

# *Лекция №9*

**Элементы IV A группы.**

**Углерод и кремний.**

**Свойства элементов и их соединений,  
медико-биологическая роль  
соединений IV A группы.**

## *План.*

1. Общая характеристика элементов IVA группы. Их характерные степени окисления.
2. Физические свойства элементов IVA группы.
3. Химические свойства: отношение к воде, кислотам, щелочам и неметаллам.
4. Свойства соединений элементов IVA группы: оксидов, гидроксидов и кислот.
5. Биологическая роль углерода, кремния, свинца и олова.
6. Применение углерода, кремния, свинца и олова и их соединений.

**Общая характеристика  
элементов IVA группы.  
Их характерные  
степени окисления**

# **IV группа периодической системы Д.И. Менделеева**

**К *p*-элементам IV группы относятся  
углерод, кремний, германий, олово и свинец.**

**Общая электронная конфигурация  
валентного уровня:  $ns^2np^2$**

# Элементы IV A группы

${}^{+6}_6\text{C}$	)	)				
Углерод	2	4				
${}^{+14}_{14}\text{Si}$	)	)	)			
Кремний	2	8	4			
${}^{+32}_{32}\text{Ge}$	)	)	)	)		
Германий	2	8	18	4		
${}^{+50}_{50}\text{Sn}$	)	)	)	)	)	
Олово	2	8	18	18	4	
${}^{+82}_{82}\text{Pb}$	)	)	)	)	)	
Свинец	2	8	18	32	18	4

Степень окисления в соединениях

+4, +2, -4

+4, +2, -4

+4, -4

+4, +2, -4

+4, +2, -4

Условный радиус атома, нм

0,077

0,134

0,139

0,158

0,175

МЕТАЛЛИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА

ВОССТАНОВИТЕЛЬНЫЕ СВОЙСТВА

**Физические свойства  
элементов IVA группы.**

***Аллотропия*** – способность атомов одного элемента образовывать несколько простых веществ.

***Аллотропные модификации*** – это простые вещества, образованные атомами одного и того же химического элемента.

# Аллотропные модификации элементов IV A группы

## Углерод:

алмаз ( $sp^3$ ),  
графит ( $sp^2$ ),  
карбин ( $sp$ ),  
фуллерен.



Графит



Алмаз

## Олово

«белое» и «серое».



Олово белое



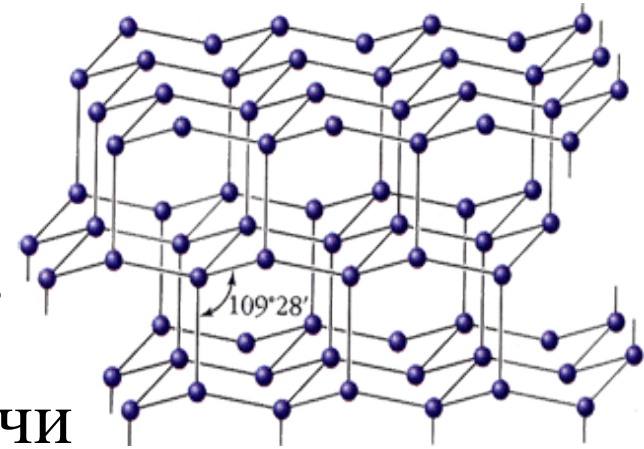
Олово серое





# Алмаз

кристаллическое вещество,



Алмаз гексагональный

прозрачное, сильно преломляет лучи  
света, очень твёрдое,

не проводит электрический ток,

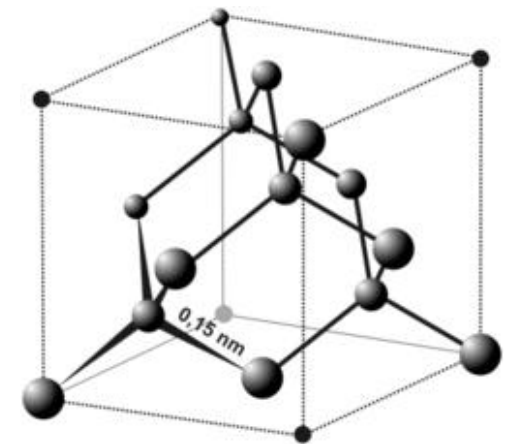
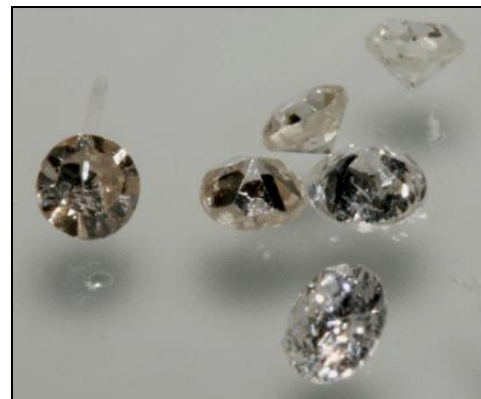
плохо проводит тепло,

$\rho = 3,5 \text{ г/см}^3$ ;

$T_{\text{пл.}} = 3730^{\circ}\text{C}$ ;

$T_{\text{кип.}} = 4830^{\circ}\text{C}$ .

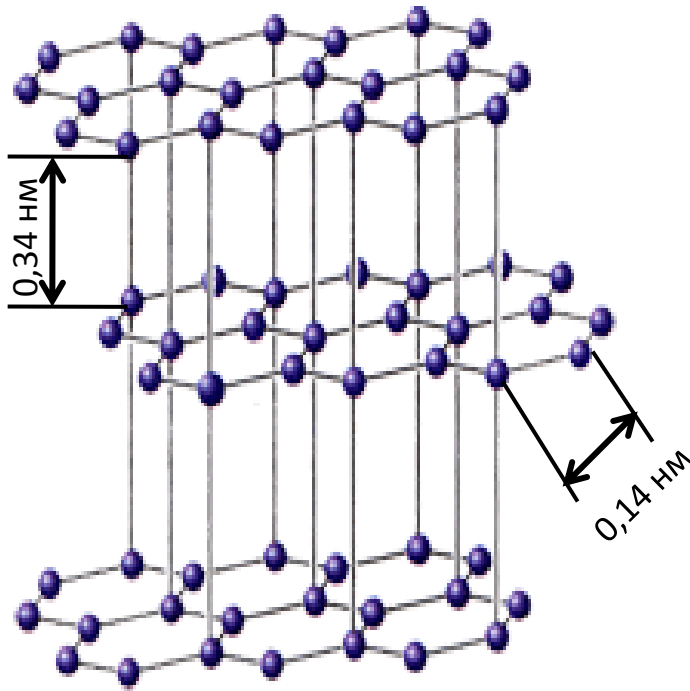
$sp^3$ -гибридизация



Алмаз кубический

# Графит

Мягкое вещество серого цвета со слабым металлическим блеском, жирное на ощупь, проводит электрический ток.



$$\rho = 2,5 \text{ г/см}^3$$

$$T_{\text{пл.}} = 3800 \text{ }^\circ\text{C},$$

$$T_{\text{кип.}} = 4000 \text{ }^\circ\text{C},$$

$sp^2$ -гибридизация



# Карбин



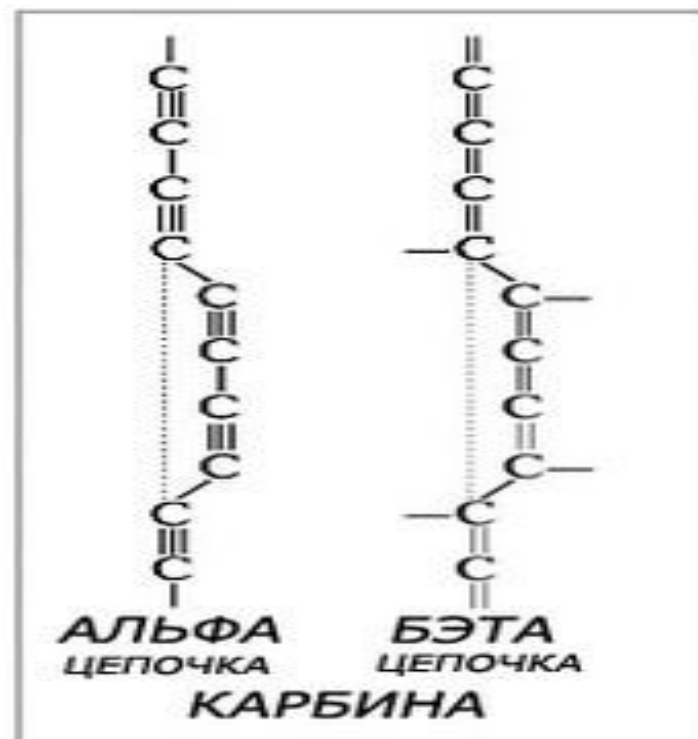
**Карбин** – линейный полимер углерода. В молекуле карбина атомы углерода соединены в

цепочки поочередно либо тройными и одинарными связями  $-C\equiv C-C\equiv C-$ , либо постоянно двойными связями  $=C=C=C=C=$ .

## Карбин

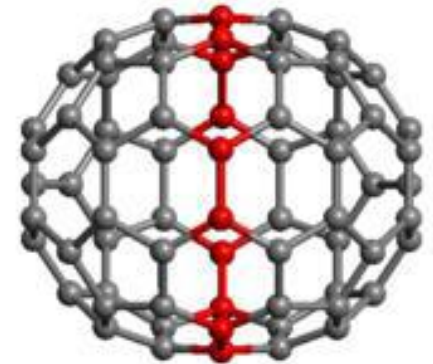
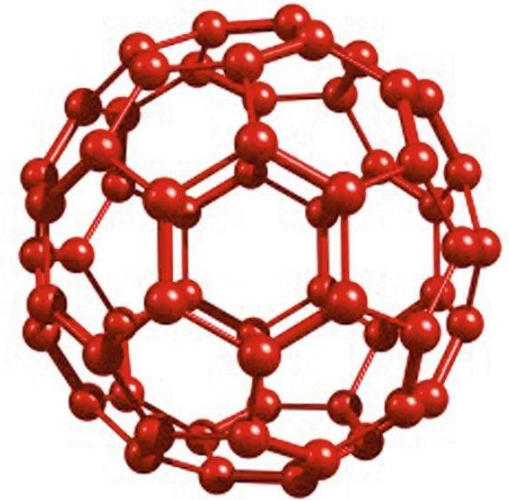
мелкокристаллический порошок чёрного цвета.

$\rho = 3,27 \text{ г/см}^3$ ; выше  $2300^\circ\text{C}$  переходит в графит.



# Фуллерен

**Фуллерены:**  $C_{60}$  и  $C_{70}$  (полые сферы, сочетание 5-ти и 6-ти членных циклов), темно-окрашенный порошок, полупроводник,  $t_{пл} = 500-600$  °C, плотность  $1,7$  г/см<sup>3</sup> ( $C_{60}$ ). За открытие фуллеренов Крото, Смолли и Керлу в 1996 году была присуждена Нобелевская премия по химии.



Фуллерен  $C_{60}$  и  $C_{70}$



Биосфера Фуллера (Павильон США на Экспо-67, ныне музей «Биосфера» в Монреале, Канада).

# Олово

Достаточно пластичный  
серебристо-белый металл,  
Тпл. = 231,9°C,  
Ткип. = 2270°C.

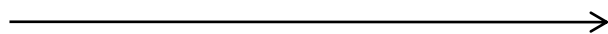
$$\rho_{\text{(белое)}} = 7,29 \text{ г/см}^3$$

$$\rho_{\text{(серое)}} = 5,85 \text{ г/см}^3$$

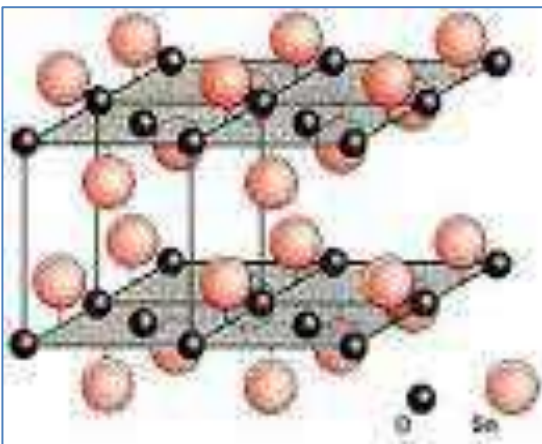




При  $t^0 = -33^0\text{C}$   
скорость максимальна



Белое олово  
устойчиво при  $t^0 > 13^0\text{C}$



Серое олово  
устойчиво при  $t^0 < 13^0\text{C}$



# Кремний

Неметалл, существует в кристаллическом и аморфном состоянии. Полупроводник.

Кристаллический кремний – вещество серовато – стального цвета с металлическим блеском, весьма твердое, но хрупкое. Кристаллическая решетка напоминает структуру алмаза.



Аморфный кремний – бурый порошок.

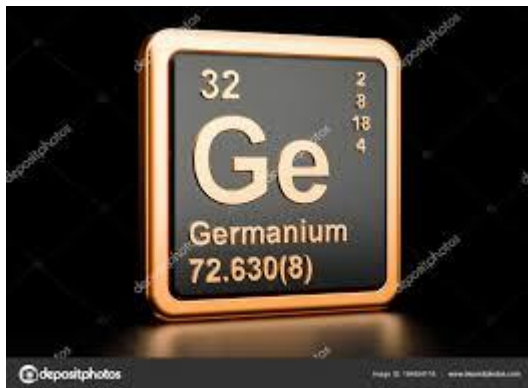
$$T_{\text{пл.}} = 1415^{\circ}\text{C};$$

$$T_{\text{кип.}} = 3500^{\circ}\text{C};$$

$$\rho = 2,33 \text{ г/см}^3.$$







# Германий

Хрупкий, серебристо-белый  
Кристаллическая решетка  
модификации, кубическая.

$T_{\text{кип.}} = 2850 \text{ }^\circ\text{C},$   
 $T_{\text{пл.}} = 938,25 \text{ }^\circ\text{C},$   
 $\rho = 5,33 \text{ кг/дм}^3.$

Германий был обнаружен на поверхности  
солнца, а также в составе упавших с космоса  
метеоритов.

полуметалл.  
устойчивой



# Свинец

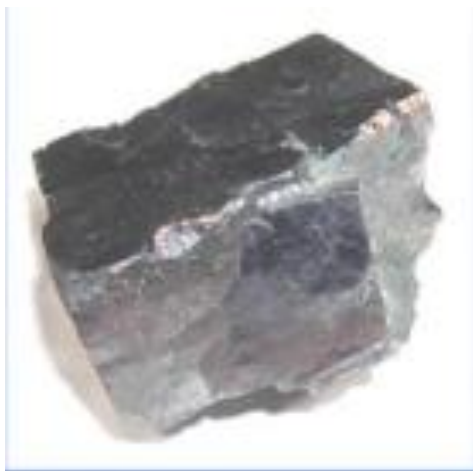
Металл синевато-серого цвета с низкой теплопроводностью мягкий на поверхности он обычно покрыт более или менее толстой плёнкой оксидов,



$$T_{\text{пл.}} = 327,46 \text{ } ^\circ\text{C};$$

$$T_{\text{кип.}} = 1749 \text{ } ^\circ\text{C};$$

$$\rho = 11,3415 \text{ г/см}^3 \text{ (20 } ^\circ\text{C)}$$



с повышением температуры плотность свинца падает.

**Химические свойства:  
отношение к воде,  
кислотам, щелочам и  
неметаллам.**

# Углерод

Углерод - малоактивен, на холоде реагирует только со фтором; химическая активность проявляется при высоких температурах.

## Восстановительные свойства

1) с кислородом



2) со фтором

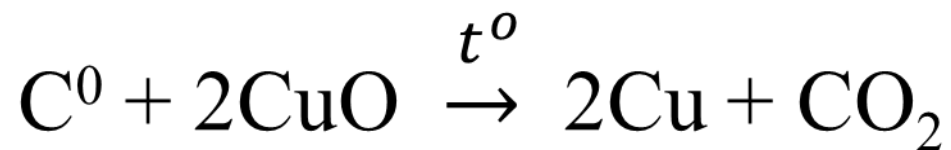


(выше 900°C)

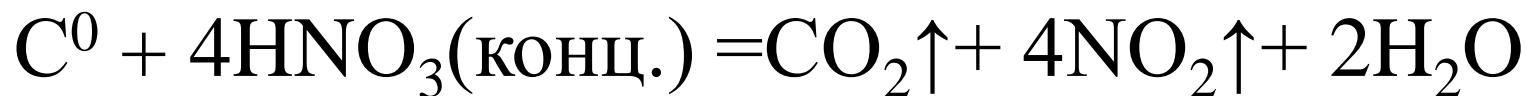
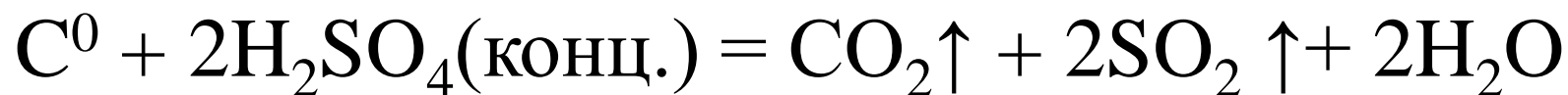
3) с водяным паром



4) с оксидами металлов



5) с кислотами - окислителями:



## Окислительные свойства

6) с некоторыми металлами образует карбиды

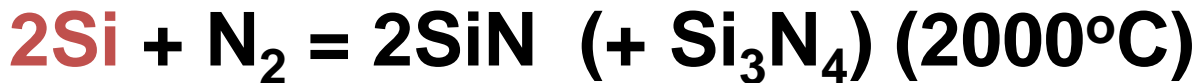


7) с водородом

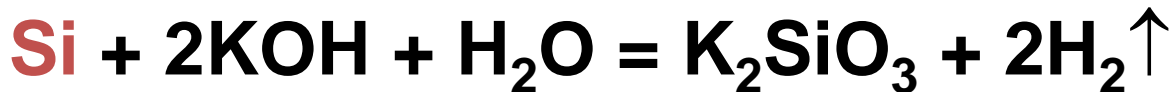


# Кремний

1) Реакции с простыми веществами:



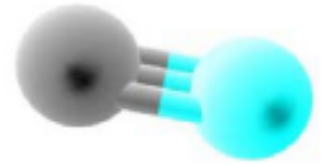
2) Химическое растворение



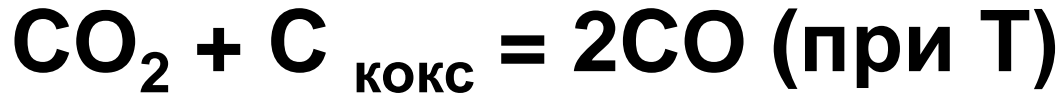


**Свойства соединений  
элементов IVA группы:  
оксидов, гидроксидов и  
кислот.**

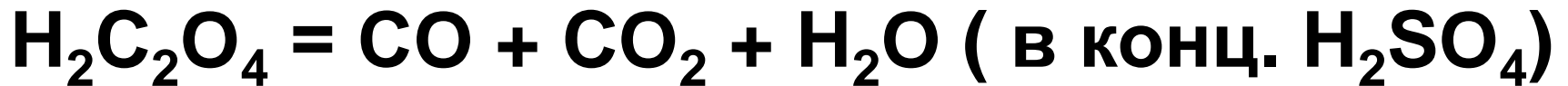
# CO



## 1) Получение в промышленности:



## 2) Получение в лаборатории:



- ♦ Газ без цвета и запаха, легче воздуха, малорастворим в воде,  $t_{\text{кип.}} = -191,5 \text{ }^\circ\text{C}$ , ядовит («угарный газ»).

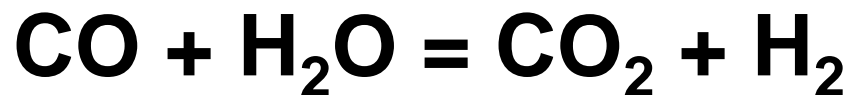
# Свойства СО

1) При н.у. нерастворим в воде, кислотах и щелочах (несолеобразующий)

2) Но солеобразующий при 120 °С и 5 атм.:

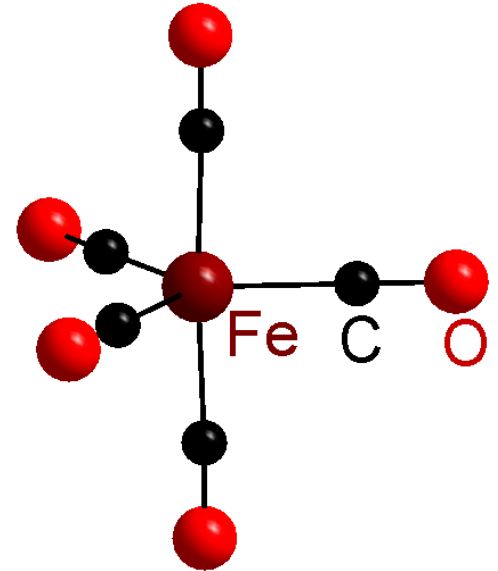
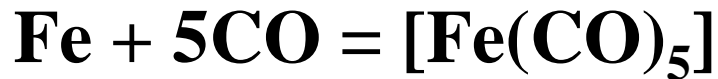
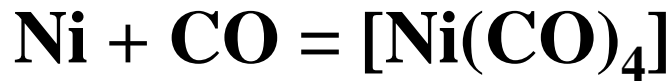


3) Восстановительные свойства (при T):

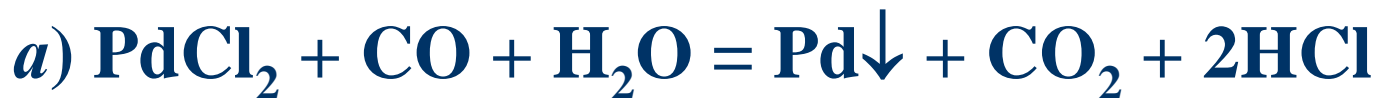


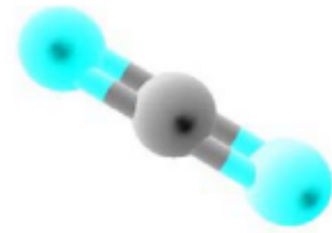
## 5) Комплексообразование:

CO образует прочные комплексы – карбонилы:

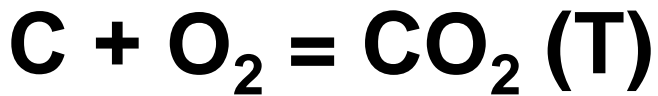


### ♦ Обнаружение CO:





## 1) Получение в промышленности:



## 2) Получение в лаборатории (ап. Киппа):



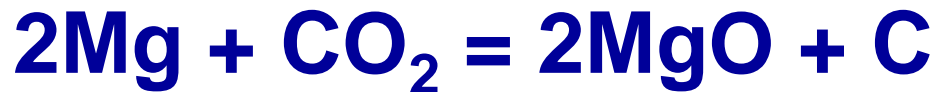
- ◆ Бесцветный газ, без запаха, тяжелее воздуха, умеренно растворим в воде (при комн. т. в 1 л воды ~ 1,7 л CO<sub>2</sub>)
- ◆ В тв. сост. («сухой лёд») – молекулярная крист. решетка;  $t_{\text{возгонки}} = -78 \text{ }^\circ\text{C}$ ,  $t_{\text{пл.}} = -57 \text{ }^\circ\text{C}$  (P = 5 атм)

## Свойства CO<sub>2</sub>

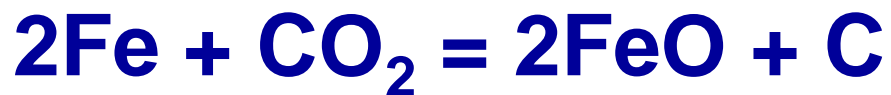
1) Не поддерживает горение

2) Окислитель:

а) активные металлы (Mg, Na, K) горят в CO<sub>2</sub>:



б) при высокой температуре:

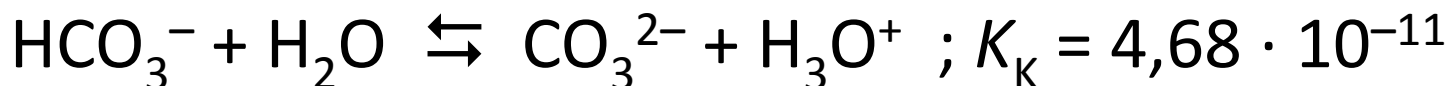
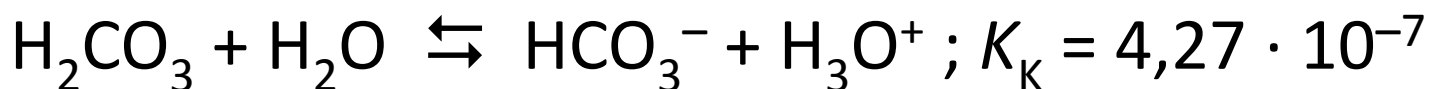


# Моногидрат $\text{CO}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$ и угольная кислота $\text{H}_2\text{CO}_3$

- В водном растворе:



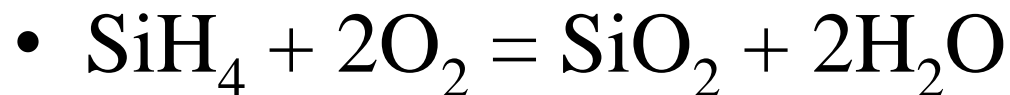
- $\text{H}_2\text{CO}_3$  – слабая двухосновная кислота:



- ♦ Соли – карбонаты и гидрокарбонаты  $\text{M}_2\text{CO}_3$  и  $\text{MHCO}_3$  подвергаются гидролизу ( $\text{pH} > 7$ ).
- ♦ Большинство карбонатов (исключая  $\text{M} = \text{Na}^+, \text{K}^+, \text{NH}_4^+$ ) малорастворимы в воде.
- ♦ Но гидрокарбонаты ( $\text{MHCO}_3$ ) хорошо растворимы.

## Водородные соединения $\text{Si}_n\text{H}_{2n+2}$ (силаны)

- Моносилан  $\text{SiH}_4$ :



Получение силанов:

- $\text{SiO}_2 + 4\text{Mg}(\text{изб.}) = \text{Mg}_2\text{Si} + 2\text{MgO}$   
(силицид магния)



# Кислородные соединения -SiO<sub>2</sub> оксид кремния

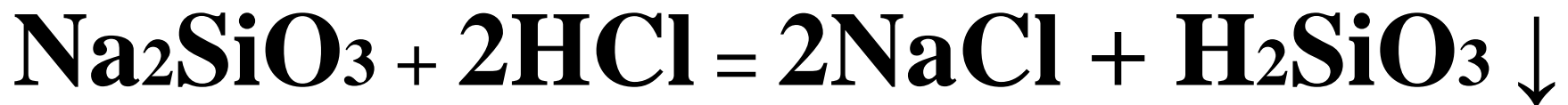


# КРЕМНЕВАЯ КИСЛОТА $\text{H}_2\text{SiO}_3$

**Кремниевая кислота** — это слабая двухосновная кислота, которая в реакциях выпадает в осадок в виде студенистого вещества, которое иногда заполняет весь объём раствора, превращая его в массу похожую на студень, желе.



## Получение



кремневая кислота

**Биологическая роль  
углерода, кремния,  
свинца и олова.**

# Углерод

На углероде  
держится все живое на Земле.  
Он незаменим.





# Кремний.

Относится к микро-элементам. Суточная потребность человека в кремнии 20–50 мг (элемент необходим для правильного роста костей и соединительных тканей).

Продукты, богатые кремнием  
(для блестящих локонов)

Болгарски перец



Картофель



Овес



Сельдерей



Спаржа



Топинамбур



В организм человека кремний .  
попадает с пищей, а также с  
вдыхаемым воздухом в виде  
пылеобразного  $\text{SiO}_2$ . При  
длительном вдыхании пыли,  
содержащей свободный  $\text{SiO}_2$ ,  
возникает силикоз.

# Свинец

Вызывает обширные патологические изменения в нервной системе, крови, сосудах. Он нарушает деятельность сердечно-сосудистой системы, вызывая изменения электрической и механической активности сердечной мышцы, морфологические и биохимические изменения в миокарде с признаками дегенерации сосудов, повреждения мышечной стенки сосудов.

# Олово



Микроэлемент, влияющий на процесс роста и правильного развития костной ткани, оказывает влияние на активность некоторых ферментов

**Применение углерода,  
кремния, свинца и  
олова и их соединений.**



**Активированный уголь** применяют как адсорбирующее и детоксицирующее средство при диспепсии, метеоризме, пищевых интоксикациях, отравлениях алкалоидами, солями тяжелых металлов.



### **Натрия гидрокарбонат $\text{NaHCO}_3$ .**

Применяют внутрь при повышенной кислотности желудочного сока как антацидное средство, при язвенной болезни желудка и двенадцати-перстной кишки. Наружно как антисептическое средство в водных растворах для полосканий, промываний.



**Магния трисиликат**  $Mg_2Si_3O_8 \cdot H_2O$ . Применяют внутрь при повышенной кислотности желудочного сока как антацидное средство. Т.к. в кислой среде образуется гель кремниевой кислоты, препарат дополнительно обладает обволакивающим и адсорбирующим действием.



**Бентонит и тальк** применяются как основы для приготовления мягких (мазей, линиментов) и твердых (таблетки, гранулы) лекарственных форм, в качестве присыпок, паст используются как обволакивающие и адсорбирующие средства.



## Свинца окись, свинцовый глет PbO.

Применяется как антисептик для приготовления свинцового пластыря при водных растворах (0,25-0,5%) в качестве вяжущего средства гнойно-воспалительных заболеваниях кожи, фурункулезе, экземах, ожогах.



## Свинца ацетат $(\text{CH}_3\text{COO})_2\text{Pb}\cdot 3\text{H}_2\text{O}$ (свинцовый сахар)



Применяют наружно в виде примочек при воспалительных заболеваниях кожи и слизистых оболочек. Металлический свинец используется как защитное средство от рентгеновских лучей (свинцовые фартуки, прокладки).

**Спасибо за внимание!**