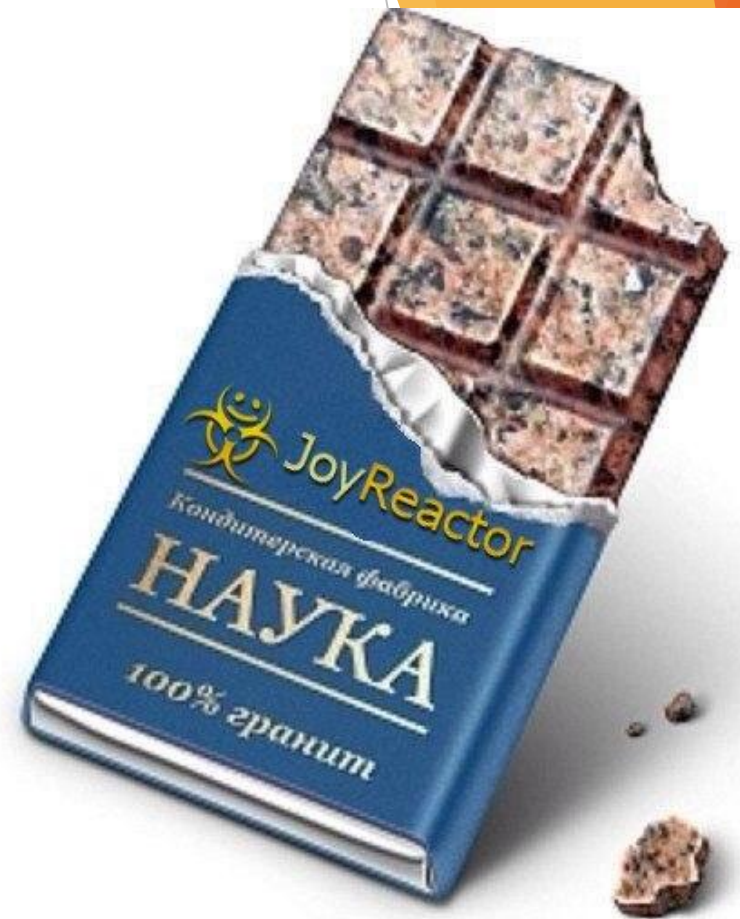


1. Общая химия.

1.1. Основные понятия и законы ХИМИИ



Тема 1.1.1. Основные понятия. Химический язык.

Основные понятия темы

- ▶ вещество
- ▶ атом, молекула, ион
- ▶ химический элемент, простое вещество, сложное вещество, три агрегатных состояния вещества
- ▶ химическая реакция, физический процесс
- ▶ химическая формула, химическое уравнение, индекс, коэффициент
- ▶ металлы, неметаллы, оксиды, кислоты, основания, соли

Вещество.

Тело.

- ▶ Глина, железо, гвоздь, стекло, стакан, льдина, лед, медь, проволока.

Когда речь идет о теле, а когда о веществе?

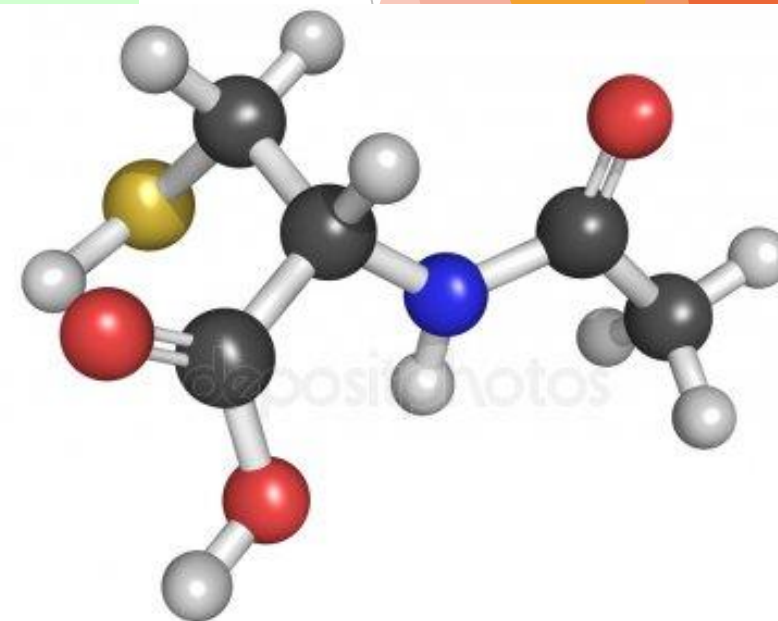
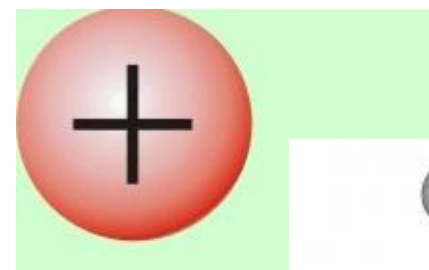
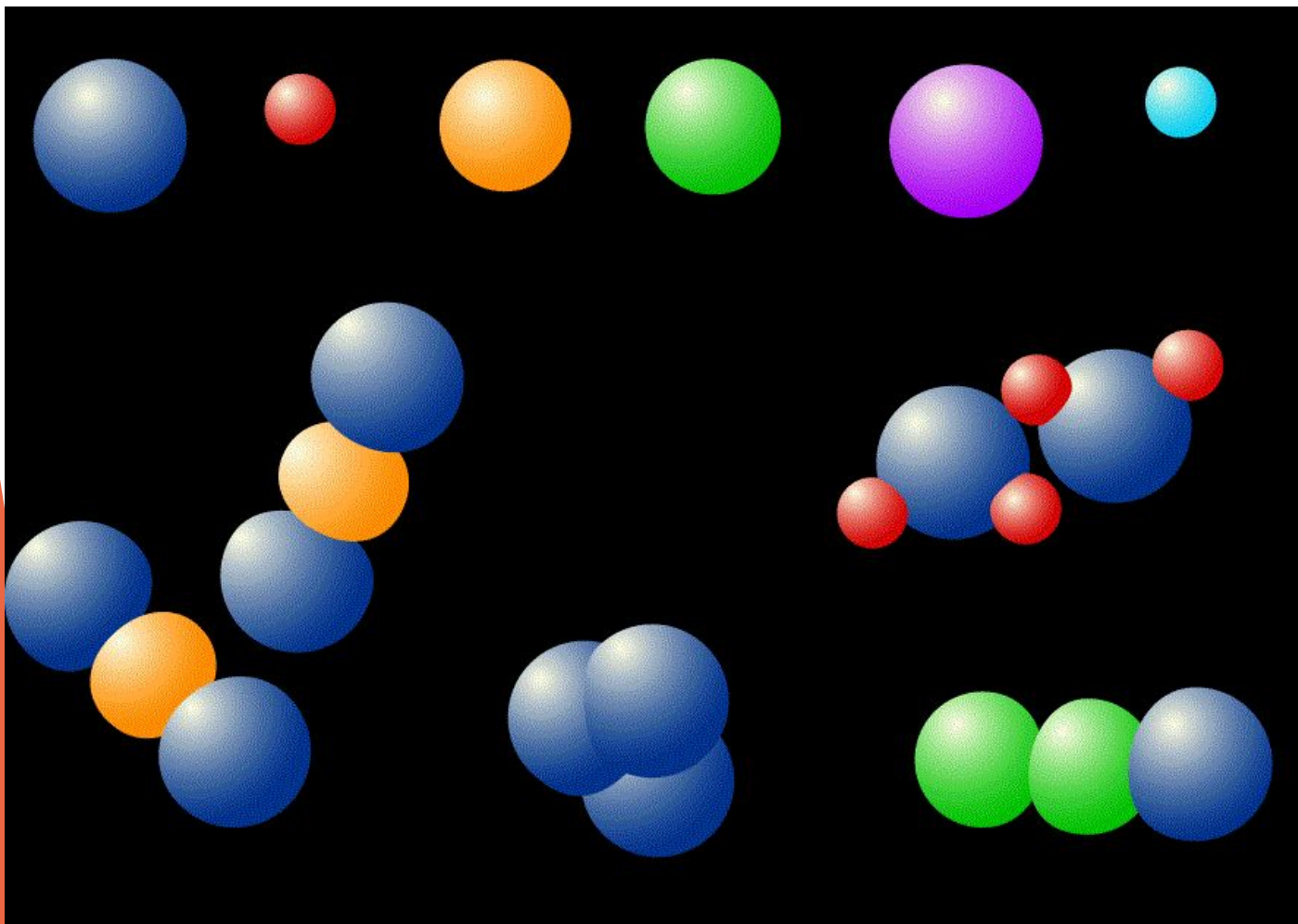
- ▶ ***Вещество- это то из чего состоят тела.***
- ▶ ***В отличии от тела, вещество не имеет формы, размера, массы.***

Атом. Молекула. Ион. Химический

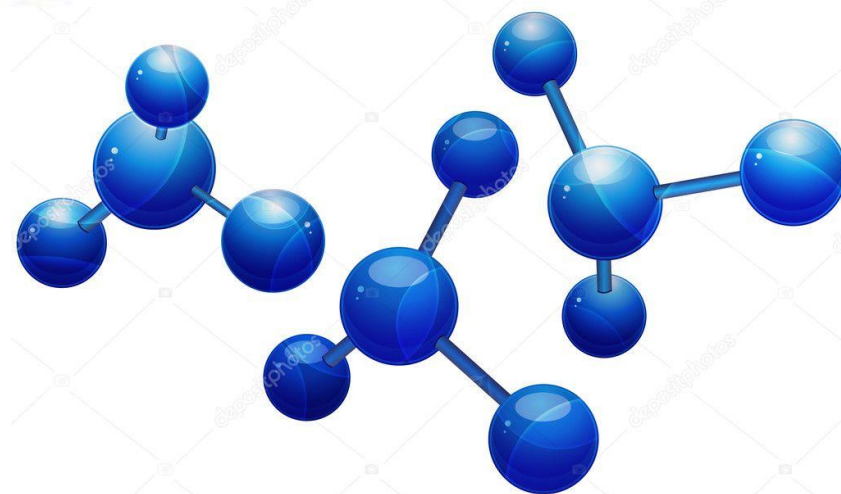
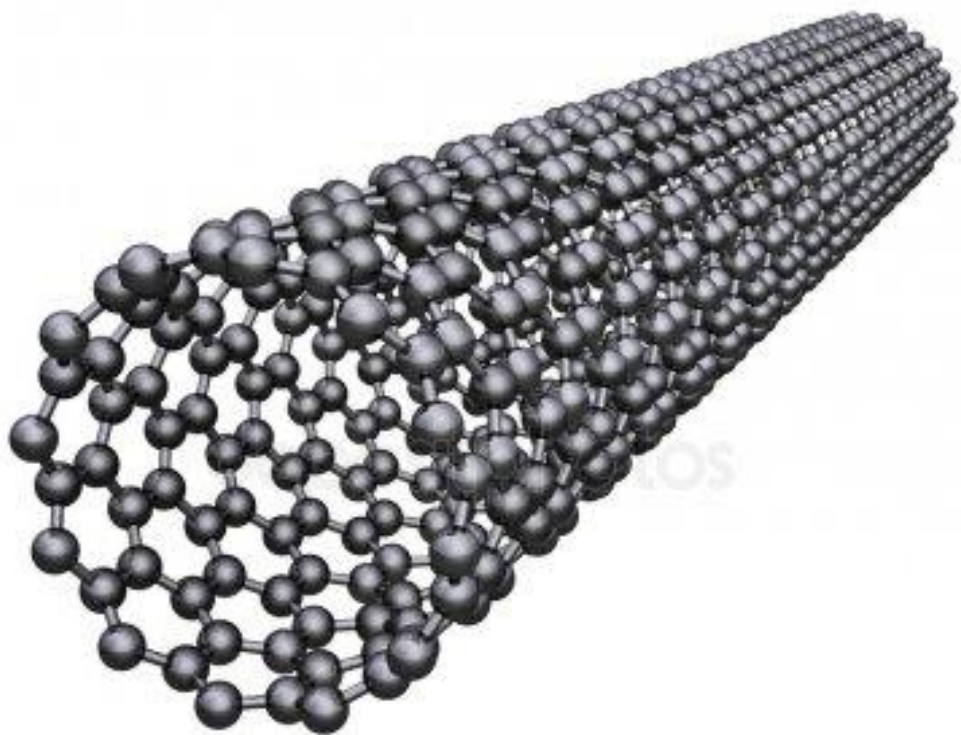
элемент.

- ▶ Вещества имеют дискретное строение, т.е. состоят из мельчайших частиц: атомов, ионов, молекул.
- ▶ **Атомы** – мельчайшие химически неделимые частицы вещества. Один вид атомов от другого отличается составом и массой. Атомы состоят из элементарных частиц: протонов, нейтронов и электронов.
- ▶ Вид атомов с определенным числом протонов (определенным зарядом ядра) называется **химическим элементом**.
- ▶ **Молекулы** – это мельчайшие электронейтральные частицы вещества, состоящие из нескольких атомов. Молекулы одного вещества имеют определенный состав и свойства.
- ▶ **Ионы** – это мельчайшие заряженные частицы вещества, состоящие из одного или нескольких атомов. Простые и сложные ионы.

Атом. Молекула. Ион. Химический элемент.

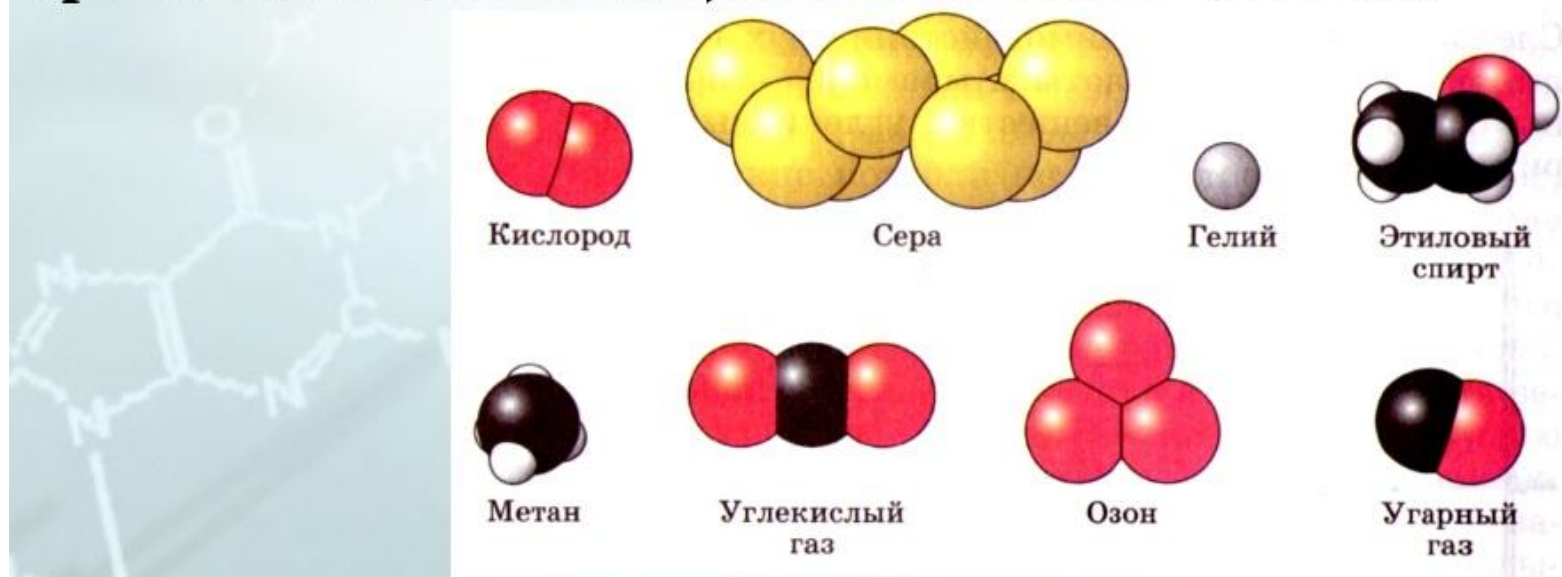


Химический элемент и вещество.



Определите, какие из веществ, модели молекул которых изображены на рисунке, относят: а) к простым веществам; б) к сложным веществам.

**Простое
вещество.
Сложное
вещество.**



- ▶ В состав вещества может входить и один химический элемент и несколько элементов. Если в состав вещества входит один элемент (т.е. один вид атомов), то его называют **простым веществом**, а если несколько – то **сложным веществом**.

Три агрегатных состояния

- ▶ **Вещества** в зависимости от условий, вещества могут находиться в одном из трех агрегатных состояний: жидком, твердом или газообразном.
- ▶ **В твердом состоянии** частицы находятся близко друг от друга, прочно связаны друг с другом химическими связями, кинетическая энергия у них небольшая; и они могут только колебаться около положения равновесия.
- ▶ **В жидком состоянии** взаимодействие между частицами слабее, а скорость движения у них больше (температура выше), поэтому частицы движутся хаотически.
- ▶ **В газообразном состоянии** расстояние между частицами в сотни раз превышает размеры самих частиц, связи между ними отсутствуют и частицы двигаются хаотически с очень большой скоростью.

Газ



Жидкость

Твердое тело

От чего зависит в каком агрегатном состоянии находится вещество при стандартных условиях?

- ▶ Скорость и характер движения частиц зависит от их массы и строения.
- ▶ Чем больше масса частицы, тем медленнее она движется (при одинаковой температуре), а значит и переход из твердого состояния в жидкое совершится при более высокой температуре.
- ▶ Полярные молекулы взаимодействуют между собой сильнее, чем неполярные. Между молекулами могут образовываться водородные связи.
- ▶ Стандартные условия – давление 1 атм и температура 25°C
- ▶ **Агрегатное состояние вещества зависит от температуры кипения и плавления вещества, а они зависят прежде всего от массы частицы.**

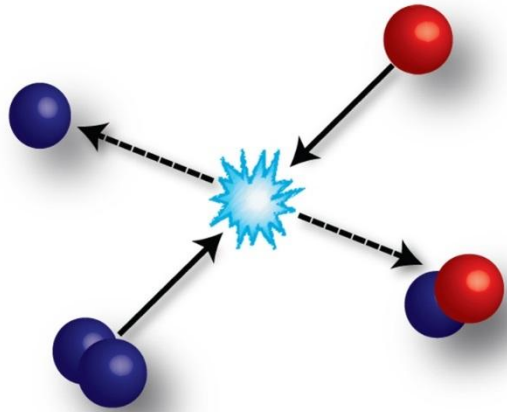
Физические свойства. Физический

▶ **процесс.** *Вещества обладают свойствами.*

- ▶ **Свойства веществ** – это признаки по которым вещества похожи или отличаются друг от друга.
- ▶ Какие бывают свойства веществ? **Свойства бывают физические и химические.**
- ▶ **Физические свойства** - это агрегатное состояние, внешний вид, температура плавления и плавления, плотность, растворимость и т.д. Именно эти свойства вещества называют, когда дают его краткую характеристику. Физическими свойствами обладают не отдельные частицы, а совокупность частиц.
- ▶ **Физические свойства проявляются в физических явлениях:** изменении агрегатного состояния, растворении, передаче тепла и электричества,

Физические свойства. Физический процесс.

- Назовите какое нибудь вещество. Опишите физические свойства вещества.
- Как называются процессы (явления) о которых идет речь? Какие из перечисленных явлений относятся к физическим:
 1. появление капель воды на холодном оконном стекле
 2. исчезновение кристаллов сахара в воде
 3. появление неприятного запаха при долгом хранении яйца
- *При физических явлениях частицы, из которых образованы вещества не меняют свой состав, меняется только расстояние между частицами и характер связи между ними, скорость движения частиц. Поэтому и вещества при физических явлениях не исчезают, а только меняют степень измельчения, агрегатное или энергетическое состояние.*

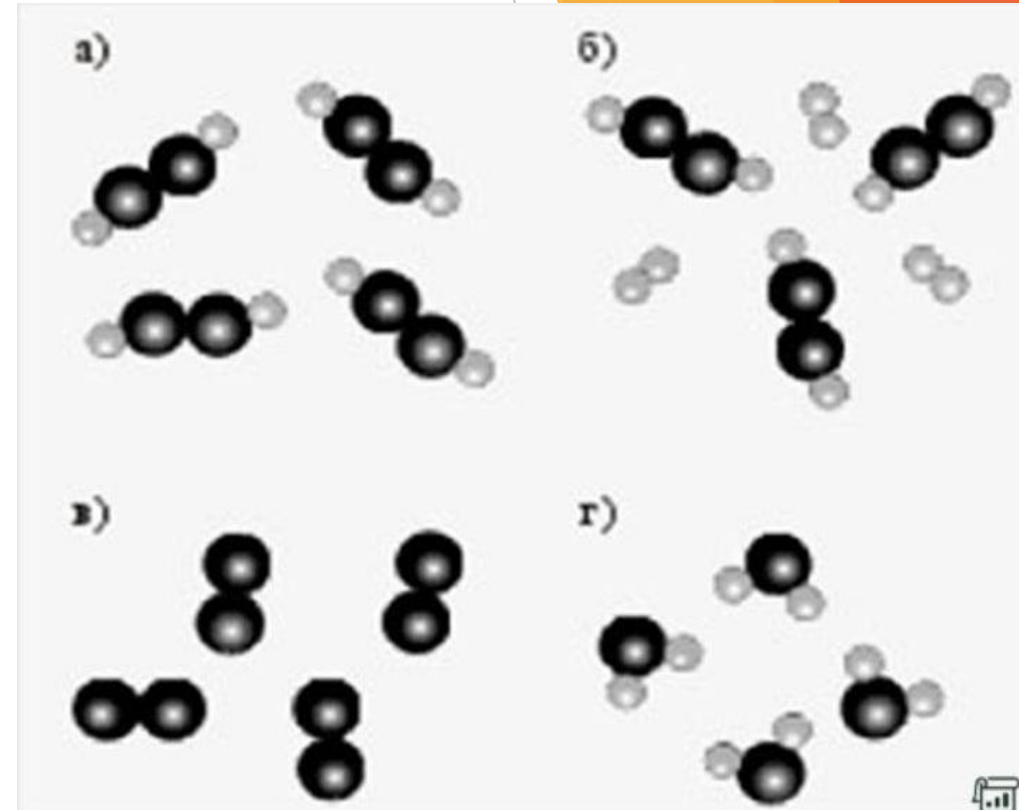


Химические свойства. Химический процесс.

- ▶ **Химические свойства проявляются в процессе превращения одних веществ в другие вещества. Этот процесс превращения одних веществ в другие называют химической реакцией.**
- ▶ При химических реакциях одни частицы разрушаются, а другие образуются, т.е. одни вещества исчезают, а другие появляются.
- ▶ Мы можем судить о протекающем химическом процессе по появлению новых свойств (качеств), характерных для образующихся веществ. Появление новых свойств в процессе химической реакции называют признаками химической реакции. Это может быть: появление или растворение осадка, изменение цвета, появление запаха, выделение или поглощение тепла и света и т.д.

Чистые вещества и смеси. Закон постоянства состава вещества.

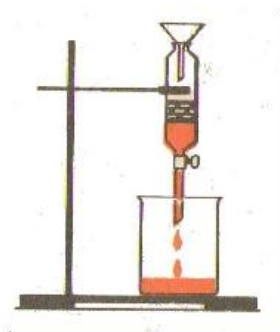
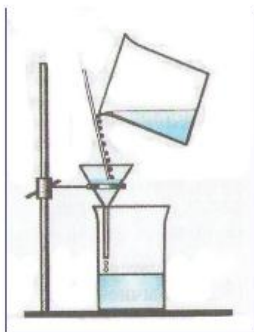
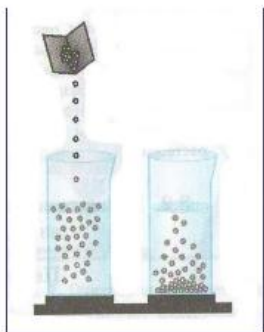
- ▶ Чистое вещество имеет определенный состав и определенные свойства (точное значение температуры кипения, плотности, электропроводности и т.д.). У смесей свойства меняются в широком диапазоне.
- ▶ Закон постоянства состава веществ: *«Вещества имеют одинаковый состав и свойства независимо от способа получения и места нахождения в природе».*
- ▶ Смесь состоит минимум из разных частиц и соотношение этих частиц может быть разным. На каком рис.



- ▶ Состав смеси выражается с помощью массовой или объемной доли вещества в смеси.
- ▶ Вещество, содержащееся в меньшем количестве, называют примесью.
- ▶ Абсолютно чистое вещество - абстрактное понятие. Но содержание примесей в смеси может быть так мало, что не оказывает большого влияния на свойства смеси.
- ▶ **Требования к чистоте вещества зависят от того, где и для чего это вещество используют.**
- ▶ ***В смесях каждое вещество сохраняет свои свойства, поэтому смеси можно разделить на отдельные вещества. Для этого надо использовать разницу в свойствах этих веществ. Какие способы разделения смесей вы знаете?***

Способы разделения неоднородных смесей:

Отстаивание Фильтрование Делительная воронка Действие магнитом

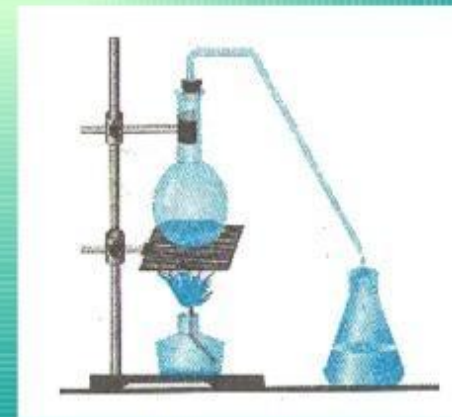


Назовите природную смесь и предложите метод разделения ее на вещества.

Способы разделения однородных смесей:

Перекристаллизация
(растворяют в воде, затем выпаривают)

Перегонка
(дистилляция)

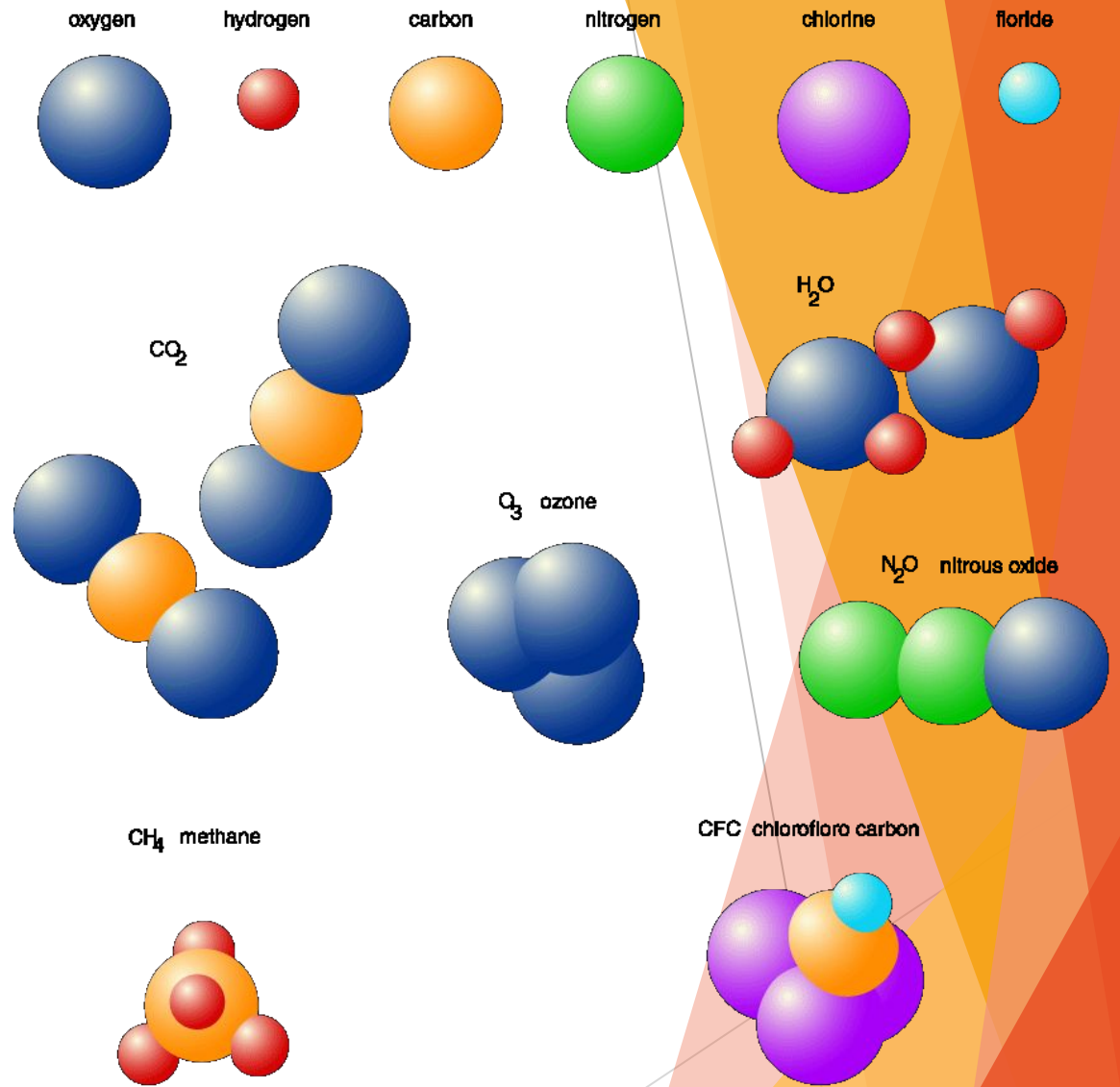
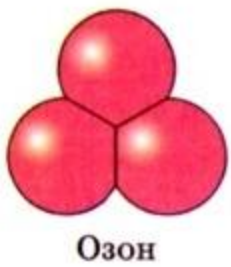
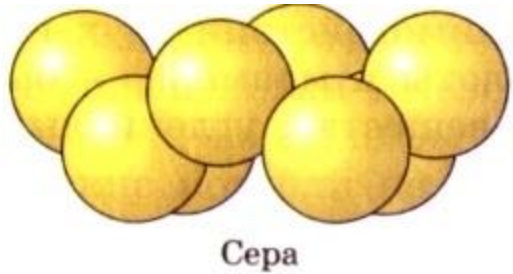


Химические знаки, химическая формула, индекс, коэффициент

- Химический знак - условное изображение химического элемента с помощью одной или двух первых букв латинского названия элемента. Названия и символы хим. элементов надо знать (1-4 периоды ПС +)).
- ▶ **Химическая формула – условное изображение состава вещества.**
 - ▶ Чтобы записать формулу вещества, надо записать символы хим. элементов, которые входят в состав вещества, и указать число атомов в молекуле (или структурной единице) цифрой после знака хим. элемента (нижний правый **индекс**). Цифра один не пишется, т.е. если индекса нет, то это значит он равен 1, например: O_2 , H_2O , CH_4 , H_2CO_3 , Ва, С.
 - ▶ Если цифра стоит перед формулой она называется **коэффициент** и обозначает число отдельных структурных частиц (атомов, молекул и т.д.), например: $2H$, O_2 , $12K$, $4H_2O$, $3CO_2$.

ПЕРИОДИЧЕСКАЯ СИСТЕМА ХИМИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ Д. И. МЕНДЕЛЕЕВА

| ПЕРИОДЫ | Г Р У П П Ы Э Л Е М Е Н Т О В | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-------------|---|--|------------------------------------|---|------------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|-----------------------------------|--|--|--------------------------------|---------------------------------------|------------------------------------|--------------------------------------|----------|--|--------|------------------------------|--|
| | A I B | A II B | A III B | A IV B | A V B | A VI B | A VII B | A VIII B | VIII | | | | | | | | | B | |
| 1 | H Hydrogenium Водород | | | | | | | | | | | | | | | | | He Helium Гелий | |
| 2 | Li Lithium Литий | Be Beryllium Бериллий | B Borum Бор | C Carboneum Углерод | N Nitrogenium Азот | O Oxygenium Кислород | F Fluorum Фтор | Ne Neon Неон | | | | | | | | | | | |
| 3 | Na Natrium Натрий | Mg Magnesium Магний | Al Aluminium Алюминий | Si Silicium Кремний | P Phosphorus Фосфор | S Sulfur Сера | Cl Chlorium Хлор | Ar Argon Аргон | | | | | | | | | | | |
| 4 | K Kalium Калий | Ca Calcium Кальций | Sc Scandium Скандий | Ti Titanium Титан | V Vanadium Ванадий | Cr Chromium Хром | Mn Manganum Марганец | Fe Ferrum Железо | Co Cobaltum Кобальт | Ni Niccolum Никель | | | | | | | | | |
| | Cu Cuprum Медь | Zn Zincum Цинк | Ga Gallium Галлий | Ge Germanium Германий | As Arsenicum Мышьяк | Se Selenium Селен | Br Bromum Бром | Kr Krypton Криптон | | | | | | | | | | | |
| 5 | Rb Rubidium Рубидий | Sr Strontium Стронций | Y Yttrium Иттрий | Zr Zirconium Цирконий | Nb Niobium Ниобий | Mo Molybdaenum Молибден | Tc Technetium Технеций | Ru Ruthenium Рутений | Rh Rhodium Родий | Pd Palladium Палладий | | | | | | | | | |
| | Ag Argentum Серебро | Cd Cadmium Кадмий | In Indium Индий | Sn Stannum Олово | Sb Stibium Сурьма | Te Tellurium Теллур | I Iodum Иод | Xe Xenon Ксенон | | | | | | | | | | | |
| 6 | Cs Cesium Цезий | Ba Barium Барий | La* Lanthanum Лантан | Hf Hafnium Гафний | Ta Tantalum Тантал | W Wolframium Вольфрам | Re Rhenium Рений | Os Osmium Осмий | Ir Iridium Иридий | Pt Platinum Платина | | | | | | | | | |
| | Au Aurum Золото | Hg Hydrargyrum Ртуть | Tl Thallium Таллий | Pb Plumbum Свинец | Bi Bismuthum Висмут | Po Polonium Полоний | At Astatium Астат | Rn Radon Радон | | | | | | | | | | | |
| 7 | Fr Francium Франций | Ra Radium Радий | Ac** Actinium Актиний | Rf Rutherfordium Фезерфордий | Db Dubnium Дубний | Sg Seaborgium Сиборгий | Bh Bohrium Борий | Hs Hassium Хассий | Mt Meitnerium Мейтнерий | | | | | | | | | | |
| | FORMULY VYSHIX OKSIDOV | | R_2O | | RO | | R_2O_3 | | RO_2 | | R_2O_5 | | RO_3 | | R_2O_7 | | RO_4 | | |
| | FORMULY LETUCHIX ODnorodnykh SOEDINENIY | | | | RH_4 | | RH_3 | | RH_2 | | RH | | | | | | | | |
| ЛАНТАНОИДЫ* | Ce Cesium Цезий | Pr Praseodimium Празеодим | Nd Neodymium Неодим | Pm Promethium Прометий | Sm Samarium Самарий | Eu Europium Европий | Gd Gadolinium Гадолиний | Tb Terbium Тербий | Dy Dysprosium Диспрозий | Ho Holmium Гольмий | Er Erbium Эрбий | Tm Thulium Тулий | Yb Ytterbium Иттербий | Lu Lutetium Лютеций | | | | | |
| АКТИНОИДЫ** | Th Thorium Торий | Pa Protactinium Протактиний | U Uranium Уран | Np Neptunium Нептуний | Pu Plutonium Плутоний | Am Americium Америций | Cm Curium Кюрий | Bk Berkelium Берклий | Cf Californium Калифорний | Es Einsteinium Эйнштейний | Fm Fermium Фермий | Md Mendelevium Менделеев | No Nobelium Нобелий | Lr Lawrencium Лауренсий | | | | | |



Какую информацию мы можем извлечь из молекулярной формулы?

- ▶ **Какие химические элементы входят в состав вещества?**
- ▶ **Сколько химических элементов? Это простое вещество или сложное?**
- ▶ **Речь идет о веществе или о нескольких частицах этого вещества?**
- ▶ **Сколько атомов каждого элемента входит в состав молекулы (формульную единицу)?**
- ▶ **Сколько всего атомов этого элемента изображено?**

Валентность - способность атомов химического элемента образовывать определенное число связей с атомами других элементов.

- ▶ **Валентность – одно из важнейших свойств химического элемента.**
- ▶ **За единицу валентности принята валентность водорода.**
- ▶ **Обозначается валентность римской цифрой над химическим знаком, верхним индексом или после знака в скобках. Например: O(II), H^I.**
- ▶ **Элементы, всегда образующие определенное число связей (имеющие постоянную валентность) надо выучить. Это (H – I, O – II, Na, K, Ag – I, Ca, Mg, Ba, Zn – II, Al – III). Можно научиться**

Алгоритм вычисления валентности хим. элемента по формуле

- ▶ 1. Записать формулу и указать известную валентность (постоянную или указанную в задании).
- ▶ 2. Умножить известную валентность на индекс этого элемента и результат записать под чертой (сумма единиц валентности)
- ▶ 3. Разделить это число на индекс элемента с неизвестной валентностью и результат записать римской цифрой над этим хим. знаком.

Валентность атома химического элемента надо научиться определять по формуле вещества чтобы правильно называть вещества. С величиной валентности связаны некоторые свойства веществ (например, основные и кислотные свойства оксидов).

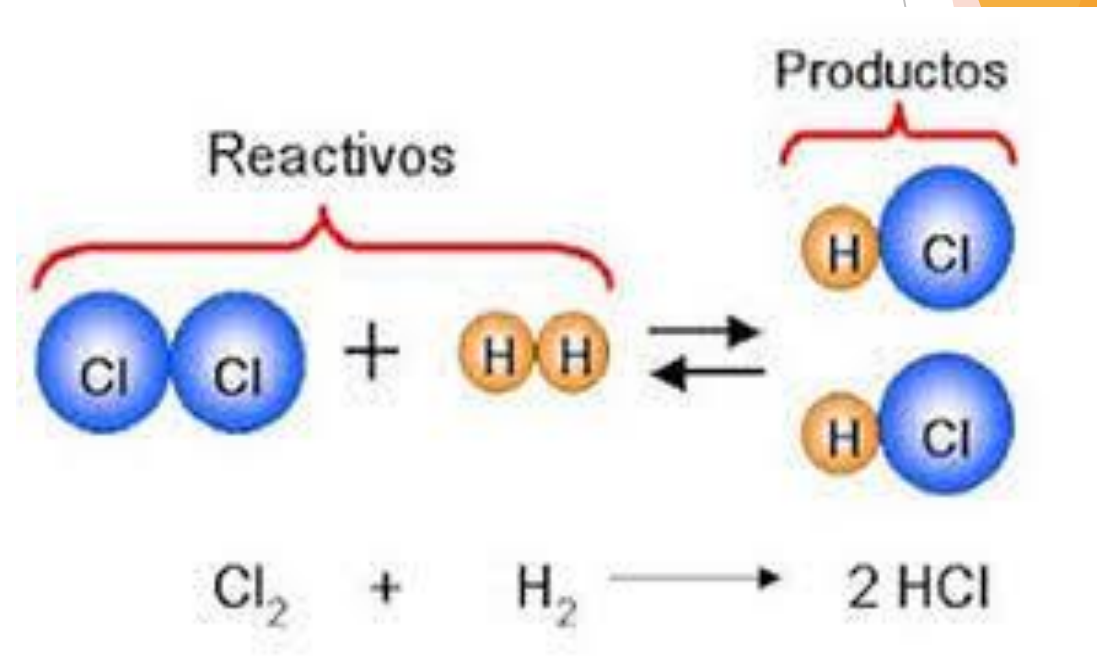
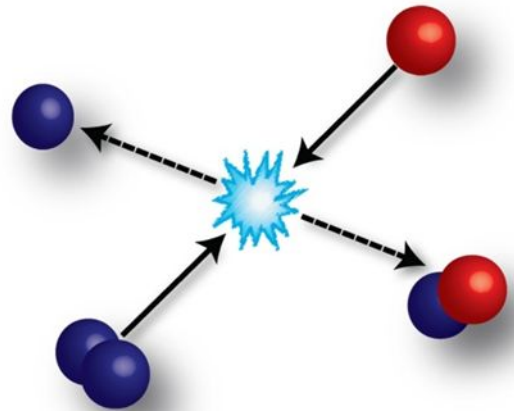
Алгоритм составления формул по валентности

- ▶ 1. Записать хим. знаки элементов и указать их валентность (постоянную или указанную в задании).
- ▶ 2. Найти наименьшее общее кратное для этих валентностей и записать число под чертой (сумма единиц валентности).
- ▶ 3. Разделить наименьшее общее кратное на валентность каждого элемента и результат записать в виде нижнего индекса около знака каждого из элементов.

Формулы многих соединений составляют по валентности и это надо научиться делать быстро и правильно. Это важнейший шаг в изучении химического языка.

Химическое уравнение - это условная запись химического процесса

- ▶ Как можно изобразить (показать, описать) химическую реакцию?
- ▶ -видео
- ▶ словесного описания
- ▶ условно – картинкой
- ▶ уравнением

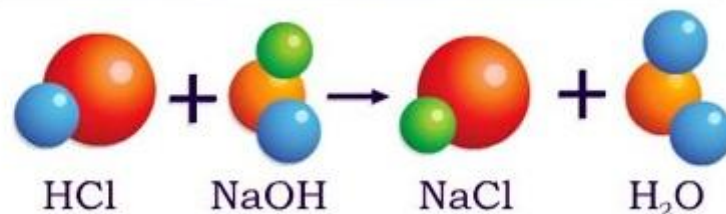
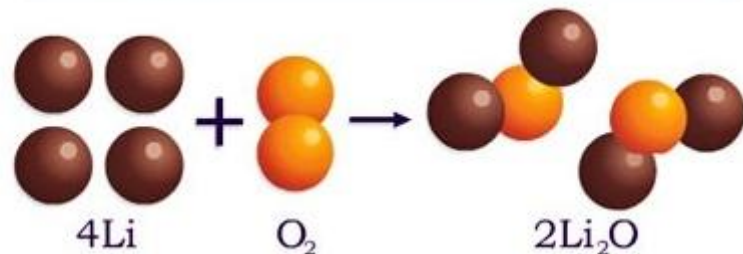
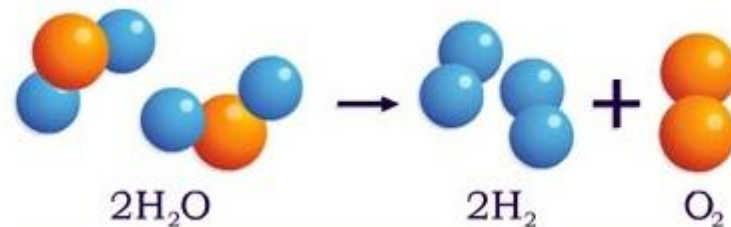
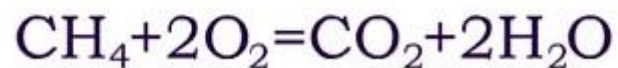
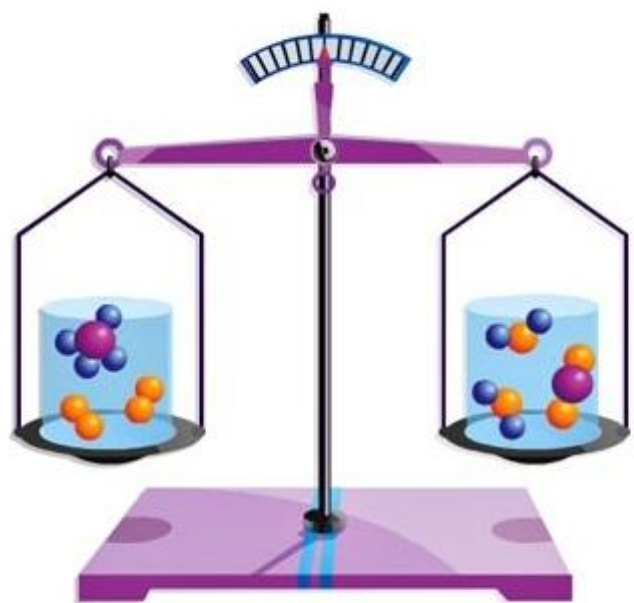


Алгоритм составления уравнений

реакций.

1. В левой части записываются формулы веществ, вступивших в реакцию (исходные вещества), в правой – формулы образовавшихся веществ (продукты реакции). Если веществ несколько – между их формулами ставят «+».
2. Между веществами, вступившими в реакцию и продуктами реакции пишется стрелка, например, $\text{H}_2 + \text{O}_2 \Rightarrow \text{H}_2\text{O}$. Запись читается так: водород взаимодействует с кислородом, при этом образуется вода. Такая запись называется схемой химической реакции. Здесь число атомов каждого элемента справа и слева неодинаково.
3. При помощи коэффициентов уравниваем число атомов водорода и кислорода слева и справа: $2\text{H}_2 + \text{O}_2 = 2\text{H}_2\text{O}$. Теперь вместо стрелки можно поставить знак равенства. Такая запись будет называться химическим уравнением.

Ломоносов в 1748 г: «Все перемены в натуре случающиеся такого суть состояния, что сколько у одного тела отнимется, столько присовокупится к другому...» или современная, сугубо химическая формулировка этого закона: «Общая масса веществ, вступивших в химическую реакцию, равна общей массе веществ, полученных в результате реакции»



Закон сохранения массы веществ в химических реакциях.

Следствием из этого закона стало:

- ▶ 1) Подтверждение основы материалистического взгляда на мир. Закон подтверждает, что вещества (точнее атомы из которых состоят вещества) не исчезают бесследно и не образуются из ничего.
- ▶ 2) Подтверждение одного из основных положений АМТ о том, что суть химической реакции в том, что молекулы одних веществ разрушаются, т.е. распадаются на атомы, и из этих атомов образуются молекулы других веществ.
- ▶ 3) Если атомы не исчезают и не появляются, значит их число в правой и левой части уравнения химической реакции должно быть одинаково, т.е. на основании закона составляют химические уравнения и делают по ним расчеты.

Закон сохранения массы – составная часть атомно-молекулярной теории (АМТ), первой теории, с которой начинались все естественные науки.

- ▶ 1. Что изучает химия? Зачем?
- ▶ 2. Что такое вещества? Из чего образованы вещества?
- ▶ 3. Что такое атомы? Молекулы? Ионы? Что такое химический элемент?
- ▶ 4. Какие три агрегатных состояния вещества вы знаете? Как называются процессы перехода вещества из одного состояния в другое?
- ▶ 5. К каким процессам: физическим или химическим относится процесс изменения агрегатного состояния? Почему? Какие еще процессы, происходящие с веществами, относятся к физическим?
- ▶ 6. Какие процессы относятся к химическим? Что происходит с частицами вещества при химических процессах? Назовите признаки протекания химического процесса.
- ▶ 7. Как на бумаге можно изобразить атом? Химический элемент? Молекулу? Несколько атомов или молекул? Химическую реакцию?
- ▶ 7. О чем говорит закон постоянства состава вещества? Как составляют формулы химических соединений? Что такое «валентность»? У каких элементов постоянная валентность?
- ▶ 8. Как читается закон сохранения массы веществ в химических реакциях? Какое отношение он имеет к коэффициентам в уравнении реакции?

Упр. №1 Пользуясь алгоритмом определите валентности элементов.

| | 1 вариант | 2 вариант | 3 вариант | 4 вариант |
|----|-------------------------|---------------------------------|-----------------------------------|------------------------------------|
| 1 | CH_4 | SO_3 | P_2O_5 | NH_3 |
| 2 | Ca_3P_2 | AlCl_3 | $\text{C}^{\text{IV}}\text{Cl}_4$ | $\text{P}^{\text{III}}\text{Cl}_3$ |
| 3 | Cu_2O | FeO | Li_3N | Cu_2O |
| 4 | Na_3N | Cl_2O_7 | HgS^{II} | NO_2 |
| 5 | HBr | MgI_2 | NaBr | Cr_2O_3 |
| 6 | Ag_2S | CaF_2 | K_3P | WO_3 |
| 7 | N_2O_5 | $\text{Fe}^{\text{II}}\text{S}$ | NO | CaCl_2 |
| 8 | P_2O_3 | Zn_3N_2 | MgCl_2 | Mg_3N_2 |
| 9 | H_3P | Ag_2O | SO_2 | CF_4 |
| 10 | Mg_3P_2 | CS_2^{II} | HCL | B_2O_3 |

№2 Пользуясь алгоритмом составьте формулы по валентности.

| | 1 вариант | 2 вариант | 3 вариант | 4 вариант |
|----|--|--|---|--|
| 1 | $\text{P}^{\text{III}} \text{H}$ | $\text{Mg} \text{O}$ | $\text{N}^{\text{V}} \text{O}$ | $\text{K} \text{I}^{\text{I}}$ |
| 2 | $\text{Cl}^{\text{VII}} \text{O}$ | $\text{H} \text{I}^{\text{I}}$ | $\text{Ca} \text{O}$ | $\text{Cu}^{\text{II}} \text{Br}^{\text{I}}$ |
| 3 | $\text{Cu}^{\text{I}} \text{S}^{\text{II}}$ | $\text{Al} \text{Br}^{\text{I}}$ | $\text{Zn} \text{Cl}^{\text{I}}$ | $\text{P}^{\text{III}} \text{O}$ |
| 4 | $\text{Ba} \text{N}^{\text{III}}$ | $\text{Na} \text{Cl}^{\text{I}}$ | $\text{K} \text{N}^{\text{III}}$ | $\text{Al} \text{S}^{\text{II}}$ |
| 5 | $\text{C}^{\text{IV}} \text{Cl}^{\text{I}}$ | $\text{P}^{\text{III}} \text{S}^{\text{II}}$ | $\text{Mg} \text{I}^{\text{I}}$ | $\text{C}^{\text{IV}} \text{O}$ |
| 6 | $\text{Al} \text{O}$ | $\text{Cr}^{\text{III}} \text{O}$ | $\text{Fe}^{\text{III}} \text{Br}^{\text{I}}$ | $\text{Fe}^{\text{III}} \text{O}$ |
| 7 | $\text{H} \text{S}^{\text{II}}$ | $\text{Mg} \text{N}^{\text{III}}$ | $\text{P}^{\text{V}} \text{O}$ | $\text{Si}^{\text{IV}} \text{H}$ |
| 8 | $\text{C}^{\text{II}} \text{O}$ | $\text{Si}^{\text{IV}} \text{O}$ | $\text{Li} \text{N}^{\text{III}}$ | $\text{Hg}^{\text{II}} \text{O}$ |
| 9 | $\text{Na} \text{O}$ | $\text{Ca} \text{P}^{\text{III}}$ | $\text{Ba} \text{O}$ | $\text{N}^{\text{IV}} \text{O}$ |
| 10 | $\text{Hg}^{\text{II}} \text{Cl}^{\text{I}}$ | $\text{Si}^{\text{IV}} \text{C}^{\text{IV}}$ | $\text{Zn} \text{N}^{\text{III}}$ | $\text{Ca} \text{Cl}^{\text{I}}$ |

№3. Расставьте коэффициенты в уравнениях. Алгоритма расстановки коэффициентов не существует. Их ставят методом подбора, перебирая один за другим все элементы, которые участвуют в химической реакции.

| Тренировочные 1 вар | Тренировочные 2 вар | Проверочные 3 вар.(было в д/з) |
|---|---|---|
| 1) ?K + O ₂ => 2K ₂ O 2)?Al + ?O ₂ => 2Al ₂ O ₃ 3) Mg + ?HCl => MgCl ₂ + H ₂ 4)N ₂ + ?H ₂ => 2NH ₃ 5)?C + O ₂ => ?CO 6)?Al + ?I ₂ => ?AlI ₃ 7)?SO ₂ + O ₂ => ?SO ₃ 8)N ₂ + O ₂ => ?NO 9)?Na + ?H ₂ O => ?NaOH + H ₂ 10) CH ₄ + ?O ₂ => CO ₂ + ?H ₂ O | 1) Zn + O ₂ => ZnO 2) CO + O ₂ => CO ₂ 3) CuS + O ₂ => CuO + SO ₂ 4) Cr(OH) ₃ => Cr ₂ O ₃ + H ₂ O 5)C ₃ H ₈ + O ₂ => CO ₂ + H ₂ O 6) KClO ₃ => KCl + O ₂ 7)Fe ₂ O ₃ + HCl => FeCl ₃ + H ₂ O 8)Ca + Fe ₂ O ₃ => CaO + Fe 9) ZnO + HNO ₃ => Zn(NO ₃) ₂ + H ₂ O 10) Cl ₂ O ₇ + H ₂ O => HClO ₄ | 1) Al + O ₂ => Al ₂ O ₃ 2) Ca + H ₂ O => Ca(OH) ₂ + H ₂ 3) Fe + Cl ₂ => FeCl ₃ 4) SO ₃ + H ₂ O => H ₂ SO ₄ 5) AgNO ₃ => Ag + NO ₂ + O ₂ 6) CaCl ₂ + NaOH => Ca(OH) ₂ + NaCl 7) Al + H ₂ SO ₄ => Al ₂ (SO ₄) ₃ + H ₂ 8) H ₃ PO ₄ + MgO => Mg ₃ (PO ₄) ₂ + H ₂ O 9) C ₂ H ₂ + O ₂ => CO ₂ + H ₂ O 10) Cr(OH) ₃ => Cr ₂ O ₃ + H ₂ O |