



Дисциплина «ОБЩАЯ И НЕОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ»

(Лектор – Савельев Геннадий Гаврилович)

21 Лекция

9 Практик

10 лабораторных работ

3 Контрольные работы

ИДЗ

Допуск

Экзамен

Рейтинг

● Лекции, тестирование	● 50
● Практические занятия	● $8 \times 15 = 120$
● Лабораторные работы	● $9 \times 20 = 180$
● Домашние задачи (50)	● $3 \times 50 = 150$
● Рубежный контроль	● $3 \times 100 = 300$
● Допуск к экзамену (минимум)	● 450
● Экзамен	● 200
● Итого	● 1000

СОДЕРЖАНИЕ

1. Введение. Состав вещества. Стехиометрия.
2. Строение веществ. Химическая связь.
3. Химическая термодинамика.
4. Химическая кинетика.
5. Дисперсные системы. Растворы.
6. Электрохимия.
7. Общие закономерности неорганической химии.
8. Химия p-элементов
9. Химия s-элементов
10. Химия d-элементов
11. Химия f-элементов



Лекция 1. Основные понятия химии

Предмет химии

Простые и сложные вещества

Атом. Молекула. Химический элемент

Моль. Молярная масса

Эквивалент. Валентность

Уравнения химических реакций



Д.И. Менделеев (1834-1907):

*Ближайший предмет химии
составляет изучение однородных
веществ, из сложения которых
составлены все тела мира,
превращений их друг в друга и
явлений, сопровождающих такие
превращения»*

Химия – часть естествознания, изучающая свойства веществ и их превращения, сопровождающиеся изменением состава и структуры.

• *Хим. свойства веществ* – совокупность хим. реакций, в которые оно может вступить

Вещество – вид материи, которая обладает массой покоя

Хим. вещество – вещество определенного атомного состава и структуры

• **Простое вещество** – состоит из атомов одного сорта (O_2 , H_2 , S_8)

• **Сложное вещество** – из атомов нескольких элементов (H_2O , $CuCl_2$,
 H_2SO_4)

Для простых веществ:

Аллотропия - явление, когда один элемент образует несколько простых веществ

Кислород (O): { O_2 кислород
 O_3 озон

Углерод (C): { C алмаз
 C_{60} фуллерен
 C графит

Для сложных веществ:

Изомерия - явление, когда вещество одного состава имеет разное строение

CO(NH₂)₂ мочевины, NH₄NCN цианат аммония

Дальтони́ды – стехиометрические соединения

H₂O, молекулярные в-ва (CO₂ и др.)

Бертоллиды – нестехиометрич. соединения

Оксиды, сульфиды...металлов TiO_{1.3} и TiO_{90.7}...

11.12.2009

Атомно-молекулярное учение

Ломоносов М.В.(1711-1765)

Дж. Дальтон (1766-1844)

- 1)каждый элемент состоит из атомов;*
- 2)атомы одного элемента одинаковы;*
- 3)атомы различных элементов
обладают разными свойствами;*
- 4)атомы одного элемента не
превращаются в атомы других
элементов в результате хим.
реакций;*

Атомно-молекулярное учение (продолжение)

- 5) хим. соединения образуются в результате комбинации атомов нескольких элементов;*
- 6) в данном соединении относительные количества атомов различных элементов всегда постоянны.*

Атом (хим.) – мельчайшая частица простого вещества, сохраняющая все его основные хим. свойства.

Атом (физ.) – электронейтральная частица, состоящая из положительно заряженного ядра (p^+ и n^0) и компенсирующих его заряд электронов.

Хим. элемент – вид атомов с одинаковым числом протонов.

Символ элемента	Латинское название	Русское название
H	Hydrogenium	Водород
O	Oxygenium	Кислород
Au	Aurum	Золото

5H – 5 атомов водорода

3S – 3 атома серы

Молекула - мельчайшая частица вещества, способная к самостоятельному существованию и обладающая всеми его хим. свойствами.

• Молекулы аммиака: NH_3 воды: H_2O

Формульная единица: K_2SO_4

Ионы - одноатомные или многоатомные частицы, несущие электрический заряд

H^+ , Ca^{2+} , Fe^{3+}	Катионы
Cl^- , SO_4^{2-} , PO_4^{3-}	Анионы

Химическая формула показывает:

- *Качественный состав (какие атомы?)*
- *Количественный состав (сколько атомов?)*

1 молекула азотной кислоты HNO_3 состоит из:

1 атома H, 1 атома N и 3-х атомов O

1 ФЕ хлорида натрия NaCl состоит из: 1 атома Na и 1 атома Cl

Система единиц измерения СИ(*system international SI*)

Масса – **кг** (килограмм)

Длина – **м** (метр)

Время – **с** (секунда)

Температура – **К** (кельвин)

Сила тока – **А** (ампер)

Сила света – **кд** (кандела)

11.11.2009 **Моль** – количество вещества

**Абсолютная атомная масса (A) -
масса атома, выраженная в кг (Г)**

$$A(H) = 1,67 \cdot 10^{-27} \text{ кг}$$
$$= 1,67 \cdot 10^{-24} \text{ г}$$

$$A(O) = 26,7 \cdot 10^{-27} \text{ кг}$$

$$A(C) = 19,9 \cdot 10^{-27} \text{ кг}$$

Относительная атомная масса (A_r , relative) - масса атома, выраженная в атомных единицах массы (а. е. м.)

А. е. м. - $1/12$ часть массы атома C - $1,66 \cdot 10^{-27}$ кг или $1,66 \cdot 10^{-24}$ г.

$$A_r(O) = \frac{A(O)}{a.e.m} = \frac{26.7 \cdot 10^{-27}}{1.66 \cdot 10^{-27}} = 15.999 \approx 16 a.e.m.$$

$$A_r(H) = \frac{A(H)}{a.e.m} = \frac{1.67 \cdot 10^{-27}}{1.66 \cdot 10^{-27}} = 1.008 \approx 1 a.e.m.$$

Относительная молекулярная масса (M_r)

- масса молекулы, выраженная в а.е.м.

$$\begin{aligned}M_r(\text{H}_2\text{SO}_4) &= 2A_r(\text{H}) + A_r(\text{S}) + 4A_r(\text{O}) = \\ &= 2*1 + 32 + 4*16 = 98 \text{ а. е. м.}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}M_r(\text{CaCO}_3) &= A_r(\text{Ca}) + A_r(\text{C}) + 3A_r(\text{O}) = \\ &= 40 + 12 + 3*16 = 100 \text{ а. е. м.}\end{aligned}$$

Количество вещества, n , МОЛЬ

Моль – определенное число структурных единиц вещества

(атомов, молекул, ионов ...)

Моль любого вещества содержит одно и то же число частиц – N_A – число Авогадро

$$N_A = 6,02 \cdot 10^{23}$$

1 моль Si содержит
 $6,02 \cdot 10^{23}$ атомов

1 моль H_2O содержит
 $6,02 \cdot 10^{23}$ молекул

1 моль Ca^{2+} содержит **$6,02 \cdot 10^{23}$ ионов**

**Молярная масса, M ($=M_r$) –
масса 1 моля вещества, г/моль**

$$M_r(\text{H}_2\text{O}) = 18 \text{ а.е.м.}$$

$$M(\text{H}_2\text{O}) = 18 \text{ г/моль.}$$

1 моль H_2O содержит:

$6,02 \cdot 10^{23}$ молекул воды

$6,02 \cdot 10^{23}$ атомов O (1 моль O) и

$2 * 6,02 \cdot 10^{23}$ атомов H (2 моль H)

Расчет количества вещества

m – масса вещества, г

v – количество в – ва, моль

M – молярная масса, г/моль

$$m = v \cdot M$$

Масса 4 моль KOH:

$$m(4\text{KOH}) = v \cdot M(\text{KOH}) = 5 \cdot (39 + 16 + 1) = 280 \text{ г}$$

Взаимодействие веществ

Эквивалент - частица или часть (f) частицы, которая соединяется (взаимодействует) с 1-м атомом Н или с 1-м электроном

В молекуле H_2O эквивалент $O = 1/2O$

Эквивалентная масса ($M_э$, г/моль) – масса 1 моля эквивалента

$$M_э(O) = f \cdot Ar(O) = 1/2 \cdot 16 = 8 \text{ г/моль}$$

$$M_э = \frac{Ar}{V_{\text{СТХ}}}$$

f – фактор

эквивалентности

$V_{\text{СТХ}}$ – стехиометрическая
валентность

Валентность –

характеризует способность атома присоединять определённое число атомов, эквивалентных водороду

Известно четыре типа валентностей: $V_{\text{стх}}, w, V_k, V_e$

1. Стехиометрическая валентность ($V_{\text{ст}}$) - число эквивалентов, с которым может взаимодействовать данный атом. $V_{\text{ст}} = A_r / M_{\text{э}}$

2. Степень окисления-

**это стехиометрическая валентность
со знаком**

«+» для электроположительного ,

**«-» для электроотрицательного
элемента**

$$W = \pm V_{стх}$$

2. Степень окисления

- w атомов простых веществ равны 0 (H_2 , Cl_2 , $Fe \dots$).
- Сумма w всех элементов в хим. соединении равна 0, а в ионе = заряду.
- Н: $w = +1$ (HCl , H_2O , H_2SO_4), искл: гидриды – CaH_2 , AlH_3 ($w = -1$)
- О: $w = -2$ (H_2O , H_2SO_4 , CO_2), но – H_2O_2 ($w = -1$)
- Ф: $w = -1$ (HF , CaF_2)
- Для щелочных металлов (Li-Fr) $w = +1$
- Для щелочно-земельных металлов (Ca-Ra) $w = +2$

Примеры:

в SO_3 $w(O)=-2$, $\Rightarrow w(S)=+6$, $\Rightarrow V_{\text{CT}}(S)=6$

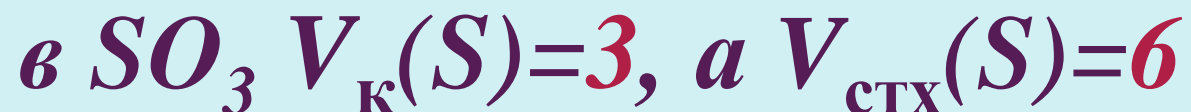
$$M_{\text{Э}}(S) = Ar(S)/V_{\text{CT}}(S) = 32/6 = 5.33 \text{ г/моль}$$

*в H_2CO_3 $w(O)=-2$, $w(H)=+1$, \Rightarrow
 $w(C)=+4$, $\Rightarrow V_{\text{CT}}(C)=4$*

$$M_{\text{Э}}(C) = Ar(C)/V_{\text{CT}}(C) = 12/4 = 3 \text{ г/моль}$$

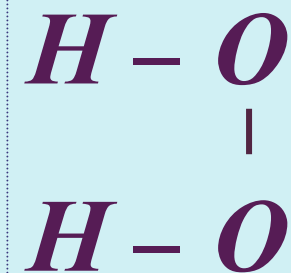
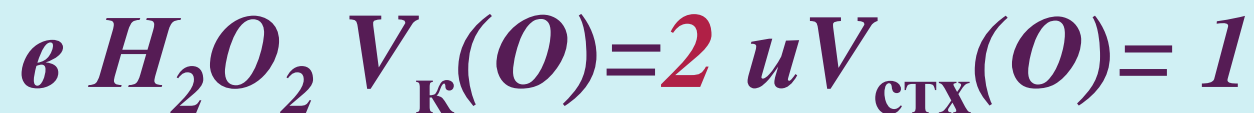
3. Координационная валентность (V_K)

– число соседних атомов



4. Электронная валентность (V_e) –

число химических связей атома



Структурные формулы

- *СФ – условное графическое изображение молекулы или другой СЕ с указанием химических связей **в виде черт (пунктиров)***
- Могут быть указаны и другие х-ки: **типы связей** (σ -, π -), **углы** между ними, **длины связей**, **электронные плотности**, **заряды**.

Простые и сложные соединения

● Простые соединения $V_{\text{СТХ}} = V_{\text{СВ}}$

CO_2 , для С: $V_{\text{СТХ}} = V_{\text{СВ}} = 4$;

$K_2Cr_2O_7$, для Cr: $V_{\text{СТХ}} = V_{\text{СВ}} = 6$;

● Сложные соединения $V_{\text{СТХ}} > V_{\text{СВ}}$

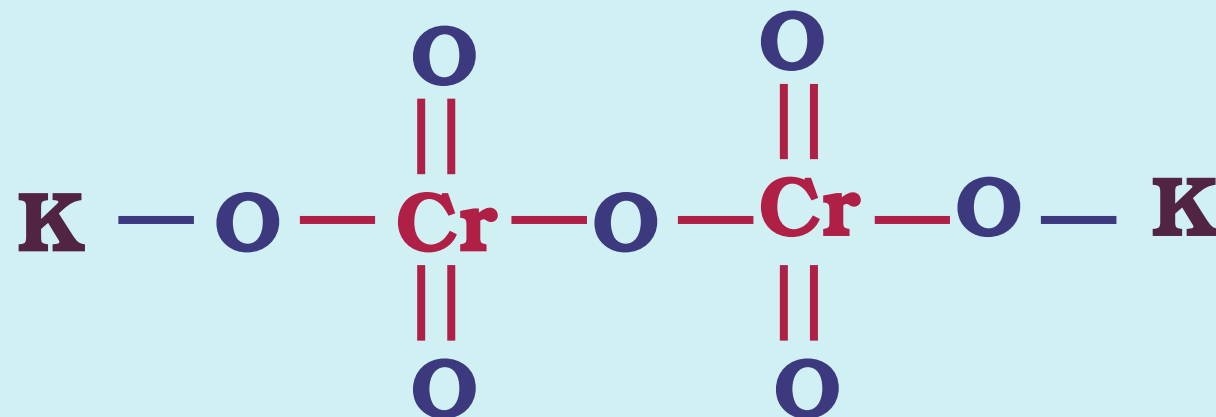
CO , для С: $V_{\text{СТХ}} = 2$, $V_{\text{СВ}} = 3$

$K_2S_2O_8$, для S: $V_{\text{СТХ}} = 7$, $V_{\text{СВ}} = 6$

Структурные формулы простых соединений

- Правила изображения:
 - 1) число валентных черт = валентности
 - 2) отсутствие гомоцепей (O-O, S-S, K-K)
 - 3) для кислородсодержащих веществ связи всех других атомов друг с другом – через кислород (S-O-H, K-O-N)

Структурные формулы простых соединений

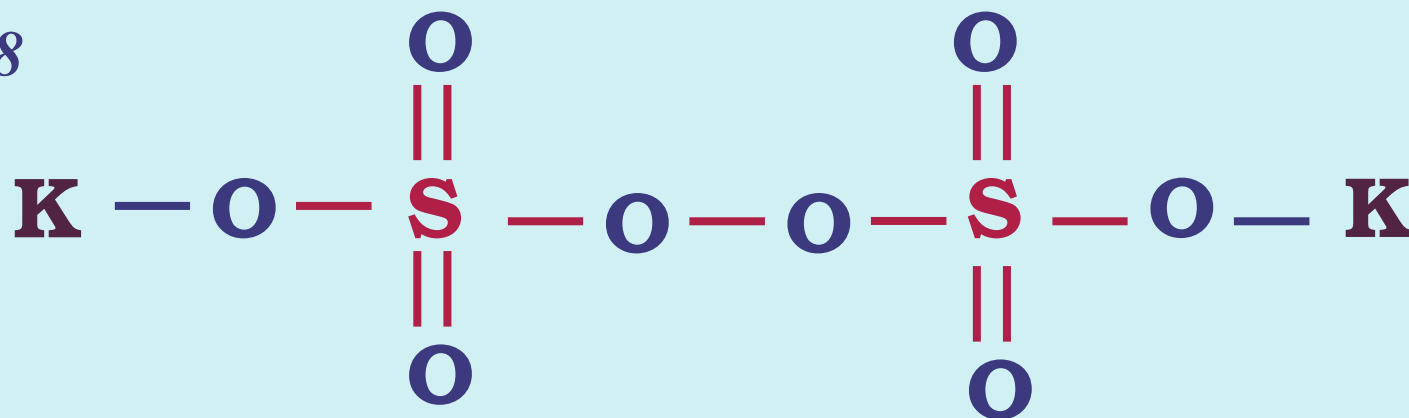


Структурные формулы сложных соединений

CO

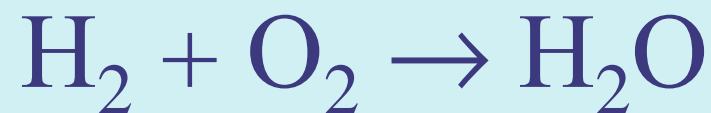


$K_2S_2O_8$



Химическая реакция (actio – действие) –
*превращение одних веществ в другие при
неизменяемости ядер атомов.*

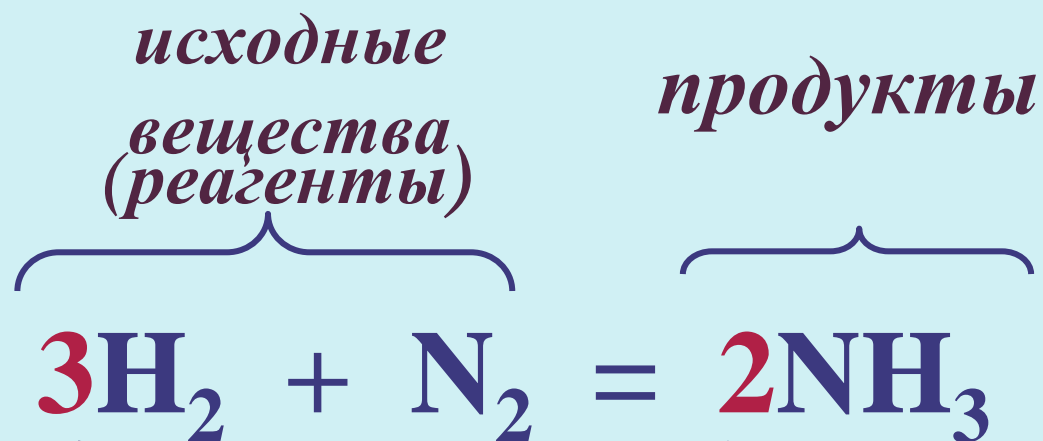
Схема хим. реакции:



Уравнение хим. реакции:



Уравнение хим. реакции



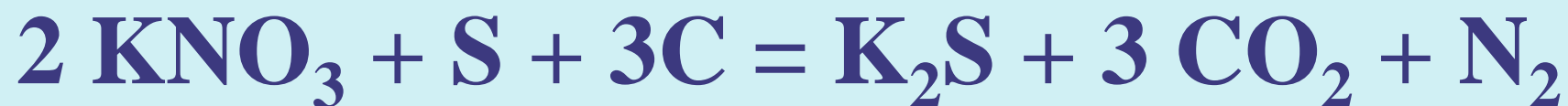
*Стехиометрические
коэффициенты*

Закон сохранения атомов

$$\sum n(\text{H}_{\text{исх}}) = \sum n(\text{H}_{\text{прод}}) = 6$$

Уравнение химической реакции – модель и реальность

модель:



реальность:

