

## Слайд 1

### Дисциплина «**ОБЩАЯ И НЕОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ**»

(Лектор – Савельев Геннадий Гаврилович)

21 Лекции  
9 Практик  
10 лабораторных работ  
3 Контрольные работы  
ИДЗ – 50 задач  
Допуск  
Экзамен

31.08.2008

1

2.

## 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

30.08.2008

2

3.

## 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 р-элементов*
9. *Химия s-элементов*
10. *Химия d-элементов*
11. *Химия f-элементов*

15.07.2008

2

### Слайд 4

#### Основные понятия химии

Предмет химии  
Простые и сложные вещества  
Атом. Молекула. Химический элемент  
Моль. Молярная масса  
Эквивалент. Валентность  
Уравнения химических реакций

15.07.2008

3

### Слайд 5



*Д.И. Менделеев (1834-1907):*

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

30.08.2008

5

6.

**ХИМИЯ** — часть естествознания,  
изучающая \_\_\_\_\_

• *Хим. свойства веществ* —  
совокупность \_\_\_\_\_

20.07.2008

5

Слайд 7

**Вещество** — вид материи,  
который \_\_\_\_\_

**Хим. вещество** —

• *Простое вещество* — состоит из  
атомов \_\_\_\_\_ сорта ( $O_2$ ,  $H_2$ ,  $S_8$ )

• *Сложное вещество* — из атомов  
\_\_\_\_\_ элементов ( $H_2O$ ,  $CuCl_2$ ,  
 $H_2SO_4$ )

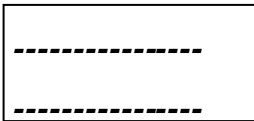
31.08.2008


6

Слайд 8

## Для простых веществ характерна

**аллотропия** - явление, когда один элемент образует \_\_\_\_\_ простых веществ (отличие в \_\_\_\_\_)

**Кислород (O):** { 

**Углерод (C):** { 

20.07.2008

7

Слайд 9

Для сложных веществ возможны отличия  
как в структуре так и по составу:

**Изомерия** - явление, когда вещества \_\_\_\_\_ имеют \_\_\_\_\_  
(отличие в \_\_\_\_\_)

*CO(NH<sub>2</sub>)<sub>2</sub> мочеви́на, NH<sub>4</sub>NCN цианат аммония*

**Дальтони́ды** – \_\_\_\_\_ соединения  
(состав \_\_\_\_\_)

*H<sub>2</sub>O, кислоты*

**Бертолли́ды** – \_\_\_\_\_ соединения  
(состав \_\_\_\_\_)

*Оксиды, сульфиды...металлов TiO<sub>1.3</sub> и TiO<sub>0.7...</sub>*

20.07.2008

Слайды 9-10

## **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;*

14.07.2008

9

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

20.07.2008

10

**Атом** (хим.)— \_\_\_\_\_ частица  
\_\_\_\_\_ вещества, сохраняющая все  
его основные \_\_\_\_\_.

**Атом** (физ.)- \_\_\_\_\_  
частица, состоящая из \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_.

20.07.2008

11

Слайд 12

<b>Хим. элемент</b> – вид атомов с одинаковым числом протонов.		
<b>Символ элемента</b>	<b>Латинское название</b>	<b>Русское название</b>
<b>H</b>	<b>Hydrogenium</b>	
<b>O</b>	<b>Oxygenium</b>	
<b>Au</b>	<b>Aurum</b>	

*5H – 5 атомов водорода*  
*3S – 3 атома серы*

14.07.2008 12

Слайд 13

**Молекула** - \_\_\_\_\_ частица вещества,  
способная к \_\_\_\_\_ и  
обладающая \_\_\_\_\_.

• *Молекулы: аммиака -  $NH_3$ , воды -  $H_2O$*

**Формульная единица, (ФЕ):  $K_2SO_4$**  (Для  
веществ)

**Ионы** - \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_ частицы, несущие

$H^+$ ,  $Ca^{2+}$ ,  $Fe^{3+}$

$Cl^-$ ,  $SO_4^{2-}$ ,  $PO_4^{3-}$

20.07.2008

3

Слайд 14

## Химическая формула

показывает:

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

*1 молекула азотной кислоты  $HNO_3$   
состоит из: \_\_ атом \_\_  $H$ , \_\_ атом \_\_  $N$   
и \_\_ атом \_\_  $O$*

*1 ФЕ хлорида натрия  $NaCl$  состоит  
из: \_\_ атом \_\_  $Na$  и \_\_ атом \_\_  $Cl$*

20.07.2008

14

Слайд 15

# 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)

Моль – количество вещества

14.07.2008

15

Слайд 16

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

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

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

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

14.07.2008

16

Слайд 17



**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.

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

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

14.07.2008

17

Слайд 18

**Относительная молекулярная масса ( $M_r$ )** - масса молекулы, выраженная в а.е.м.

$$M_r(H_2SO_4) = 2A_r(H) + A_r(S) + 4A_r(O) = \\ = \underline{\hspace{2cm}} = \underline{\hspace{1cm}} \text{ а. е. м.}$$

$$M_r(CaCO_3) = A_r(Ca) + A_r(C) + 3A_r(O) = \\ = \underline{\hspace{2cm}} = \underline{\hspace{1cm}} \text{ а. е. м.}$$

31.08.2008

18

Слайд 19

## Количество вещества, $\nu$ , МОЛЬ

**Моль** – определенное число структурных единиц вещества (атомов, молекул, ионов ...)

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

$$N_A =$$

1 моль Cu содержит - \_\_\_\_\_ атомов

1 моль  $H_2O$  содержит - \_\_\_\_\_ молекул

15.07.2008 1 моль  $Ca^{2+}$  содержит \_\_\_\_\_ ионов

19

Слайд 20

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

$$M_r(H_2O) = 18 \text{ _____}$$

$$M(H_2O) = 18 \text{ _____}$$

1 моль  $H_2O$  содержит:

\_\_\_\_\_ молекул воды

\_\_\_\_\_ атомов O (1 моль O)

**и**

14.07.2008

\_\_\_\_\_ атомов H (2 моль H)

20

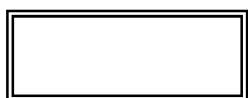
Слайд 21

## Расчет количества вещества

$m$  – масса вещества, г

$\nu$  – количество в – ва , моль

$M$  – молярная масса, г/моль



Масса 4 моль КОН:

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

14.07.2008

21

Слайд 22

## ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ ВЕЩЕСТВ

**Эквивалент** – частица или \_\_\_\_\_ частицы,  
которая соединяется (взаимодействует) с 1-м  
атомом \_\_ или с 1-м \_\_\_\_\_

В молекуле  $\text{H}_2\text{O}$  эквивалент  $\text{O} = \_ \text{O}$

**Эквивалентная масса ( $M_3$ , г/моль) –  
масса 1 моля эквивалентов**

$$M_3(\text{O}) = f \cdot Ar(\text{O}) = ? \cdot 16 = 8 \text{ Г/МОЛЬ}$$

$$M_3 = \underline{\hspace{2cm}}$$

30.08.2008

$f$  – фактор

эквивалентности

$V_{\text{стx}}$  – валентность

22

Слайд 23

## Валентность

*Характеризует число взаимодействий с соседними атомами, эквивалентных атому водорода.*

*Известно четыре типа валентностей:*



### **1. Стехиометрическая валентность**

$(V_{\text{ст}})$  - число эквивалентов, с которым может взаимодействовать данный атом :

$$V_{\text{стх}} = \underline{\hspace{2cm}}$$

20.07.2008

23

Слайд 24

### **2. Степень окисления**

- $w$  атомов в простых веществах равны \_\_\_ ( $H_2, Cl_2, Fe \dots$ ).
- сумма  $w$  всех атомов в химическом соединении равна \_\_\_, а в ионе = \_\_\_.
- **H:**  $w = \underline{\hspace{1cm}}$  ( $HCl, H_2O, H_2SO_4$ ), искл: \_\_\_\_\_
- **O:**  $w = \underline{\hspace{1cm}}$  ( $H_2O, H_2SO_4, CO_2$ ), искл: \_\_\_\_\_

• **F:**  $w = \underline{\hspace{1cm}}$  ( $HF, CaF_2$ )

• Для щелочных металлов (Li-Fr)  $w = \underline{\hspace{1cm}}$

• Для щелочно-земельных металлов (Ca-Ra)  $w = \underline{\hspace{1cm}}$

20.07.2008

24

Слайд 25

## Примеры

в  $SO_3$ :  $w(O)=$  \_\_,  $\Rightarrow w(S)=$  \_\_,  $\rightarrow V_{\text{стх}}(S)=$  \_\_

$$M_3(S) = A(S)/V_{\text{ст}}(S) = \underline{\quad} = \underline{\quad} \text{ г/моль}$$

в  $H_2CO_3$   $w(O)=$  \_\_,  $w(H)=$  \_\_,  $\Rightarrow$

$w(C)=$  \_\_,  $\Rightarrow V_{\text{стх}}(C)=$  \_\_

$$M_3(C) = A(C)/V_{\text{стх}}(C) = \underline{\quad} = \underline{\quad} \text{ г/моль}$$

14.07.2008

25

Слайд 26

### 3. Координационная валентность

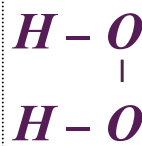
(координационное число) ( $V_K$ ) – число соседних (взаимодействующих) атомов

в  $SO_3$   $V_K(S)=$  \_\_,  $V_{\text{стх}}(S)=$  \_\_

4. Электронная валентность ( $V_e$ ) – число химических связей атома

в  $H_2O_2$   $V_K(O)=$  \_\_,  $V_{\text{стх}}(O)=$  \_\_

$w(O)=$  \_\_



20.07.2008

26

Слайд 27

## Структурные формулы (СФ)

- **СФ** – условное графическое изображение молекулы или другой СЕ с указанием химических связей \_\_\_\_\_
- Могут быть указаны и другие х-ки: \_\_\_\_\_ (?-, ?-), \_\_\_\_\_ между ними, \_\_\_\_\_ связей, электронные \_\_\_\_\_.

23.08.2008

27

28

## Простые и сложные соединения

- Простые соединения  $V_{\text{СТХ}} \text{---} V_{\text{СВ}}$   
**CO<sub>2</sub>**, для С:  $V_{\text{СТХ}} \text{---} V_{\text{СВ}} = \text{---}$ ;
- K<sub>2</sub>Cr<sub>2</sub>O<sub>7</sub>**, для Cr:  $V_{\text{СТХ}} \text{---} V_{\text{СВ}} = \text{---}$ ;
- Сложные соединения  $V_{\text{СТХ}} \text{---} V_{\text{СВ}}$   
**CO**, для С:  $V_{\text{СТХ}} = \text{---}$ ,  $V_{\text{СВ}} = \text{---}$
- K<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>8</sub>**, для S:  $V_{\text{СТХ}} = \text{---}$ ,  $V_{\text{СВ}} = \text{---} 6$

23.08.2008

28

29

## *Структурные формулы простых соединений*

- Правила изображения:
- 1) число валентных черт \_\_ валентности
- 2) отсутствие гомоцепей ( \_\_\_\_\_ )
- 3) для кислородсодержащих веществ связи всех других атомов друг с другом – через \_\_\_\_\_

23.08.2008

29

30

## *Структурные формулы простых соединений*

$\text{CO}_2$

$\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$

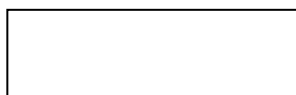
23.08.2008

30

31

## *Структурные формулы сложных соединений*

CO



K<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>8</sub>



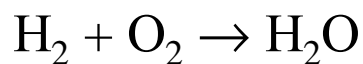
23.08.2008

31

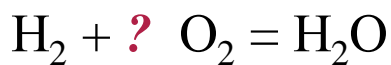
32

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

*Схема хим. реакции:*



*Уравнение хим. реакции:*



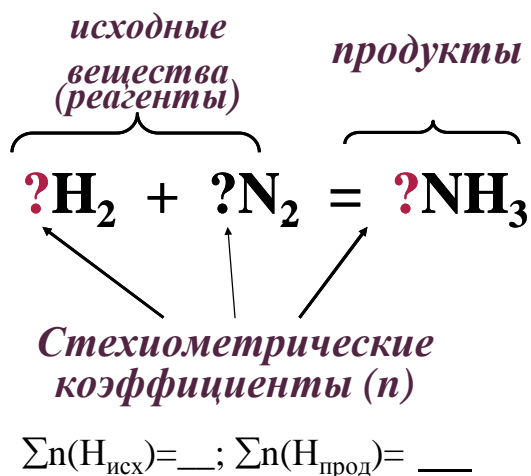
14.07.2008

27

Слайд 33



## Уравнение хим. реакции



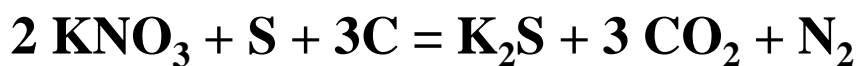
16.07.2008

28

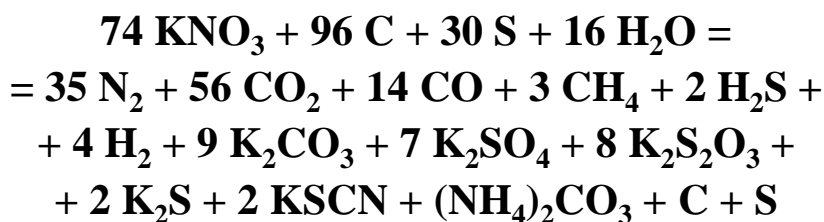
Слайд 34

## Уравнение химической реакции – модель и реальность

*модель:*



*реальность:*



16.07.2008

30

Слайд 35

**Состав веществ. Газовые и  
стехиометрические законы химии**

**Стехиометрические законы**

**Газовые законы**

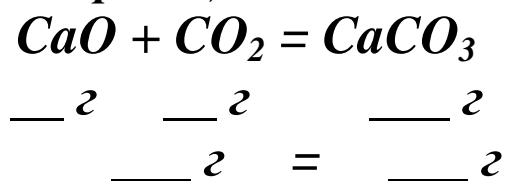
Слайд 36

**СТЕХИОМЕТРИЧЕСКИЕ ЗАКОНЫ ХИМИИ**

Слайд 37

**Закон сохранения массы веществ (Ломоносов, 1748г)**

*Общая масса исходных веществ равна общей  
массе продуктов химич. реакции*



Слайд 38

## Закон постоянства состава веществ

Чистое вещество молекулярной структуры, независимо от способа его получения, имеет постоянный качеств. и количеств. состав



1808г.

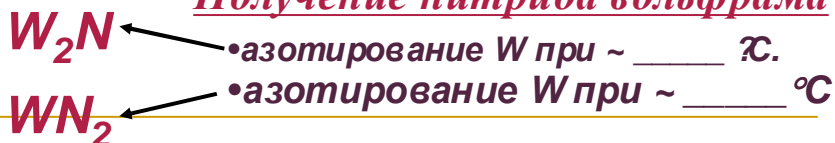
Ж. Л. Пруст

1754 - 1826

### Получение аммиака



### Получение нитрида вольфрама

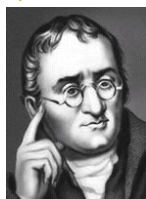


30.08.2008

4

Слайд 39

## Закон кратных отношений 1803г.



Джон  
Дальтон

1766-1844

Если два элемента образуют друг с другом несколько хим. соединений, то массы одного из элементов, приходящиеся в этих соединениях на одну и ту же массу другого, относятся между собой как небольшие целые числа

В оксидах **N<sub>2</sub>O** **NO** **NO<sub>2</sub>**

массы N, приходящиеся на 8 г O, относятся между собой как — \_\_\_ : \_\_\_ : \_\_\_ , то есть — \_\_\_ : \_\_\_ : \_\_\_

19.08.2008

5

Слайд 40

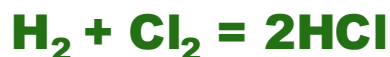
## Закон простых объемных отношений

1805г.



Гей-Люссак  
1778 - 1850

Объемы вступающих в реакцию газов относятся друг к другу, а также к объемам образующихся газообразных продуктов реакции, как небольшие целые числа



Объем - : - -

$$P, T = \text{const}$$

20.07.2008

6

Слайд 41

## Закон эквивалентов

Массы (объемы) веществ, *реагирующих без остатка*, пропорциональны их эквивалентным массам (объемам)

— = — или — = —

*1, 2 – любые два вещества из уравнения хим. реакции*

20.07.2008

7

Слайд 42

## ГАЗОВЫЕ ЗАКОНЫ

Слайд 43

*Рассматривают процессы, при которых один или два параметра состояния газа остаются неизменными*

$T = \text{const}$  - \_\_\_\_\_

$V = \text{const}$  - \_\_\_\_\_

$P = \text{const}$  - \_\_\_\_\_

$P, T = \text{const}$  - \_\_\_\_\_

$V, T = \text{const}$  - \_\_\_\_\_

Слайд 44

## Закон Бойля-Мариотта

*Р. Бойль 1662г.*

*1667г. Э. Мариотт*

*Для данной массы идеального газа при постоянной температуре произведение объема газа на соответствующее ему давление есть величина постоянная*

**при  $T = \text{const}$ :**

**ИЛИ**

Слайд 45

## Закон Гей-Люсаака

1802г.

*Для данной массы идеального газа при постоянном давлении отношение объема идеального газа к его абсолютной температуре есть величина постоянная.*

при  $P = \text{const}$ :  $\frac{V}{T} = \text{const}$

ИЛИ

при  $V = \text{const}$ :  $\frac{P}{T} = \text{const}$

20.07.2008

11

Слайд 46

## Уравнение Клапейрона

$$\frac{PV}{T} = \text{const}$$

*Уравнение используется для приведения объемов ( $V_1, V_2$ ) газов от одних условий ( $P_1, T_1$ ) к другим ( $P_2, T_2$ ).*

20.07.2008

12

Слайд 47

## Закон Авогадро

1811г.

*В равных объемах любых газов и паров при одинаковых условиях содержится одинаковое количество молекул*



*Амедео  
Авогадро  
(1776-1856)*

**Только для газов!!!!**

20.07.2008

13

Слайд 48

## Следствие 1.

*Моль любого газа при н. у. занимает один и тот же объем, равный ~ \_\_\_\_\_*

*Молярный  
объем:*

$V_m = \text{_____ л/моль}$

$$V_m(\text{H}_2) = V_m(\text{H}_2\text{O}_2) = V_m(\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}_2) = \text{_____ л}$$

$$V_m(\text{H}_2) = \text{_____ л} \Rightarrow V_m(2\text{H}_2) = \text{_____} = \text{_____ л}$$

20.07.2008

14

Слайд 49

## Следствие 2

**Отношение масс равных объемов газов равно отношению их молекулярных масс**

**$D$**  – относительная плотность

**Относительная плотность по воздуху:**

20.07.2008

15

Слайд 50

## Уравнение Менделеева – Клапейрона

**$P$**  – давление газа, Па

**$V$**  – объем газа, м<sup>3</sup>

**$m$**  – масса газа, г

**$M$**  – молярная масса газа, г/моль

**$R=8,314$**  Па·м<sup>3</sup>/моль·К – универсальная газовая постоянная

**$T$**  – температура, К

20.07.2008

17