

ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ И ЗАКОНЫ ХИМИИ



ОСНОВЫ ХИМИИ. ЛЕКЦИЯ 1.

ВВЕДЕНИЕ (2)



ЦЕЛИ КУРСА

создать основу для дальнейшего изучения химических дисциплин, сформировать элементарные навыки работы в химической лаборатории

СОДЕРЖАНИЕ КУРСА*

- ❑ основные понятия и законы химии;
- ❑ теория строения атома и образования химических связей в молекулах;
- ❑ общие закономерности протекания химических реакций, в том числе элементы химической термодинамики и химической кинетики;
- ❑ основы теории растворов электролитов и неэлектролитов, закономерности окислительно-восстановительных и электрохимических процессов
- ❑ типовые расчетные задачи
- ❑ элементарные лабораторные навыки

ПРЕДМЕТ ХИМИИ (1)

- ▣ **Химия** – естественная наука, изучающая вещества, их строение, свойства и превращения.
- ▣ **Вещество** – это любой вид материи, обладающий собственной массой (массой покоя).
- ▣ Вещество состоит из частиц, например, атомов, молекул, ионов.

ФИЗИЧЕСКАЯ ФОРМА ОРГАНИЗАЦИИ МАТЕРИИ	ЭЛЕМЕНТАРНЫЕ ЧАСТИЦЫ	Протоны, нейтроны, электроны и др.
ХИМИЧЕСКАЯ ФОРМА ОРГАНИЗАЦИИ МАТЕРИИ	АТОМЫ	Системы из элементарных частиц
	МОЛЕКУЛЫ	Системы из атомов и ионов
	МАКРОСИСТЕМЫ (ВЕЩЕСТВО В ТВЕРДОМ, ЖИДКОМ И ГАЗООБРАЗНОМ СОСТОЯНИИ)	Системы из атомов, молекул, ионов
БИОЛОГИЧЕСКАЯ ФОРМА ОРГАНИЗАЦИИ МАТЕРИИ	КЛЕТКИ	Системы из клеток – живые организмы

ПРЕДМЕТ ХИМИИ (2)

- Материя находится в непрерывном движении (*филос.: материя не существует без движения*).
- Формы движения материи: механическая, химическая, тепловая, электрическая и др.
- Формы движения могут переходить друг в друга.



ПРЕДМЕТ ХИМИИ (3)

- Мерой движения и взаимодействия различных видов материи служит **энергия**
- Мерой инерции* материи является **масса**
- Энергия и масса – важнейшие взаимосвязанные свойства материи

$$E = m \cdot c^2,$$

где c - скорость света в вакууме ($c = 3 \cdot 10^8$ м/с)

Это соотношение (уравнение Эйнштейна) показывает, что масса может переходить в энергию и наоборот

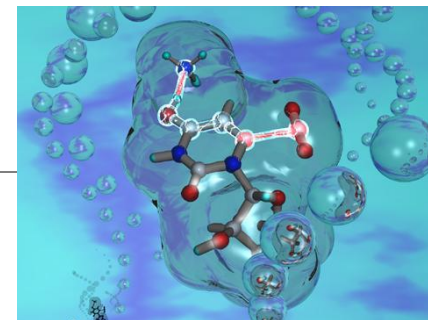
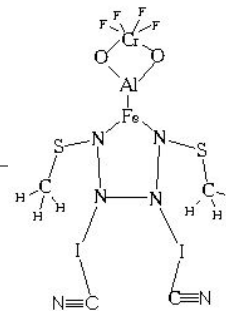
**Инерция* – это свойство тел сохранять состояние покоя или движения, пока какая-либо внешняя сила не выведет их из такого состояния



Знаменитая формула на небоскребе Тайбей 101 (Тайвань) во время одного из мероприятий Всемирного года физики (2005)

ПРЕДМЕТ ХИМИИ (4)

- 20 млн. органических веществ
- 0,5 млн. неорганических веществ
- Каждое из веществ имеет внутреннее строение
- Внутреннее *строение* определяет химические *свойства*, в свою очередь по химическим свойствам часто можно судить о строении вещества
- Строение веществ изучает *структурная химия* и, в частности:
 - *стереохимия* - изучает пространственное строение молекул и влияние этого строения на физические свойства и на направление и скорость реакций; объектами изучения служат, главным образом, органические вещества
 - *координационная химия* - изучает строение неорганических - комплексных и внутрикомплексных или хелатных соединений



ПРЕДМЕТ ХИМИИ (5)

- Превращения веществ, сопровождающиеся изменением состава, называются **химическими реакциями**.
- Химические реакции или химические процессы есть химическая форма движения материи
- При химических процессах происходит обмен атомами между различными веществами, перераспределение электронов между атомами, разрушение одних веществ и образование других. Таким образом, в результате химических процессов возникают новые вещества с новыми физическими и химическими свойствами



СКОЛЬКО ХИМИЙ НА СВЕТЕ?

□ Журнал «Химия и жизнь - XXI век». №№ 5 и 6, 2009



АЛХИМИЯ

АНАЛИТИЧЕСКАЯ
ХИМИЯ

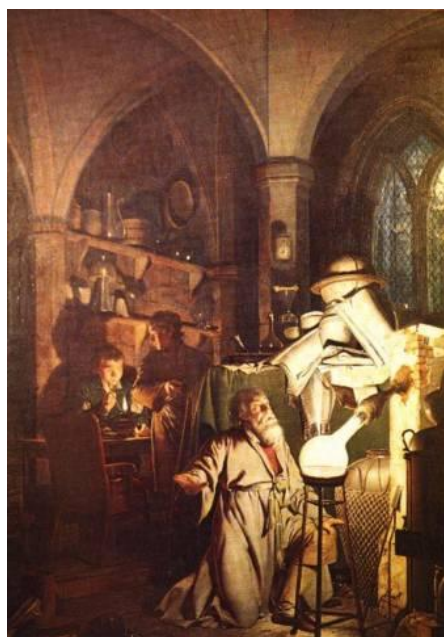
АГРОХИМИЯ

БИОХИМИЯ

ГЕОХИМИЯ

ГИДРОХИМИЯ

КОЛЛОИДНАЯ
ХИМИЯ



НЕОРГАНИЧЕСКАЯ
ХИМИЯ

МЕДИЦИНСКАЯ
ХИМИЯ



КОСМЕТИЧЕСКАЯ
ХИМИЯ

НЕФТЕХИМИЯ

ОРГАНИЧЕСКАЯ
ХИМИЯ

НАНОХИМИЯ

ФИЗИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

ЭЛЕКТРОХИМИЯ

РАЗДЕЛЫ ХИМИИ (1)

- ▣ **Общая химия** - изучает общетеоретические вопросы химии:
 - ▣ основные понятия и законы;
 - ▣ теорию строения атома и образования химических связей в молекулах;
 - ▣ общие закономерности протекания химических реакций, в том числе элементы химической термодинамики и химической кинетики;
 - ▣ основы теории растворов электролитов и неэлектролитов, закономерности окислительно-восстановительных и электрохимических процессов.

РАЗДЕЛЫ ХИМИИ (2)

- ▣ **Неорганическая химия** - занимается изучением химической природы элементов и их соединений, за исключением большинства соединений углерода (т.е. изучает химические элементы и их неорганические соединения)
- ▣ **Органическая химия** изучает соединения, состоящие в основном из углерода и водорода (т.е. органические соединения)

РАЗДЕЛЫ ХИМИИ (3)

- ▣ **Физическая химия** использует физические методы для изучения химических систем. Важное место в ней занимают вопросы энергетики химических процессов и химическая кинетика
- ▣ **Аналитическая химия** – это наука о методах определения химического состава веществ
- ▣ **Коллоидная химия** занимается исследованием свойств дисперсных (коллоидных) систем
- ▣ **Электрохимия** изучает химические процессы, протекающие под действием электрического тока, а также способы получения электричества химическими методами

РАЗДЕЛЫ ХИМИИ (4)

- ▣ **Биохимия** изучает сложнейшие химические процессы, протекающие в живых организмах
- ▣ **Геохимия** занимается исследованием химических процессов, протекающих в земной коре. Она изучает образование минералов, нефти и др.
- ▣ **Радиохимия** – это наука о химическом воздействии высокоэнергетического излучения на вещества; она занимается также изучением поведения радиоактивных изотопов

ОБЪЕКТЫ ИЗУЧЕНИЯ (1)

▣ **Объектом изучения** в химии являются **химические элементы и их соединения**

ПЕРИОДИЧЕСКАЯ СИСТЕМА ХИМИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ Д. И. МЕНДЕЛЕЕВА

ПЕРИОДЫ	ГРУППЫ ЭЛЕМЕНТОВ										VIII	B		
	A	I	II	III	IV	V	VI	VII	VI	V				
1	(H)											H 1,00794 Водород	He 4,002602 Гелий	
2	Li 6,941 Литий	Be 9,01224 Бериллий	B 10,811 Бор	C 12,011 Углерод	N 14,007 Азот	O 15,999 Кислород	F 18,998 Фтор	Ne 20,179 Неон	Ar 39,948 Аргон					
3	Na 22,990 Натрий	Mg 24,305 Магний	Al 26,982 Алюминий	Si 28,086 Кремний	P 30,974 Фосфор	S 32,065 Сера	Cl 35,453 Хлор	Ar 39,948 Аргон						
4	K 39,098 Калий	Ca 40,078 Кальций	Sc 44,956 Скандий	Ti 47,88 Титан	V 50,942 Ванадий	Cr 51,996 Хром	Mn 54,938 Марганец	Fe 55,845 Железо	Co 58,933 Кобальт	Ni 58,71 Никель				
5	Rb 85,468 Рубидий	Sr 87,62 Стронций	Y 88,906 Иттрий	Zr 91,224 Цирконий	Nb 92,906 Нобий	Mo 95,94 Молибден	Tc 97,907 Технеций	Ru 101,07 Рутений	Rh 102,906 Родий	Pd 106,42 Палладий				
6	Cs 132,905 Цезий	Ba 137,327 Барий	La ^a 138,905 Лантан	Hf 178,49 Гафний	Ta 180,948 Тантал	W 183,85 Вольфрам	Re 186,207 Рений	Os 190,23 Осмий	Ir 192,22 Иридий	Pt 195,08 Платина				
7	Fr [223] Франций	Ra [226] Радий	Ac ^a [227] Актиний	Rf [261] Рифмий	Db [262] Дубний	Sg [266] Сгангеймий	Bh [264] Бергштреймий	Hs [277] Хассий	Mt [268] Миттермайерий					
	R ₂ O		RO	R ₂ O ₃	RO ₂	R ₂ O ₃	RO ₃	R ₂ O ₇	RO _x					
	RH ₂		RH ₃		RH ₂		RH							
ЛАНТАНОИДЫ ^a	Ce	Pr	Nd	Pm	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu
АКТИНОИДЫ ^a	Th	Pa	U	Np	Pu	Am	Cm	Bk	Cf	Es	Fm	Md	No	Lr

ОБЪЕКТЫ ИЗУЧЕНИЯ (2)

- ▣ **Химический элемент** (лат. *elementum* - часть чего-то) – совокупность (вид) атомов с одинаковым зарядом ядра
- ▣ **Заряд ядра** равен **числу протонов** в нем. Это число является фундаментальным свойством элемента и называется **атомным номером**, так как совпадает с **порядковым номером** элемента в периодической системе элементов, именно оно определяет сущность химического элемента, его индивидуальность и отличие от всех других элементов
- ▣ <http://www.webelements.com/>

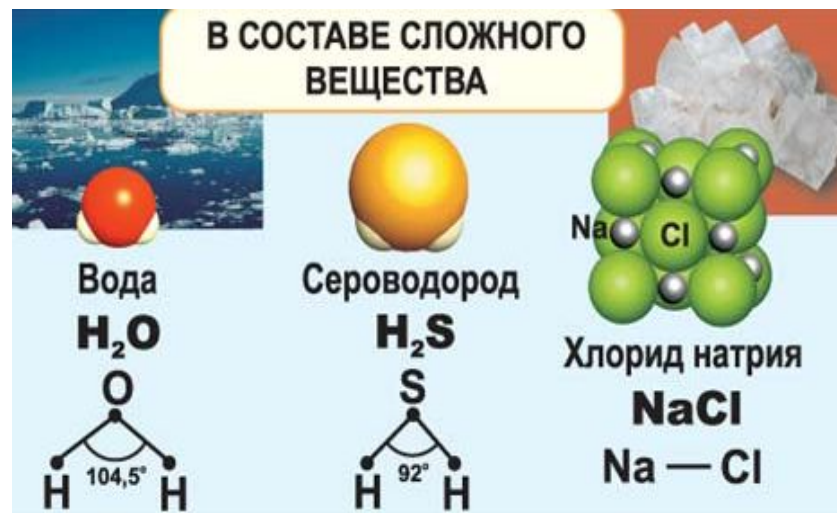
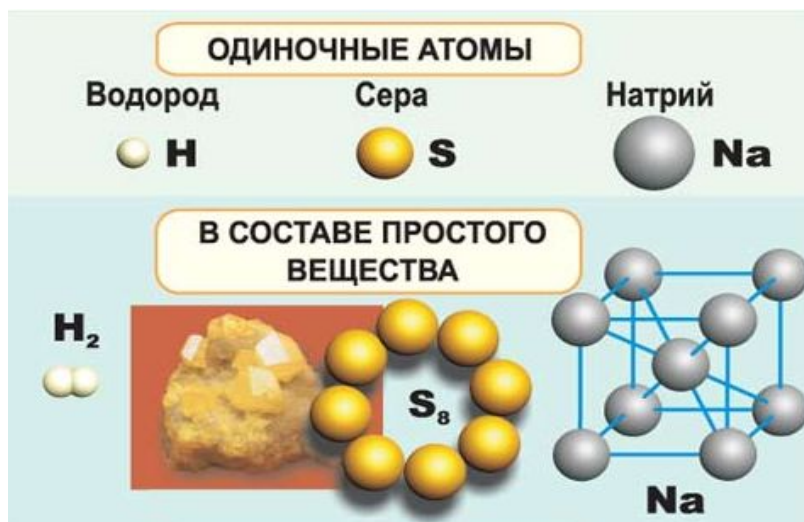
ОБЪЕКТЫ ИЗУЧЕНИЯ (3)

- Каждый элемент обозначается символом из одной или двух латинских букв названия элемента (например, He – для гелия, U – для урана)
- 118 химических элементов (элементы с порядковыми номерами 112-118 пока названий не имеют)
- <http://www.dayah.com/periodic/>
- В природе существуют элементы с атомным номером от 1 до 92; исключение составляют технеций (атомный номер 43) и прометий (атомный номер 61), которые получены искусственно путем ядерных реакций
- Все трансурановые элементы с атомными номерами от 93 и выше получены искусственно
- В космосе наиболее распространены водород и гелий
- На Земле два десятка элементов составляют в основном массу земной коры: O (46,6%), Si (27,7%), Al (8,1%), Fe (5,0%), Ca (3,6%), Na (2,8%), K (2,6%), Mg (2,1%), Ti (0,5%), P (0,2%), H (0,14%), Mn (0,1%), S (0,05%), F (0,05%), Cl (0,03%), Sr (0,03%), C (0,03%), Ba (0,02%), Cr (0,02%), а на все остальные элементы приходится чуть больше 0,3% (масс.)

ОБЪЕКТЫ ИЗУЧЕНИЯ (4)

- Химические элементы существуют в виде **простых веществ**, состоящих из атомов одного химического элемента, и в виде **химических соединений** (сложных веществ), состоящих из атомов разных элементов
- H_2 - простое вещество водород
- O_2 - простое вещество кислород
- H_2O - сложное вещество вода, соединение водорода и кислорода
- H_2O_2 – сложное вещество пероксид водорода, соединение водорода и кислорода

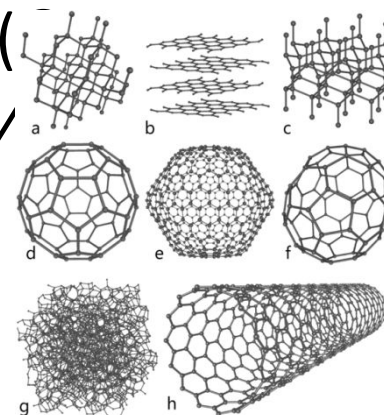
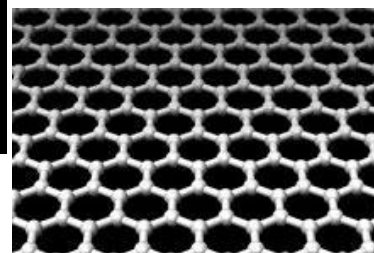
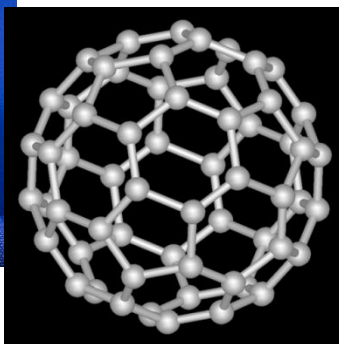
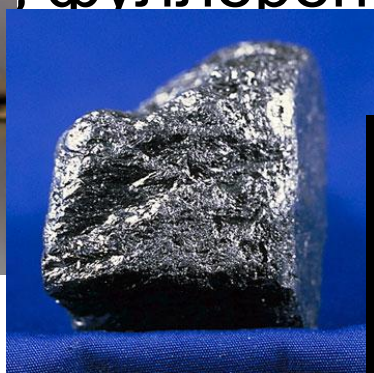
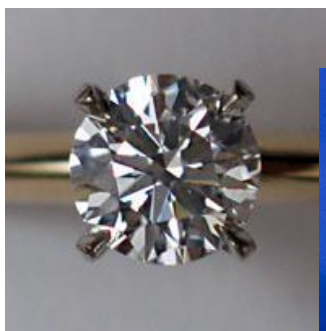
ПРОСТЫЕ И СЛОЖНЫЕ ВЕЩЕСТВА



АЛЛОТРОПИЯ (1)

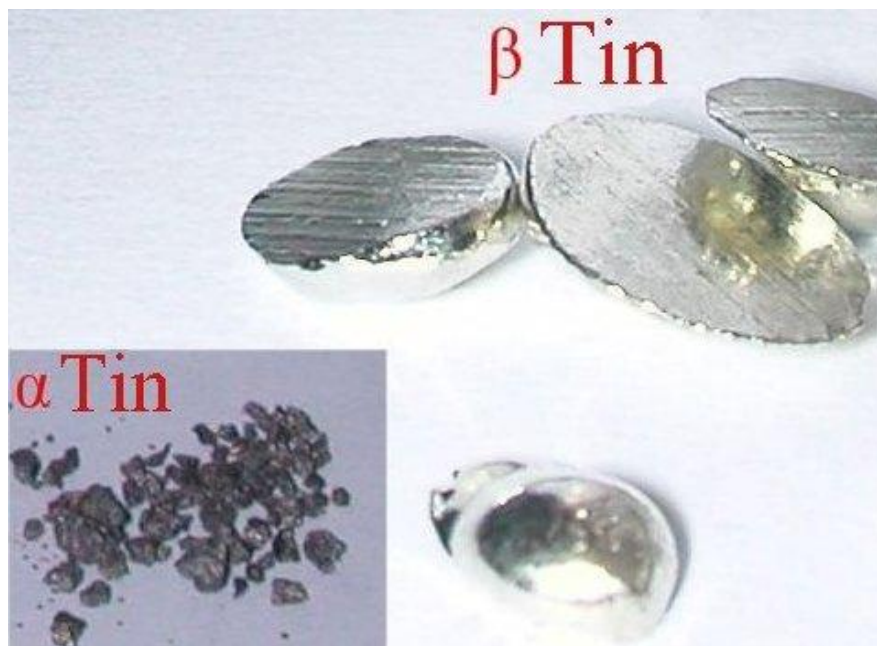
▣ **Аллотропия** – способность химического элемента образовывать несколько простых веществ, называемых **аллотропными модификациями**

▣ Аллотропные модификации углерода (



АЛЛОТРОПИЯ(2)

- Аллотропные модификации олова: α -Sn (серое олово, полупроводник со структурой алмаза) и β -Sn (обычное белое олово, типичный металл)



АЛЛОТРОПИЯ (3)

- Аллотропные модификации фосфора Р: белый (желтый), красный и черный

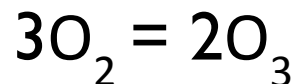


АЛЛОТРОПИЯ (4)

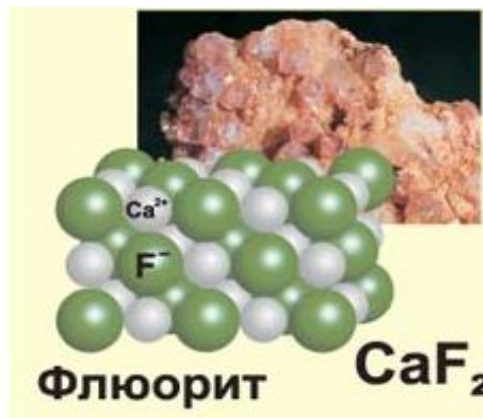
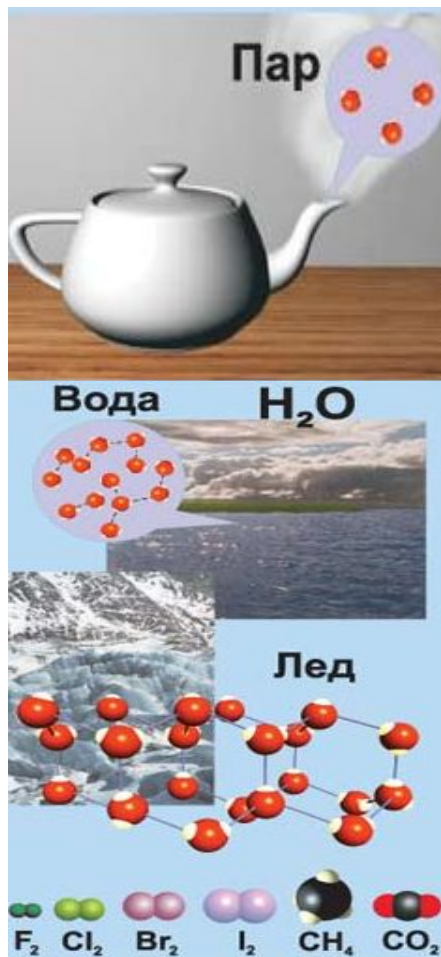
- ❑ Аллотропные модификации серы (S): ромбическая, моноклинная и пластическая (аморфная)



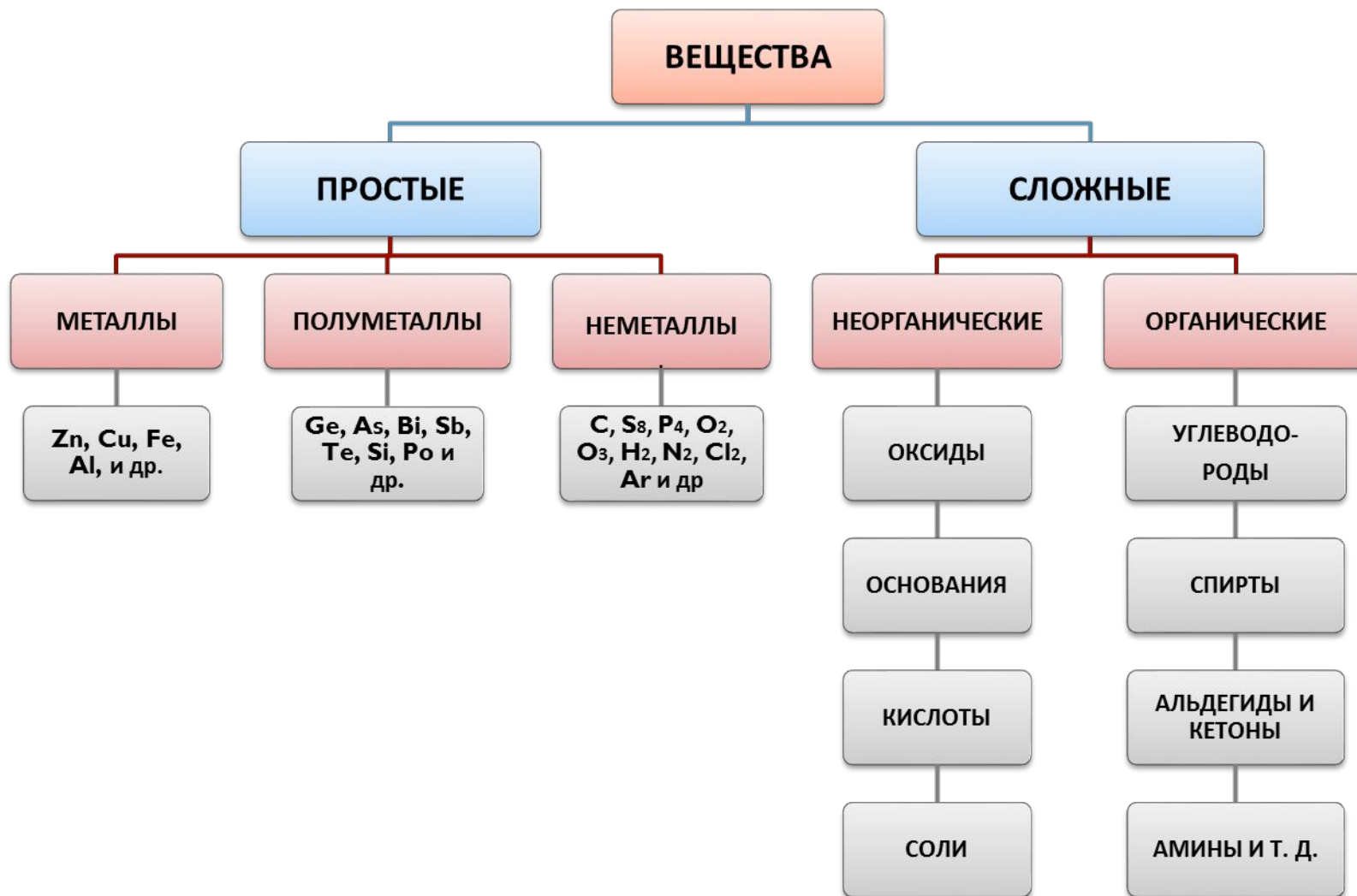
- ❑ Аллотропные модификации кислорода: молекулярный кислород O_2 и озон O_3



ВЕЩЕСТВА МОЛЕКУЛЯРНОГО И НЕМОЛЕКУЛЯРНОГО СТРОЕНИЯ



КЛАССИФИКАЦИЯ ВЕЩЕСТВ ПО ХИМИЧЕСКОМУ СОСТАВУ



ОСНОВНЫЕ ЗАКОНЫ ХИМИИ (1)

▣ **Закон сохранения материи и энергии**

Если в одном месте что-то убудет, то в другом обязательно прибудет. Энергия и масса не исчезают, они просто трансформируются из одного состояния в другое.

Ежели где убудет несколько *материи*, то умножится в другом месте.

При любых процессах в изолированной системе *энергия* не производится и не уничтожается, она может только переходить из одной формы в другую.

Для незамкнутой системы увеличение/уменьшение ее энергии равно убыли/возрастанию энергии взаимодействующих с ней тел и физических полей.

▣ **Закон сохранения массы** – частный случай закона сохранения материи и энергии

Масса веществ, вступающих в химическую реакцию, равна массе веществ, образующихся в результате реакции.

ОСНОВНЫЕ ЗАКОНЫ ХИМИИ (2)

▣ **Закон постоянства состава вещества**

Всякое чистое вещество независимо от способа его получения всегда имеет постоянный химический состав и неизменные свойства

▣ Наряду с соединениями постоянного состава существуют соединения переменного состава.

▣ Соединения постоянного состава - *дальтони́ды* (в память английского химика и физика Дальтона). Состав выражается простыми формулами с целочисленными стехиометрическими индексами, например: H_2O , HCl , CCl_4 , CO_2

▣ Соединения переменного состава - *бертоллиды* (в память французского химика Бертолле). Состав бертоллидов изменяется и не отвечает стехиометрическим отношениям, например FeS_x , где $1,02 < x < 1,10$

ОСНОВНЫЕ ЗАКОНЫ ХИМИИ (3)

▣ *Закон кратных отношений*

Если два химических элемента дают несколько соединений, то массовые доли одного и того же элемента в этих соединениях, приходящиеся на одну и ту же массовую долю второго элемента, относятся между собой как небольшие целые числа.



Число атомов кислорода в молекулах этих соединений, приходящиеся на два атома азота, относятся между собой как 1 : 2 : 3 : 4 : 5

ОСНОВНЫЕ ЗАКОНЫ ХИМИИ (4)

▣ **Закон объемных отношений**

Объемы газов, вступающих в химическую реакцию, и объемы газов, образующихся в результате реакции, относятся между собой как небольшие целые числа.

- ▣ Следствие. Стехиометрические коэффициенты в уравнениях химических реакций для газообразных веществ показывают, в каких объемных отношениях реагируют или получаются газообразные вещества.



2 объема CO реагируют с 1 объемом O₂ и получается 2 объема CO₂

ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ (1)

- ▣ **Атом** – электронейтральная частица, состоящая из положительно заряженного ядра и вращающихся вокруг него отрицательно заряженных электронов
- ▣ **Молекула** – мельчайшая частица вещества, сохраняющая свойства данного вещества
- ▣ **Ион** – положительно или отрицательно заряженная частица, образованная при отдаче или присоединении атомом или группой атомов одного или нескольких электронов
- ▣ **Катион** – (+) заряженная частица, Кат
- ▣ **Анион** – (-) заряженная частица, Ан

ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ (2)

- Масса атомов и молекул очень мала, $10^{-24} - 10^{-23}$ г

Например, масса атома водорода

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

масса атома самого тяжелого элемента урана

$$m(\text{U}) = 3,95 \cdot 10^{-25} \text{ кг}$$

- **Атомная единица массы** (а.е.м.) или **углеродная единица** (у.е.), *unified atomic mass unit (u, amu), aatommassiühik (amü)* - внесистемная единица массы, применяемая для масс молекул, атомов, атомных ядер и элементарных частиц

- **Атомная единица массы** – это единица массы, равная 1/12 массы атома изотопа углерода ^{12}C

$$m(\text{C}) = 1,99 \cdot 10^{-26} \text{ кг}$$

$$1/12 m(\text{C}) = 1/12 \times 1,99 \cdot 10^{-26} \text{ кг} = 1,66 \cdot 10^{-27} \text{ кг} = 1,66 \cdot 10^{-24} \text{ г}$$

$$\mathbf{1 \text{ а.е.м.} = 1,66 \cdot 10^{-27} \text{ кг} = 1,66 \cdot 10^{-24} \text{ г}}$$

1 а.е.м. \approx массе протона или нейтрона

ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ (3)

- ▣ **Относительная атомная масса элемента A_r** (или просто атомная масса) – *масса атома, выраженная в атомных единицах массы*

Атомные массы элементов приведены в периодической системе элементов

<http://www.hemi.nsu.ru/mendl.htm>

<http://www.dayah.com/periodic/>

Относительная атомная масса элемента показывает во сколько раз масса его атома больше $1/12$ массы атома углерода. Это безразмерная величина.

- ▣ Масса молекулы любого вещества равна сумме масс атомов, образующих эту молекулу. Поэтому молекулярная масса равна сумме соответствующих атомных масс.
- ▣ **Относительная молекулярная масса M_r** (или просто молекулярная масса) – *масса молекулы, выраженная в атомных единицах массы*

▶ Например: молекулярная масса молекулы воды H_2O , молекула которой содержит два атома водорода и один атом кислорода, равна

ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ (4)

▣ **МОЛЬ** - это количество вещества, содержащее столько частиц (атомов, молекул, ионов, электронов или других структурных единиц), сколько содержится атомов в 12 г изотопа углерода ^{12}C ($6,02 \cdot 10^{23}$ частиц, число Авогадро N_A)

$$N_A = 6,02 \cdot 10^{23} \text{ моль}^{-1}$$

▣ **МОЛЬ** – это количество вещества, равное $6,02 \cdot 10^{23}$ структурных единиц данного вещества – молекул (если вещество состоит из молекул), атомов (если это атомарное вещество), ионов (если вещество является ионным соединением)

моль атомов Н, моль молекул Н₂, моль ионов Н⁺

ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ (5)

▣ **Молярная масса (M)** – масса 1 моля вещества в граммах

$$[M] = [\text{г/моль}]$$

Молярная масса численно равна относительной молекулярной массе

$$M = M_r$$

$$M_r(\text{H}_2\text{O}) = 18,0152 \text{ а.е.м.}$$

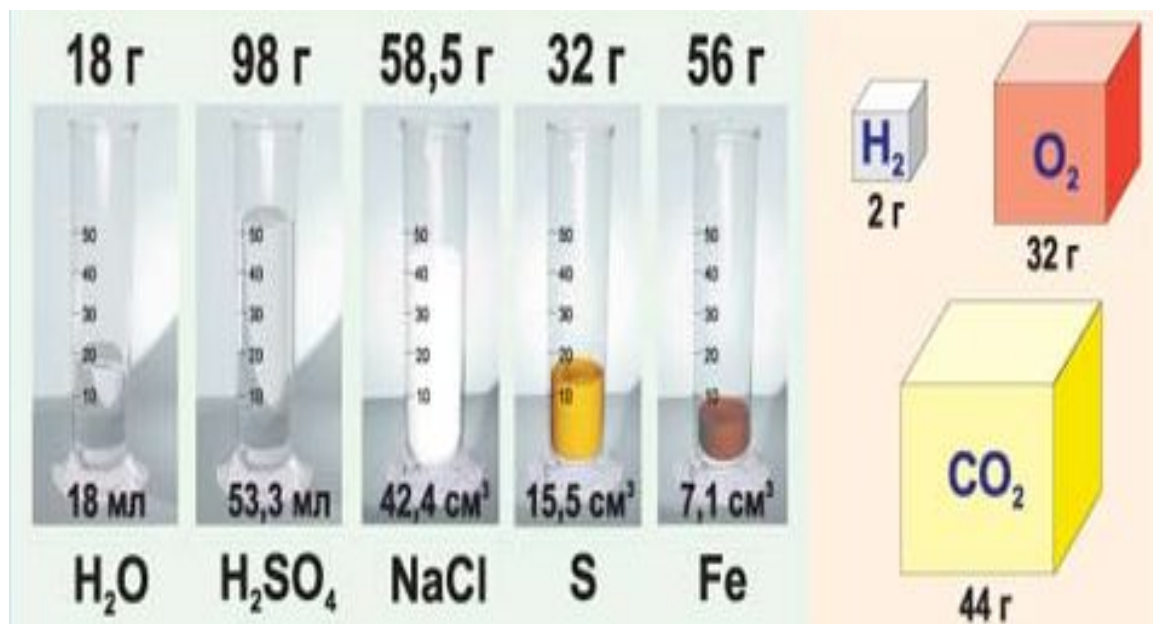
$$M(\text{H}_2\text{O}) = 18,0152 \text{ г/моль}$$

▣ Молярная масса равна произведению массы m_0 одной молекулы данного вещества на постоянную Авогадро

$$M = N_A \cdot m_0$$

ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ (6)

□ Моль – единица количества вещества



ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ (7)

□ **Молярный объем газа** V_M – **объем одного моля газа при нормальных условиях (н.у.)**

н.у.: $T = 0\text{ }^\circ\text{C}$ или 273 K ; $p = 101\,325\text{ Па}$, или 760 мм Hg , или 1 атм

$$V_M = 22,4\text{ л/моль (дм}^3\text{/моль)}$$

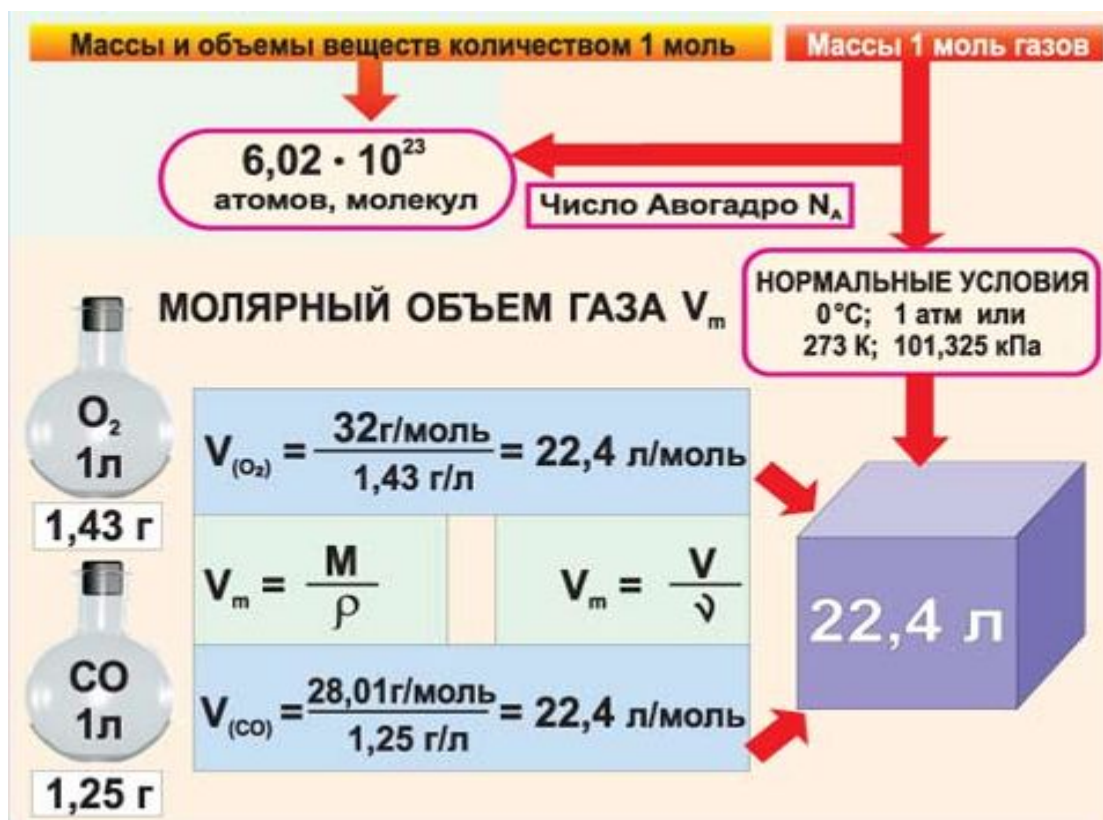
□ Молярный объем газа (22,4 л) содержит $6,02 \cdot 10^{23}$ молекул (число Авогадро)

□ **Закон Авогадро**

в равных объемах различных газов при одинаковых условиях (температура, давление и т.д.) содержится одинаковое число молекул

ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ (8)

Молярный объем газа



ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ (7)

Моль это:

- ❑ $6,02 \cdot 10^{23}$ частиц
- ❑ масса вещества в граммах, численно равная молярной массе вещества
- ❑ 22,4 л (дм³) вещества в газообразном состоянии при нормальных условиях

$1 \text{ моль} = 6,02 \cdot 10^{23} \text{ частиц} = M = 22,4 \text{ л (газ)}$

$$n = \frac{m}{M} = \frac{V}{V_m} = \frac{N}{N_A}$$

n – количество вещества, число молей вещества, моль

m – масса, г

V – объем газа, л, дм³

N – количество частиц (атомов, молекул, ионов и пр.)

РАСЧЕТНЫЕ ФОРМУЛЫ

