

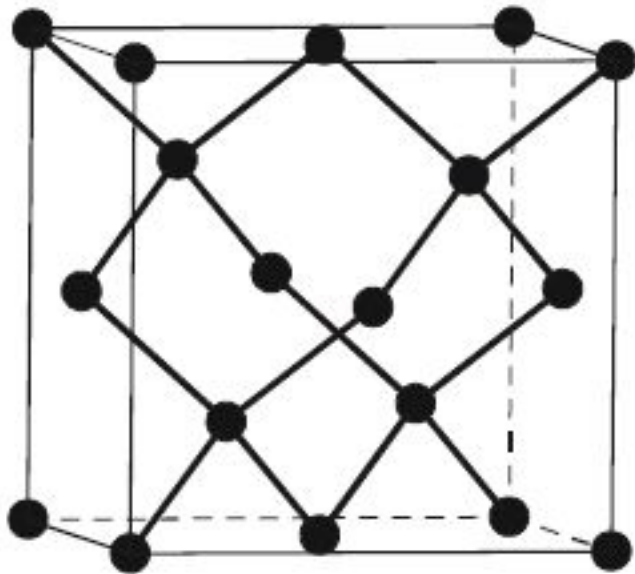
# IVA группа

C, Si, Ge, Sn, Pb

# Свойства простых веществ

	C	Si	Ge	Sn	Pb
Т.пл. (°C)	3300(субл.)	1420	945	232	327
Т.кип. (°C)	–	3280	2850	2600	1740
Аллотропия	алмаз, графит, карбин, лонсдейлит, фуллерены	структура алмаза	структура алмаза	белое (металл) серое (структура алмаза)	металл к.ч.=14

# Аллотропия углерода

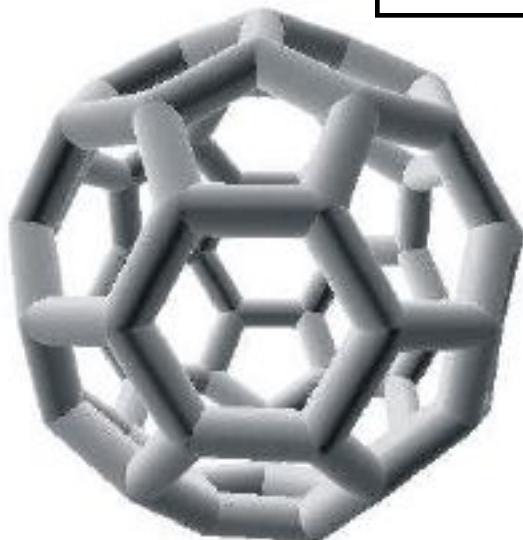


Алмаз

$sp^3$

$d = 154 \text{ пм}$

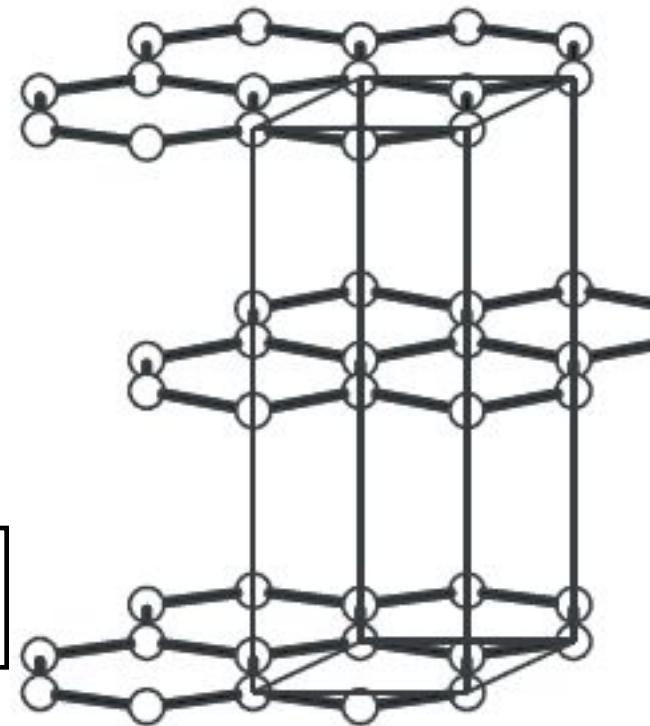
1 пикометр = 0.001 нанометров  
1 нм =  $10^{-9} \text{ м}$



Фуллерен  $C_{60}$

$d(6,6) = 139 \text{ пм}$

$d(5,6) = 146 \text{ пм}$



Графит

$sp^2$

$d = 142 \text{ пм}$

# Аллотропия углерода

## Алмаз

прозрачные  
кристаллы

самое твердое в-во

изолятор,  
высокая  
теплопроводность

нерастворим

горит в  $O_2$   
горит в  $F_2$

переходит в  
графит при 1800 К

образует карбиды

## Графит

черные пластины

мягкий

металлический  
проводник  
(анизотропный)

нерастворим

горит в  $O_2$   
горит в  $F_2$

термодинамически  
стабилен

интеркалируется

## Фуллерен

черные кристаллы

умеренно твердый

растворим в орг.  
растворителях

с  $F_2$  образует  
фторофуллерены

образует фуллериды



**АЛМАЗ**

**ГРАФИТ**

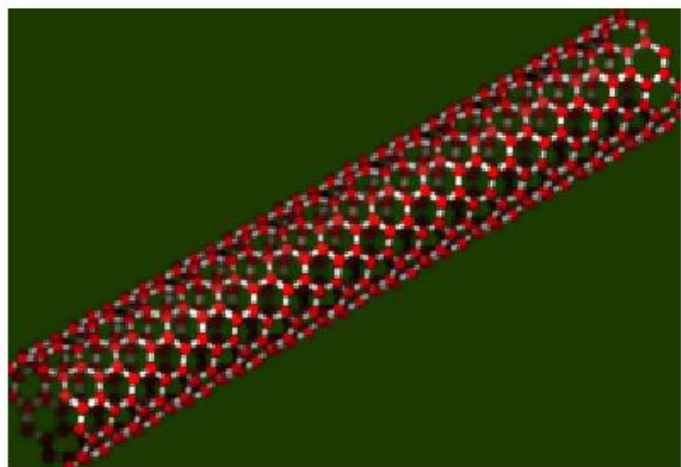


**ФУЛЛЕРЕН**

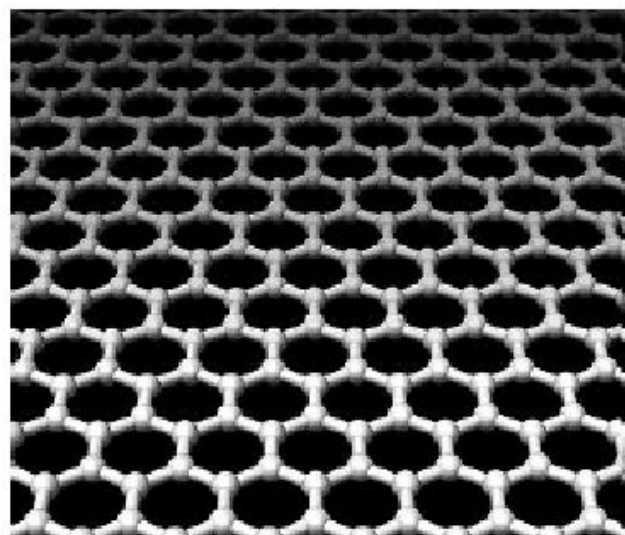




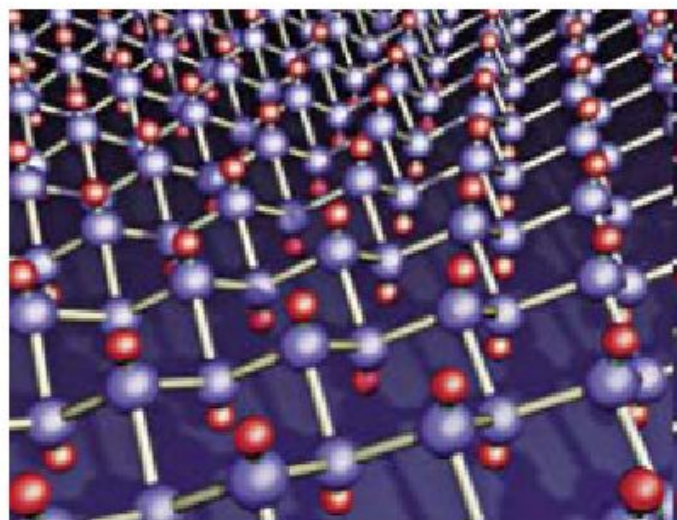
# Новые формы углерода



Углеродная нанотрубка  
Длина до 10 мкм, диаметр 10-15 нм



+H<sub>2</sub>  
→  
плазма

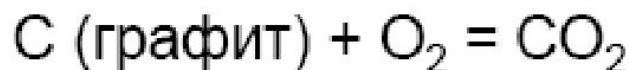
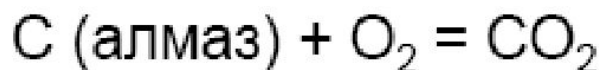


Графен – один слой графита

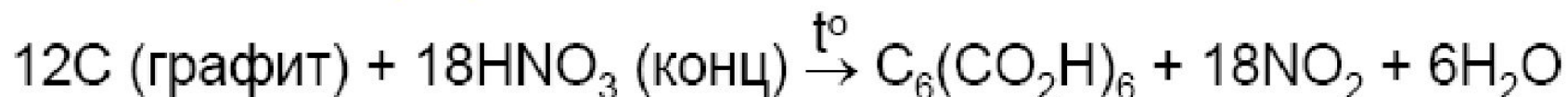
Графан – гидрированный графен

# Свойства углерода

## 1. Горение



## 2. Окисление графита



## ПРИМЕНЕНИЕ УГЛЕРОДА

**С:**

**Алмаз:** украшения, абразивы

**Графит:** смазка, электроды, тугоплавкие материалы, замедлители нейтронов, покрытия

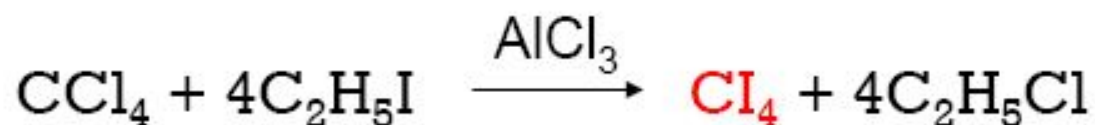
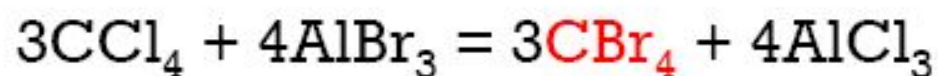
**Сажа:** краски, резина

**Активированный уголь:** адсорбент, в медицине

**Волокна:** усилители полимеров

# Галогениды углерода

## Получение:



## Свойства:

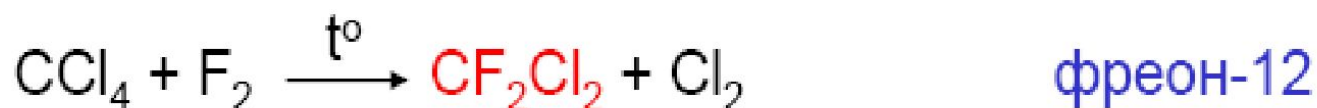
1. Низкая реакционная способность
2. Не реагируют с водой и не растворяются в ней
3. Не присоединяют  $\text{X}^-$



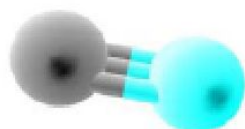
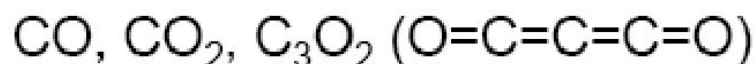
#### 4. $\text{CCl}_4$ – хлорирующий агент



#### 5. Смешанные галогениды



### Оксиды углерода



$\text{CO}$

угарный газ

Т.пл.,  $^\circ\text{C}$

-205

Т.кип.,  $^\circ\text{C}$

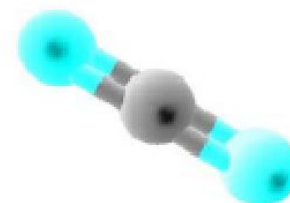
-191

$\text{CO}_2$

углекислый газ

—

-78

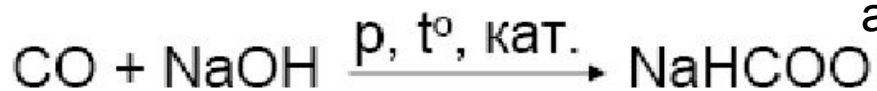


# Свойства СО

## 1. Получение

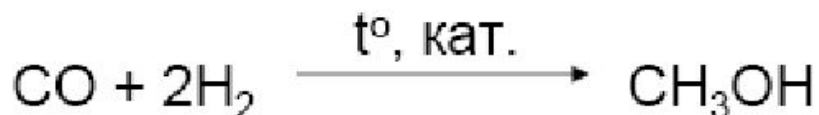


## 2. Нерастворим в воде, кислотах и щелочах при н.у.



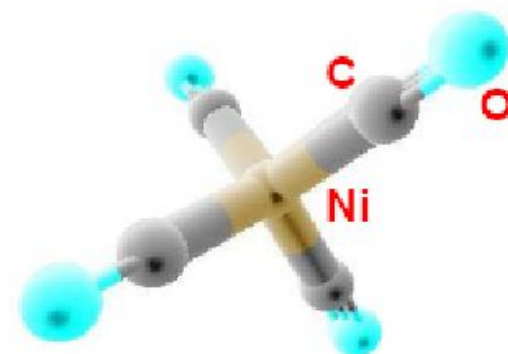
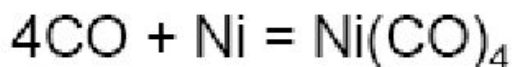
Противоморозная добавка в антигололедных реагентах (формиат)

## 3. При высоких температурах



Антикоррозионный реагент

## 4. Образует карбонилы



$\text{Ni}(\text{CO})_4$

# КАРБОНИЛЫ

## СО – лиганд в комплексных соединениях

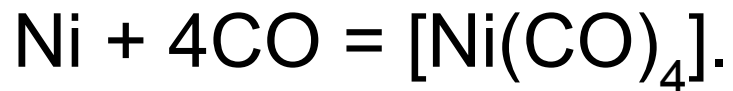
### Задача

*Используя метод валентных связей (ВС), установить пространственную конфигурацию тетракарбонила никеля  $[\text{Ni}(\text{CO})_4]$ .*

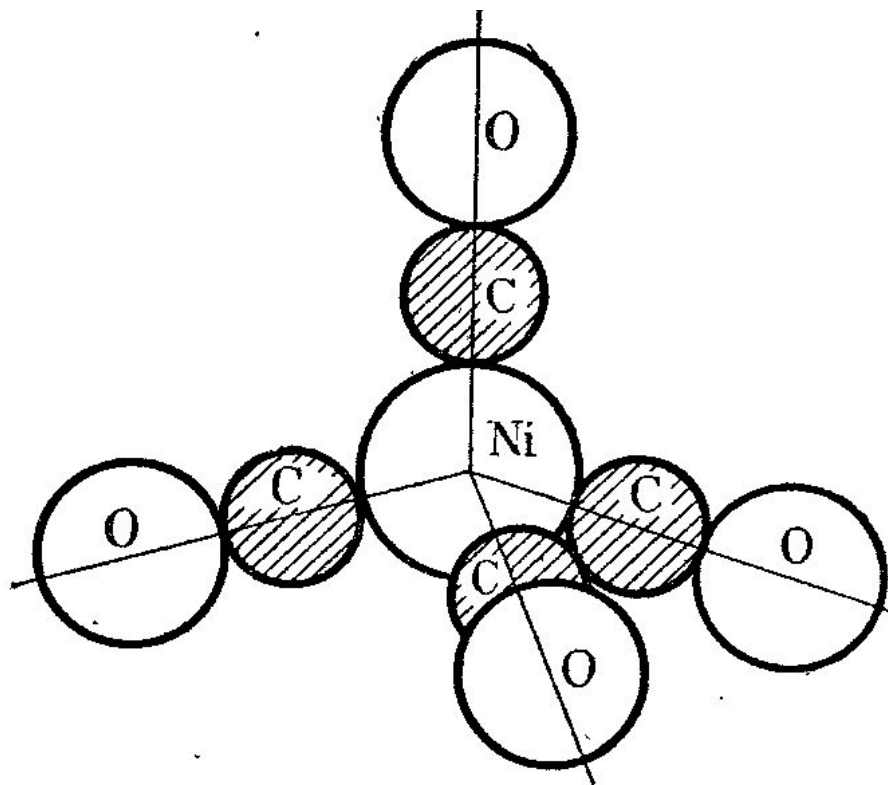
### Решение.

Метод ВС образование комплексных соединений объясняет донорно-акцепторным взаимодействием комплексообразователя (акцептор) и лигандов (доноры).

Тетракарбонил никеля образуется в результате взаимодействия атомов Ni(0) – комплексообразователь и молекул монооксида углерода СО – лиганд:



Электронная конфигурация атома никеля и схема распределения валентных электронов по атомным орбиталям:



1. При образовании тетракарбонила никеля под влиянием лиганда CO происходит переход 4 s-электронов на 3d-орбитали и спаривание их с имеющимися там неспаренными электронами.

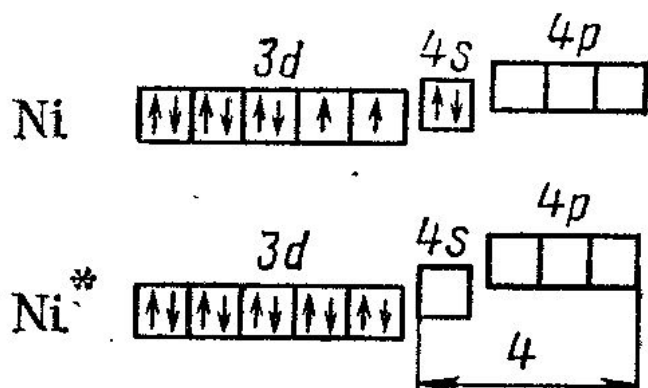
2. Образование данного комплекса осуществляется за счет донорно-акцепторного взаимодействия неподеленных электронных пар монооксида углерода CO и свободных орбиталей комплексообразователя – атома никеля.

3. Молекула :CO: в качестве лиганда координируется через атом углерода.

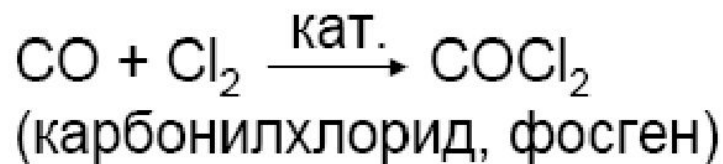
4. Атом Ni (акцептор) предоставляет одну s - и три p-орбитали ( $sp^3$  – гибридизация), на которых

размещаются неподеленные электронные пары четырех молекул CO (лиганды).

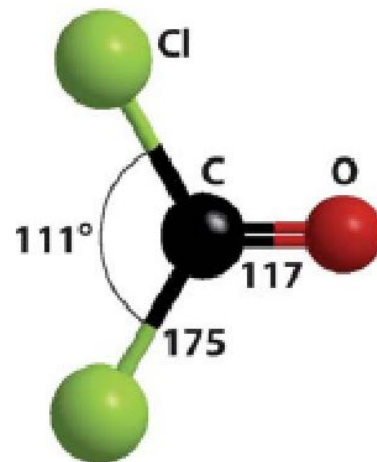
5. Форма молекулы – тетраэдр.



# Карбонил-галогениды



$sp^2$



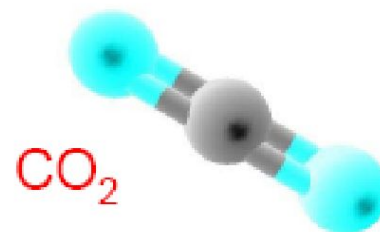
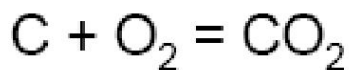
Фосген  $\text{COCl}_2$

- При нормальных условиях — бесцветный газ с запахом прелого сена. **Использовался в Первую мировую войну как **БОЕВОЕ ОТРАВЛЯЮЩЕЕ ВЕЩЕСТВО**.**
- Очень ядовит, но только при **ВДЫХАНИИ ПАРОВ**.
- Концентрация в 0,022 мг/л являются смертельной уже через 30 мин.
- Концентрация 5 мг/л смертельна уже через 2—3 секунды.
- Обладает удушающим действием. Контакт фосгена с легочной тканью вызывает нарушение проницаемости альвеол и быстро прогрессирующий отек легких. **АНТИДОТА** не существует. Защита от фосгена — **ПРОТИВОГАЗ**

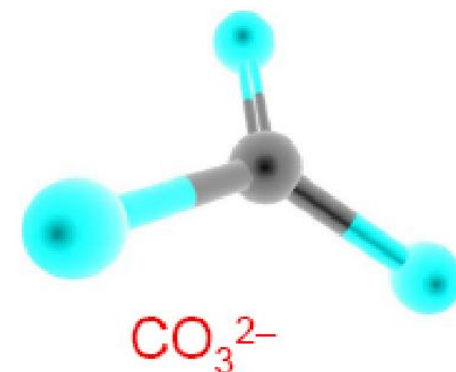
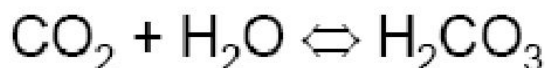


# Свойства CO<sub>2</sub>

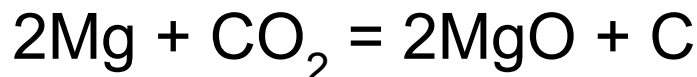
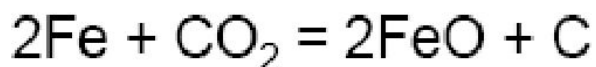
## 1. Получение



## 2. Плохо растворяется в воде, не поддерживает горение



## 3. Окислитель при высокой температуре



# Оксиды Si, Ge, Sn, Pb



т.субл. 1700°C  
коричневый



т.субл. 770°C  
черный



т.пл. 1040°C  
черный



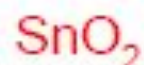
т.пл. 886°C  
красный ( $\alpha$ )  
желтый ( $\beta$ )



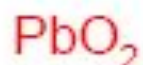
т.пл. 1728°C  
бесцветный  
полиморфен



т.пл. 1116°C  
бесцветный

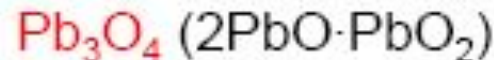


т.пл. 1360°C  
бесцветный

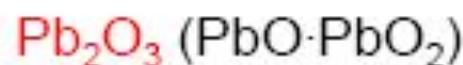


т.пл. 280°C  
(разложение)  
коричневый

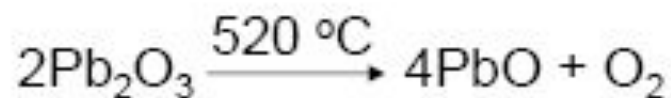
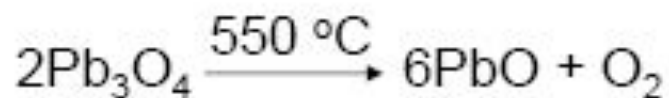
Также известны:



«сурик» - красный



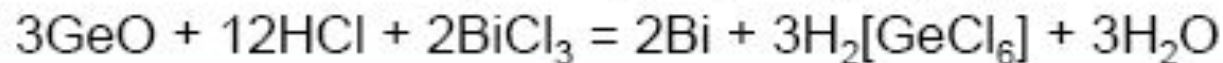
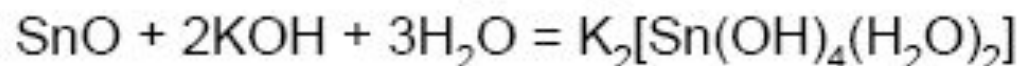
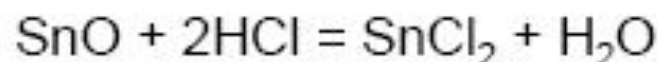
черный ( $\alpha$ ), оранжевый ( $\beta$ )



# СВОЙСТВА ОКСИДОВ Si, Ge, Sn, Pb

1. SiO                      GeO                      SnO                      PbO

увеличение устойчивости  
увеличение основности  
ослабление силы восстановителя

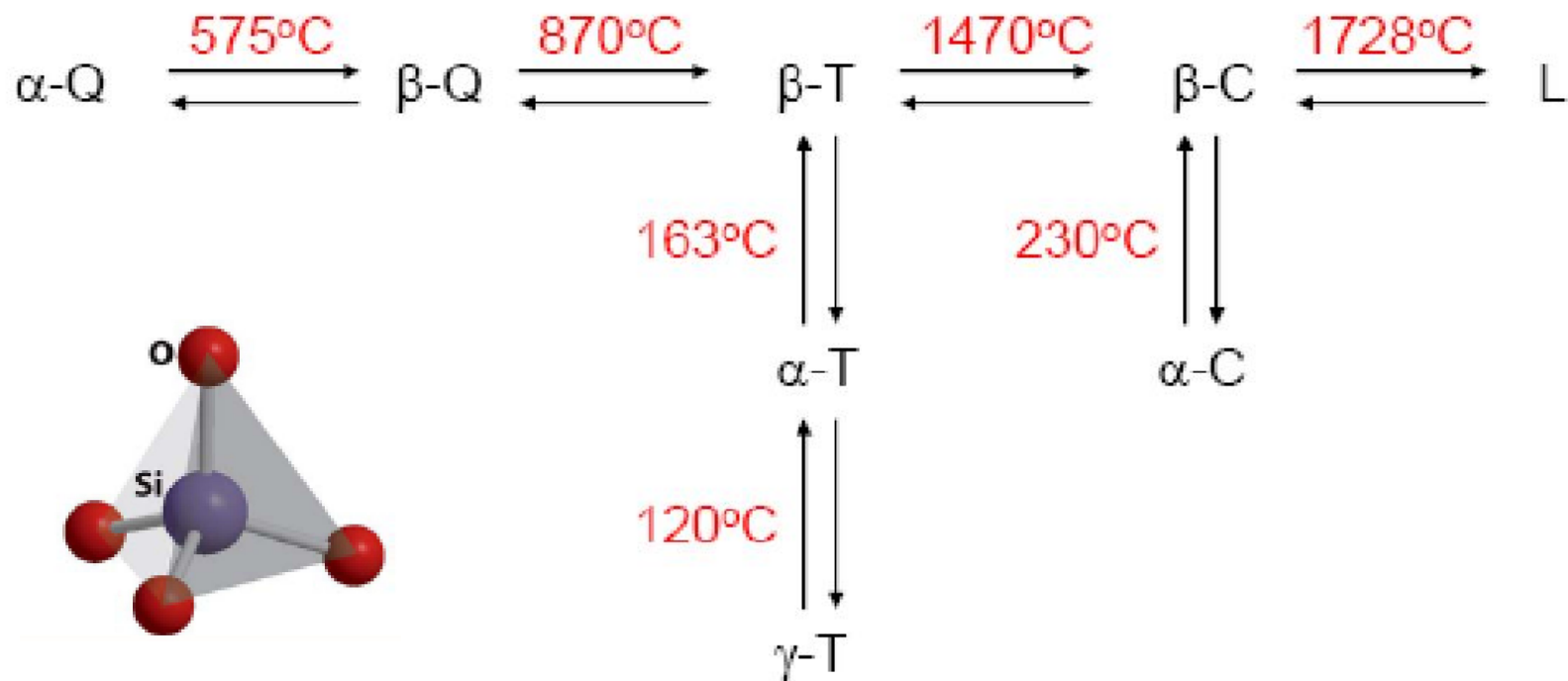


2. SiO<sub>2</sub>                      GeO<sub>2</sub>                      SnO<sub>2</sub>                      PbO<sub>2</sub>

уменьшение устойчивости  
усиление окислительных свойств  
уменьшение кислотности

# Особенности SiO<sub>2</sub>

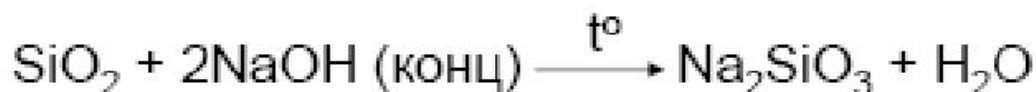
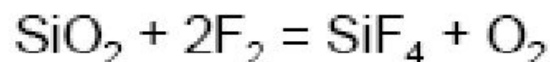
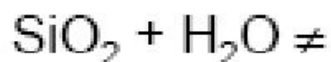
1. Кварц (Q), тридимит (Т), кристобаллит (С)



2. Низкий коэффициент термического расширения  
Высокий пьезоэлектрический коэффициент  $\alpha\text{-Q}$

# Особенности SiO<sub>2</sub>

## 4. Химически инертен



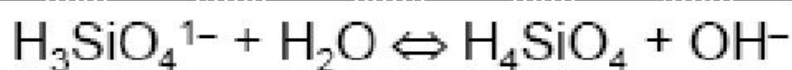
Горячая концентрированная щелочь медленно разъедает стекло

## 5. Ортокремниевая кислота H<sub>4</sub>SiO<sub>4</sub>

растворима в воде, pK<sub>a1</sub> = 9.65

метакремниевая кислота H<sub>2</sub>SiO<sub>3</sub>, не растворяется в воде

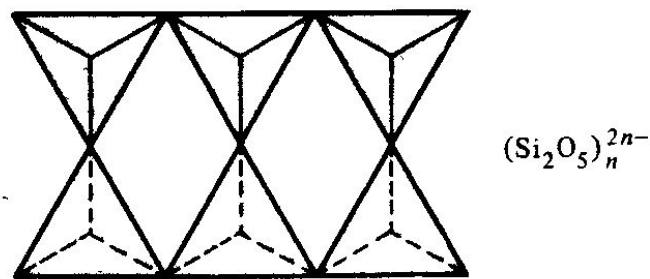
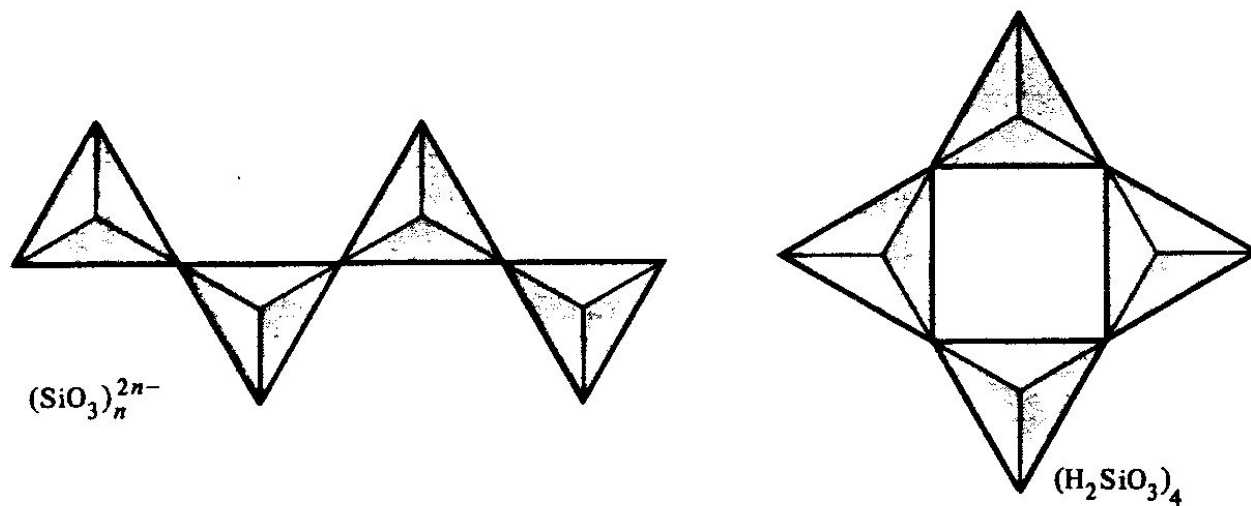
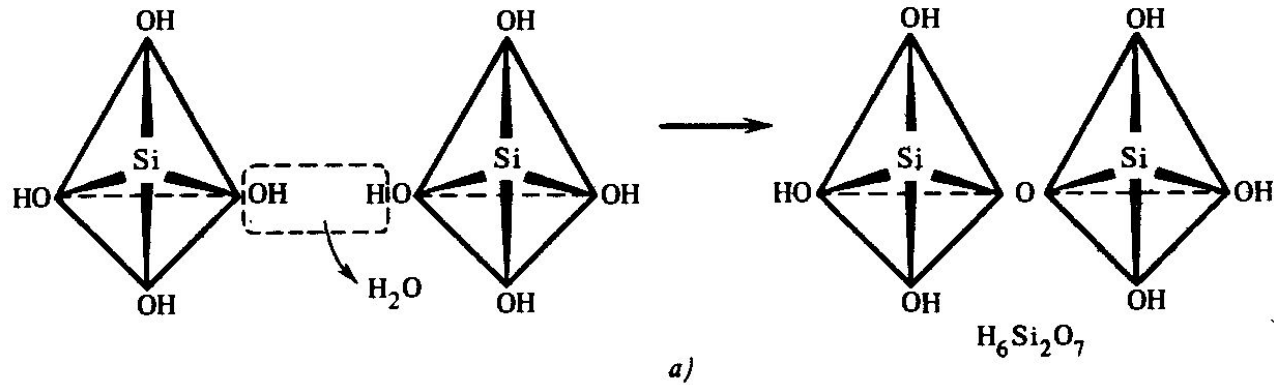
## 6. Силикаты – соли кремниевых кислот, растворимы только Li<sup>+</sup>, Na<sup>+</sup>



Гидролиз,  
«Жидкое стекло»



# ПОЛИМЕРИЗАЦИЯ $\text{H}_4\text{SiO}_4$



б)

## Особенности оксидов Sn, Pb

