисления — это условный заряд, который предположительно обретет атом после перемещения электронов. Он вычисляется из предположения, что все свободные электроны полностью перемещаются от одного атома к другому и все образованные связи — ионные.

Численно степень окисления равна количеству электронов, которые перешли от одного атома к другому.

- У атома с меньшей ЭО, который отдает электроны, **положительная** степень окисления.
- У атома с большей ЭО, который притягивает электроны, **отрицательная** степень окисления.
- Простые вещества, такие как Cl_2 , O_2 и т. д., имеют степень окисления, равную 0, поскольку смещения электронов в данном случае не происходит.

Атомы имеющие постоянную степень окисления.

-2	О (исключение составляет $\text{O}^{+2}\text{F}_2, \text{H}_2\text{O}_2^{-1}$)
-1	Н в соединениях металлов
+1	Li, K, Na, H, Ag, Cs, Fr
+2	Be, Mg, Zn, Ca, Ba,
+3	B, Al

РАСТВОРИМОСТЬ КИСЛОТ, СОЛЕЙ И ОСНОВАНИЙ В ВОДЕ

Катионы / Анионы	H ⁺	Li ⁺	NH ₄ ⁺	K ⁺	Na ⁺	Ag ⁺	Ba ²⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Mn ²⁺	Zn ²⁺	Ni ²⁺	Sn ²⁺	Pb ²⁺	Cu ²⁺	Hg ²⁺	Sr ²⁺	Fe ²⁺	Fe ³⁺	Al ³⁺	Cr ³⁺	
OH ⁻	P	P	P	P	P	-	P	M	H	H	H	H	H	H	H	-	M	H	H	H	H	H
F ⁻	P	M	P	P	P	P	M	H	H	P	P	P	P	H	P	-	H	H	H	H	M	H
Cl ⁻	P	P	P	P	P	H	P	P	P	P	P	P	P	M	P	P	P	P	P	P	P	P
Br ⁻	P	P	P	P	P	H	P	P	P	P	P	P	P	M	P	M	P	P	P	P	P	P
I ⁻	P	P	P	P	P	H	P	P	P	P	P	P	M	H	?	H	P	P	?	?	P	?
S ²⁻	P	P	P	P	P	H	-	-	-	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	-	-	-
HS ⁻	P	P	P	P	P	?	P	P	P	?	?	?	?	?	?	?	P	?	?	?	?	?
SO ₃ ²⁻	P	P	P	P	P	H	H	H	M	?	M	H	?	H	?	H	H	H	?	?	?	-
SO ₄ ²⁻	P	P	P	P	P	M	H	M	P	P	P	P	P	H	P	-	H	P	P	P	P	P
HSO ₄ ⁻	P	P	P	P	P	?	?	?	?	?	?	?	?	H	?	?	?	?	?	?	?	?
NO ₃ ⁻	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	-	P	P	P	P	P	P	P	P	P
NO ₂ ⁻	P	P	P	P	P	M	P	P	P	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?
PO ₄ ³⁻	P	H	-	P	P	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H
HPO ₄ ²⁻	P	?	P	P	P	?	H	H	M	H	?	?	H	M	?	?	?	H	H	?	?	?
H ₂ PO ₄ ⁻	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	?	?	-	?	?	?	P	P	?	?	?
CO ₃ ²⁻	P	P	P	P	P	H	H	H	H	H	H	H	?	H	H	H	H	H	H	-	?	?
HCO ₃ ⁻	P	P	P	P	P	?	P	P	P	?	?	?	?	P	?	?	?	P	P	?	?	?
CH ₃ COO ⁻	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	-	P	P	P	P	P	P	-	-	P
SiO ₃ ²⁻	H	H	?	P	P	?	H	H	H	H	H	?	?	H	?	?	?	H	H	?	?	?
MnO ₄ ⁻	P	P	P	P	P	?	P	P	P	?	?	?	?	?	?	?	?	P	?	?	?	?
Cr ₂ O ₇ ²⁻	P	P	P	P	P	H	M	P	?	?	?	?	?	M	P	H	H	H	?	?	?	?
CrO ₄ ²⁻	P	P	P	P	P	H	H	P	P	H	H	H	H	H	H	H	H	H	?	H	?	?
ClO ₃ ⁻	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	?	?	P	P	P	P	?	?	?	?
ClO ₄ ⁻	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	?	?	P	P	P	P	?	?	?	?

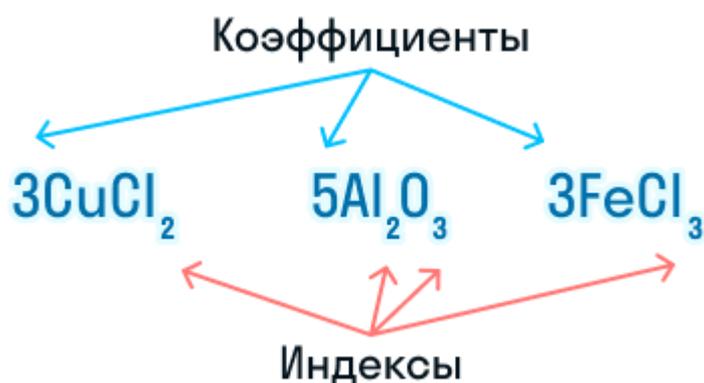
Рисунок 6

3.3 Химическое уравнение

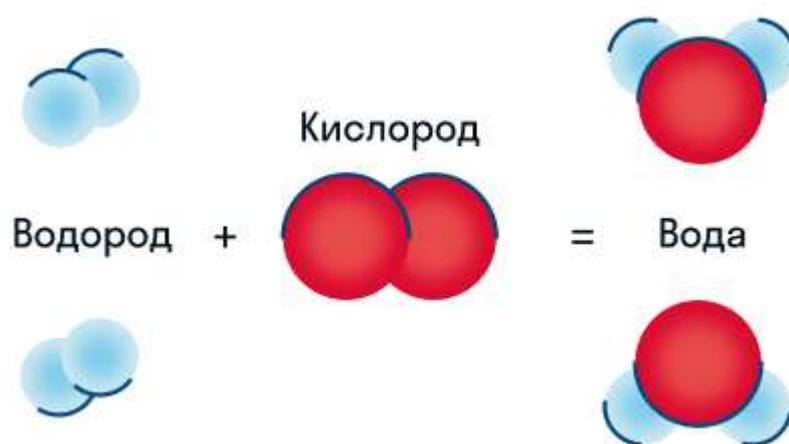
Химическое уравнение — это условная запись химического превращения с помощью химических формул и математических знаков

При составлении химических уравнений используют математические знаки «+», «-», «=», а также числа — они выступают в качестве коэффициентов и индексов.

Коэффициенты показывают число частиц (атомов или молекул), а индексы — число атомов, которые входят в состав молекулы.



Химическую реакцию можно изобразить в виде схемы:



На схеме протекание реакции представлено нагляднее, но сложные химические процессы изобразить таким способом сложно. Поэтому их записывают в виде химического уравнения.

Вещества, которые вступают в реакцию, называют *исходными веществами*, или *реагентами*. Вещества, которые образуются в результате, называют *продуктами реакции*.



Давайте разберем этот пример химического уравнения. Здесь видно, что из двух молекул водорода и одной молекулы кислорода образуются две молекулы воды. Реагенты в данном случае — водород и кислород, продукт реакции — вода.

Новые вещества образуются вследствие перегруппировки исходных атомов. В результате химической реакции атомы химических элементов никуда не исчезают и не возникают новые, их число остается неизменным — это следует из закона сохранения массы веществ.

Закон сохранения массы веществ - масса веществ, вступивших в реакцию, равна массе веществ, образовавшихся в ходе этой реакции.

Закон сохранения массы веществ лежит в основе химии и используется при составлении уравнений химических реакций.

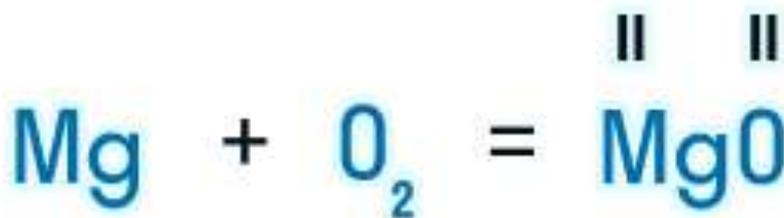
3.4 Алгоритм составления уравнения химической реакции

Рассмотрим, как составлять уравнения химических реакций, на примере взаимодействия магния и кислорода с образованием оксида магния.

1. Записываем химические формулы исходных веществ в левой части уравнения. Напоминаем: молекулы H_2 , N_2 , O_2 , F_2 , Cl_2 , Br_2 , I_2 двухатомны. Между исходными веществами ставим «+», а затем знак «=».



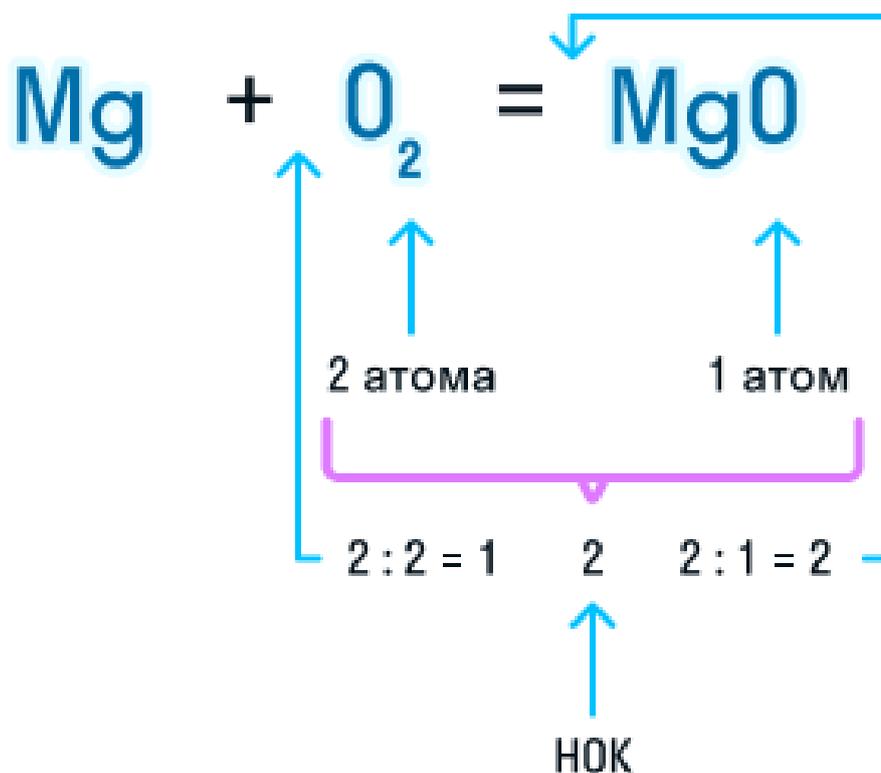
2. После знака равенства записываем химическую формулу продукта. Химическую формулу необходимо составить с учетом валентностей химических элементов.



3. Согласно закону сохранения массы веществ, число атомов каждого химического элемента до и после реакции должно быть одинаковым. Давайте посмотрим, как расставлять коэффициенты в химических уравнениях, чтобы закон выполнялся.

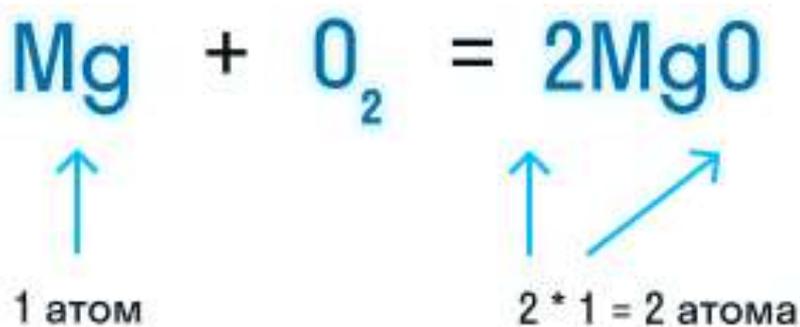
Из составленной химической реакции видно, что количество атомов магния слева и справа от знака равенства одинаково, но атомов кислорода слева два, а справа один.

Чтобы уравнять число атомов в химическом уравнении, находим наименьшее общее кратное (НОК), в нашем случае — 2. А затем делим НОК на количество атомов кислорода в реагентах и полученное число записываем в виде коэффициента.



Коэффициент 1 в уравнении химической реакции не указывается, но при подсчете суммы коэффициентов в уравнении его необходимо учитывать.

4. Проверим количество атомов магния до и после знака «=». Если перед химической формулой уже стоит коэффициент, то для подсчета количества атомов необходимо умножить коэффициент на индекс, который относится к этому химическому элементу.



Вопросы для самоконтроля

1. Что такое химическая реакция и какие признаки реакции вы знаете?
2. Расскажите какие классификации химических реакций вы знаете?
3. На какие реакции подразделяют классификацию по числу и составу химического элемента?
4. Что такое степень окисления?
5. Как узнать заряд элемента ориентируясь на элемент и его степень окисления?
6. Что нужно знать для правильного составления химического уравнения?
7. Составьте химическое уравнение для таких элементов как Al и O.
8. Составьте химическое уравнение для элементов P и O.