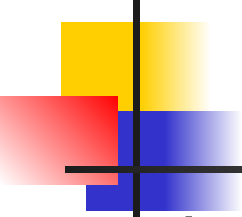


КОНЦЕПЦИИ
СОВРЕМЕННОГО
ЕСТЕСТВОЗНАНИЯ (КСЕ)
Тема лекции № 6

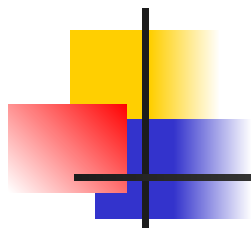
Концепции химии

**Лектор: доцент кафедры методики обучения
безопасности жизнедеятельности Силакова
Оксана Владимировна**

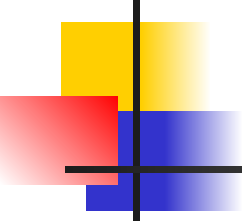


Учебные вопросы:

- 1. Специфика химии как науки.*
- 2. Учение о составе вещества.*
- 3. Структурная химия.*
- 4. Учение о химических процессах.*
- 5. Эволюционная химия.*



Химия — это наука о веществах и их превращениях, или, как вариант наука о химических элементах и их соединениях



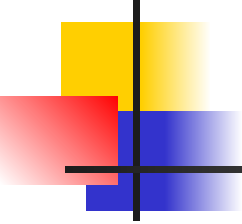
Концептуальные системы химии можно
представить следующим образом:

XVII в. — учение о составе вещества;

XIX в. — структурная химия;

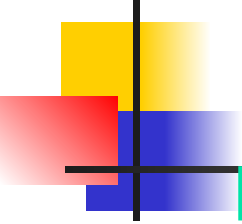
XX в. — учение о химических процессах;

середина XX в. — эволюционная химия.



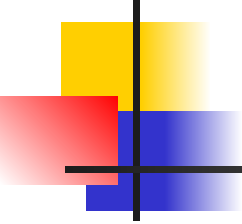
Учение о составе вещества.

Первый действенный способ решения проблемы происхождения свойств вещества появился в XVII в. в работах английского ученого Р. Бойля.



Концепция химического элемента

появилась в химии в результате стремления человека обнаружить первоэлемент природы. Р. Бойль положил начало современному представлению о химическом элементе как о простом теле, пределе химического разложения вещества, переходящем без изменения из состава одного сложного тела в другое.



Атом — электронейтральная система взаимодействующих элементарных частиц. Составные части атома — ядро и электроны.

Химический элемент — это определенный вид атомов, характеризующийся одинаковым зарядом ядра.

Изотопы — это химические элементы, атомы которых отличаются числом нейтронов (поэтому у них разная атомная масса), но содержат одинаковое число протонов и поэтому занимают одно и то же место в периодической системе элементов. Термин «изотоп» был введен в 1910 г. английским радиохимиком Ф. Содди.

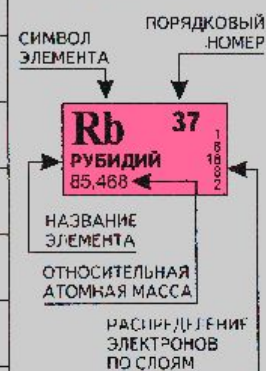
ПЕРИОДИЧЕСКАЯ СИСТЕМА ХИМИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ Д.И.МЕНДЕЛЕЕВА

www.calc.ru



Д.И. Менделеев
1834–1907

Периоды	Ряды	Г Р У П П Ы Э Л Е М Е Н Т О В																Энергия ионизации			
		I		II		III		IV		V		VI		VII		VIII					
		а	б	а	б	а	б	а	б	а	б	а	б	а	б	а	б				
1	1	Н 1 ВОДОРОД 1,008																	He 2 ГЕЛИЙ 4,003		
2	2	Li 3 ЛИТИЙ 6,941		Be 4 БЕРИЛЛИЙ 9,0122		B 5 БОР 10,811		C 6 УГЛЕРОД 12,011		N 7 АЗОТ 14,007		O 8 КИСЛОРОД 15,999		F 9 ФТОР 16,999					Ne 10 НЕОН 20,179		
3	3	Na 11 НАТРИЙ 22,99		Mg 12 МАГНИЙ 24,312		Al 13 АЛЮМИНИЙ 26,982		Si 14 КРЕМНИЙ 28,086		P 15 ФОСФОР 30,974		S 16 СЕРА 32,064		Cl 17 ХЛОР 35,453					Ar 18 АРГОН 39,948		
4	4	K 19 КАЛИЙ 39,102		Ca 20 КАЛЬЦИЙ 40,08		Sc 21 СКАНДИЙ 44,956		Ti 22 ТИТАН 47,88		V 23 ВАНАДИЙ 50,941		Cr 24 ХРОМ 51,996		Mn 25 МАРГАНЕЦ 54,938		26 Fe ЖЕЛЕЗО 55,845		27 Co КОБАЛЬТ 58,933		28 Ni НИКЕЛЬ 58,7	
	5	29 Cu МЕДЬ 63,546		30 Zn ЦИНК 65,37		Ga 31 ГАЛЛИЙ 69,72		Ge 32 ГЕРМАНИЙ 72,6		As 33 АРСЕН 74,922		Se 34 СЕЛЕН 78,96		Br 35 БРОМ 79,904					Kr 36 КРИПТОН 83,8		
5	6	37 Rb РУБИДИЙ 85,468		38 Sr СТРОНЦИЙ 87,62		39 Y ИТРИЙ 88,906		40 Zr ЦИРКОНИЙ 91,22		41 Nb НИОБИЙ 92,906		42 Mo МОЛИБДЕН 95,94		43 Tc ТЕХНЕЦИЙ [98]		44 Ru РУТЕНИЙ 101,07		45 Rh РОДИЙ 102,906		46 Pd ПАЛЛАДИЙ 106,4	
	7	47 Ag СЕРЕБРО 107,868		48 Cd КАДМИЙ 112,4		49 In ИНДИЙ 114,82		50 Sn ОЛОВО 118,69		51 Sb СУРЬМА 121,75		52 Te ТЕЛЛУР 127,6		53 I ИОД 126,905					Xe 54 КСЕНОН 131,3		
6	8	55 Cs ЦЕЗИЙ 132,905		56 Ba БАРИЙ 137,34		57–71 ЛАНТАНОИДЫ		72 Hf ГАФИЙ 178,49		73 Ta ТАНТАЛ 180,918		74 W ВОЛЬФРАМ 183,85		75 Re РЕНИЙ 186,207		76 Os ОСМИЙ 190,2		77 Ir ИРИДИЙ 192,22		78 Pt ПЛАТИНА 195,09	
	9	79 Au ЗОЛОТО 196,967		80 Hg РУТУТЬ 200,59		81 Tl ТАЛЛИЙ 204,37		82 Pb СВИНЕЦ 207,19		83 Bi ВИСМУТ 208,98		84 Po ПОЛОНИЙ [210]		85 At АСТАТ [210]					Rn 86 РАДОН [222]		
7	10	Fr 87 ФРАНЦИЙ [223]		Ra 88 РАДИЙ [226]		89–103 АКТИНОИДЫ		104 Rf РЕЗЕРФОРДИЙ [261]		105 Db ДУБИЙ [262]		106 Sg СИНБОРГИЙ [266]		107 Bh БОРИЙ [264]		108 Hn ХАНИЙ [265]		109 Mt МЕЙТНЕРИЙ [268]		110	
ВЫСШИЕ ОКСИДЫ		R ₂ O		RO		R ₂ O ₃		RO ₂		R ₂ O ₅		RO ₃		R ₂ O ₇		RO ₄					
ЛЕТУЧИЕ ВОДОРОДНЫЕ СОЕДИНЕНИЯ								RH ₄		RH ₃		H ₂ R		HR							



- s-элементы
- p-элементы
- d-элементы
- f-элементы

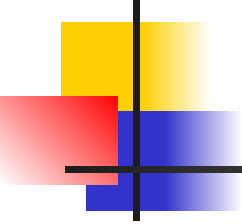
ЛАНТАНОИДЫ

57 La ЛАНТАН 138,906	58 Ce ЦЕРИЙ 140,12	59 Pr ПРАЗЕОДИМ 140,906	60 Nd НЕОДИМ 144,24	61 Pm ПРОМЕТИЙ [145]	62 Sm САМАРИЙ 150,4	63 Eu ЕВРОПИЙ 151,96	64 Gd ГАДОЛИНИЙ 157,25	65 Tb ТЕРБИЙ 158,925	66 Dy ДИСПРОЗИЙ 162,5	67 Ho ГОЛЬМИЙ 164,03	68 Er ЭРБИЙ 167,26	69 Tm ТУЛИЙ 168,934	70 Yb ИТТЕРБИЙ 173,04	71 Lu ЛЮТЕЦИЙ 174,97
----------------------------	--------------------------	-------------------------------	---------------------------	----------------------------	---------------------------	----------------------------	------------------------------	----------------------------	-----------------------------	----------------------------	--------------------------	---------------------------	-----------------------------	----------------------------

АКТИНОИДЫ

89 Ac АКТИНИЙ [227]	90 Th ТОРИЙ 232,036	91 Pa ПРОТАКТИНИЙ [231]	92 U УРАН 238,029	93 Np НЕПУТУНИЙ [237]	94 Pu ПЛУТОНИЙ [244]	95 Am АМЕРИЦИЙ [243]	96 Cm КУРИЙ [247]	97 Bk БЕРКЛИЙ [247]	98 Cf КАЛИФОРНИЙ [251]	99 Es ЭЙНШТЕЙНИЙ [252]	100 Fm ФЕРМИЙ [257]	101 Md МЕНДЕЛЕВИЙ [258]	102 No НОБЕЛИЙ [259]	103 Lr ЛОУРЕНЦИЙ [260]
---------------------------	---------------------------	-------------------------------	-------------------------	-----------------------------	----------------------------	----------------------------	-------------------------	---------------------------	------------------------------	------------------------------	---------------------------	-------------------------------	----------------------------	------------------------------

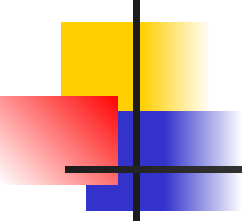
«Свойства простых веществ, также формы и свойства соединений элементов находятся в периодической зависимости от величины заряда ядра атома».



Квантово-механическое обоснование Периодического закона Д.И. Менделеева

При движении вокруг ядра Z -электроны располагаются в соответствии с квантово-механическим законом, который называется *принципом Паули* (1925 г.):

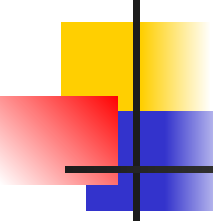
- 1. В любом атоме не может быть двух одинаковых электронов, определяемых набором четырех квантовых чисел: **главного n** , **орбитального l** , **магнитного m** и **магнитного спинового m_s** ;*
- 2. В состояниях с определенным значением могут находиться в атоме не более **$2n^2$** электронов.*



Электронная оболочка – совокупность электронов в многоэлектронном атоме, имеющих одно и то же главное квантовое число **n**

1869 г. Д.И. Менделеев открыл периодический закон изменения химических и физических свойств элементов в зависимости от их атомных масс.

Физический смысл порядкового номера Z -элемента в периодической системе был установлен в ядерной модели атома Резерфорда: Z совпадает с числом положительных элементарных зарядов в ядре (протонов) и, соответственно, с числом электронов в оболочках атомов.



Атом **H**: $Z=1$ (на оболочке 1 электрон), находится на первой оболочке – **K** в состоянии $1S$, т.е. $n=1$, $l=0$ (s-состояние), $m=0$, $m_s=+/- 1/2$ (ориентация его спина произвольна)

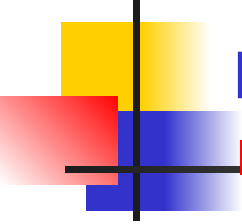
Атом **He**: $Z=2$ (на оболочке 2 электрона), находятся на первой оболочке – **K** в состоянии $1S$, с антипараллельной ориентацией спинов. Гелием заканчивается I период.

Атом **Li**: $Z=3$, на оболочках 3 электрона: 2 – на первой оболочке (**K**-оболочке) в состоянии $1S$ и 1 – на второй (**L**-оболочке) в состоянии $2S$. Литием начинается II период таблицы.

Атом **Be**: $Z=4$, на оболочках 4 электрона: 2 - на первой оболочке (**K**-оболочке) в состоянии $1S$ и 2 – на второй (**L**-оболочке) в состоянии $2S$. Литием начинается II период таблицы.

У следующих шести элементов – от **B** ($Z=5$) до **Ne** ($Z=10$) – идет заполнение второй оболочки, при этом электроны находятся как в состоянии $2S$, так и в состоянии $2P$.

У атома **Na** $Z=11$. У него первая и вторая оболочка полностью заполнены (2 электрона на первой и 8 электронов на второй оболочках). 11 электрон располагается на третьей оболочке (**M**-оболочке), занимая наинизшее состояние $3S$. Натрием открывается III период периодической системы.



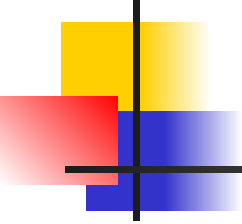
Концепция химических соединений.

В начале XIX в. Ж. Пруст сформулировал **закон постоянства состава**, в соответствии с которым

любое индивидуальное химическое соединение обладает строго определенным, неизменным составом и тем самым отличается от смесей.

Теоретическое обоснование закона Пруста было дано Дж. Дальтоном в законе кратных отношений -согласно этому закону *состав любого вещества можно было представить как простую формулу, а эквивалентные составные части молекулы — атомы, обозначавшиеся соответствующими символами, — могли замещаться на другие атомы.*

Молекула — наименьшая частичка вещества, способная определять его свойства и существовать самостоятельно.



Химическая связь - вид взаимодействия между атомами и атомно-молекулярными частицами, обусловленный совместным использованием их электронов. Существуют ковалентные, полярные, ионные и ионно-ковалентные химические связи.

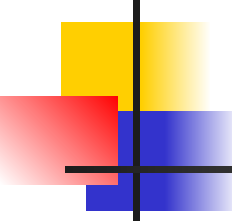
Химическая связь представляет собой одно из фундаментальных физических взаимодействий — электромагнитное.

Химическое соединение - определенное вещество, состоящее из одного или нескольких химических элементов, атомы которых за счет взаимодействия друг с другом объединены в частицу, обладающую устойчивой структурой: молекулу, комплекс, монокристалл или иной агрегат.



Периодическая система элементов определяет для каждого элемента:

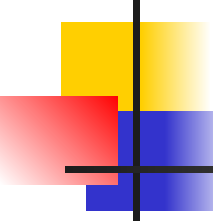
- тип и заряд заряженной частицы (иона),
- типы химических соединений**, в которые могут вступать атомы данного элемента, т.е., по сути, химические формулы молекул,
- типы химических связей**, которые могут реализоваться в типах молекул,
- типы химических реакций**, в которые может вступать данный элемент.



Молекулы могут содержать атомы только одного элемента, в этом случае такие вещества называются простыми.

Вещества, молекулы которых состоят из атомов разных элементов, называются сложными веществами или химическими соединениями, например: соединения разных элементов соединений с кислородом называются оксидами, с фтором – фторидами, с хлором – хлоридами.

Все химические соединения объединены в классы, и названия соединений разных классов определяется согласно международным стандартам номенклатуры химических соединений ИЮПАК.

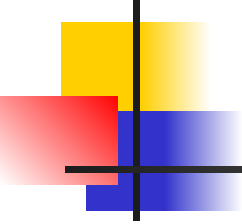


Традиционно химические соединения подразделяют на *неорганические* – соединения всех элементов

Периодической системы - и *органические* – соединения углерода и некоторых других элементов, в которых атомы углерода соединены между собой в цепи (соответственно оформились фундаментальные направления химической науки – неорганическая и органическая химия).

Всего химических соединений на настоящий момент известно несколько миллионов, и их количество постоянно растет за счет синтеза новых органических соединений.

В настоящее время известно 110 элементов, а число образуемых ими простых веществ около 400.



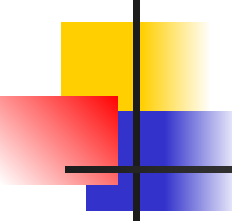
Химическая реакция, ее скорость, кинетика и катализ, биокатализаторы

Для установления состава химических соединений очень важен **закон постоянства их состава**.

Теоретически закон постоянства состава обосновал английский естествоиспытатель Д.Дальтон в своем знаменитом законе кратных отношений:

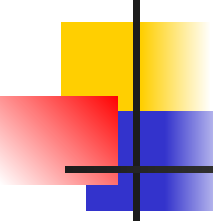
«соединения состоят из атомов двух или нескольких соединений, образующих определенные сочетания друг с другом».

В его честь все химические соединения постоянного состава (а их подавляющее большинство среди веществ) называют дальтонидами.



Стехиометрия – раздел химии, в котором рассматриваются массовые или объемные отношения между реагирующими веществами.

Законы стехиометрии также непреложны, как и любые другие естественнонаучные законы, кроме того, их знание очень полезно для прикладной химии, потому что позволяет количественно рассчитать выход химической реакции и необходимое количество исходных веществ.

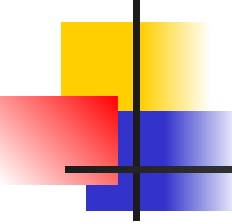


Процесс получения новых химических соединений с учетом стехиометрических соотношений обычно записывается в виде уравнения химической реакции, например:

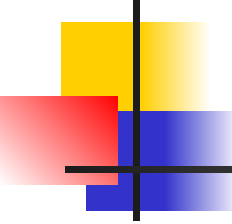


где

- химические формулы слева от знака равенства обозначают исходные вещества,
- химические формулы справа от знака равенства обозначают продукты реакции,
- цифры перед формулами химических соединений являются т.н. стехиометрическими коэффициентами; они раскрывают массовые (или объемные) соотношения веществ.

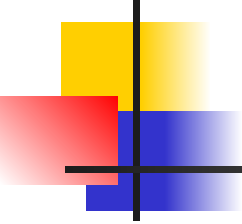


В уравнении химической реакции нашел свое отражение еще один важный фундаментальный закон естествознания – закон сохранения вещества, открытый великим русским ученым М.В. Ломоносовым и независимо от него великим французом А.Л. Лавуазье. Именно в соответствии с этим законом и получается математическое выражение – уравнение, т.е. масса данного элемента слева от знака равенства должна быть равна массе этого же элемента справа от знака равенства, а стехиометрические коэффициенты уравнивают (химический, а не только математический термин!) данную реакцию.



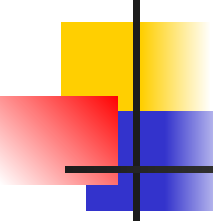
Проникновение математических понятий, выражений, терминов (уравнения, коэффициенты) в науку химию, смешение терминологий означает, что на важном историческом этапе формирования химии как науки (XVIII-XIX века) она развивалась в соответствии с научной парадигмой того времени – классической механикой.

Применительно к химии эта парадигма могла бы быть выражена следующим образом: любой закон природы можно представить в виде математического соотношения, записываемого с участием химических формул.

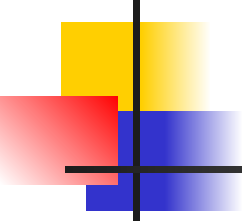


Еще один интересный случай проникновения классического ньютоновского подхода в химию – **понятие о скорости химической реакции**. И для вычисления скорости химических реакций было использовано ньютоновское представление о времени как не зависящей от свойств вещества и пространства простой длительности.

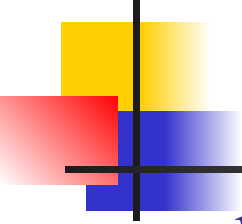
Процесс химической реакции можно рассматривать как **процесс изменения концентраций начальных и конечных продуктов реакции и, согласно классической механике, для любого процесса изменения (движения) во времени всегда можно рассчитать скорость этого изменения.**



Современные квантовые представления о химических процессах рассматривают **химическую реакцию** как *перераспределение электронов между статистически-вероятными энергетическими уровнями участвующих молекул, создание межмолекулярных промежуточных реакционных комплексов и получение новых продуктов как энергетически выгодных состояний молекул*. В рамках этих представлений классическая скорость реакций не имеет смысла, т.к. каждое новое энергетическое состояние рассматривается в рамках пространственно-временного континуума, и перебор энергетических состояний продолжается до достижения наиболее энергетически выгодного.

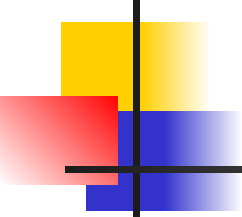


Закономерным этапом применения знаний об условиях протекания химических процессов стало развитие науки о том, как можно на них оказывать влияние и ими управлять. Такая наука получила название «химической кинетики», в котором также нашла отражение классическая парадигма – ведь кинетика это наука о движении.



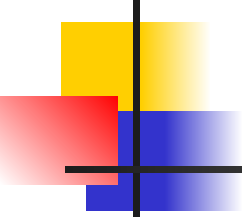
Вещества, которые при добавлении к
реакционной смеси способны увеличить скорость
реакции, при этом сами они остаются
неизменными (не меняют свой состав)
называются **катализаторы**, т.е. ускорители , а их
применение — **катализ**

Вещества, замедляющие некоторые
нежелательные химические процессы (например,
тот же процесс коррозии металлического железа)
называются **ингибиторы**, т.е. замедлители.

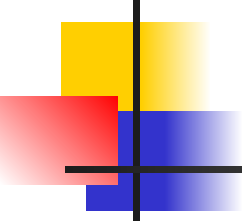


Структурная химия

Термин «структурная химия» условен. В нем подразумевается такой уровень химических знаний, при котором, комбинируя атомы различных химических элементов, можно создать структурные формулы любого химического соединения. Возникновение структурной химии означало, что появилась возможность для целенаправленного качественного преобразования веществ, для создания схемы синтеза любых химических соединений, в том числе и ранее неизвестных.

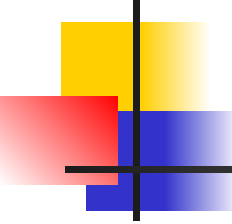


Основы структурной химии были заложены Дж. Дальтоном, который показал, что любое химическое вещество представляет собой совокупность молекул, состоящих из определенного количества атомов одного, двух или трех химических элементов. Затем И.-Я. Берцелиус выдвинул идею, что молекула представляет собой не простое нагромождение атомов, а определенную упорядоченную структуру атомов, связанных между собой электростатическими силами.



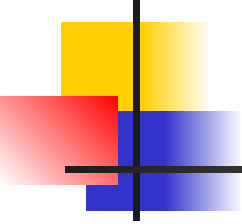
В 1857 г. немецкий химик Ф.-А. Кекуле опубликовал свои наблюдения о свойствах некоторых элементов, которые могут заменять атомы водорода в ряде соединений, и ввел новый термин — **сродство** (количество атомов водорода, которые может заместить данный химический элемент).

Число единиц сродства, присущее данному химическому элементу, он назвал **валентностью.**



атомная структура — устойчивая совокупность
ядра и окружающих его электронов, находящихся
в электромагнитном взаимодействии друг с
другом

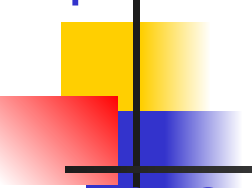
молекулярная структура — сочетания
ограниченного числа атомов, имеющих
закономерное расположение в пространстве и
связанных друг с другом химической связью с
помощью валентных электронов.



Учение о химических процессах.

Третий уровень химического знания. Под влиянием новых требований производства возникло учение о химических процессах, в котором учитывается изменение свойств вещества под влиянием температуры, давления, растворителей и других факторов.

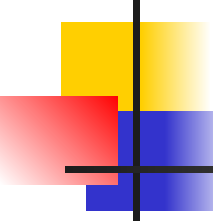
Учение о химических процессах — область науки, в которой осуществлена наиболее глубокая интеграция физики, химии и биологии.



В основе этого учения находятся химическая термодинамика и кинетика, поэтому оно в равной степени принадлежит физике и химии.

Одним из основоположников этого научного направления стал русский химик Н.Н. Семенов, основатель химической физики.

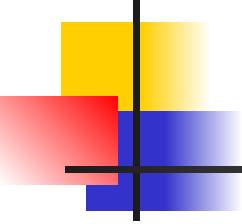
Учение о химических процессах базируется на идее, что способность к взаимодействию различных химических реагентов определяется кроме всего прочего и условиями протекания химических реакций, которые могут оказывать воздействие на характер и результаты этих реакций.



Французский химик А. Ле Шателье в конце XIX в. сформулировал принцип подвижного равновесия, обеспечив химиков методами смещения равновесия в сторону образования целевых продуктов. Эти методы управления и получили название термодинамических.

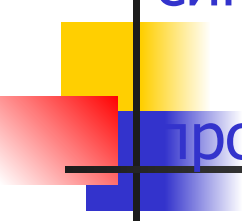
Каждая химическая реакция в принципе обратима, но на практике равновесие смещается в ту или иную сторону. Это зависит как от природы реагентов, так и от условий процесса. При высоком давлении сильно меняются физические и химические свойства вещества. Например, при давлении 20 000 атм. металл становится эластичным, как каучук.

Эволюционная химия.



Четвертый уровень химического знания. В 60—70-е гг. XX в. появился четвертый способ решения основной проблемы химии, использующий в производстве материалов самые высокоорганизованные химические системы, какие только возможны в настоящее время.

В основе этого способа лежит принцип использования таких условий, которые приводят к самосовершенствованию катализаторов химических реакций, т. е. к самоорганизации химических систем. В сущности, речь идет об использовании химического опыта живой природы. Это своеобразная биологизация химии.



Под эволюционными процессами в химии понимают процессы самопроизвольного (без участия человека) синтеза новых химических соединений, являющихся более сложными и высокоорганизованными продуктами по сравнению с исходными веществами.

В XX веке в свете общих эволюционных представлений в естествознании развивается новая наука — **ЭВОЛЮЦИОННАЯ ХИМИЯ**, наука о самоорганизации и саморазвитии химических систем.

В рамках эволюционной химии изучаются процессы самопроизвольного синтеза новых химических соединений, являющихся более сложными и высокоорганизованными продуктами по сравнению с исходными веществами.

Основу живых систем составляют только шесть элементов, получивших название органоенов:

углерод - **C**, водород - **H**, кислород - **O**, азот - **N**, фосфор- **P**, сера-**S** - общая весовая доля которых в организме составляет более 97 %.

За ними следуют 11 элементов, которые принимают участие в построении многих физиологически важных компонентов биосистем: натрий - Na, калий - K, кальций - Ca, магний - Mg, железо - Fe, кремний - Si, алюминий - Al, хлор - Cl, медь - Cu, цинк - Zn, кобальт- Co. Их весовая доля в организме – 1,6 %.

Есть еще 20 элементов, участвующих в построении и функционировании отдельных специфических биосистем, доля которых составляет 1 %. Участие всех остальных элементов в построении биосистем практически не зафиксировано. И в абиотической среде есть свидетельства об отборе элементов. Более 99 % всех природных соединений содержат те же 17 элементов, на долю всех остальных приходится менее 1 % соединений.