

элементарная магия



Некоторые аспекты неорганической и органической химии.

Химические процессы – это уникальная магия природы. Это вечное сотворение нового, это разнообразие форм, основанное на ограниченном числе компонентов. Это то, что происходит вонне нас и внутри нас. Поэтому не будет преувеличением сказать, что, изучая химию, мы познаем весь мир.

Современная химия неразрывно связана с физикой. Мы предлагаем читателю освежить свои знания о строении вещества, обратившись к нашей статье «Вещественные доказательства» (ЛиК. – 2012. – №3. – с. 33). Вспомним, что в классическом понимании вещество состоит из *атомов*. Ядро атома состоит из положительно заряженных *протонов* и незаряженных *нейтронов*, а вокруг ядра вращаются отрицательно заряженные *электроны*.

Атом – наименьшая химически неделимая часть вещества, являющаяся носителем его свойств. Количество протонов в атомном ядре определяет химические свойства, то есть принадлежность атома некоторому *химическому элементу*.

Современная наука способна создавать новые химические элементы, никогда не существовавшие в природе. Для этого используются ядерные реакции, изменяющие состав атомного ядра.

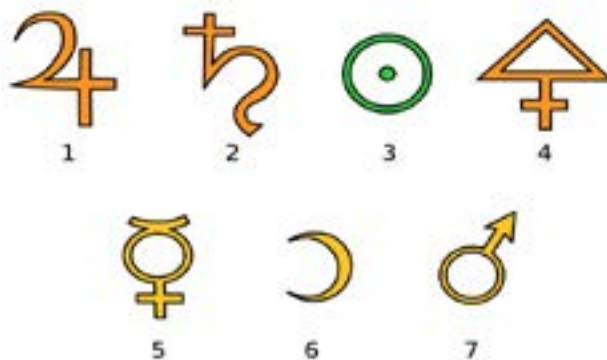
Как развивалось знание о химическом элементе ?

Итак, **химический элемент** – одно из основных понятий химии как науки. Под химическим элементом понимается **совокупность атомов с одинаковым зарядом ядра и числом протонов**.

На сегодняшний день известно 118 химических элементов. Из них 94 обнаружены в природе,

а остальные получены искусственно.

С XIII в. алхимики использовали для обозначения химических элементов особые химические знаки.



Алхимические символы элементов: 1 – олово; 2 – свинец; 3 – золото; 4 – сера; 5 – ртуть; 6 – серебро; 7 – железо.

В 1814 г. шведский химик Й.Я. Берцелиус предложил обозначать каждый элемент одной или двумя буквами его латинского названия. Система Берцелиуса получила всеобщее признание и сохранилась до настоящего времени. В России первое печатное сообщение о химических знаках Берцелиуса сделал в 1824 московский врач И.Я. Зацепин.

Вслед за системой обозначения должна была последовать научно обоснованная классификация химических элементов.

Работа над такой классификацией продолжалась весь XIX в. Свои системы создали И.В. Деберейнер (1829), М. фон Петтенкофер и Ж. Дюма (1850-е гг.), А. де Шанкуртуа (1862), У. Одлинг и Л. Мейер (1864), Д. А. Р. Ньюлендс (1865). Однако неточности расчета и малое число известных

химических элементов сделали их системы нежизнеспособными.

В марте 1869 г. на заседании Русского химического общества было зачитано сообщение русского химика **Д.И. Менделеева** об открытии им **Периодического закона химических элементов**. В том же году вышло первое издание менделеевского учебника «Основы химии», в котором была приведена его **периодическая таблица**.

О чем гласит периодический закон ?

Периодический закон был сформулирован Д.И. Менделеевым в следующем виде: «свойства простых тел, а также формы и свойства соединений элементов, а потому и свойства образуемых ими простых и сложных тел, стоят в периодической зависимости от их атомного веса» (1871).

Ко времени открытия Периодического закона Д.И. Менделеевым (1869) было известно 63 элемента. С помощью своего закона Менделеев теоретически просчитал и предсказал существование еще некоторых элементов. Они действительно были открыты. Это *галлий* (Поль Лекок де Буабодран, 1875), *скандий* (Ларс Нильсон, 1879) и *германий* (Клеменс Винклер, 1886). Это окончательно убедило научный мир в правильности Периодического закона.

Новое теоретическое обоснование Периодического закона получил с развитием атомной физики и квантовой химии. В настоящее время Периодический закон Д.И. Менделеева имеет следующую формулировку: «свойства химических элементов, а также формы и свойства образуемых ими простых веществ и соединений находятся в периодической зависимости от величины зарядов ядер их атомов».

Периодический закон универсален для Вселенной. Как образно заметил известный русский химик Н.Д. Зелинский, он явился «открытием взаимной связи всех атомов в мироздании».

Как классифицируются химические элементы согласно периодическому закону ?

С помощью таблицы Менделеева свойства химических элементов и состоящих из них простых веществ можно систематизировать и классифицировать.

Самая важная граница пролегает между ме-

таллами и неметаллами.

Металлы (от лат. metallum – шахта, рудник) – это 96 элементов из всех открытых.

Большая часть металлов присутствует в горной породе в виде руд и соединений. Кроме того, в малых количествах они присутствуют в морской воде и живых организмах. Так, организм человека на 3% состоит из металлов.

У металлов электроны внешнего энергетического уровня слабо связаны с ядром. Атомы металлов легко теряют свои электроны, взаимодействуя, например, с кислородом, то есть окисляясь. Это приводит к коррозии и дальнейшей деградации свойств.

Щелочные металлы – это элементы I группы: *литий* Li, *натрий* Na, *калий* K, *рубидий* Rb, *цезий* Cs, *франций* Fr, *унуненний* Uue.

Щелочные металлы содержат один электрон на внешнем энергетическом уровне. Они отличаются высокой активностью по отношению к воде. Например, *натрий* при соприкосновении с H₂O горит желтым пламенем, и происходит небольшой взрыв. *Калий* еще более активен: в этом случае взрыв гораздо сильнее, а пламя окрашено в фиолетовый цвет.

Щелочноземельные металлы – *бериллий* Be, *магний* Mg, *кальций* Ca, *стронций* Sr, *барий* Ba, *радий* Ra. Ввиду своей высокой химической активности щелочноземельные металлы не встречаются в свободном состоянии. Самым распространенным щелочноземельным металлом является кальций, количество которого равно 3,38 % (от массы земной коры).

Переходные металлы – это группы с 3 по 12 и периоды с 4 по 7, всего около 40 химических элементов. Среди них особенно интересна *подгруппа меди*, которая включает в себя *медь*



Портрет Д.И. Менделеева кисти И.Е. Репина.

группа период	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	1 H Водород											
2	3 Li Литий	4 Be Берил- лий	Периодическая система химических элементов									
3	11 Na Натрий	12 Mg Магний										
4	19 K Калий	20 Ca Кальций	21 Sc Скандий	22 Ti Титан	23 V Ванадий	24 Cr Хром	25 Mn Марганец	26 Fe Железо	27 Co Кобальт	28 Ni Никель	29 Cu Медь	30 Zn Цинк
5	37 Rb Рубидий	38 Sr Стронций	39 Y Иттрий	40 Zr Цирко- ний	41 Nb Ниобий	42 Mo Молиб- ден	43 Tc Техне- ций	44 Ru Рутений	45 Rh Родий	46 Pd Палла- дий	47 Ag Серебро	48 Cd Кадмий
6	55 Cs Цезий	56 Ba Барий		72 Hf Гафний	73 Ta Тантал	74 W Вольф- фрам	75 Re Рений	76 Os Осмий	77 Ir Иридий	78 Pt Платина	79 Au Золото	80 Hg Ртуть
7	87 Fr Франций	88 Ra Радий		104 Rf Резер- фордий	105 Db Дубний	106 Sg Сиборгий	107 Bh Борий	108 Hs Хассий	109 Mt Мейтнерий	110 Ds Дармштадтий	111 Rg Рентгений	112 Cn Коперниций
8	119 Uue Унунений	120 Ubn Унби- нилий										
лантаноиды				57 La Лантан	58 Ce Церий	59 Pr Празео- дим	60 Nd Неодим	61 Pm Проме- тий	62 Sm Самарий	63 Eu Европий	64 Gd Гадоли- ний	65 Tb Тербий
актиноиды				89 Ac Актиний	90 Th Торий	91 Pa Протоак- тиний	92 U Уран	93 Np Непту- ний	94 Pu Плутоний	95 Am Амери- ций	96 Cm Кюрий	97 Bk Берклий
суперактиноиды				121 Ubu Унбиу- ний	122 Ubb Унбий	123 Ubt Унби- трий	124 U bq Унбиква- дий	125 Ubp Унби- пен- тий	126 Ubh Унбигек- сий			

13	14	15	16	17	18
					2 He Гелий
5 B Бор	6 C Углерод	7 N Азот	8 O Кислород	9 F Фтор	10 Ne Неон
13 Al Алюминий	14 Si Кремний	15 P Фосфор	16 S Сера	17 Cl Хлор	18 Ar Аргон
31 Ga Галлий	32 Ge Германий	33 As Мышьяк	34 Se Селен	35 Br Бром	36 Kr Криптон
49 In Индий	50 Sn Олово	51 Sb Сурьма	52 Te Теллур	53 I Иод	54 Xe Ксенон
81 Tl Таллий	82 Pb Свинец	83 Bi Висмут	84 Po Полоний	85 At Астат	86 Rn Радон
113 Uut Унунтрий	114 Fl Флеровий	115 Uup Унунпентий	116 Lv Ливерморий	117 Uus Унунсептий	118 Uuo Унуноктий

Cu, серебро Ag и золото Au. Электроны металлов подгруппы меди особенно устойчивы, поэтому они химически неактивны, то есть трудно вступают в реакции, не окисляются и т.д. За эти свойства золото и серебро названы благородными металлами.

Постпереходные (легкие) металлы – алюминий Al, галлий Ga, индий In, олово Sn, таллий Tl, свинец Pb, висмут Bi, а также искусственно синтезированные унунтрий Uut, флеровий Fl, унунпентий, Uup, ливерморий Lv, которые не являются легкими.

Металлоиды – это бор B, кремний Si, германий Ge, мышьяк As, сурьма Sb, теллур Te, полоний Po.

Металлоиды расположены в периодической системе на границе между металлами и неметаллами. Для них характерно образование ковалентной кристаллической решетки и наличие металлической проводимости.

Лантаноиды следуют в таблице Менделеева за лантаном La (атомный номер 57). Это церий Ce, празеодим Pr, неодим Nd, прометий Pm, самарий Sm, европий Eu, гадолиний Gd, тербий Tb, диспрозий Dy, гольмий Ho, эрбий Er, тулий Tm, иттербий Yb, лютеций Lu.

Лантаноиды характеризуются серебристым цветом, ковкостью, низкой твердостью и средними температурами плавления.

Лантаноиды химически активны, они образуют прочные оксиды, галогениды, сульфиды, реагируют с водородом, углеродом, азотом, фосфором. Разлагают воду, растворяются в соляной, серной и азотной кислотах.

Лантаноиды применяют как добавки к сталям, чугунам и другим сплавам для улучшения механической стойкости, коррозионной устойчивости и жаропрочности.

Актиноиды следуют в Таблице за актинием Ac (атомный номер 89): торий Th, протактиний Pa, уран U, нептуний Np, плутоний Pu, америций Am, кюрий Cm, берклий Bk, калифорний Cf, эйнштейний Es, фермий Fm, менделевий Md, нобелий No, лоуренсий Lr.

Актиноиды химически активны. Торий, уран и нептуний уже при комнатной температуре медленно окисляются на воздухе. Чистый плутоний, оставленный на воздухе, является пирофорным, то есть самовоспламеняется при отсутствии нагрева.

Все актиноиды и некоторые другие металлы (начиная с атомного номера 83, то есть с висмута) обладают **радиоактивностью**.

66 Dy Диспрозий	67 Ho Гольмий	68 Er Эрбий	69 Tm Тулий	70 Yb Иттербий	71 Lu Лютеций
98 Cf Калифорний	99 Es Эйнштейний	100 Fm Фермий	101 Md Менделевий	102 No Нобелий	103 Lr Лоуренсий



Мария Склодовская-Кюри.
Фото 1911 г. к Нобелевской премии.



Атомная бомба в Хиросиме.

Характерной особенностью неметаллов является большее (по сравнению с металлами) число электронов на внешнем энергетическом уровне их атомов. Это определяет их большую способность к присоединению дополнительных электронов, и проявлению более высокой окислительной активности, чем у металлов.

Неметаллы – это водород Н (первый элемент в таблице, его атомный номер – 1), углерод С, азот N, кислород O, фосфор P, сера S, селен Se.

Галогены (от греч. ἄλος – соль и γένος – рождение) – химические элементы 17-й группы. Это фтор F, хлор Cl, бром Br, иод I, астат At, а также искусственный элемент унуносептий Uus. На внешнем энергетическом уровне у галогенов 7 электронов, поэтому они сильные окислители и в природе встречаются только в виде соединений. При взаимодействии галогенов с металлами возникает ионная связь и образуются соли. Кроме того, галогены реагируют почти со всеми простыми веществами, кроме некоторых неметаллов.

Инертные газы, в отличие от галогенов, отличаются химической неактивностью (отсюда и название). Инертные, или благородные газы – это химические элементы 18-й группы: гелий He, неон Ne, аргон Ar, криптон Kr, ксенон Xe, радон Rn и (предположительно) искусственно синтезированный унуноктний Uuo.

Что такое радиоактивность ?

Радиоактивность – это способность атомных ядер химических элементов к радиоактивному распаду, то есть к спонтанному изменению своего состава или внутреннего строения путем испускания элементарных частиц, гамма-квантов или ядерных фрагментов.

Радиоактивность была открыта в 1896 г. французским физиком А. Беккерелем при изучении свойств урана. В 1898 г. **Мария Кюри** и **Пьер Кюри** обнаружили радиоактивность тория, позднее ими были открыты радиоактивные элементы полоний и радий. Впоследствии Мария Кюри (1867-1934) умерла от лучевой болезни. Ее записные книжки до сих пор радиоактивны.

Некоторые актиноиды (например, уран) при делении ядра выделяют колоссальную энергию, которая может быть цепной, то есть самоподдерживающейся. Поэтому основная сфера применения актиноидов – атомная энергетика и, увы, ядерное оружие.

В таблицу также входит ряд гипотетически возможных элементов с атомными номерами 121-153. Они называются суперактиноиды и носят условные названия унбиуний, унбий, унтетрий и т.д.

«Пограничные» элементы в разных классификациях могут называться в разных группах. Для удобства читателей мы даем классификацию, совпадающую с приведенной версией таблицы Менделеева, утвержденной Международным союзом теоретической и прикладной химии (IUPAC).

Остальные элементы не являются металлами. Это собственно неметаллы, галогены и инертные газы.

Инертные газы бесцветны и не имеют запаха. В небольшом количестве они присутствуют в воздухе и некоторых горных породах, а также в атмосферах некоторых планет-гигантов.

Инертные газы имеют очень низкие точки кипения и плавления, что позволяет их использовать в качестве холодильного агента в криогенной технике.

Таким образом, весь окружающий наш мир, а также и мы с вами, состоит из ограниченного числа химических элементов. Наиболее распространены в земной коре *кислород* и *кремний*. Эти элементы вместе с *алюминием*, *железом*, *кальцием*, *натрием*, *калием*, *магнием*, *водородом* и *титаном* составляют более 99 % массы земной оболочки, так что на остальные элементы приходится менее 1 %. В морской воде, помимо *кислорода* и *водорода* – составных частей самой воды, высокое содержание имеют такие элементы, как *хлор*, *натрий*, *магний*, *сера*, *калий*, *бром* и *углерод*.

В природе химические элементы существуют в форме **химических веществ** – простых или сложных.

Как соотносятся химические элементы и химические вещества ?

Простое вещество – это вещество, состоящее из атомов только одного химического элемента. Некоторые вещества существуют в виде отдельных атомов (He, Ag), в других атомы соединяются в молекулы. Чтобы образовалась молекула, между атомами должна возникнуть **химическая связь**, то есть **взаимодействие заряженных атомных ядер и электронов**. Сама же молекула электрически нейтральна.

Молекула – это наименьшая частица химического вещества, обладающая всеми его химическими свойствами. Например, химический элемент водород H существует в природе в виде простого вещества H₂ – то есть молекулы, состоящей из двух атомов водорода.

Один и тот же химический элемент зачастую может образовывать несколько типов простых веществ. Это явление называется **аллотропией**. Например, химический элемент *кислород* существует в форме простого вещества *кислорода* (O₂), состоящего из двух атомов кислорода, и в форме простого вещества *озона* (O₃), состоя-

щего соответственно из трех атомов кислорода. Множество аллотропных модификаций образует *углерод* C. Самые известные среди них – *алмаз* и *графит*. Аллотропные модификации химических элементов всегда различаются по физическим свойствам и химической активности.

Однако гораздо чаще химические элементы выступают не в виде простых веществ, а в виде **химических соединений**.

Химическое соединение – это сложное вещество, молекула которого состоит из химически связанных атомов двух или более разных химических элементов. Например, молекула воды H₂O состоит из одного атома кислорода и двух атомов водорода.



Молекула воды.

Химические соединения разделяются на **неорганические** и **органические**. Известно более 100 тыс. неорганических и более 3 млн. органических соединений.

В чем разница между органическим и неорганическим веществом ?

Разница между органическими и неорганическими веществами условна и опирается на философию **витализма**, бытовавшую в естествознании вплоть до XIX в.

Виталисты продолжали традицию *Аристотеля* и *Плиния Старшего* о разделении мира на живое и неживое. Вещества при этом разделялись

на минеральные – принадлежащие царству минералов, и органические – принадлежащие царствам животных и растений. Считалось, что для синтеза органических веществ необходима особая «жизненная сила» (лат. *vis vitalis*), присущая только живому, и поэтому синтез органических веществ из неорганических невозможен.

Однако в 1828 г. немецкий химик **Ф. Велер** синтезировал из неорганических компонентов мочевины – органическое химическое соединение. В письме Й.Я. Берцелиусу Велер написал, что он стал свидетелем «великой трагедии в науке – убийства прекрасной гипотезы уродливым фактом». «Прекрасной гипотезой» был витализм, «уродливым фактом» – пробирка с кристаллами мочевины...

Органическими принято считать химические соединения, в состав которых входит *углерод*. Наибольшее количество соединений углерод образует с так называемыми элементами-органогенами: H, N, O, S, P. Многие неорганические соединения тоже включают углерод – например, цианиды или оксиды углерода. Но органические соединения обычно имеют более сложную формулу, используя по максимуму широкие возможности углерода образовывать атомные связи. Кроме того, такие органические соединения, как *белки, жиры, углеводы* являются неотъемлемыми составляющими живых организмов. Все они включают в себя углерод, который считается основой земной биохимии.

Классификация органических соединений представлена на схеме:



Углеводороды состоят исключительно из атомов *углерода* и *водорода*. Углеводороды считаются базовыми соединениями органической химии, все остальные органические соединения рассматривают как их производные. Простейший углеводород – *метан* (CH_4) (атом углерода присоединил 4 атома водорода). Основные источники углеводородов – нефть, природные газы и каменный уголь.

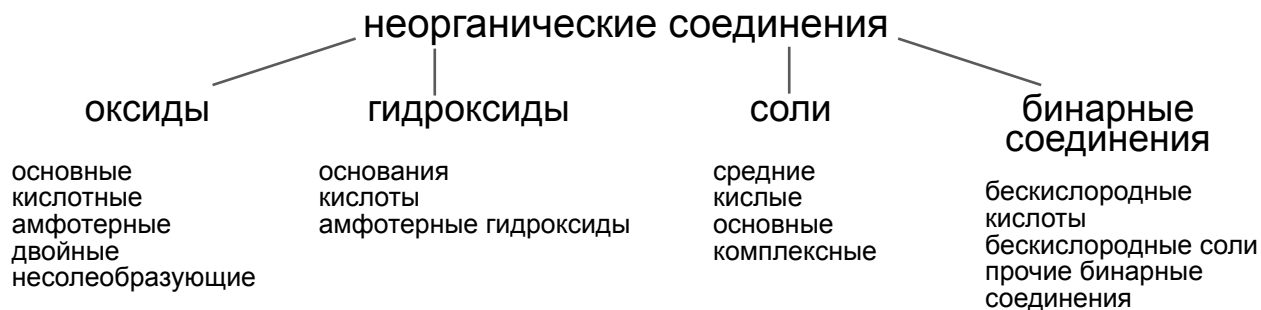
Спирты содержат гидроксильные группы (ОН), связанные с атомом углерода. Формула простейшего спирта *метанола* – CH_3OH . Спирты весьма распространены в природе и выполняют важные функции в живых организмах. Так, *этиловый спирт* ($\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$) – это естествен-

ный продукт брожения органических продуктов, содержащих углеводы, под действием дрожжей рода *Saccharomyces* и бактерий *Zimomonas* и часто образуется в прокисших ягодах и фруктах. Хмельной растительный напиток, содержащий этанол, был известен человечеству с глубокой древности.

Основную часть органического вещества на Земле составляют **углеводы**, или сахара. Это неотъемлемый компонент клеток и тканей всех живых организмов представителей растительного и животного мира. Источником углеводов для всех живых организмов является процесс фотосинтеза, осуществляемый растениями.

Углеводы содержат карбонильную группу (соединение $\text{C}=\text{O}$) и несколько гидроксильных

Классификацию неорганических соединений смотрите на схеме:



групп.

Оксиды – бинарные соединения химических элементов с кислородом. Это весьма распространенный тип соединений, содержащихся в земной коре и во Вселенной вообще.

Основные оксиды образуются путем соединения щелочных, щелочноземельных и переходных металлов (например, *оксид натрия* Na_2O , *оксид калия* K_2O , *оксид меди* CuO).

Кислотные оксиды образованы неметаллами и некоторыми переходными элементами. Типичным кислотным оксидом является диоксид углерода CO_2 – *углекислый газ*. Углекислый газ играет важнейшую роль в живой природе, участвуя во многих процессах метаболизма живой клетки. Диоксид углерода получается в результате множества окислительных реакций у животных и выделяется в атмосферу с дыханием. Углекислый газ атмосферы – основной источник углерода для растений.

Амфотерные оксиды проявляют в зависимости от условий либо основные, либо кислотные свойства и образуются переходными металлами.

Несолеобразующие оксиды не проявляют ни кислотных, ни основных, ни амфотерных свойств и не образуют соли. Типичный несолеобразующий оксид – *закись азота* N_2O .

Гидроксиды – неорганические соединения, содержащие в составе группу $-\text{OH}$. Гидроксиды образуются в результате взаимодействия металла с водой. Известны гидроксиды почти всех химических элементов, некоторые из них встречаются в природе в виде минералов. Гидроксидами являются два противоположных по свойствам класса химических соединений – **кислоты** и **основания**.

Чем кислоты отличаются от оснований ?

Кислоты и основания активно взаимодействуют друг с другом. Современные представления об этом взаимодействии основаны на **протонной теории кислот и оснований**, которая была предложена в 1923 г. независимо друг от друга датским ученым *Й. Бренстедом* и английским ученым *Т. Лаури*. Согласно этой теории кислотами являются молекулы или ионы, в данной реакции *отдающие протоны*, а основаниями являются молекулы или ионы, *присоединяющие протоны*.

Кислоты бывают *кислородосодержащие* (H_2SO_4 – *серная кислота*) и *бескислородные* (HCl – *соляная кислота*).

Кислоты как мощные растворители издавна использовались в химии, а еще раньше – в алхимии. С XIV в. известна **царская водка** – смесь концентрированных азотной (HNO_3) и соляной (HCl) кислот. Францисканский схоласт *Бонавентура* установил ее способность растворять «царя металлов» – золото, считавшееся неподверженным изменению. Так появилось название aqua regia – королевская вода. Использование царской водки в алхимической практике привело к существенному росту знаний о веществах и химических реакциях и способствовало становлению пробирного анализа и технической химии.

Разрушительное действие серной кислоты испытала на себе картина Рембрандта «Даная», когда в 1985 г. над ней надругался вандал.

Основания, являющиеся гидроксидами щелочных и щелочноземельных металлов, называются щелочи, например NaOH (*едкий натр*). Для саморегуляции живых организмов очень ва-

жен кислотно-щелочной баланс внутренних сред. Кислотно-щелочной баланс описывается количественным показателем рН (по первым буквам латинских слов *potentia hydrogeni* – сила водорода). Это понятие было введено в 1909 г. датским химиком С. Серенсенем. Величина рН указывает на концентрацию ионов водорода (H^+), от которой зависят физико-химические свойства, и биологическую активность белков и нуклеиновых кислот. Для разных организмов и органов этот показатель разный.

Третий класс гидроксидов – *амфотерные гидроксиды*, проявляющие в разных реакциях то кислотные, то основные свойства ($Zn(OH)_2$, $Al(OH)_3$ и др.).

Соль – это вещество, состоящее из катионов (положительно заряженных ионов) и анионов (отрицательно заряженных ионов), например, сульфат натрия (Na_2SO_4), фосфат кальция $Ca_3(PO_4)_2$.

Соли взаимодействуют с кислотами, основаниями, металлами, а также между собой. Как правило, соли представляют собой кристаллические вещества с ионной кристаллической решеткой. Важным свойством солей является их растворимость в воде. По данному критерию выделяют растворимые, мало растворимые и нерастворимые соли. Соли используются как в производстве, так и в повседневной жизни.

Существуют также химические соединения, стоящие обособленно, например, карбид кальция (CaC_2).

Как получают химические соединения ?

Химические соединения получают в результате химических реакций.

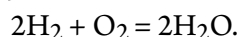
Химическая реакция – превращение исходных веществ (реагентов) в отличающиеся от них по химическому составу или строению вещества (продукты реакции). В отличие от ядерных реакций, при химических реакциях ядра атомов не меняются, но происходит перераспределение электронов и ядер и образуются новые химические вещества.

Химические реакции происходят при смешении или физическом контакте реагентов самопроизвольно, при нагревании, участии катализаторов (катализ), действии света (фотохимические реакции), электрического тока (элек-

тродные процессы), ионизирующих излучений (радиационно-химические реакции), механического воздействия.

Химические реакции всегда сопровождаются физическими эффектами: поглощением или выделением энергии, изменением окраски реакционной смеси и др. Именно по этим физическим эффектам часто судят о протекании химических реакций.

Вот пример простейшей реакции окисления водорода с образованием воды:



Все химические реакции сопровождаются выделением или поглощением энергии. При разрыве химических связей в реагентах выделяется энергия, которая в основном идет на образование новых химических связей. С помощью химических реакций можно получать практически любые вещества, которые в природе находятся в ограниченных количествах, например, азотные удобрения, либо вообще не встречаются (сульфаниламиды и другие синтетические лекарственные препараты, полиэтилен и другие пластмассы).

Человек с древнейших времен претендует на звание волшебника, используя химические процессы для своих нужд. И древний алхимик, создающий в своей пробирке новые вещества, и современный ученый, повелевающий атомными структурами, испытывают гордость творца. Но создатель всегда несет ответственность за свои творения. Гордость созидательна, пока не перерастает в гордыню. Химическое равновесие мира, охраняемое мудростью природы, может пошатнуться при неумелом и недобросовестном вмешательстве. Страшно подумать, к каким вселенским катастрофам это может привести.

Литература

1. Лидин Р. А., Молочко В. А., Андреева Л. Л., Цветкова А. А. Основы номенклатуры неорганических веществ. – 1983.
2. Шрайвер Э. Неорганическая химия. Т. 1,2. / Э. Шрайвер, П. Эткинс – М.: Мир, 2004. – 679 с.
3. Гауптман З., Грефе Ю., Ремане Х., «Органическая химия». – М.: Химия, 1979.
4. Популярная библиотека химических элементов. – 3 изд., кн. 1-2. – М., 1983.
5. Некрасов Б. В., Основы общей химии. – 3 изд., Т. 1-2. – М., 1973.
6. Современные теории кислот и оснований: Учеб. пособие. – Новочеркасск: УПЦ Набла. – 2003. – 52 с.