

**Тюменская государственная медицинская академия
Кафедра аналитической и органической химии**

Лекция для студентов 1 курса фармацевтического факультета

ПЕРИОДИЧЕСКАЯ СИСТЕМА ХИМИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ Д.И.МЕНДЕЛЕЕВА

www.calc.ru



Д.И. Менделеев
1834–1907

Периоды	Ряды	ГРУППЫ ЭЛЕМЕНТОВ																Энергетический уровень		
		I		II		III		IV		V		VI		VII		VIII			a	
		а	б	а	б	а	б	а	б	а	б	а	б	а	б	б				
1	1	H 1.008 ВОДОРОД																He 4.003 ГЕЛИЙ	2	
2	2	Li 6.941 ЛИТИЙ	Be 9.0122 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										10	
3	3	Na 22.99 НАТРИЙ	Mg 24.312 МАГНИЙ	Al 26.982 АЛЮМИНИЙ	Si 28.086 КРЕМНИЙ	P 30.974 ФОСФОР	S 32.064 СЕРА	Cl 35.453 ХЛОР	Ar 39.948 АРГОН										18	
4	4	K 39.102 КАЛИЙ	Ca 40.08 КАЛЬЦИЙ	Sc 44.956 СКАНДИЙ	Ti 47.88 ТИТАН	V 50.941 ВАНАДИЙ	Cr 51.996 ХРОМ	Mn 54.938 МАРГАНЕЦ	Fe 55.849 ЖЕЛЕЗО	Co 58.933 КОБАЛЬТ	Ni 58.7 НИКЕЛЬ									
	5	Cu 63.546 МЕДЬ	Zn 65.37 ЦИНК	Ga 69.72 ГАЛЛИЙ	Ge 72.59 ГЕРМАНИЙ	As 74.922 АРСЕН	Se 78.96 СЕЛЕН	Br 79.904 БРОМ	Kr 83.8 КРИПТОН											36
5	6	Rb 85.468 РУБИДИЙ	Sr 87.62 СТРОНЦИЙ	Y 88.906 ИТРИЙ	Zr 91.22 ЦИРКОНИЙ	Nb 92.906 НИОБИЙ	Mo 95.94 МОЛИБДЕН	Tc 98 ТЕХНЕЦИЙ	Ru 101.07 РУТЕНИЙ	Rh 102.905 РОДИЙ	Pd 106.4 ПАЛЛАДИЙ									
	7	Ag 107.868 СЕРЕБРО	Cd 112.41 КАДМИЙ	In 114.82 ИНДИЙ	Sn 118.69 ОЛОВО	Sb 121.75 СУРЬМА	Te 127.6 ТЕЛЛУР	I 126.905 ИОД	Xe 131.3 КСЕНОН											54
6	8	Cs 132.905 ЦЕЗИЙ	Ba 137.34 ВАРИЙ	La-71 ЛАНТАНОИДЫ	Hf 178.49 ГАФНИЙ	Ta 180.948 ТАНТАЛ	W 183.85 ВОЛЬФРАМ	Re 186.207 РЕНИЙ	Os 190.2 ОСМИЙ	Ir 192.22 ИРИДИЙ	Pt 195.09 ПЛАТИНА									
	9	Au 196.967 ЗОЛОТО	Hg 200.59 РУТУТЬ	Tl 204.37 ТАЛЛИЙ	Pb 207.19 СВИНЕЦ	Bi 208.98 ВИСМУТ	Po 209 ПОЛОНИЙ	At 210 АСТАТ	Rn 222 РАДОН											86
7	10	Fr 223 ФРАНЦИЙ	Ra 226 РАДИЙ	Ac-103 АКТИНОИДЫ	Rf 261 РЕЗЕРФОРДИЙ	Db 262 ДУБИЙ	Sg 263 СИБОРГИЙ	Bh 264 БОРИЙ	Hn 265 ХАНИЙ	Mt 266 МЕЙТНЕРИЙ										
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												

СИМВОЛ ЭЛЕМЕНТА ПОРЯДКОВЫЙ НОМЕР

РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ЭЛЕКТРОНОВ ПО СЛОЯМ

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

ЛАНТАНОИДЫ

57 La 138.906 ЛАНТАН	58 Ce 140.12 ЦЕРИЙ	59 Pr 140.908 ПРАЗЕОДИЙ	60 Nd 144.24 НЕОДИМ	61 Pm [145] ПРОМЕТИЙ	62 Sm 150.4 САМАРИЙ	63 Eu 151.96 ЕВРОПИЙ	64 Gd 157.25 ГАДОЛИНИЙ	65 Tb 158.928 ТЕРБИЙ	66 Dy 162.5 ДИСПРОЗИЙ	67 Ho 164.93 ГОЛЬМИЙ	68 Er 167.26 ЭРБИЙ	69 Tm 168.934 ТУЛЬИЙ	70 Yb 173.04 ИТТЕРБИЙ	71 Lu 174.97 ЛЮТЕЦИЙ
-----------------------------------	---------------------------------	--------------------------------------	----------------------------------	-----------------------------------	----------------------------------	-----------------------------------	-------------------------------------	-----------------------------------	------------------------------------	-----------------------------------	---------------------------------	-----------------------------------	------------------------------------	-----------------------------------

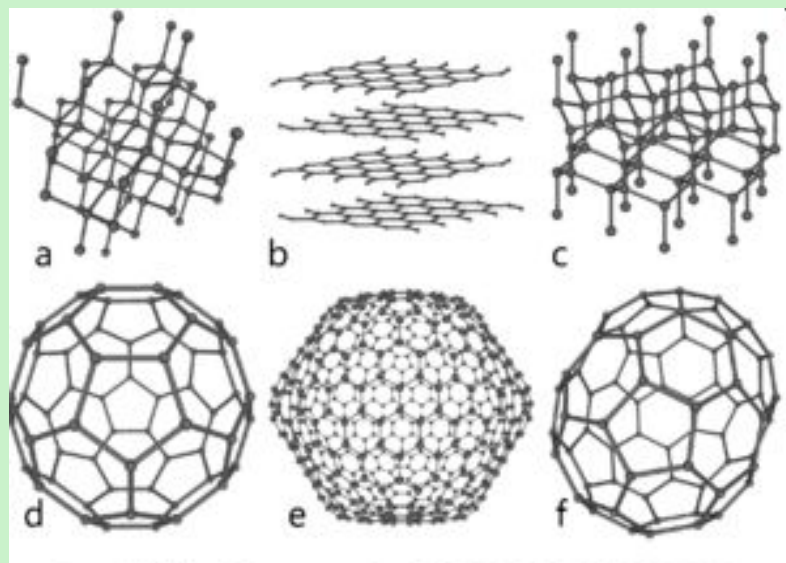
АКТИНОИДЫ

89 Ac [227] АКТИНИЙ	90 Th 232.038 ТОРИЙ	91 Pa [231] ПРОТАКТИЙ	92 U 238.029 УРАН	93 Np [237] НЕПУТУНИЙ	94 Pu [244] ПУТОНИЙ	95 Am [243] АМЕРИЦИЙ	96 Cm [247] КЮРИЙ	97 Bk [247] БЕРКЛИЙ	98 Cf [251] КАЛИБОРНИЙ	99 Es [254] ЭЙЗЕНБЕРГИЙ	100 Fm [257] ФЕРМИЙ	101 Md [258] МЕНДЕЛЕВИЙ	102 No [259] НОБЕЛИЙ	103 Lr [260] ЛОУРЕНСИЙ
----------------------------------	----------------------------------	------------------------------------	--------------------------------	------------------------------------	----------------------------------	-----------------------------------	--------------------------------	----------------------------------	-------------------------------------	--------------------------------------	----------------------------------	--------------------------------------	-----------------------------------	-------------------------------------

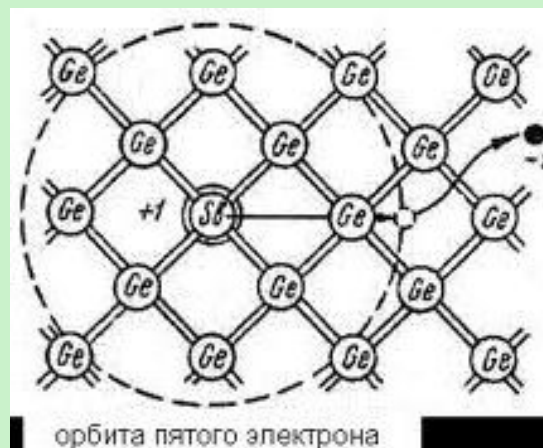
C, Si, Ge, Sn и Pb - p-элементы IV группы периодической системы.

В соответствии с эл. конфигур. элементы IV A-группы делят на: типические (C и Si) и подгруппу германия (Ge, Sn и Pb).

Общая электронная формула ns^2np^2 , а в возбужденном - ns^1np^3 . Степени окисления данных элементов +2 и +4.



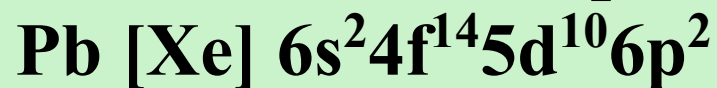
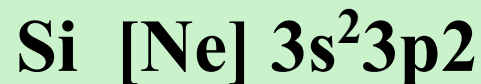
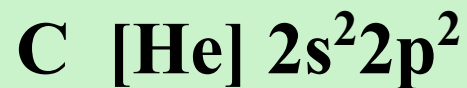
В ряду C, Si, Ge, Sn и Pb наблюдается увеличение радиусов атомов с возрастанием порядкового номера, а следовательно усиление металлических и ослабление неметаллических свойств (C, Si - неМе, а Ge, Sn и Pb – Ме). В электрохимическом ряду напряжения металлов Sn и Pb расположены перед H , а Ge – после, поэтому он в отличие от Sn и Pb не взаимодействует с разбавленными кислотами (HCl, H_2SO_4).



Характеристики атомов элементов IVA - группы

Характеристики	C	Si	Ge	Sn	Pb
Атомная масса	12,01	28,085	72,5	118,6	207,2
Валентные электроны	$2s^2 2p^2$	$3s^2 3p^2$	$4s^2 4p^2$	$5s^2 5p^2$	$6s^2 6p^2$
Радиус атома, нм	0,077	0,134	0,139	0,158	0,175
Энергия ионизации атома, кДж/моль	1086	787	762	709	716
Относительная электроотрицательность	2,5	1,9	2,01	1,7	1,6

Сокращенные электронные формулы элементов:

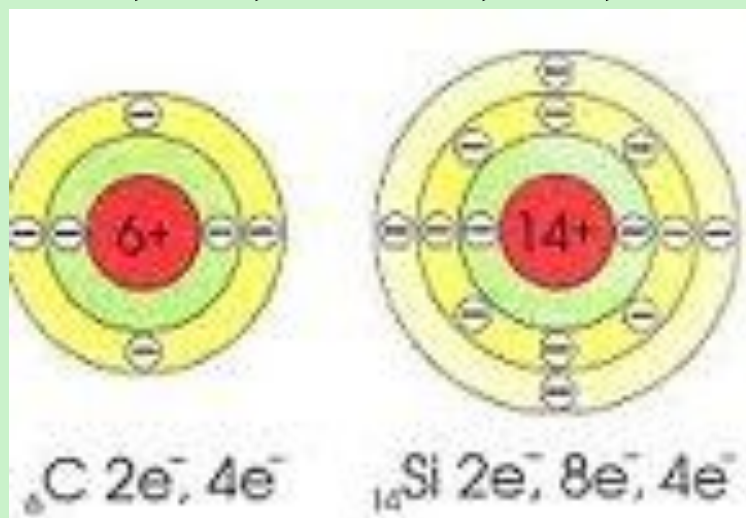
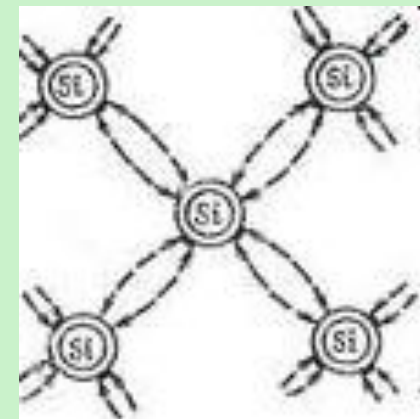
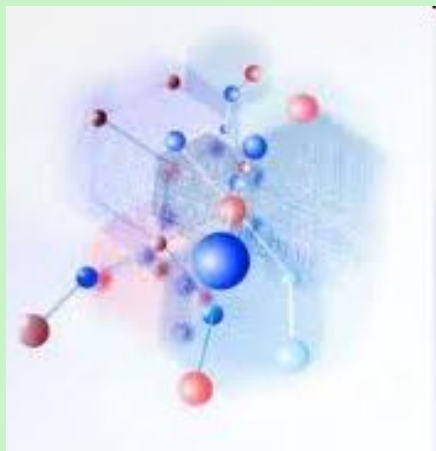


Степени окисления:

C - -4; -3; -2; -1; 0; +1; +2; +3; +4,

Si - 4; 0; +4;

Ge, Sn, Pb - 0; +2; +4.



УГЛЕРОД

Углерод - элемент, известный с древнейших времен. Современное название было дано в **1787г.**

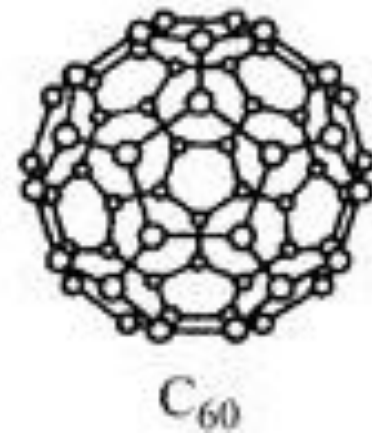
Элемент не принадлежит к самым распространенным, его кларк составляет **0,14%**. **В природе:** в св. виде (алмазы, графит, карбины), входит в состав нефти, ископаемых углей (каменные и бурые угли, торф).

Минералы: CaCO_3 - кальцит, мел, мрамор, известь;
 $\text{MgCO}_3 \cdot \text{CaCO}_3$ - доломит; MgCO_3 - магнезит; **C** - алмаз, графит, древесный уголь, карбин.

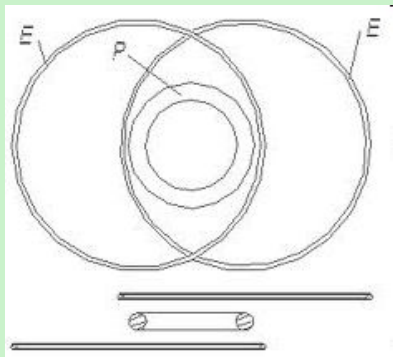
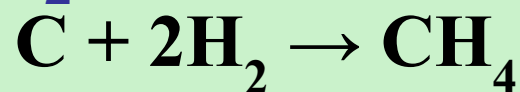
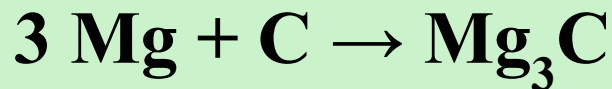
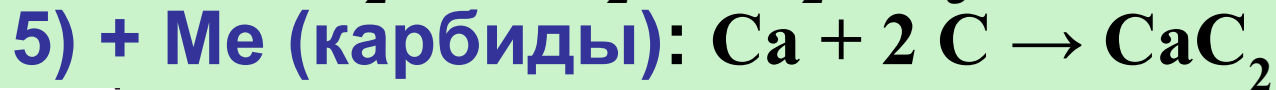
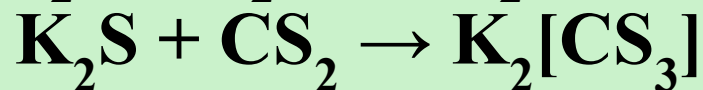
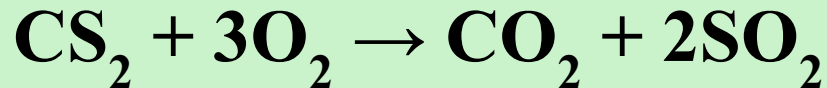
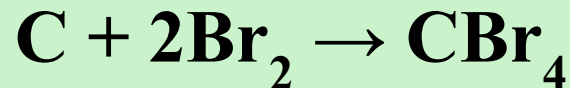
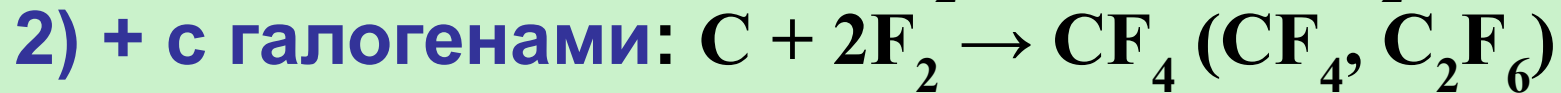
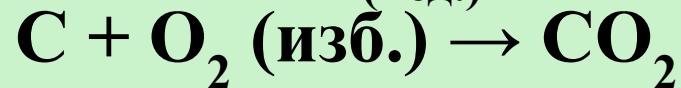
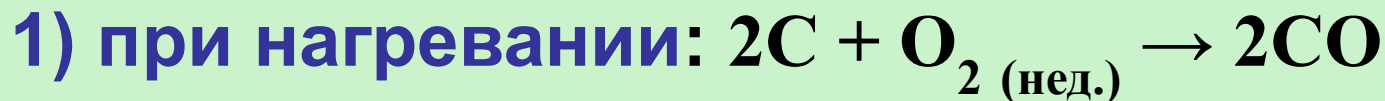


С в виде 3-х аллотропных модификаций:
алмаз (sp^3) – куб. структура, тверд.,
диэлектрические свойства;
графит (sp^2) - гексагональная из шестичл. колец,
мягк., электропр., легко расслаивается;
карбин (sp) – гексагон. из прямолин. цепочек,
черный порошок, полупроводник;
фуллерен (sp^2) – C60; C80 обладает
сверхпроводимостью, темно-коричневой
окраской.

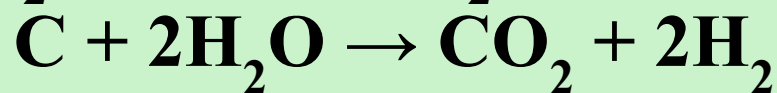
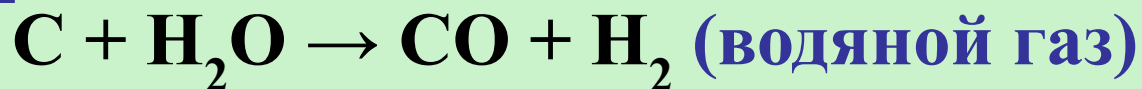
**Химическая активность от Алмаза до Фуллерена
возрастает**



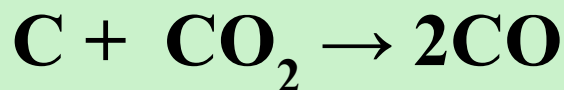
ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА:



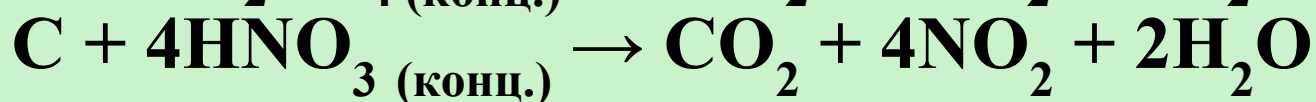
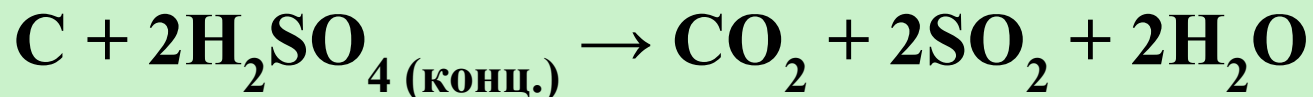
1) + с H_2O (вод. пары ч/з раскаленный уголь):



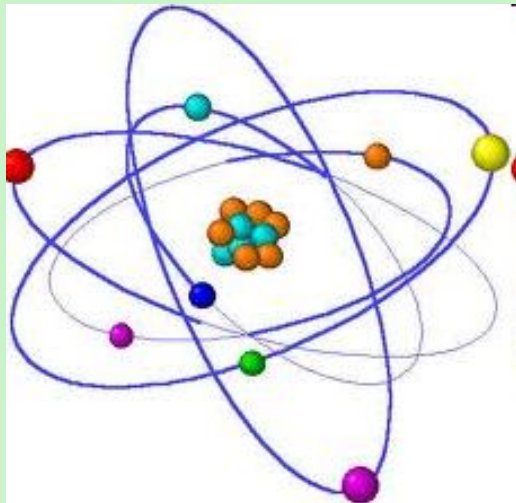
2) + с оксидами Me и неMe : $\text{CaO} + 3\text{C} \rightarrow \text{CaC}_2 + \text{CO}$



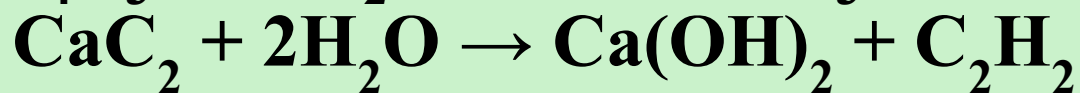
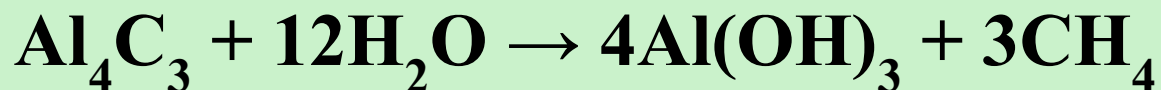
3) + с кислотами:



4) разб. и распл. р-ры кислот и щелочей на C не действуют.

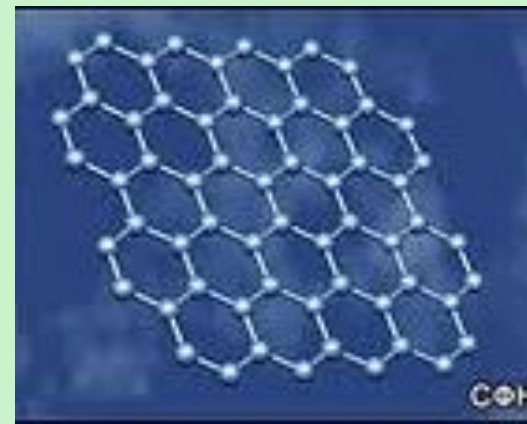
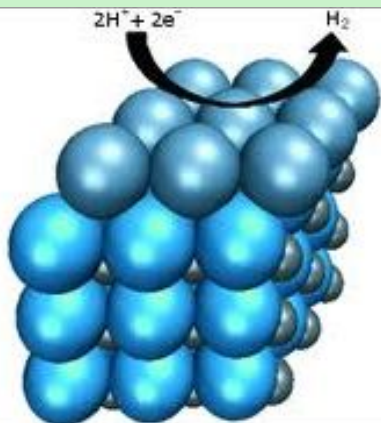


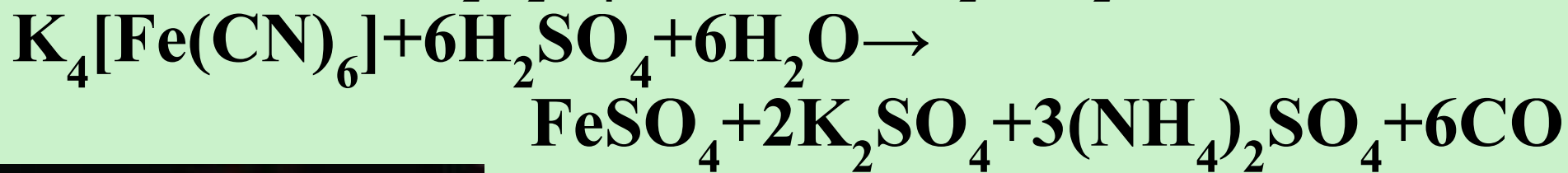
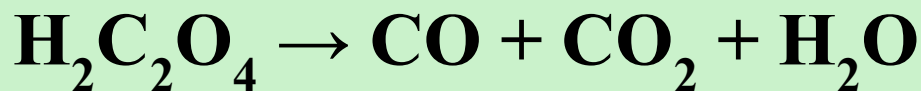
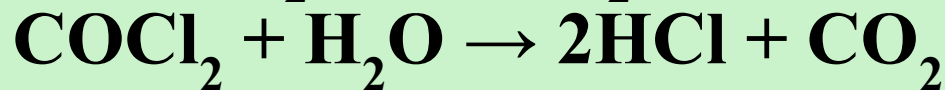
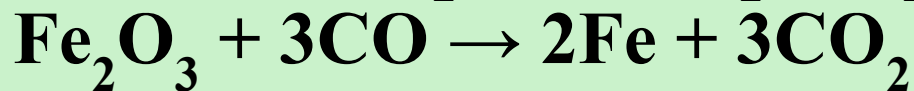
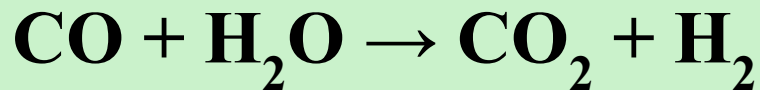
Карбиды: 1) ковалентные (CH_4 , SiC , B_4C_3);
2) ионно-ковалентн. (Al_4C_3 , CaC_2 , Cu_2C_2 , Ag_2C_2 -
кристалл., солепод., разлаг. H_2O и разб.
кислотами):



3) Металлические (Fe_3C , Mn_3C , Cr_3C_2 - тв., жаропр.,
стойки к коррозии).

CO - оксид С (II), монооксид, угарный газ. Без цв.
и зап., токсичен. Молекула изоэлектронна
молекуле азота. Несолеобразующий оксид, хим.
инертен.



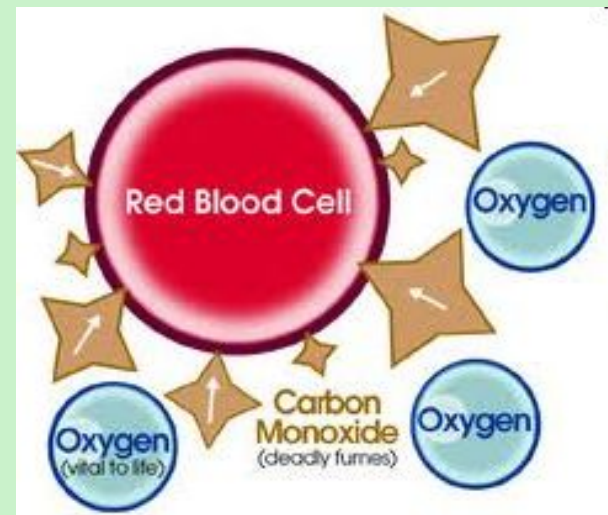


news.1777.ru



Молекула CO – как лиганд, в карбонильных комплексах: $\text{Fe}(\text{CO})_5$ – пентакарбонил железа
 $\text{Cr}(\text{CO})_6$ – гексакарбонил хрома

В карбонилах Me 2 механизма связи: сигма-донорно-акцепторный, пи-дативный (CO – донор электронов за счет св. орбиталей CO и d-электронных пар). Они токсичны. Отравление вызвано тем, что CO + Fe (II) в геме более устойчив. соедин., чем O₂



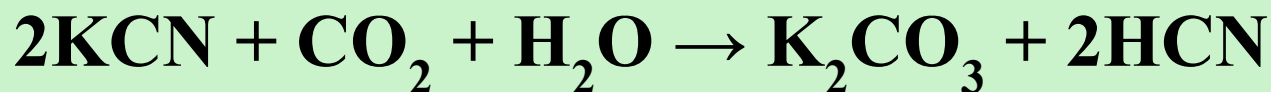
$\text{CO} + \text{NH}_3 \rightarrow \text{H}_2\text{O} + \text{HCN}$ – циановодород, в р-ре
цианистоводородная (синильная) кислота, летуч.

б/цв жид., сл. кислота, в водном растворе
ассоциирована за счет: $\text{HCN} + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{HCOONH}_4$

Соли – цианиды (KCN , NaCN)

Гидролиз (написать самим),

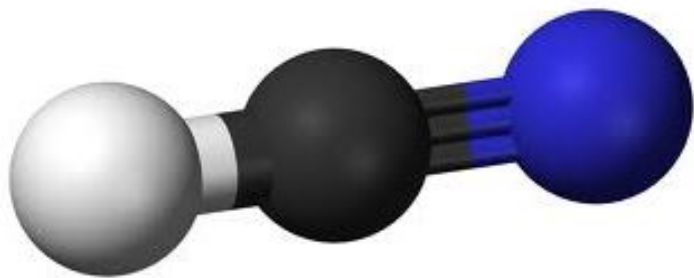
На воздухе разлагаются:



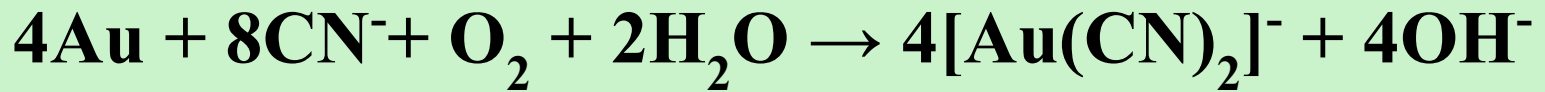
Как вос-ли: $2\text{KCN} + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{KCNO}$ (цианат калия)

$\text{KCN} + \text{S} \rightarrow \text{KSCN}$ (тиоцианат калия)

В комплексах: $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ – жел. кров. соль,
 $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ – красн. кров. соль.



В орг. Синтезе, добыче Au:



Токсичны - к паралич дых. (конц. > 0,0003мг/л).

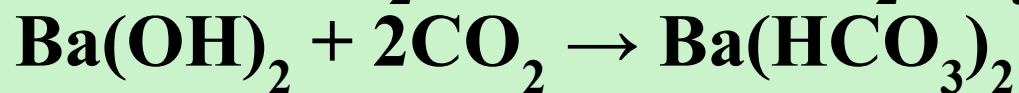
HSCN – тиоцианат водорода – б/цв, неустойч, маслянистая жидкость.

По силе = HCl.

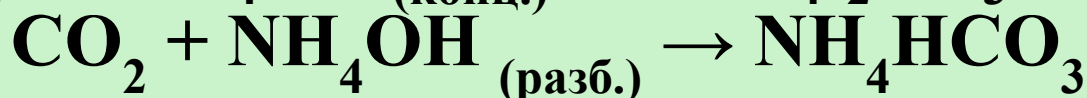
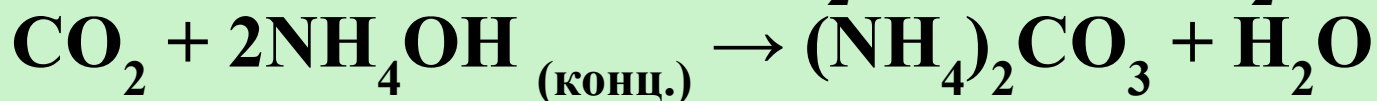
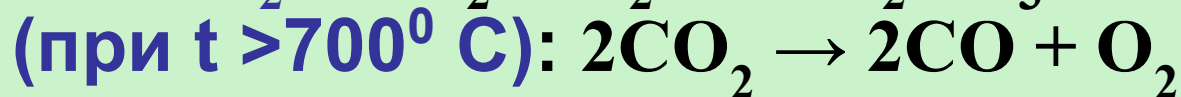
Соли – (как реактив на Fe³⁺, окраски тканей):



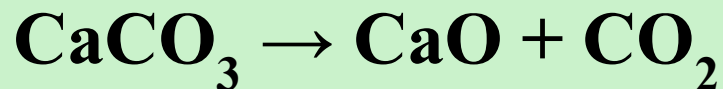
CO₂ - оксид С (IV), диоксид, углекислый газ. Без цв. и зап., тяжелее воздуха в 1,5 раза. При сил. охлажд. - кристаллы (сухой лед), возгоняется при t низких - 78град. Ядовит при > 15% в воздухе.



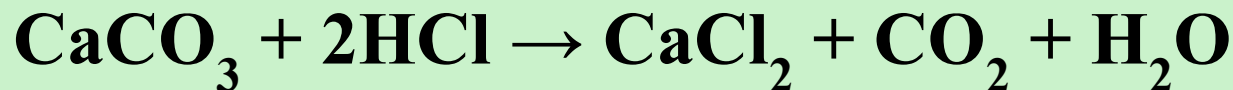
При $t=25^{\circ}\text{C}$ 1% растворим в H_2O (в 1л H_2O - 0,76л



Получение: 1) в пром. - обжиг известняка:

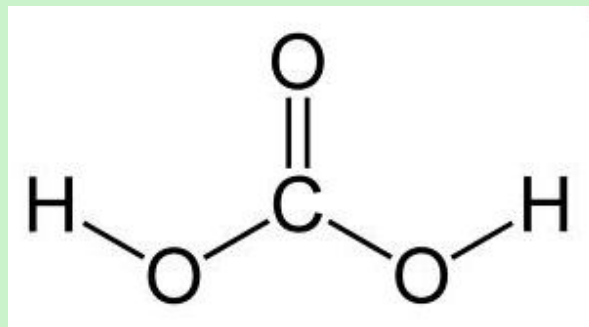


2) в лаборатории - в аппарате Киппа:

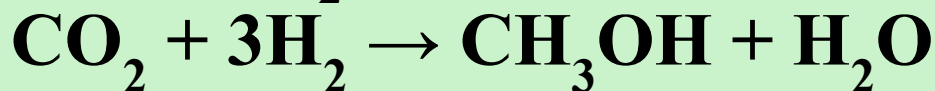
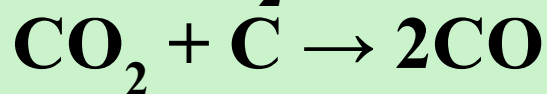
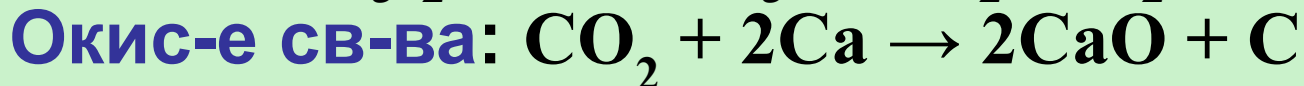
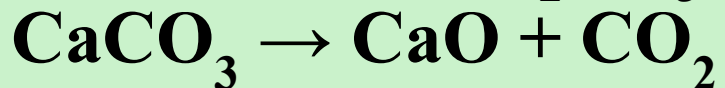


H_2CO_3 - угольная кислота: $K_1(\text{H}_2\text{CO}_3) = 4,5 \cdot 10^{-7}$,

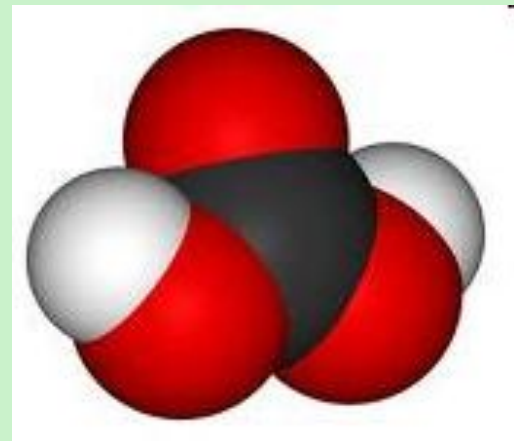
$$K_2(\text{H}_2\text{CO}_3) = 4,8 \cdot 10^{-4}$$



Соли: карбонаты (Na_2CO_3), гидрокарбонаты (NaHCO_3). В р-ре гидролиз. При нагревании соедин. щел. Не плавятся без разл., остальные - разлагаются (исключение: $\text{Li}_2\text{CO}_3 \rightarrow \text{Li}_2\text{O} + \text{CO}_2$)

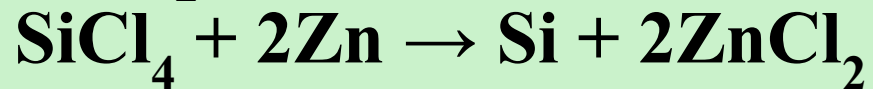
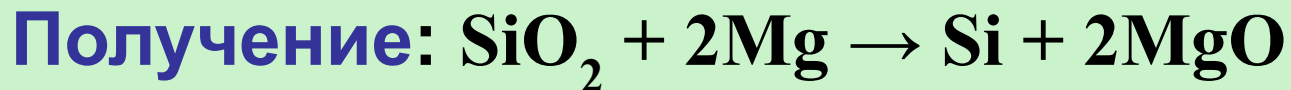


Галогениды: CF_4 , CCl_4 , CBr_4 , CI_4 , CF_2Cl_2 - фреон, хладон 12



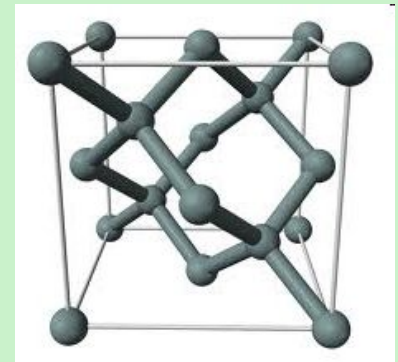
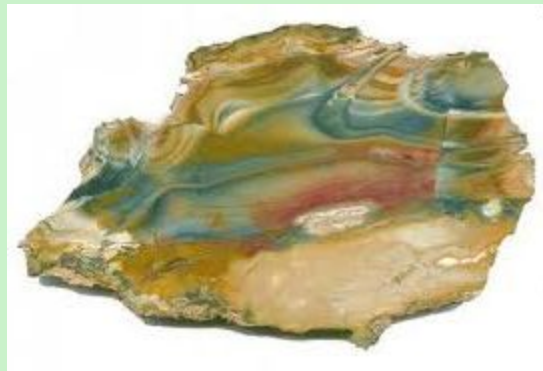
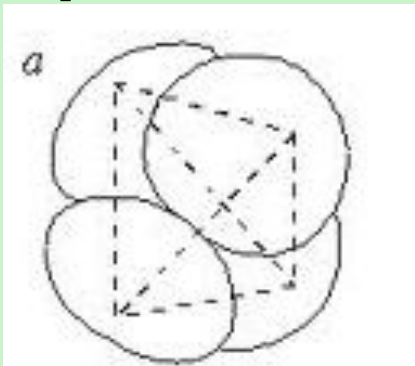
Кремний

Получен в 1823г. Берцелиусом, 3 элем. по распр. после (О и Н), кларк – 16,7% SiO – кремнезем, песок.

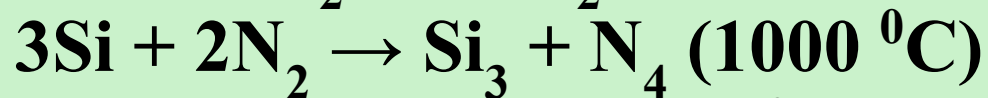


2 аллотр. модиф.: 1) Алмазоподобная (sp^3) куб., тв., тугопл., темно-серого цвета, имеет Ме вид, хим. инертна.

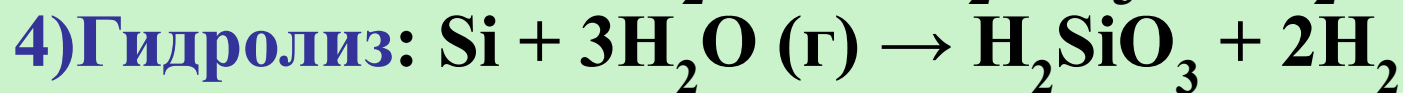
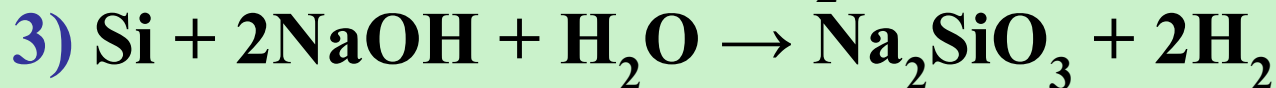
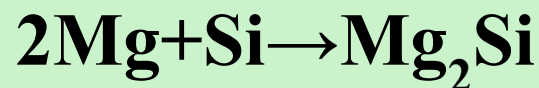
2) Аморфная (графитоподобная) - бурый порошок. Эта модификация более активна.



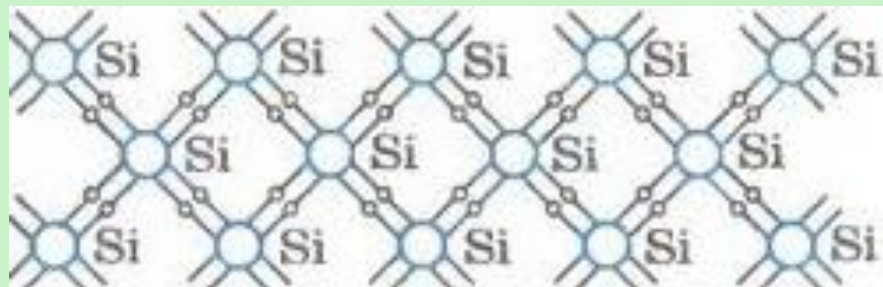
1) при tкомн + лишь со F₂: $\text{Si} + 2\text{Cl}_2 \rightarrow \text{SiCl}_4$ (400⁰ C)



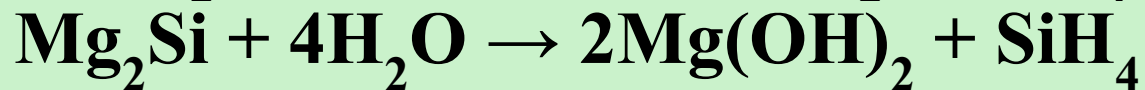
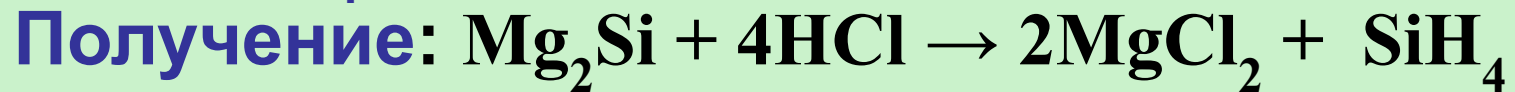
2) + Me (Mg, Ca, Cu, Fe, Pt) - силициды:



5) + кислотами не взаимодей., кроме смеси HF и



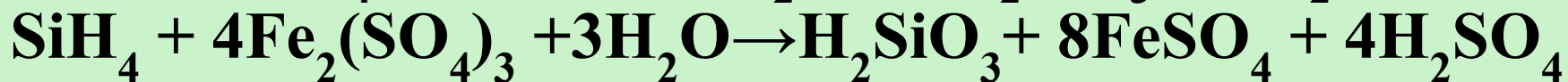
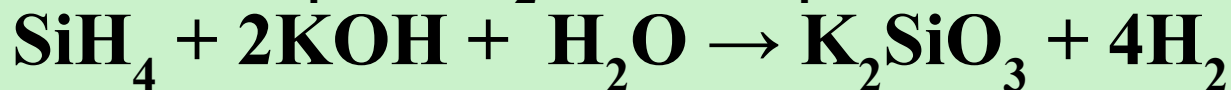
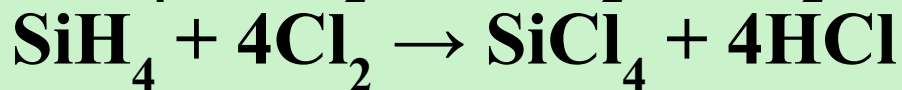
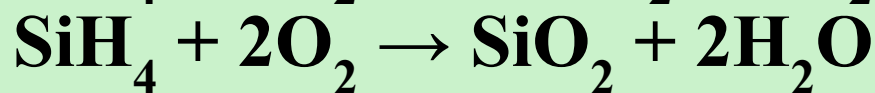
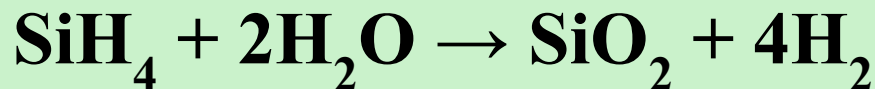
SiH₄ - гидрид кремния, силан.



Силаны - общая формула Si_nH_{2n+2}

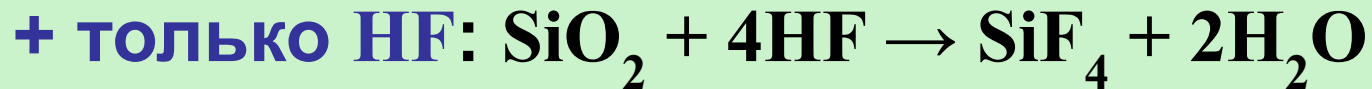
SiH₄, Si₂H₆ - газ, Si₃H₈ - жид, Si₄H₁₀ - ТВ. В-во.

Имеют хвойный зап., токсичны, неустойчивы:

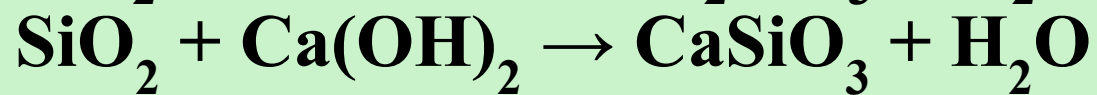
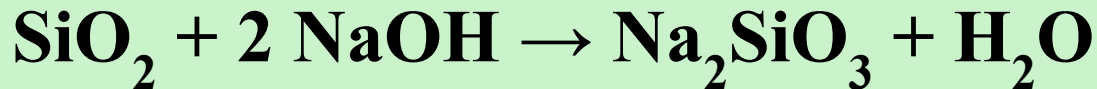


SiO₂ - оксид Si (IV), кварц, кремнезем, кремневый ангидрид. В земной коре в виде горного хрусталя, опала, аметиста, агата и яшмы.

В воде практически н/раств.

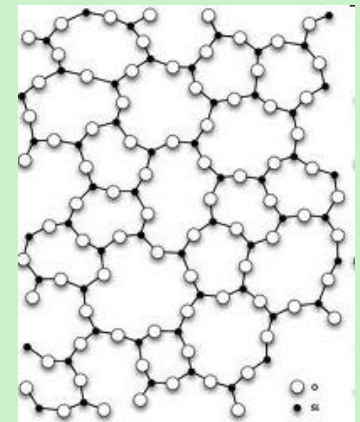
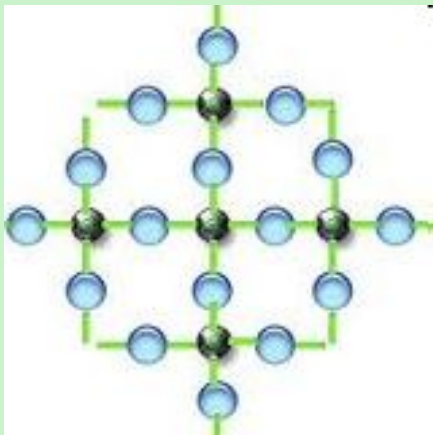


Медленно + со щелочами:



H₄SiO₄ - ортокремневая кислота

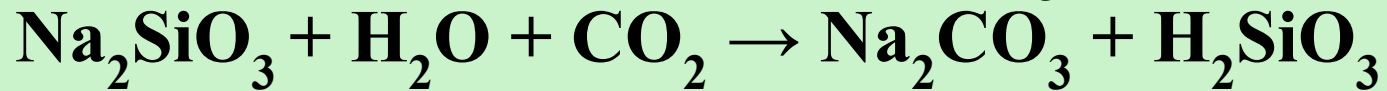
H₂SiO₃ - метакремниевая кислота



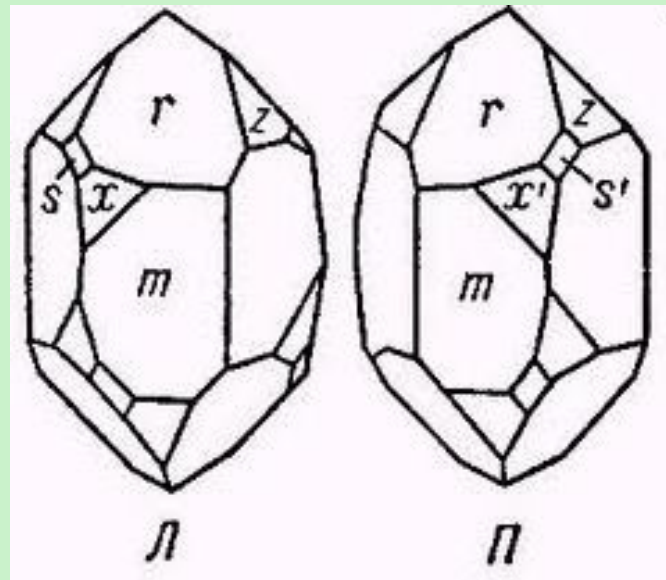
Слабая кислота $K_I(\text{H}_4\text{SiO}_4) = 1,3 \cdot 10^{-10}$

H_2SiO_3 – студенист. в-во, полимер.

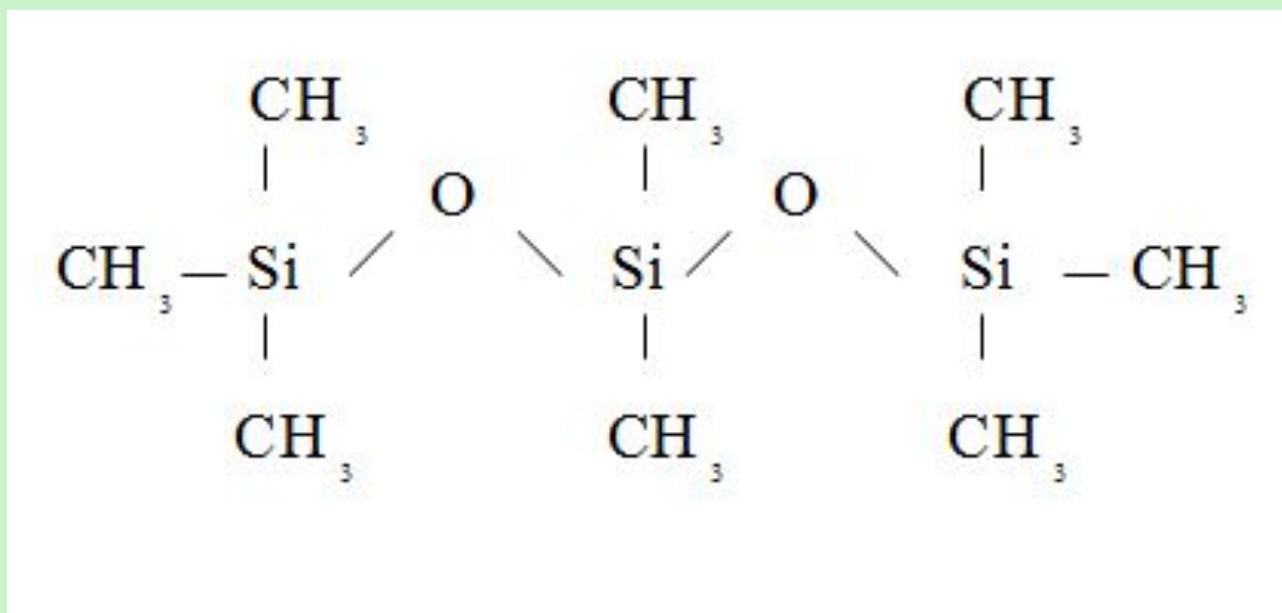
Термически неустойчиво: $\text{H}_2\text{SiO}_3 \rightarrow \text{H}_2\text{O} + \text{SiO}_2$



Соли - силикаты. В водном р-ре сильный гидролиз. При хранении образуются поликремневые кислоты $\text{H}_2\text{Si}_2\text{O}_5$.

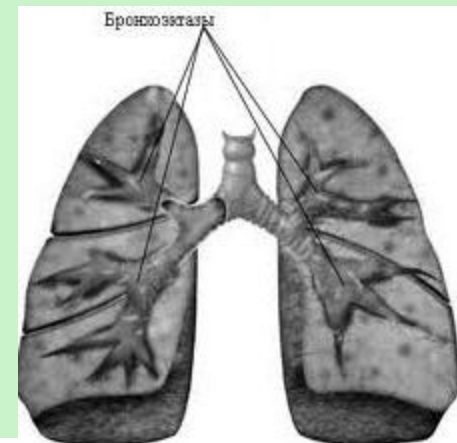


Кроме неорганических соединений
значительный интерес представляют
кремнийорганические соединения - силиконы.



Биологическое применение

Углерод играет огромную роль в жизни человека. Он **основа всех живых организмов**. Источником углерода для живых организмов обычно является CO_2 из атмосферы или воды. **Биологический цикл углерода** заканчивается либо **окислением и возвращением в атмосферу**, либо **захоронением в виде угля или нефти**. В виде ископаемого **топлива** — один из **важнейших источников энергии** для человечества. Углерод поступает в окружающую среду в виде **сажи в составе выхлопных газов** автотранспорта, при **сжигании угля** на ТЭС, при **открытых разработках угля**, подземной его **газификации**, получении угольных концентратов и др. С **газоаэрозольными выбросами в атмосферу** поступает **высокое содержание углерода**, что ведет к заболеванию верхних дыхательных путей и легких. Профессиональные заболевания — в основном **антракоз и пылевой бронхит**.



**ОСТОРОЖНО
УГЛЕКИСЛЫЙ ГАЗ**

Биологическое применение

Графит используется в **карандашной промышленности**.

Алмаз, благодаря исключительной твердости, незаменимый **абразивный материал**. Кроме алмазы — **бриллианты** используются в качестве драгоценных камней в ювелирных украшениях. Его исключительно высокая теплопроводность (до 2000 Вт/м·К) делает его перспективным материалом для полупроводниковой техники **в качестве подложек для процессоров**.

В **фармакологии и медицине** широко используются различные соединения углерода — **производные угольной кислоты и карбоновых кислот**, различные гетероциклы, полимеры и другие соединения. Так, **карболен (активированный уголь)**, применяется для **абсорбции и выведения** из организма различных токсинов; **графит (в виде мазей)** — для лечения кожных заболеваний; радиоактивные **изотопы углерода** — для научных исследований (**радиоуглеродный анализ**).



Биологическое применение

Кремневая кислота неустойчива, образует золи, гели. Ее высушиванием получают силикагель - пористый продукт, используемый в качестве сорбента в хроматографии. Широкое использование цеолитов в качестве ионообменников и молекулярных сит.

Si входит в состав опорных образований у растений и скелетных — у животных. Он концентрирует морские организмы — диатомовые водоросли, радиолярии, губки; хвощи и злаки, в первую очередь — подсемейства Бамбуков и Рисовидных, в том числе — рис посевной.

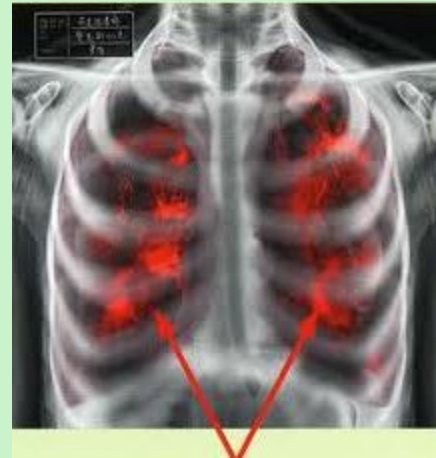


Биологическое применение

Мышечная ткань человека содержит 2% кремния, костная ткань — 4%, кровь — 3,9 мг/л. С пищей в организм человека ежедневно поступает до 1 г кремния.

Соединения кремния относительно нетоксичны. Но очень опасно вдыхание высокодисперсных частиц как силикатов, так и диоксида кремния, при взрывных работах, при долблении пород в шахтах, при работе пескоструйных аппаратов и т. д. Микрочастицы SiO_2 , попавшие в лёгкие, кристаллизуются в них, а возникающие кристаллики разрушают лёгочную ткань и вызывают тяжёлую болезнь — силикоз. Чтобы не допустить попадания в лёгкие опасной пыли, следует использовать для защиты органов дыхания респиратор.

ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ, МГ/Л:	
HCO_3^- 1300	Ca^{2+} менее 100
SO_4^{2-} 50-250	Mg^{2+} ... менее 100
Cl 150-600	$\text{Na}^+ + \text{K}^+$. 1000-2000
Минерализация: 3,8-7,5 г/л	



Спасибо за внимание!!!

