



Элементы 14 группы

Неорганическая химия, 1 курс, 2024/2025

Элементы 14 группы

1 2 13 14 15 16 17 18

H							(H)	He
Li	Be		B	C	N	O	F	Ne
Na	Mg		Al	Si	P	S	Cl	Ar
K	Ca	<i>d</i> -block	Ga	Ge	As	Se	Br	Kr
Rb	Sr		In	Sn	Sb	Te	I	Xe
Cs	Ba		Tl	Pb	Bi	Po	At	Rn
Fr	Ra							

C – углерод, **Si** – кремний, **Ge** – германий, **Sn** – олово, **Pb** – свинец

Свойства элементов

	C	Si	Ge	Sn	Pb
Ат. Номер	6	14	32	50	82
Эл. Конф.	2s ² 2p ²	3s ² 3p ²	3d ¹⁰ 4s ² 4p ²	4d ¹⁰ 5s ² 5p ²	4f ¹⁴ 5d ¹⁰ 6s ² 6p ²
Радиус (пм)	77	117	122	140	152
I ₁ (эВ)	11.26	8.15	7.90	7.34	7.42
I ₂ (эВ)	24.38	16.35	15.93	14.63	15.03
I ₄ (эВ)	64.49	45.14	45.71	40.73	42.32
A _e (эВ)	1.26	1.38	1.2	1.2	—
χ ^P	2.6	1.9	2.0	1.8	1.9
χ ^{AR}	2.50	1.74	2.02	1.72	1.55
C.O.	-4,0,2,4	-4,0,(2),4	(-4),0,2,4	0,2,4	0,2,(4)

Свойства элементов

C

Si

Ge

Sn

Pb

Ат. Номер

6

14

32

50

82

Эл. Конф.

$2s^2 2p^2$

$3s^2 3p^2$

$3d^{10} 4s^2 4p^2$

$4d^{10} 5s^2 5p^2$

$4f^{14} 5d^{10} 6s^2 6p^2$

Радиус (пм)

77

117

122

140

152

I_1 (эВ)

11.26

8.15

7.90

7.34

7.42

I_2 (эВ)

I_4 (эВ)

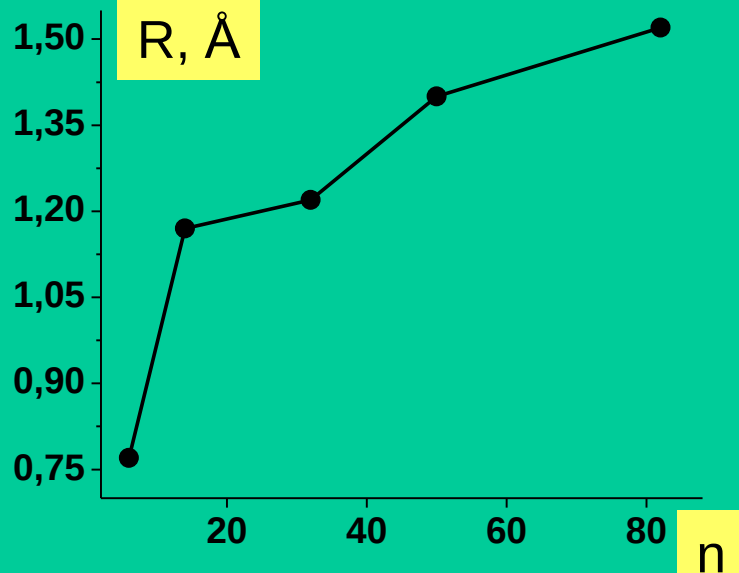
A_e (эВ)

χ^P

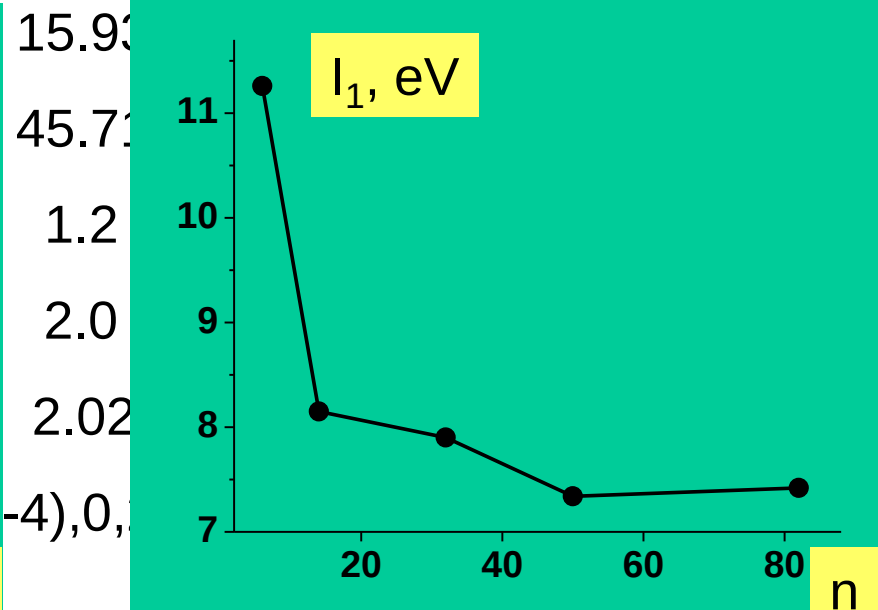
χ^{AR}

C.C.

R, Å



I_1 , eV

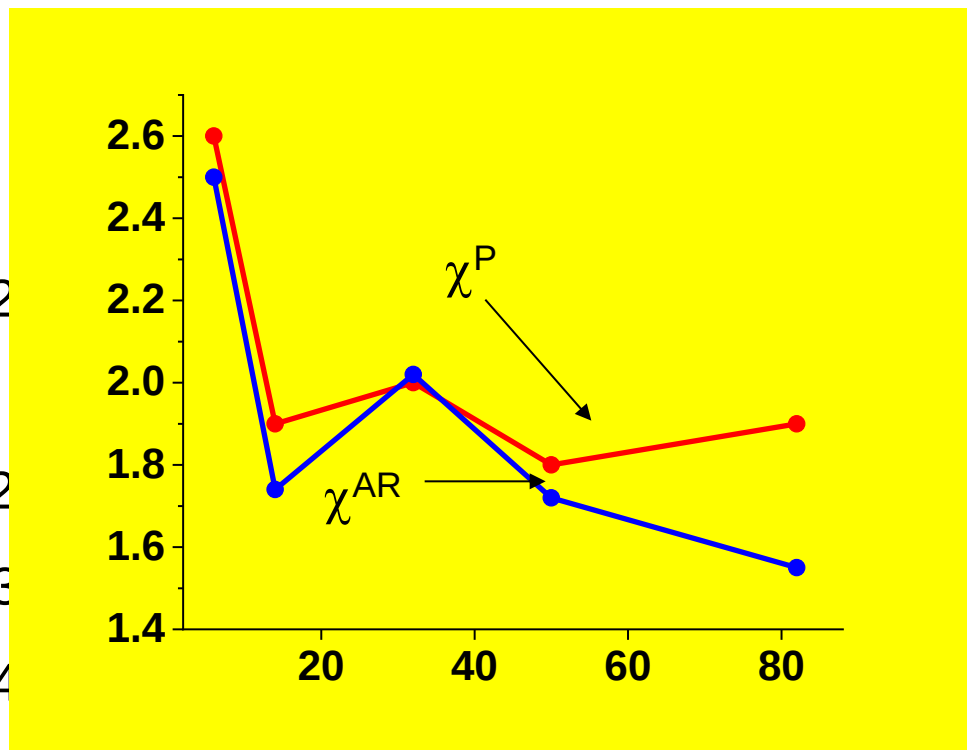


Свойства элементов

	C	Si	Ge	Sn	Pb
Ат. Номер	6	14	32	50	82
Эл. Конф.	2s ² 2p ²	3s ² 3p ²	3d ¹⁰ 4s ² 4p ²	4d ¹⁰ 5s ² 5p ²	4f ¹⁴ 5d ¹⁰ 6s ² 6p ²
Радиус (пм)	77	117	122	140	152
I ₁ (эВ)	11.26	8.15	7.90	7.34	7.42
I ₂ (эВ)	24.38	16.35	15.93	14.63	15.03
I ₄ (эВ)	64.49	45.14	45.71	40.73	42.32
A _e (эВ)	1.26	1.38	1.2	1.2	—
χ ^P	2.6	1.9	2.0	1.8	1.9
χ ^{AR}	2.50	1.74	2.02	1.72	1.55
C.O.	-4,0,2,4	-4,0,(2),4	(-4),0,2,4	0,2,4	0,2,(4)

Свойства элементов

Ат. Номер 6
Эл. Конф. $2s^2 2p^2$
Радиус (пм) 77
 I_1 (эВ) 11.2
 I_2 (эВ) 24.3
 I_4 (эВ) 64.4
 A_e (эВ) 1.26



Pb
82
 $4f^{14} 5d^{10} 6s^2 6p^2$
152
7.42
15.03
42.32

χ^P 1.38 1.2 1.2
 χ^{AR} 1.38 1.2 1.2
C.O. -4,0,2,4 -4,0,(2),4 (-4),0,2,4 0,2,4

—
1.9
1.55
0,2,(4)

Свойства простых веществ

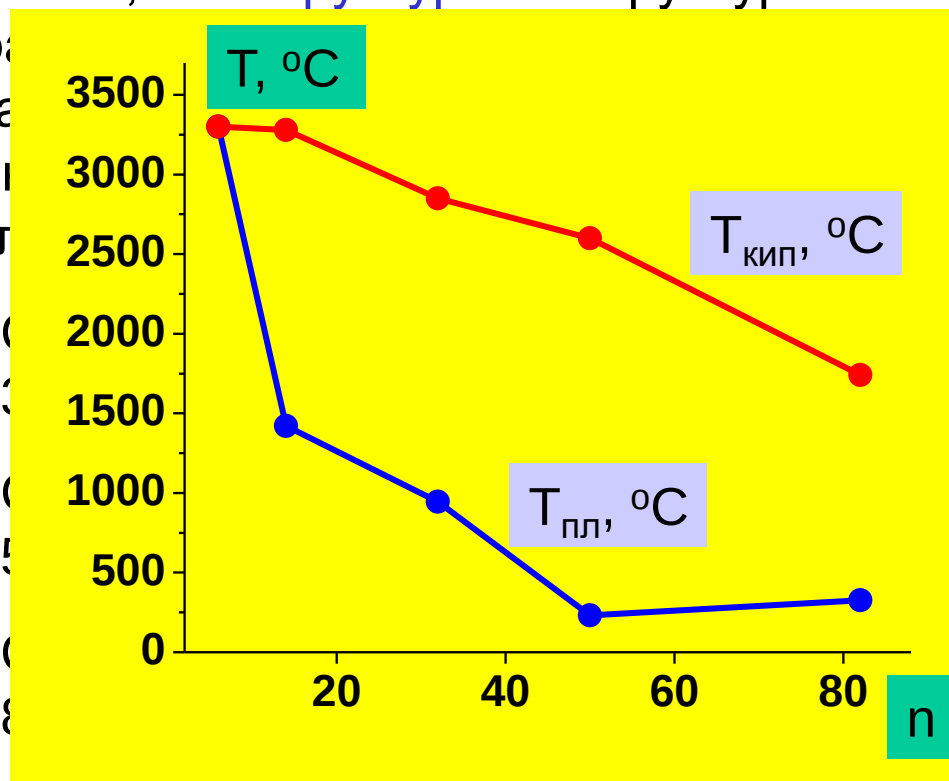
	C	Si	Ge	Sn	Pb
Т.пл. (°C)	3300(субл.)	1420	945	232	327
Т.кип. (°C)	—	3280	2850	2600	1740
Аллотропия	алмаз, графит, карбин, лонсдейлит, фуллерены	структура алмаза	структура алмаза	белое (металл) серое (структура алмаза)	металл к.ч.=14
$\Delta G_{\text{св}}$ кДж/моль	C—C 346	Si—Si 236	Ge—Ge 186	Sn—Sn 151	Pb—Pb 92
	C=C 598	Si=Si 310	Ge=Ge 270	Sn=Sn 190	
	C≡C 813				
E_g (эВ)	5.97 (алмаз)	1.12	0.66	0.08 (серое)	0

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, структура структура белое металл
 графит (металл) к.ч.=14
 карбин серое
 лонсдейт структура
 фуллерен (алмаза)

$\Delta G_{\text{св}}$
 кДж/моль



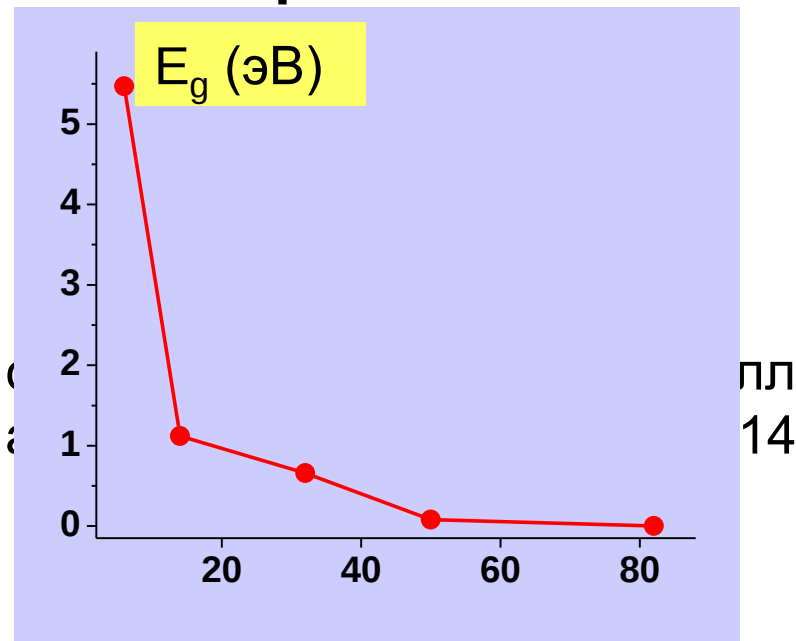
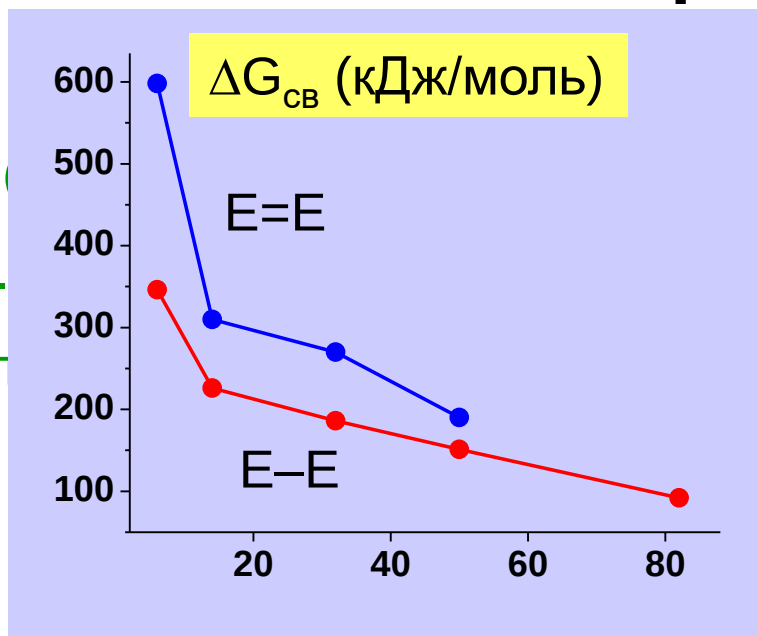
E_g (эВ) 5.97 (алмаз) 1.12 0.66 0.08 (серое) 0

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
$\Delta G_{\text{св}}$ кДж/моль	C—C 346	Si—Si 236	Ge—Ge 186	Sn—Sn 151	Pb—Pb 92
	C=C 598	Si=Si 310	Ge=Ge 270	Sn=Sn 190	
	C≡C 813				
E_g (эВ)	5.97 (алмаз)	1.12	0.66	0.08 (серое)	0

Свойства простых веществ

Т.пл. (°C)
Т.кип. (°C)
Аллотропия



$\Delta G_{\text{св}}$ кДж/моль	C—C 346	Si—Si 236	Ge—Ge 186	Sn—Sn 151	Pb—Pb 92
	C=C 598	Si=Si 310	Ge=Ge 270	Sn=Sn 190	
	C≡C 813				
E_g (эВ)	5.97 (алмаз)	1.12	0.66	0.08 (серое)	0

Свойства простых веществ

C

Si

Ge

Sn

Pb

Т.пл. (°C)

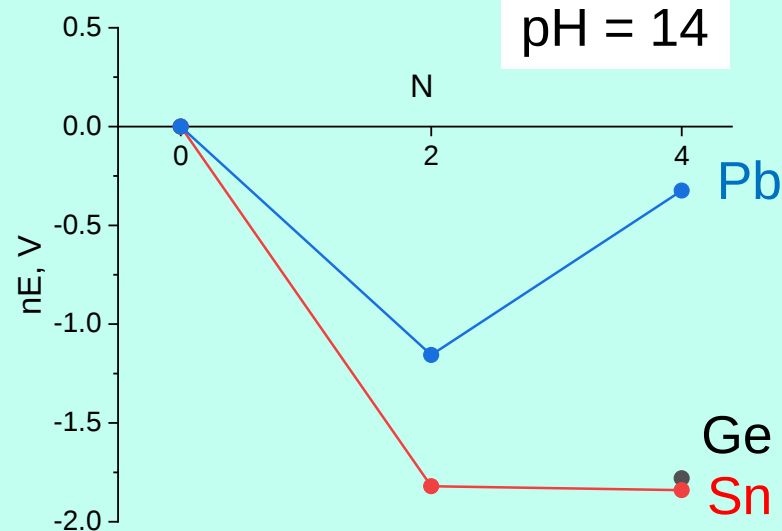
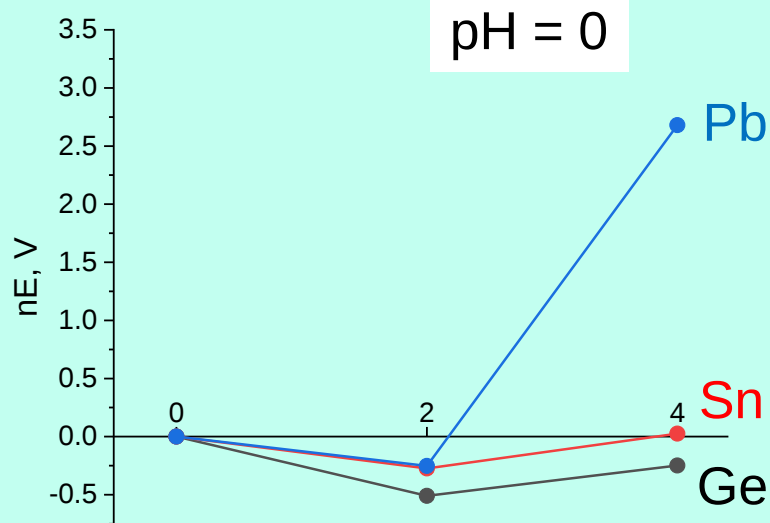
3300(субл.)

1420

945

232

327



N

598

310

270

190

$C \equiv C$

813

E_g (эВ)

5.97 (алмаз)

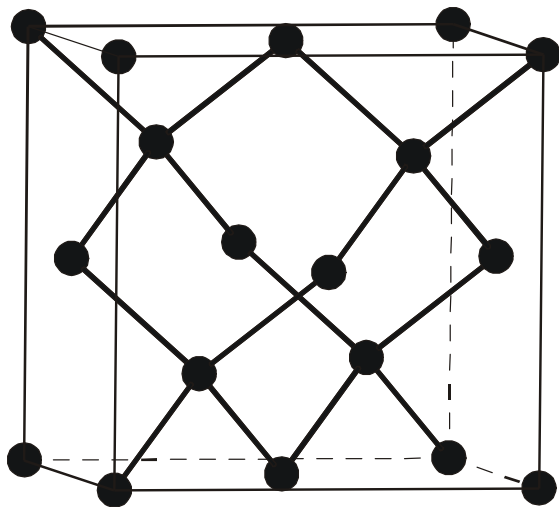
1.12

0.66

0.08 (серое)

0

Аллотропия углерода



Алмаз

sp^3

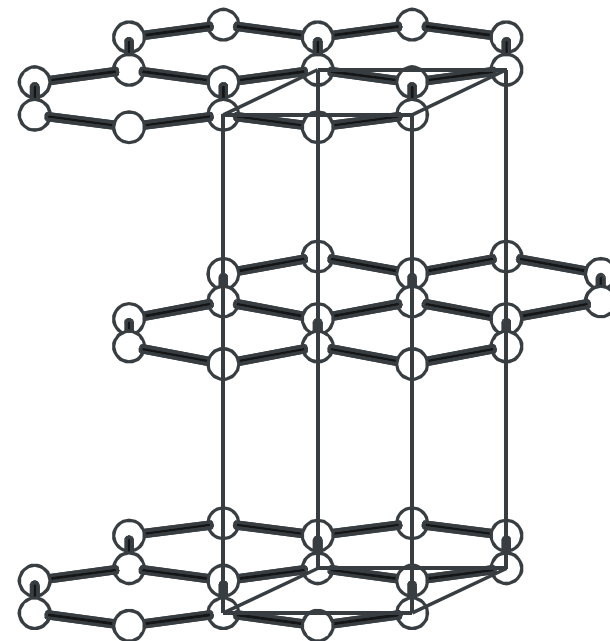
$d = 154 \text{ пм}$



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

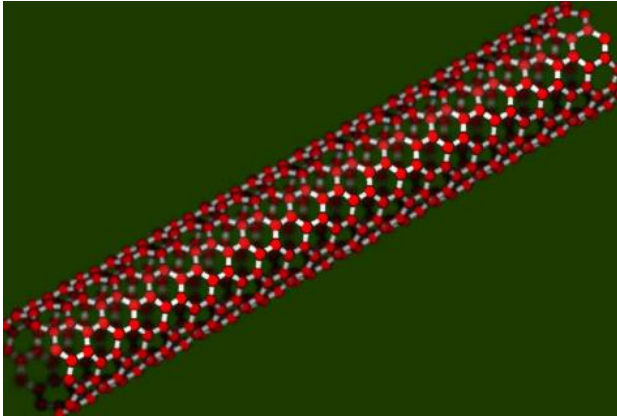
умеренно твердый

растворим в орг.
растворителях

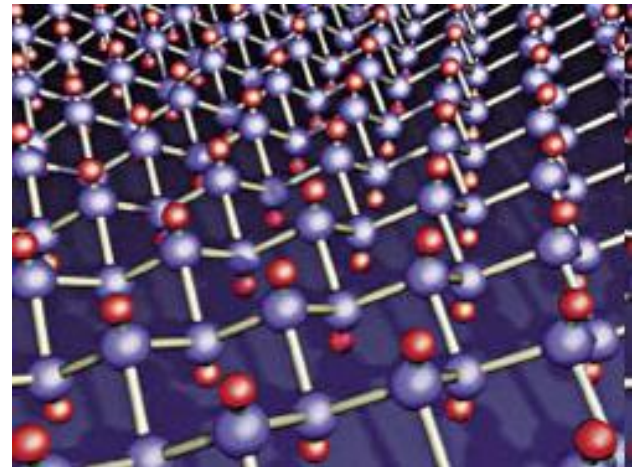
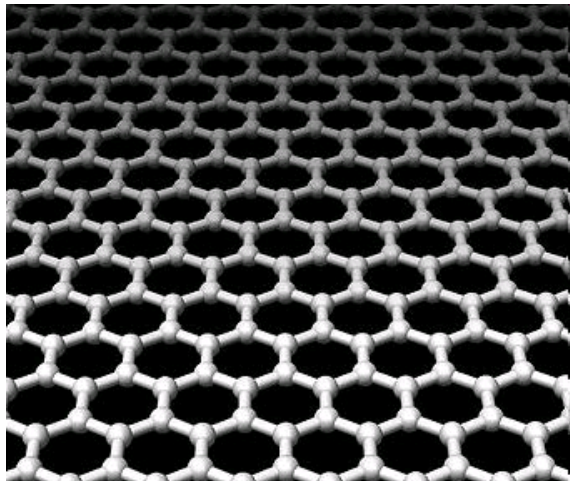
с F_2 образует
фторофуллерены

образует фуллериды

Новые формы углерода



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



+H₂
→
плазма

Графен –
один слой графита

Графен –
гидрированный графен

Новые формы углерода

Нобелевская премия по физике 2010 года



Андрей Гейм

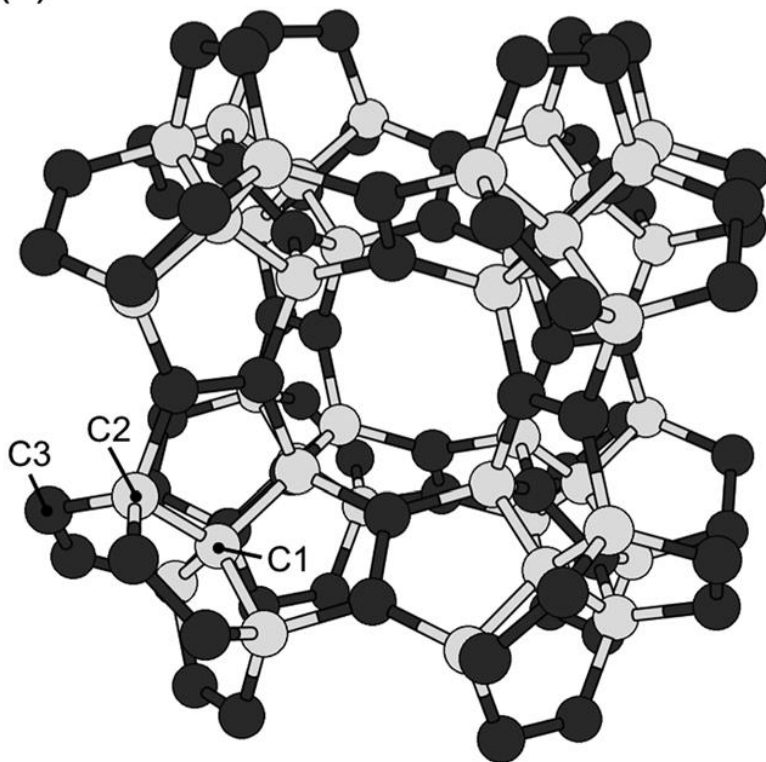


Константин Новоселов

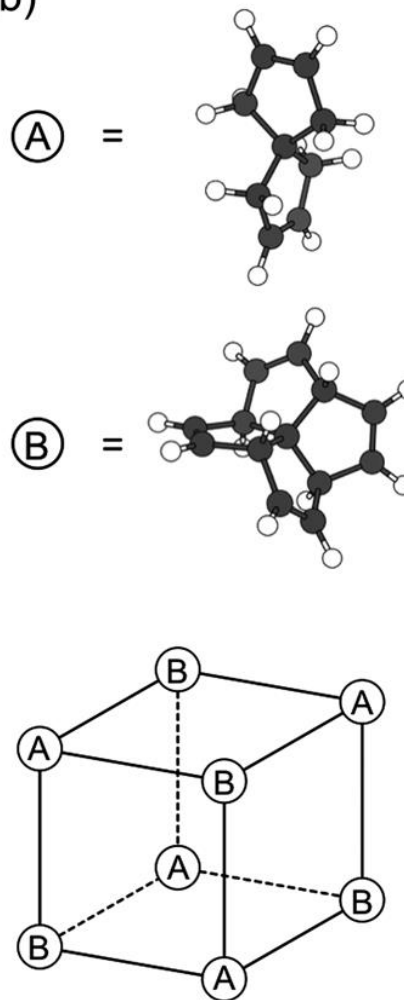
*«за новаторские эксперименты
с двумерным материалом – графеном»*

Новые формы углерода

(a)



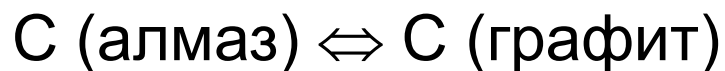
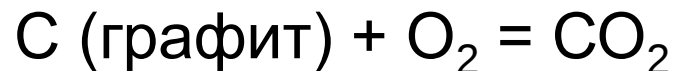
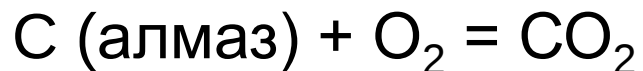
(b)



Пента-диамант –
сочетание sp^3 и sp^2 -гибридных атомов углерода

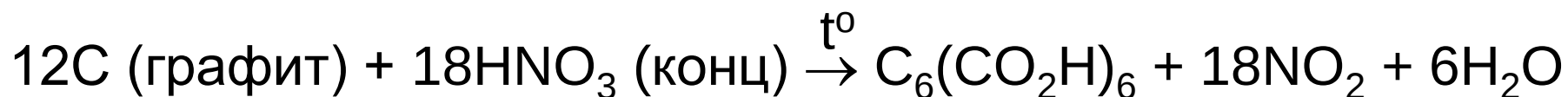
Свойства углерода

1. Горение

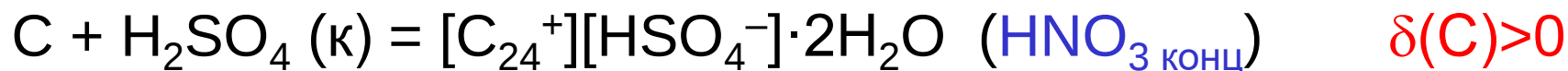


$$\Delta_{\text{ф.п}} G^0_{298} = -2.8 \text{ кДж/моль}$$

2. Окисление графита



3. Интеркалирование графита



Интеркалирование графита

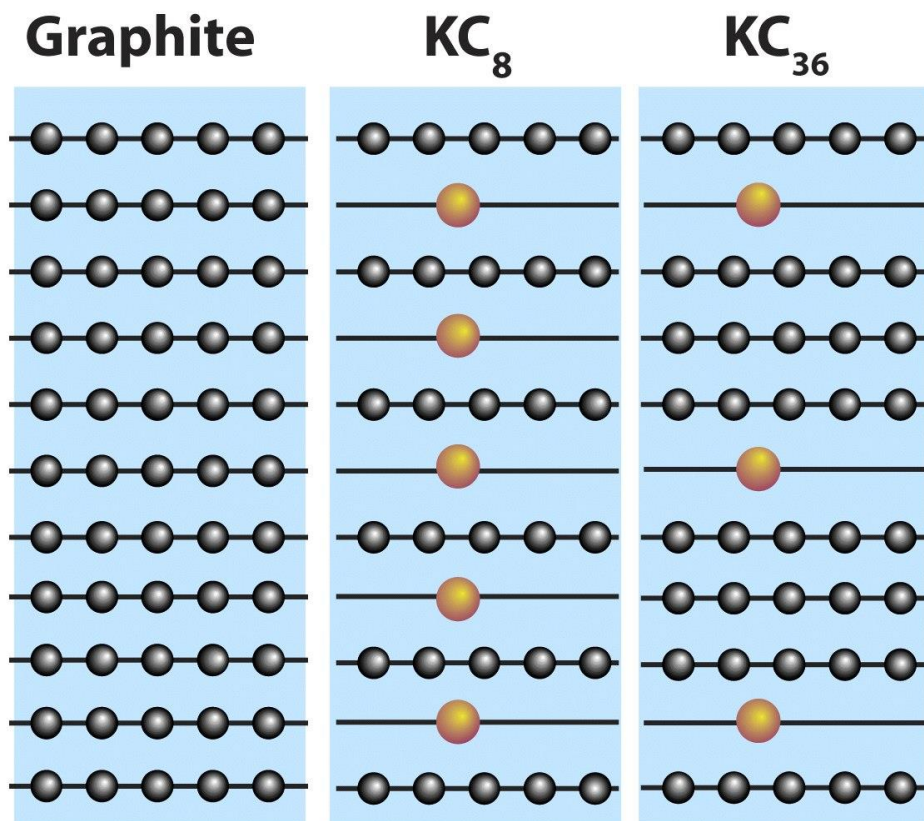


Figure 13-3
Shriver & Atkins Inorganic Chemistry, Fourth Edition
© 2006 by D. F. Shriver, P. W. Atkins, T. L. Overton, J. P. Rourke, M. T. Weller, and F. A. Armstrong

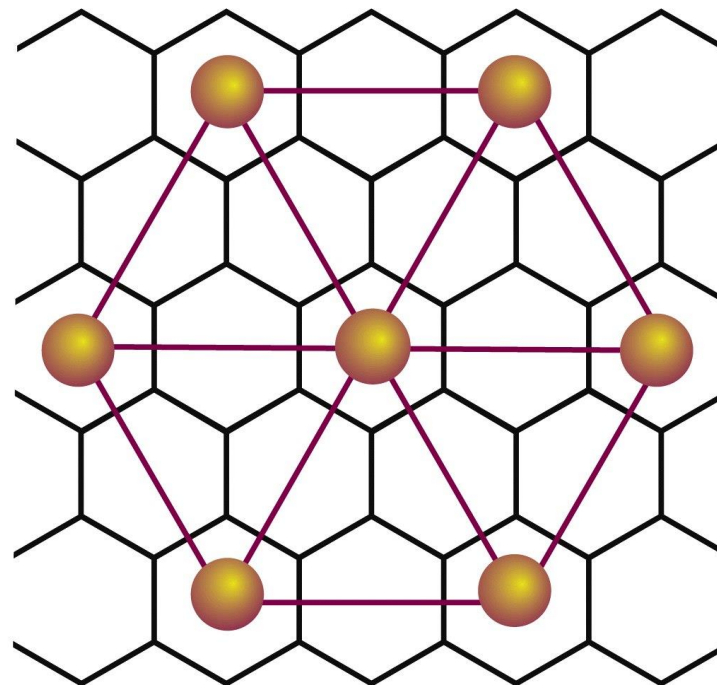
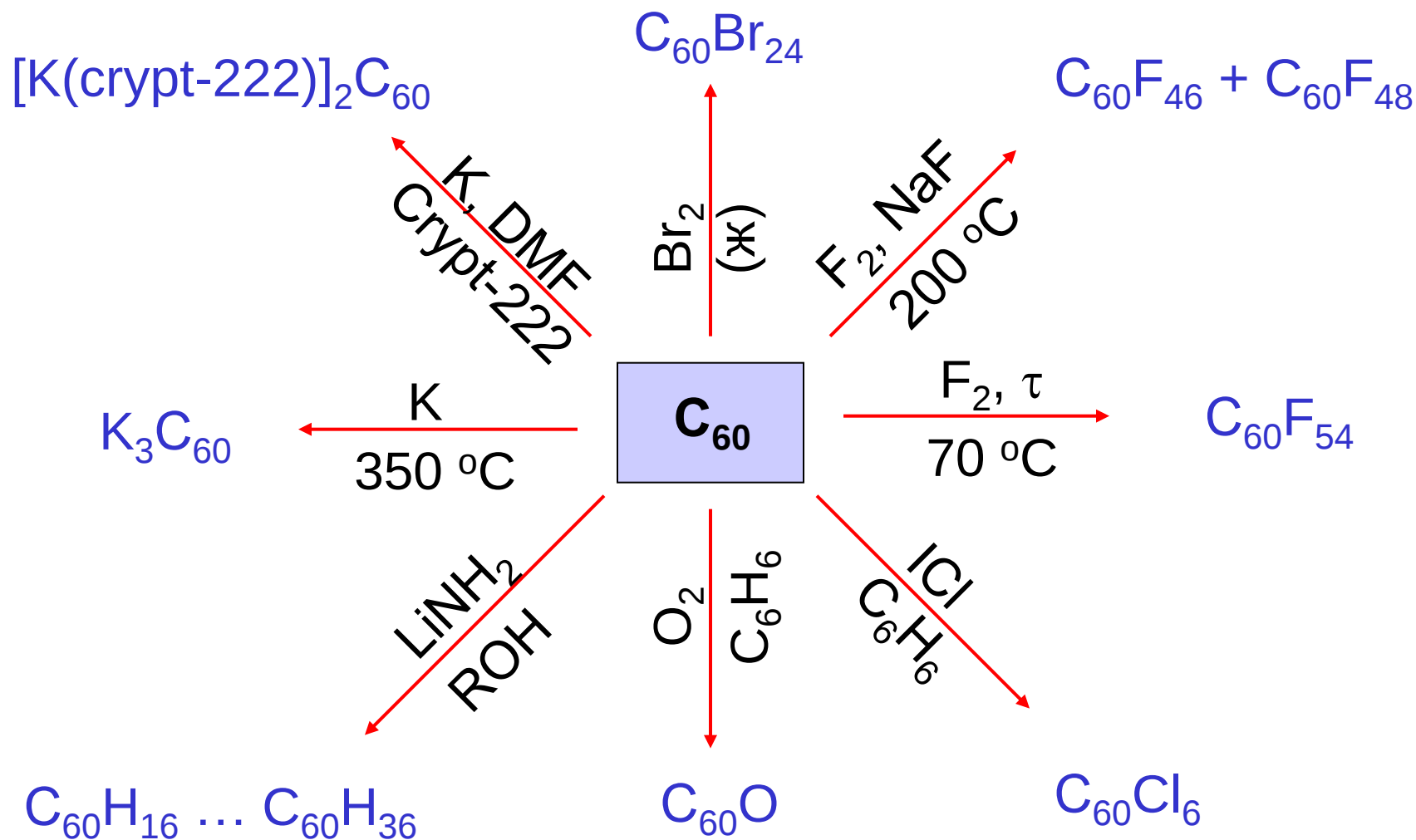
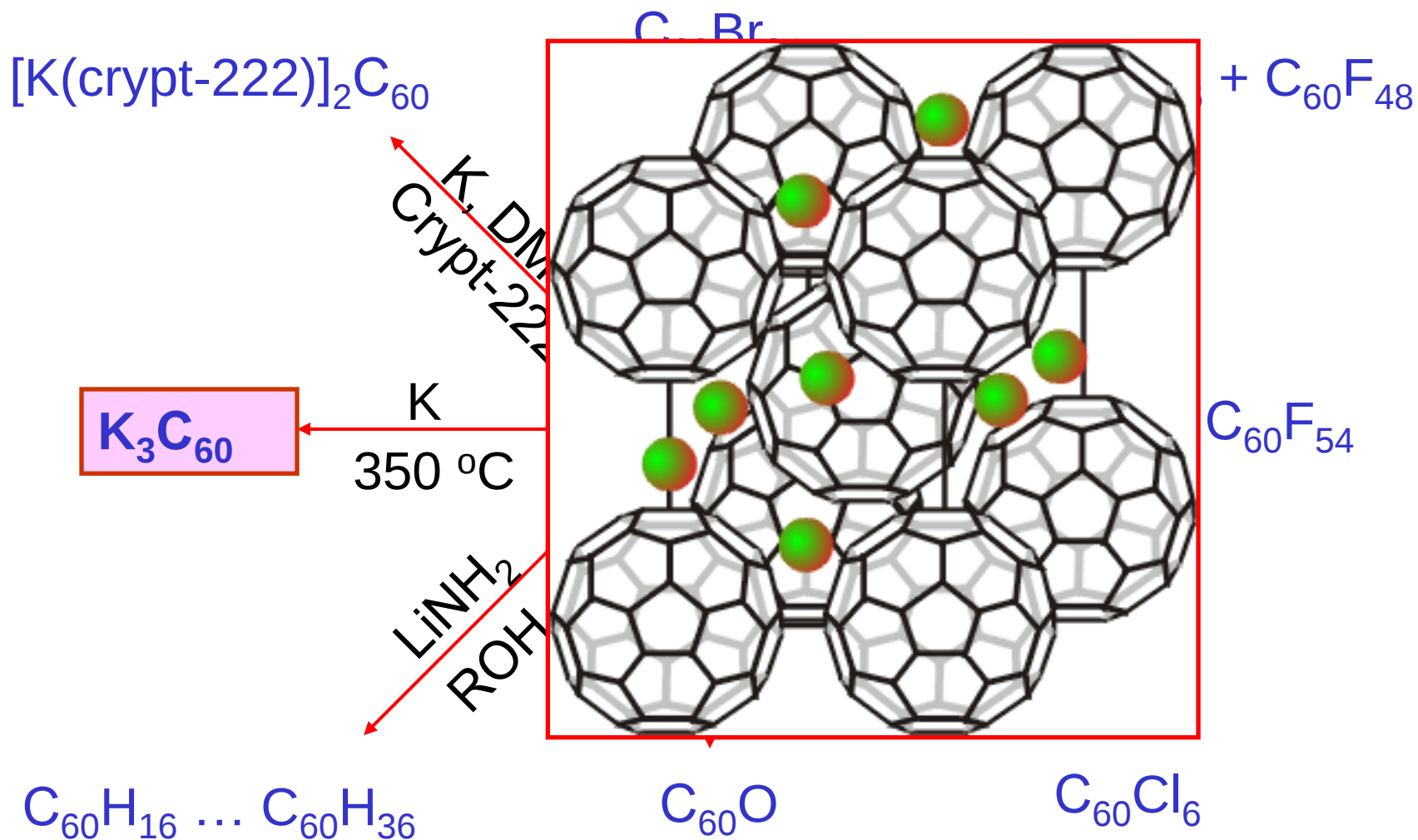


Figure 13-12
Shriver & Atkins Inorganic Chemistry, Fourth Edition
© 2006 by D. F. Shriver, P. W. Atkins, T. L. Overton, J. P. Rourke, M. T. Weller, and F. A. Armstrong

Свойства фуллерена C₆₀



Свойства фуллерена C_{60}

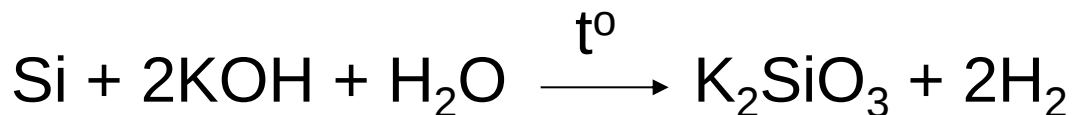


Свойства кремния

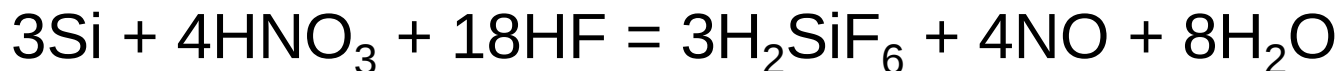
1. Si имеет бóльшую реакционную способность, чем C



2. Si растворяется в щелочах, но не в кислотах



3. Si окисляется в присутствии F^-

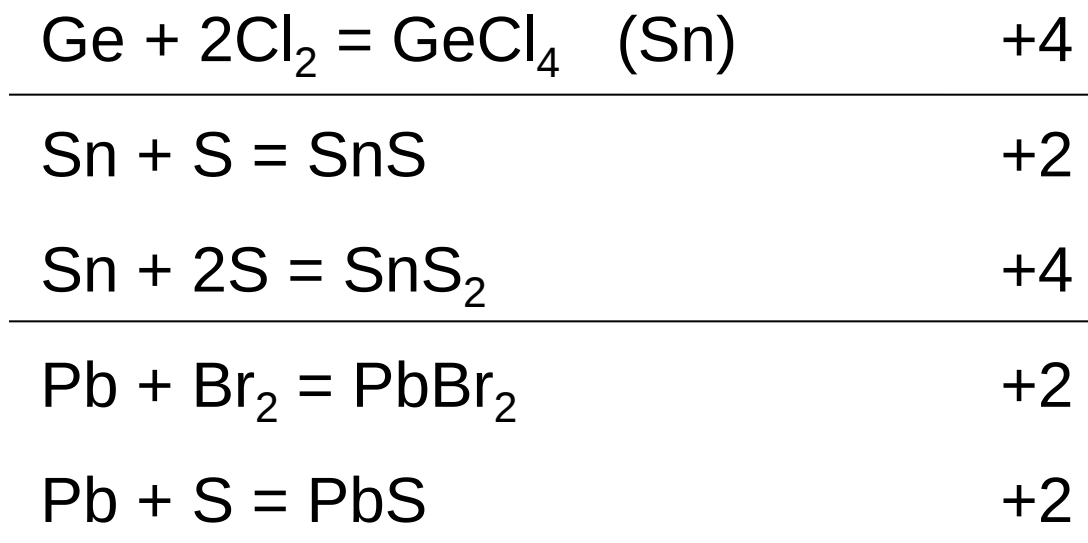


4. Si реагирует с Br_2 , I_2 , S, P, N, B при нагревании

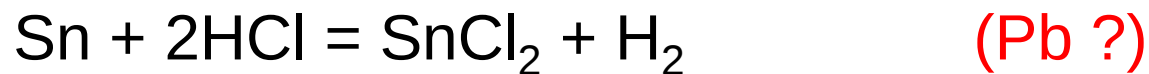


Свойства Ge, Sn, Pb

1. Реагируют при нагревании с галогенами, кислородом, серой



2. Sn, Pb растворимы в кислотах

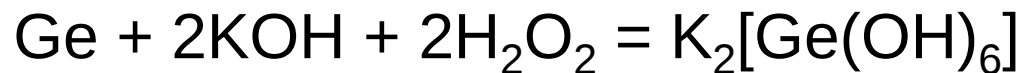
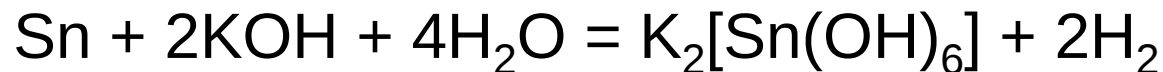


Свойства Ge, Sn, Pb

3. Ge, Sn, Pb окисляются кислотами-окислителями



4. Ge, Sn растворимы в щелочах при нагревании

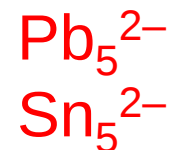
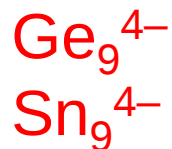
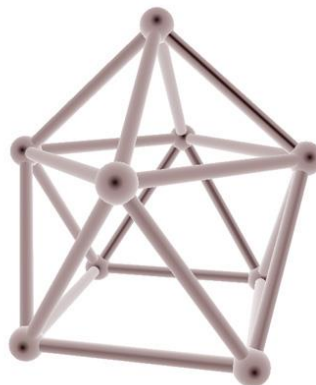
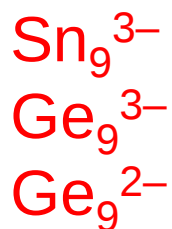
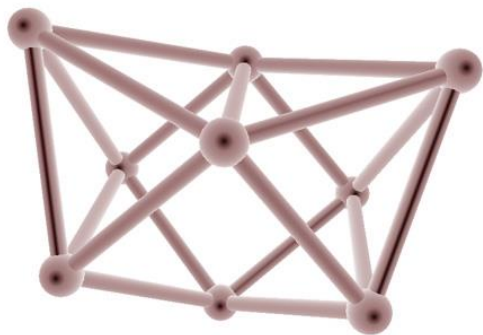
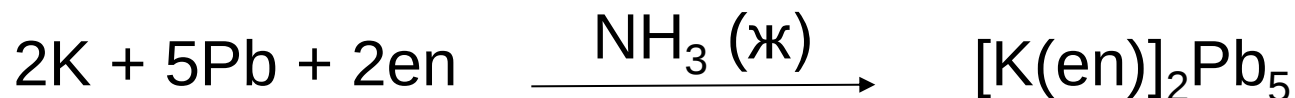


5. Ge, Sn реагируют с растворами галогенов в неполярных растворителях



Свойства Ge, Sn, Pb

6. Ge, Sn, Pb реагируют с растворами щелочных металлов в NH_3



Анионы Цинтля

Свойства Ge, Sn, Pb

6. Ge, Sn, Pb реагируют с растворами щелочных металлов в NH_3

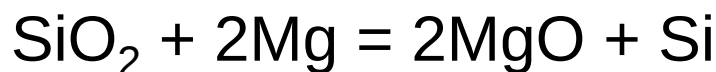
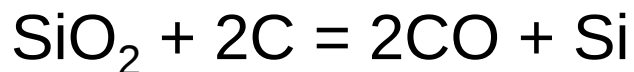


Анионы Цинтля

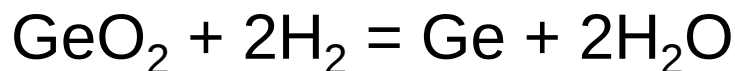
Получение C, Si, Ge, Sn, Pb

1. C добывают в виде угля, графита и алмазов

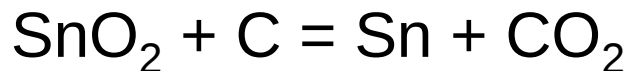
2. Si – из песка и силикатов



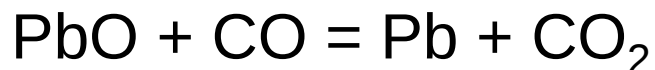
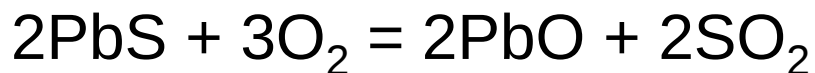
3. Ge – из обогащенных отходов производства Zn, Ni



4. Sn – из минерала касситерита



5. Pb – из сульфидных минералов (PbS – галенит)



Применение С

Алмаз: украшения, абразивы, резцы



Графит: смазка, электроды, тугоплавкие материалы, замедлители нейтронов, покрытия, пенографит ($d \sim 1 \text{ г/см}^3$)



Сажа: краски, резина

Активированный уголь: адсорбент, в медицине

Волокна: усилители полимеров

Применение Si, Ge, Sn, Pb

Si: полупроводники, фотовольтаики, преобразователи солнечной энергии, силиконы

SiO₂: оптика, стекло, пьезодатчики, сенсоры, катализ, искусственные цеолиты

Ge: полупроводники, ИК-оптика

Sn: покрытия, производство сплавов (бронза, припой), аналитические цели, полупроводники

SnO₂: пигмент, сенсоры, прозрачные проводники

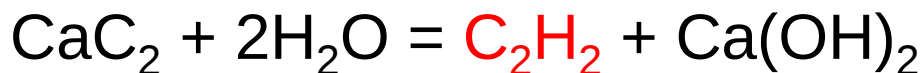
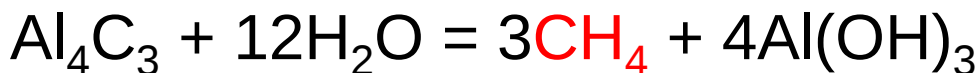
Pb: пигменты, свинцовые аккумуляторы

Гидриды C, Si, Ge, Sn, Pb

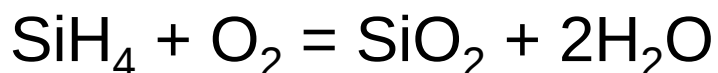
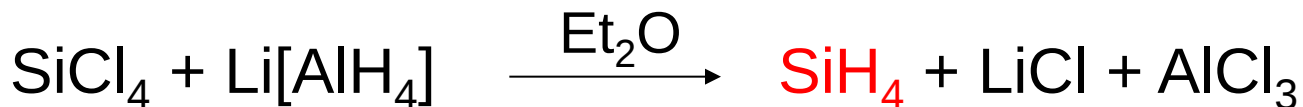
1. $\text{CH}_4, \text{C}_2\text{H}_6, \dots$ sp^3 $d = 154 \text{ пм}$ $E = 346 \text{ кДж/моль}$

$\text{C}_2\text{H}_4, \dots$ sp^2 $d = 135 \text{ пм}$ $E = 598 \text{ кДж/моль}$

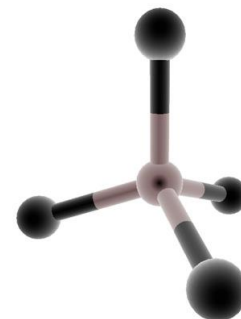
$\text{C}_2\text{H}_2, \dots$ sp $d = 120 \text{ пм}$ $E = 813 \text{ кДж/моль}$



2. $\text{Mg}_2\text{Si} + 4\text{H}_2\text{O} = \text{SiH}_4 + 2\text{Mg}(\text{OH})_2$ (кат. H^+)



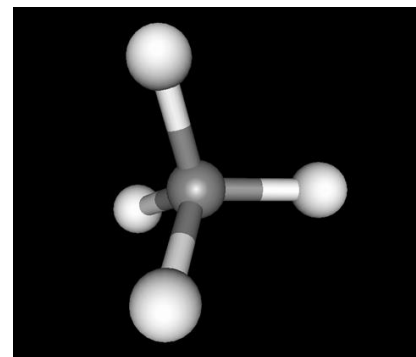
SiH_4



Гидриды C, Si, Ge, Sn, Pb

3. GeH_4 , SnH_4 , PbH_4 неустойчивы

4.



Уменьшение устойчивости

Увеличение полярности связи

Увеличение т.пл. и т.кип.

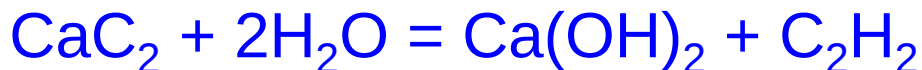
Карбиды

Li	Be		ионные		металлоидные	B	!	N	O	F	
Na	Mg		металлические		неизвестны	Al	Si	P	S	Cl	
			молекулярные								

K	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni								As	Se	Br	
Rb	Sr	La Lu	Zr	Nb	Mo	Tc	Ru												I	
Cs	Ba	Ac Lr	Hf	Ta	W	Re	Os													
La Ce Pr Nd Pm Sm Eu Gd Tb Dy Ho Er Tm Yb Lu																				

Карбиды

1. Карбиды активных металлов реагируют с водой



2. Карбиды ранних переходных металлов, кремния, бора обладают высокой твердостью

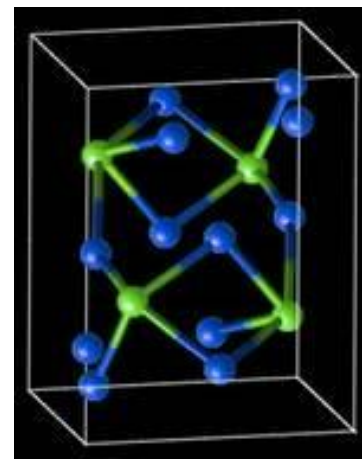
(ковалентные карбиды)



3. Ковалентные карбиды химически инертны

4. Fe_3C – цементит, составная часть чугуна

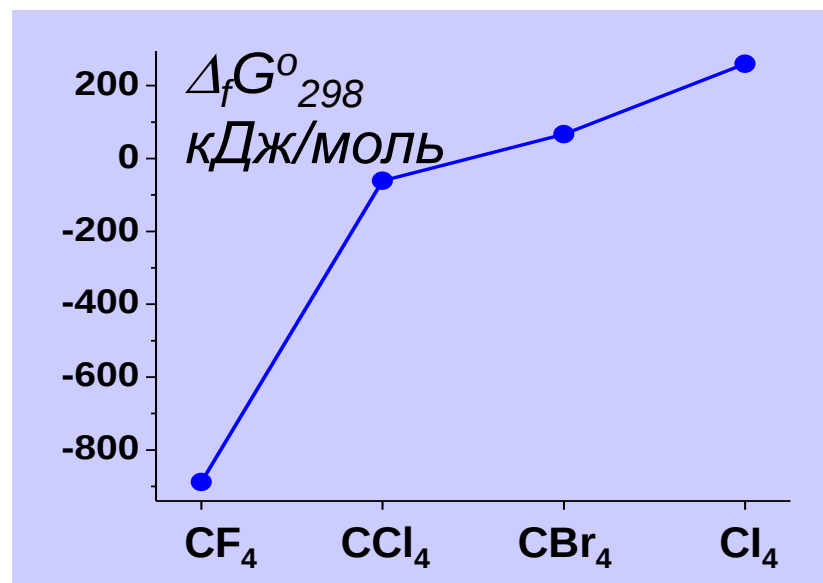
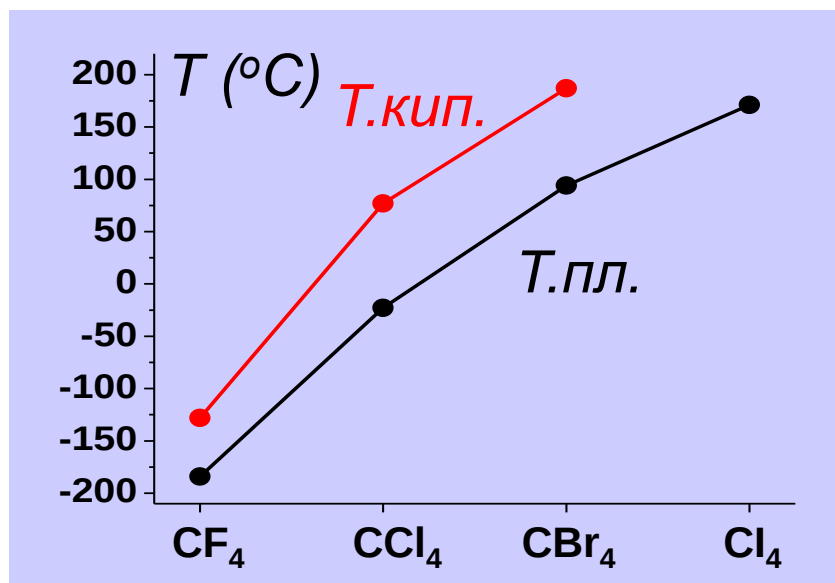
т.пл. 1700 °C



Fe_3C

Галогениды углерода

	CF_4	CCl_4	CBr_4	Cl_4
Т.пл., °C	-184	-23	94	171 (разл.)
Т.кип., °C	-128	77	187	—
$d(\text{C-X})$, пм	136	176	194	215
$\Delta_f G^\circ_{298}$ кДж/моль	-888	-61	67	260



Галогениды углерода



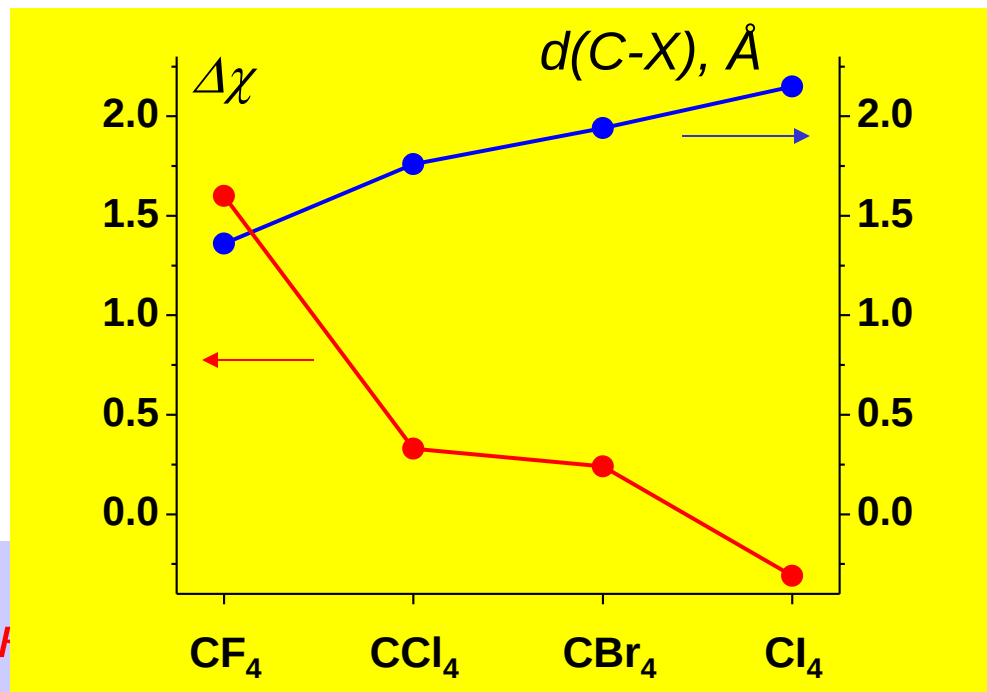
Т.пл., °С

Т.кип., °С

$d(\text{C-X})$, пм

$\Delta_f G^\circ_{298}$

кДж/моль

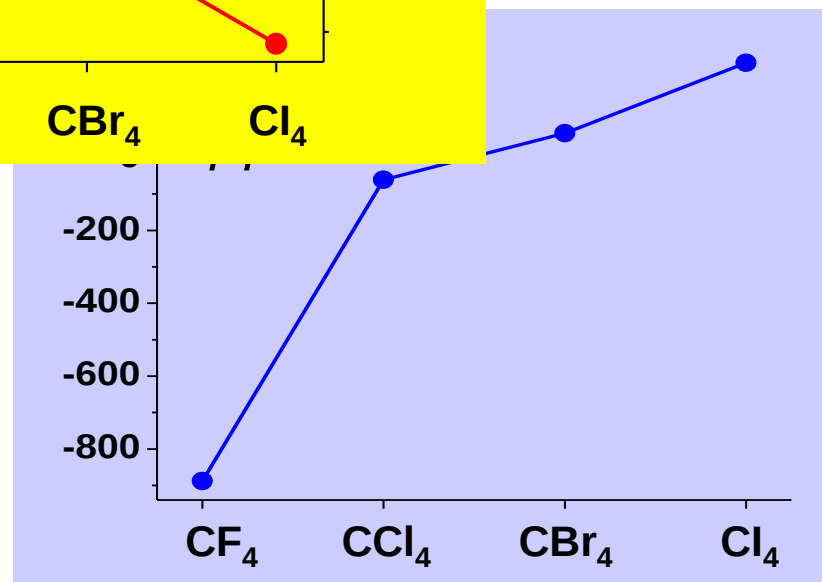
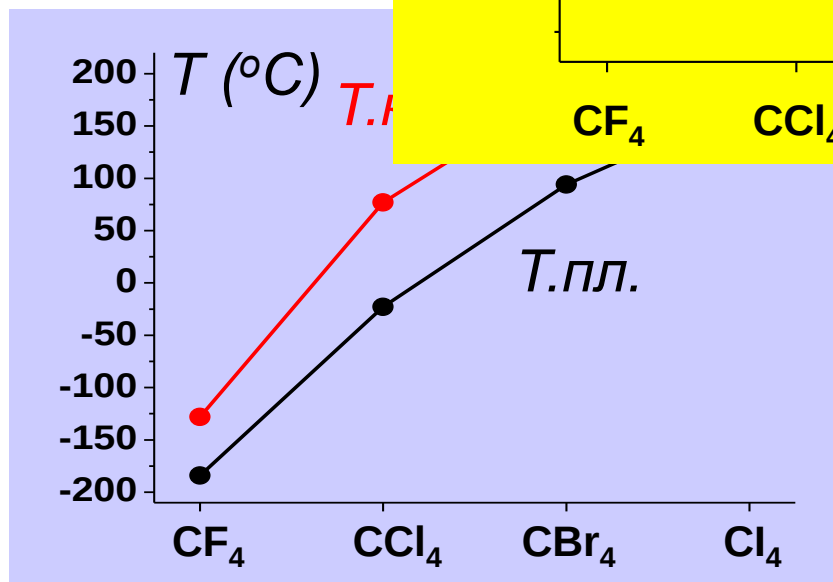


171
(разл)

—

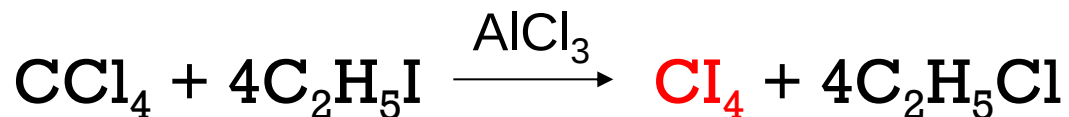
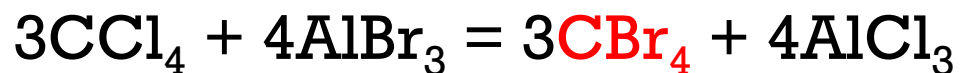
215

260



Галогениды углерода

Получение:



Свойства:

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

Галогениды углерода

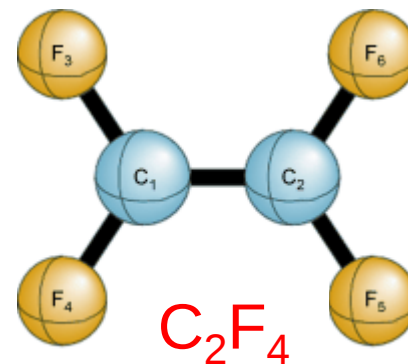
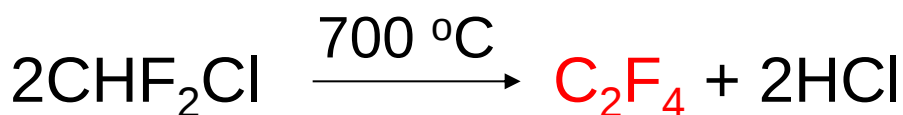
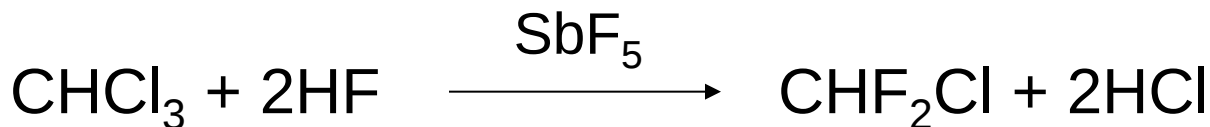
4. CCl_4 – хлорирующий агент



5. Смешанные галогениды



6. Известен фторид C_2F_4



Тетрагалогениды Si, Ge, Sn, Pb

SiF_4 т.субл. -95°C	GeF_4 т.субл. -37°C	SnF_4 т.пл. 705°C полимер	PbF_4 т.пл. 600°C полимер
SiCl_4 т.пл. -68°C т.кип. 57°C	GeCl_4 т.пл. -50°C т.кип. 83°C	SnCl_4 т.пл. -36°C т.кип. 114°C	PbCl_4 т.пл. -15°C желтый
SiBr_4 т.пл. 5°C т.кип. 153°C	GeBr_4 т.пл. 26°C т.кип. 187°C	SnBr_4 т.пл. 33°C т.кип. 203°C желтый	—
SiI_4 т.пл. 122°C т.кип. 290°C	GeI_4 т.пл. 146°C т.кип. 377°C оранжевый	SnI_4 т.пл. 146°C т.кип. 346°C оранжевый	—

Тетрагалогениды Si, Ge, Sn, Pb

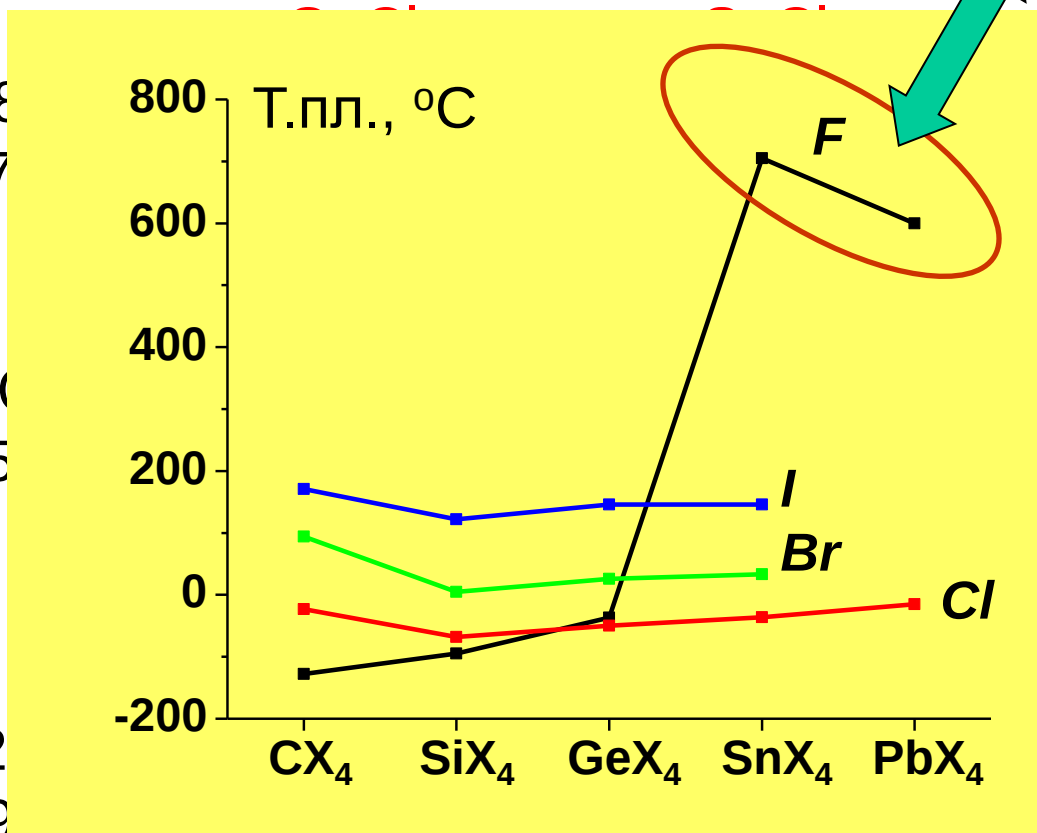
SiF_4	GeF_4	SnF_4	PbF_4
т.субл. -95°C	т.субл. -37°C	т.пл. 705°C полимер	т.пл. 600°C полимер

SiCl_4
т.пл. -68°C
т.кип. 57°C

SiBr_4
т.пл. 5°C
т.кип. 150°C

SiI_4
т.пл. 120°C
т.кип. 290°C

PbCl_4
т.пл. -15°C
желтый

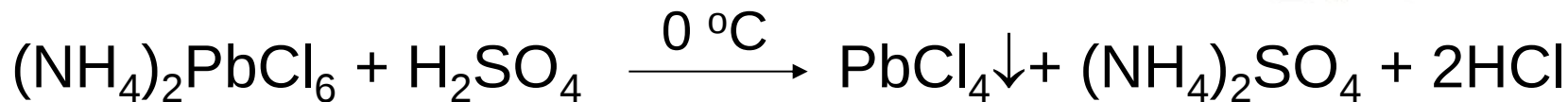
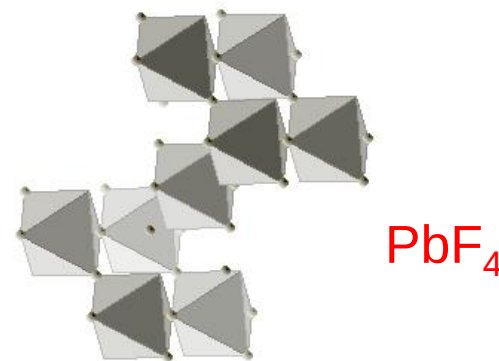
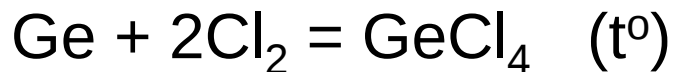


оранжевый

оранжевый

Тетрагалогениды Si, Ge, Sn, Pb

1. Все EX_4 (кроме $PbCl_4$) получают прямым галогенированием



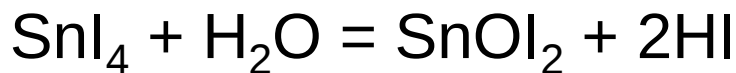
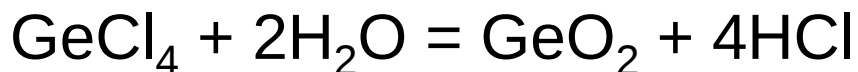
2. Все EX_4 (кроме $SiCl_4$, $SiBr_4$, SiI_4) легко присоединяют X^-



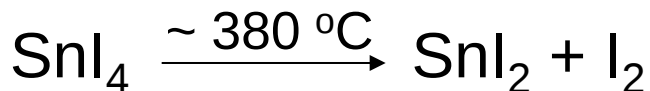
3. Все EX_4 (кроме SnF_4 , PbF_4) растворимы в органических растворителях, SnF_4 , PbF_4 имеют полимерное строение

Тетрагалогениды Si, Ge, Sn, Pb

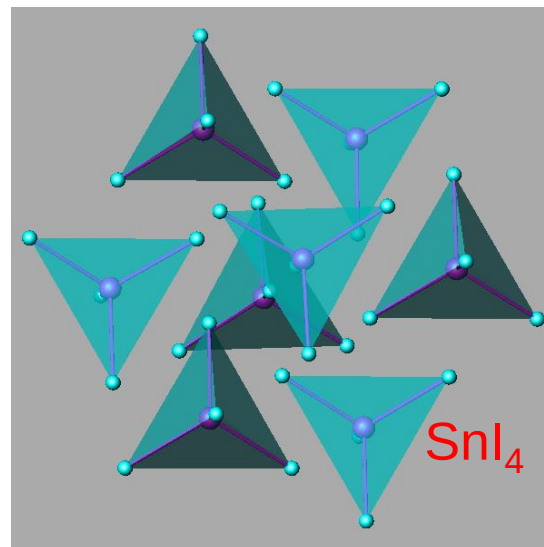
4. Все EX_4 (кроме SnF_4 , PbF_4) гидролизуются при н.у.



5. $PbCl_4$, GeI_4 , SnI_4 разлагаются при несильном нагревании



6. Известны галогенокислоты

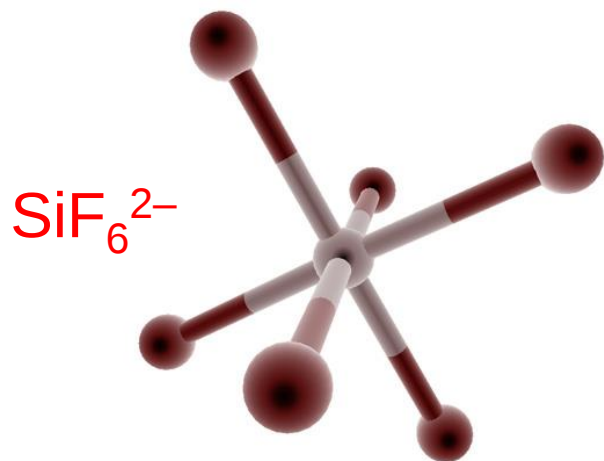


Кислота H_2SiF_6

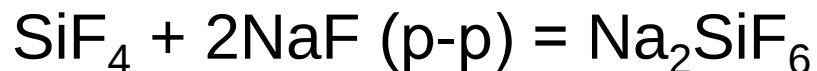
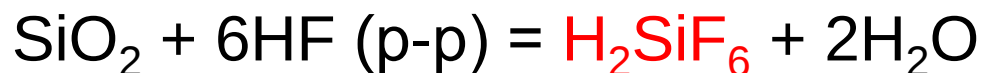
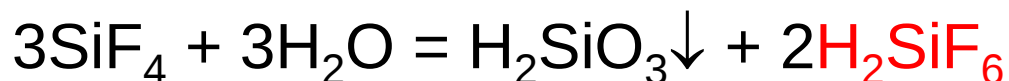
Гексафторокремниевая кислота H_2SiF_6

$$\text{p}K_{\text{a}1} = -0.6$$

существует только в водных растворах до 61%



$$d(\text{Si}-\text{F}) = 169 \text{ пм}$$



Дигалогениды Ge, Sn, Pb



т.пл. 111 °С



диспропорц.



т.пл. 143 °С



т.субл. 240 °С
коричневый



т.пл. 210 °С



т.пл. 247 °С
т.кип. 623 °С



т.пл. 232 °С
т.кип. 660 °С



т.пл. 320 °С
т.кип. 720 °С
красный



т.пл. 818 °С
т.кип. 1292 °С



т.пл. 500 °С
т.кип. 954 °С



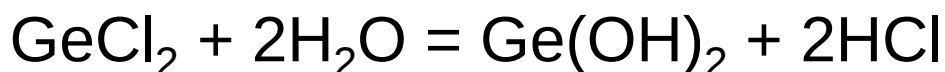
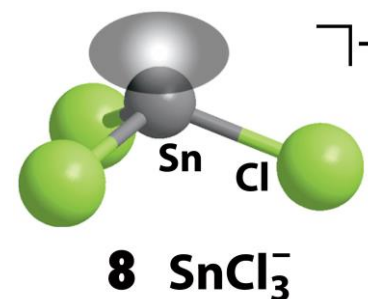
т.пл. 373 °С
т.кип. 916 °С



т.пл. 412 °С
т.кип. 900 °С
желтый

Дигалогениды Ge, Sn, Pb

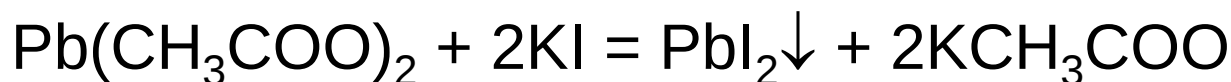
1. EX_2 имеют полимерное строение, к.ч. от 6 (Ge) до 9 (Pb)
2. SnX_2 , PbX_2 образуют гидраты,
 SnX_2 растворимы в воде,
 PbX_2 (кроме PbF_2) нерастворимы,
 GeX_2 гидролизуются



3. GeX_2 , SnX_2 , PbF_2 получают соппропорционированием

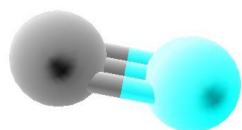


4. PbX_2 (кроме PbF_2) осаждают из раствора



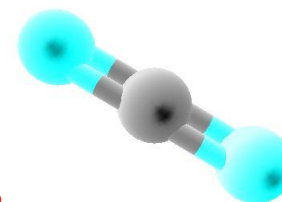
Оксиды углерода

CO, CO₂, C₃O₂ (O=C=C=C=O)



CO

угарный газ

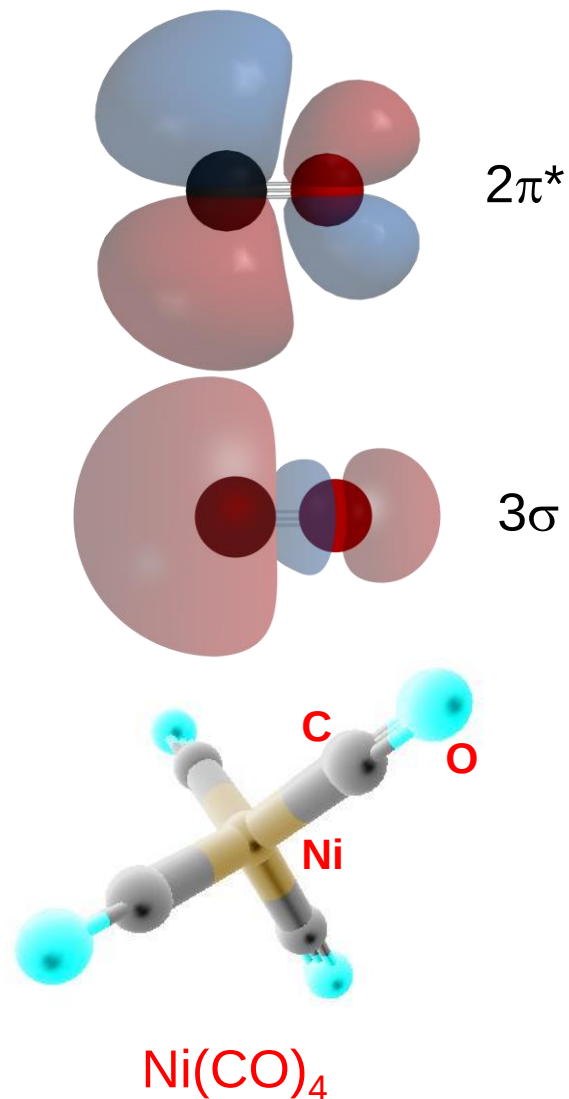
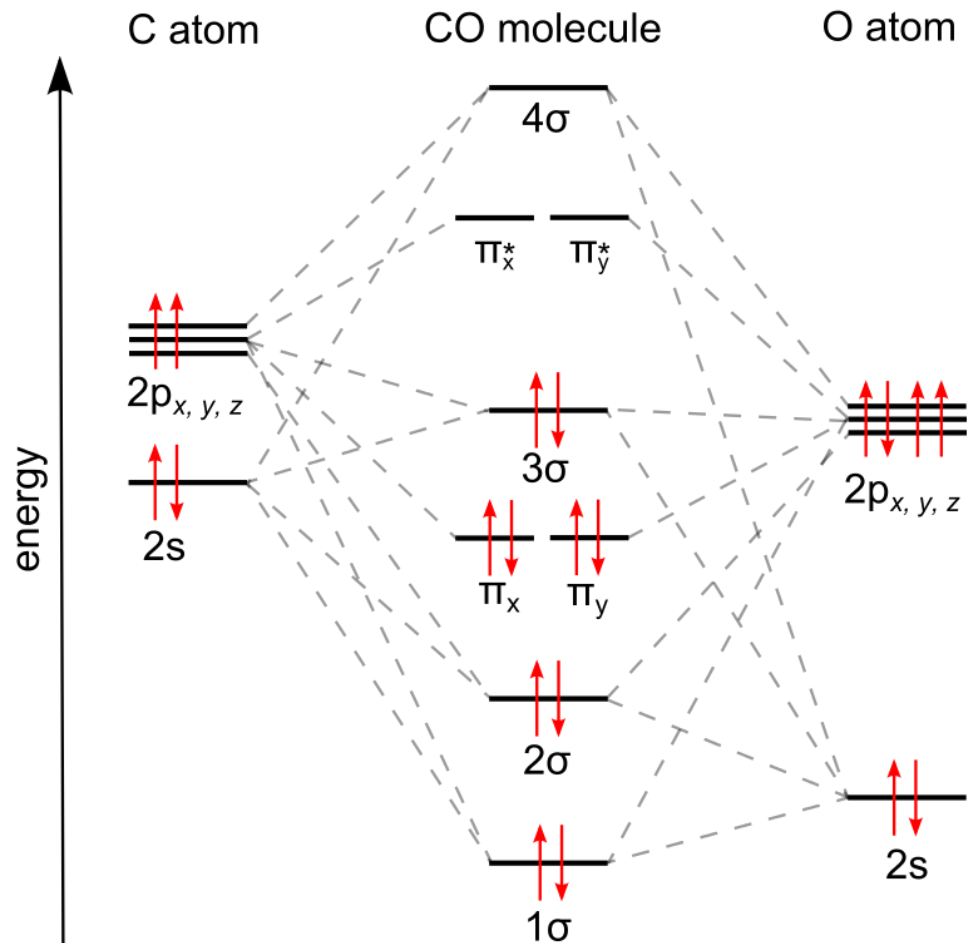


CO₂

углекислый газ

Т.пл., °С	-205	—
Т.кип., °С	-191	-78
$\Delta_f H^0_{298}$ кДж/моль	-110.5	-393.5
$\Delta_f G^0_{298}$ кДж/моль	-137	-394
Е связи, кДж/моль	1075	806
d(C-O), пм	113	116
μ, D	0.11	0
Электроны	10	16

Строение CO



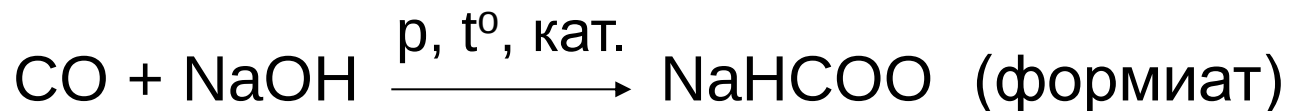
3σ (ВЗМО) – определяет донорные свойства
 $2\pi^*$ (НВМО) – определяет акцепторные свойства

Свойства СО

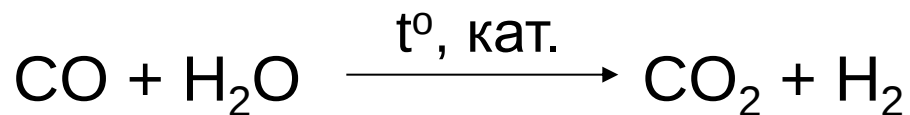
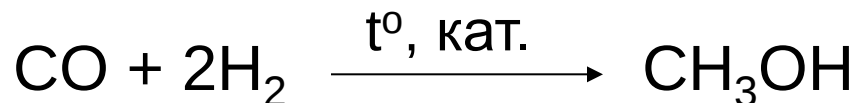
1. Получение



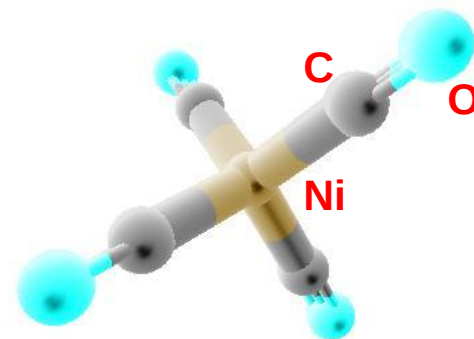
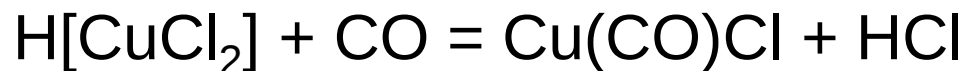
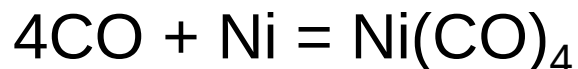
2. Нерастворим в воде, кислотах и щелочах при н.у.



3. При высоких температурах

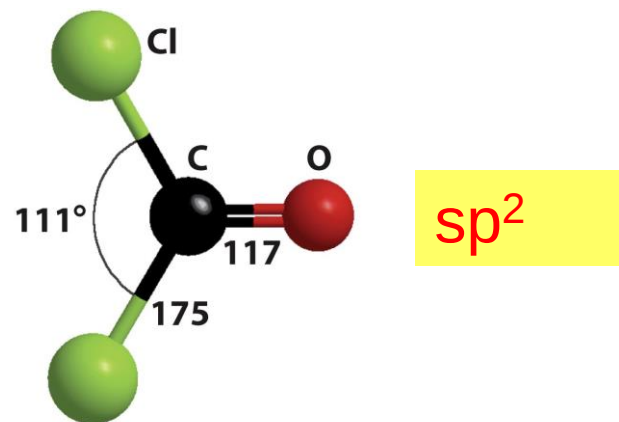
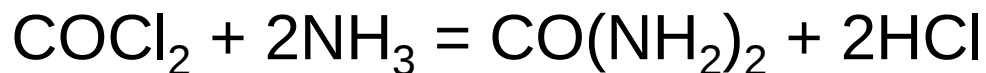
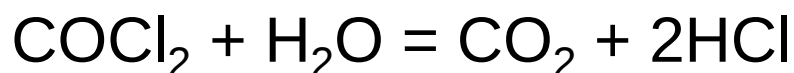


4. Образует карбонилы



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

Карбонил-галогениды



Фосген COCl_2



	COF_2	COCl_2	COBr_2
Т.пл., °С	-114	-128	
Т.кип., °С	-83	8	65
$\Delta_f G^0_{298}$ кДж/моль	-619	-205	-111

Свойства фосгена

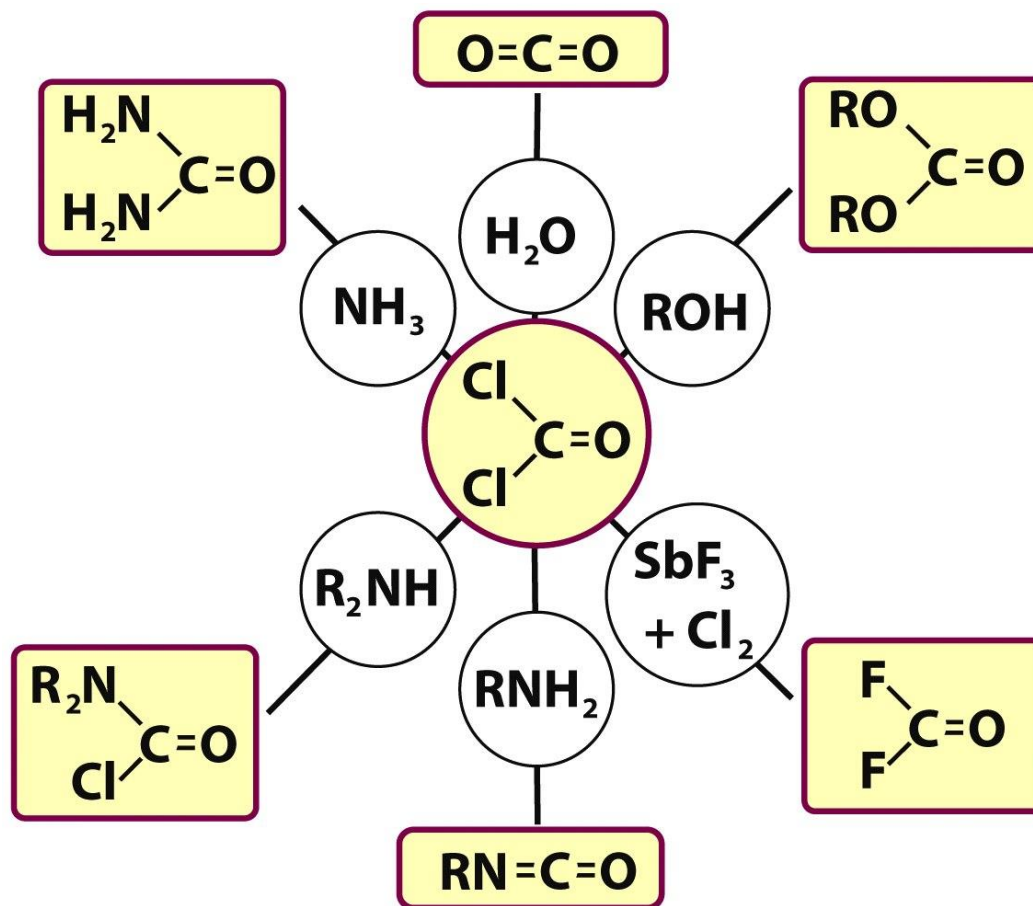


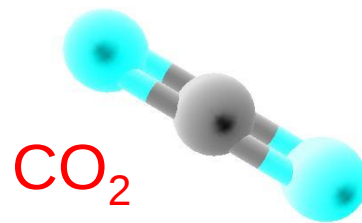
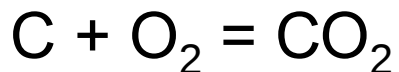
Figure 13-8

Shriver & Atkins Inorganic Chemistry, Fourth Edition

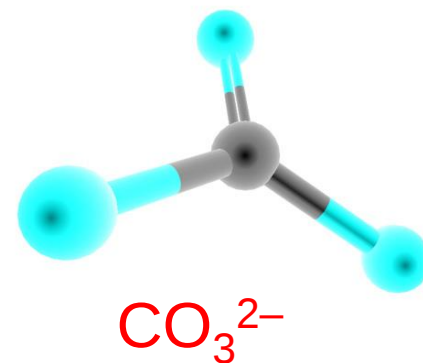
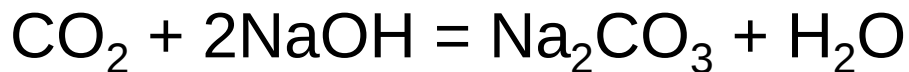
© 2006 by D. F. Shriver, P. W. Atkins, T. L. Overton, J. P. Rourke, M. T. Weller, and F. A. Armstrong

Свойства CO₂

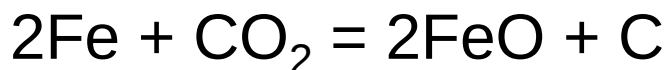
1. Получение



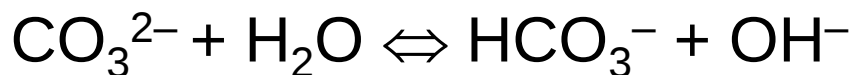
2. Плохо растворяется в воде, не поддерживает горение



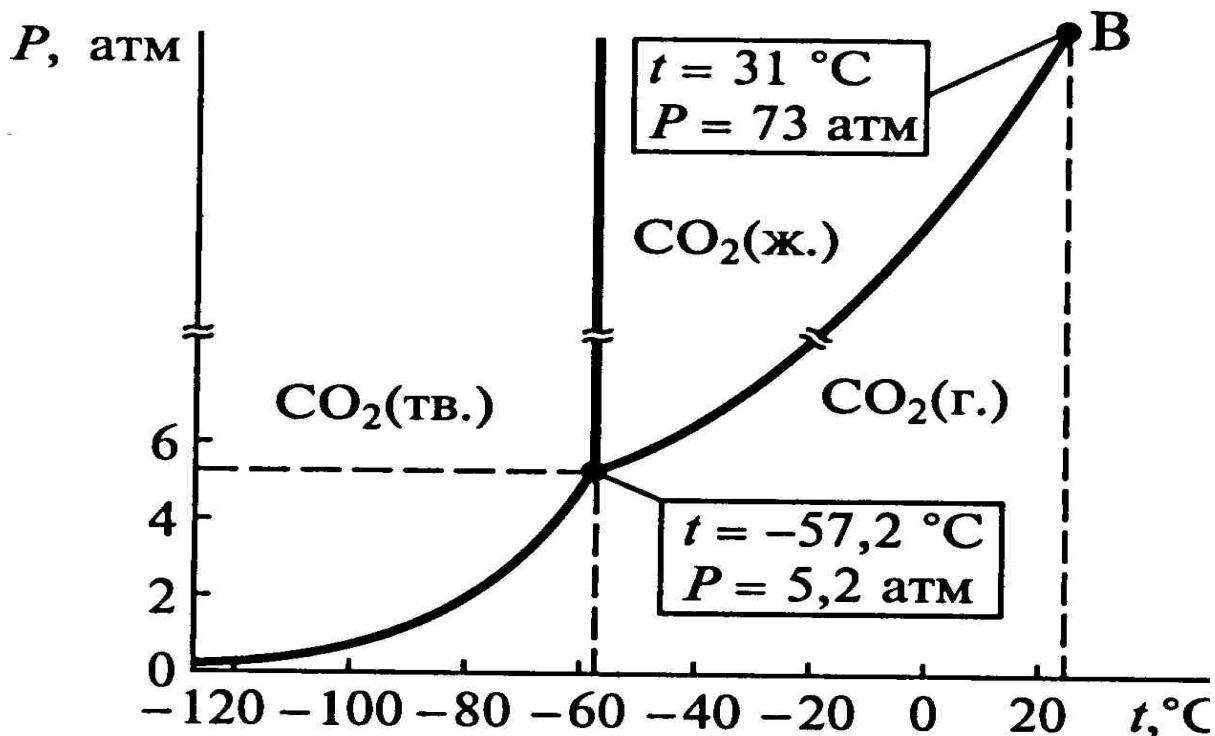
3. Окислитель при высокой температуре



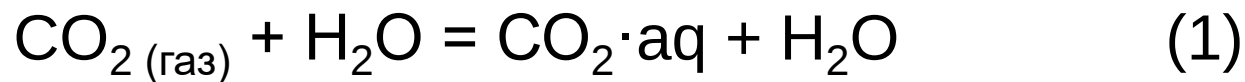
4. Карбонаты: HCO₃⁻ хорошо растворимы, CO₃²⁻ — плохо



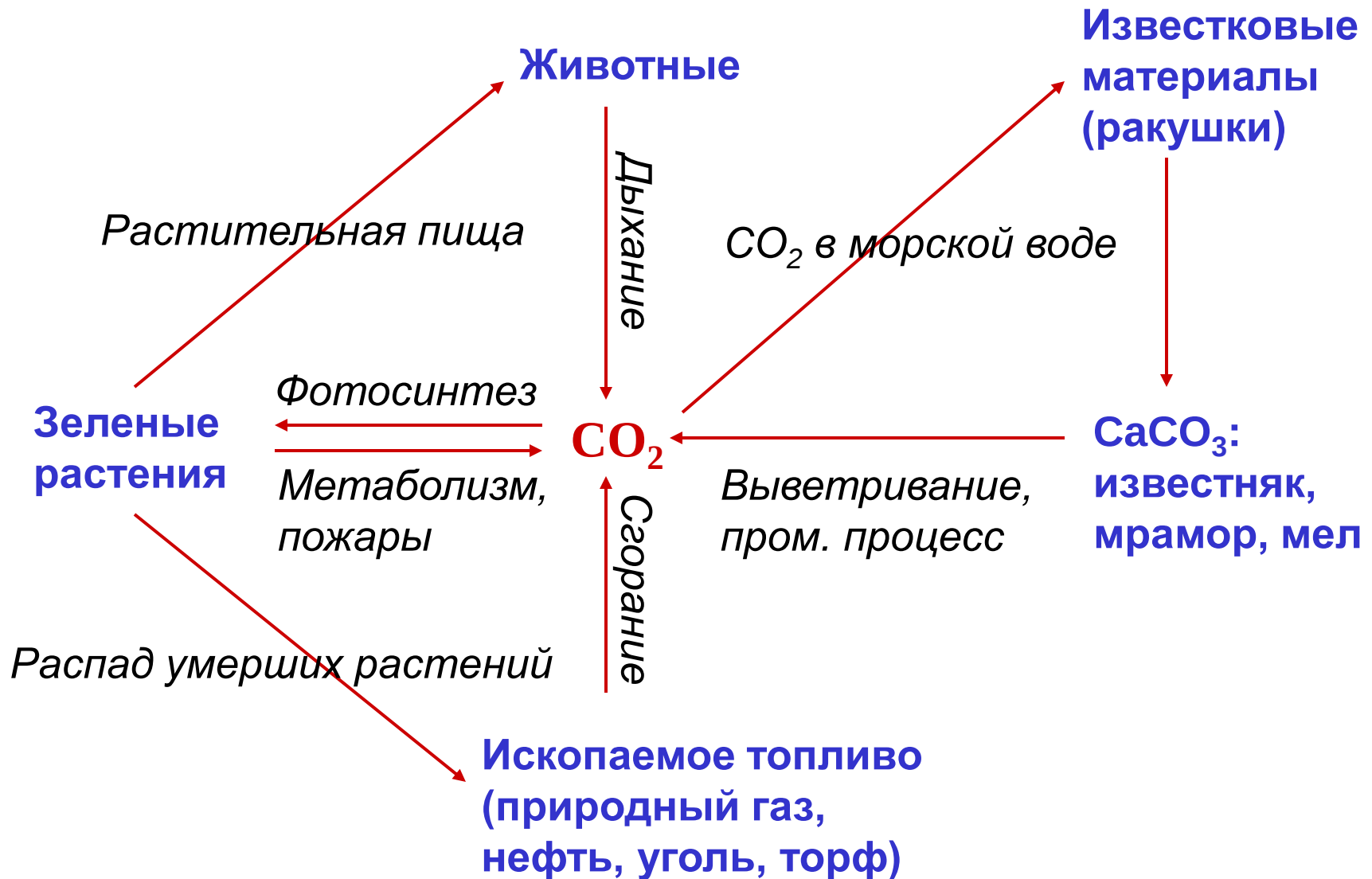
Свойства CO₂



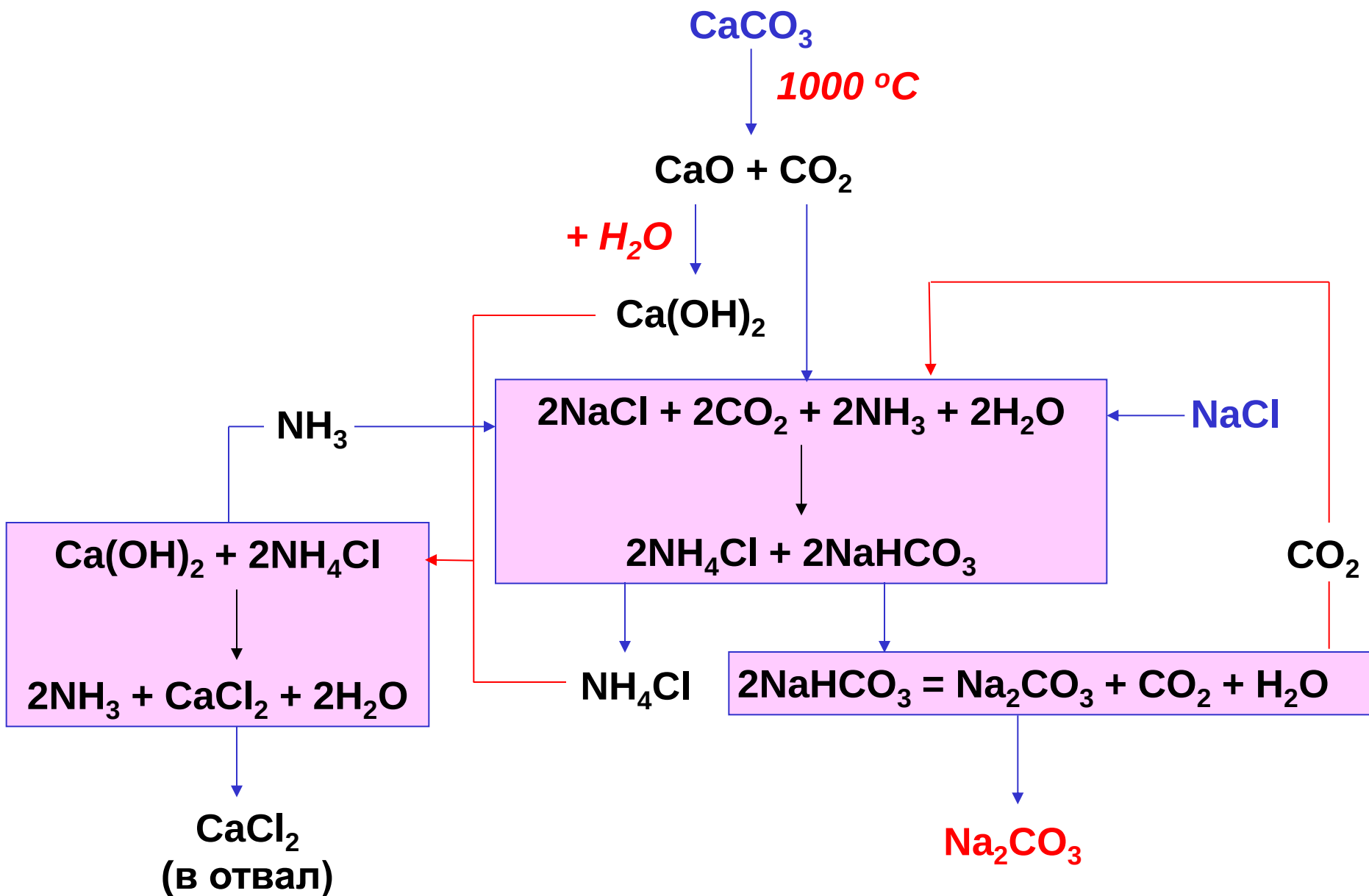
Равновесия в
водном растворе



Оборот CO_2 : парниковый газ



Получение соды методом Сольвэ



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 (α)
желтый (β)



т.пл. 1728°C
бесцветный
полиморфен



т.пл. 1116°C
бесцветный



т.пл. 1360°C
бесцветный

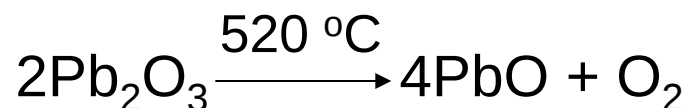
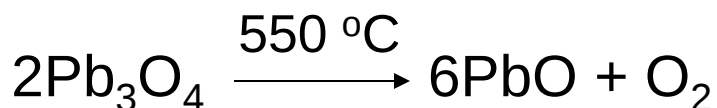


т.пл. 280°C
(разложение)
коричневый

Также известны:

Pb₃O₄ (2PbO·PbO₂)
«сурик» - красный

Pb₂O₃ (PbO·PbO₂)
черный (α), оранжевый (β)



Свойства оксидов Si, Ge, Sn, Pb

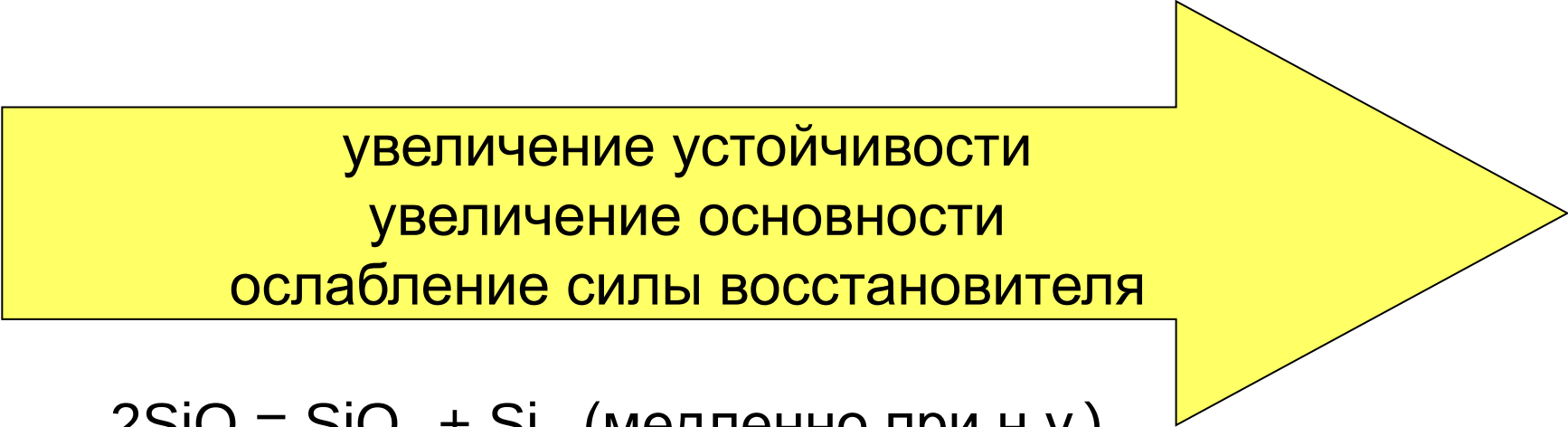
1.

SiO

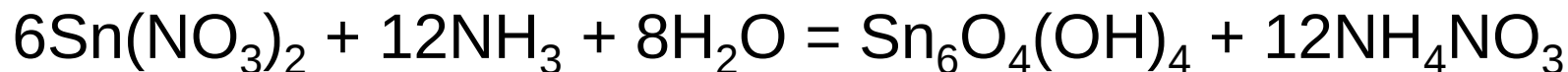
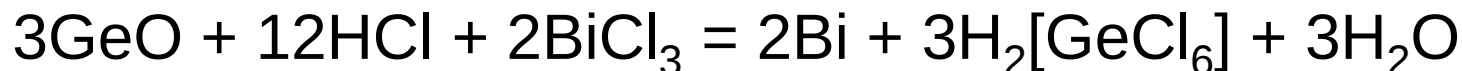
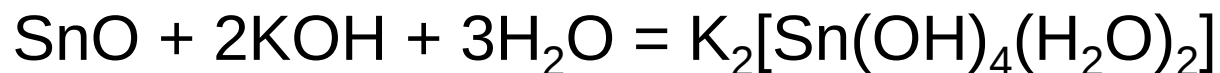
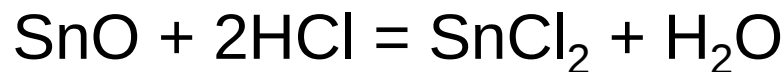
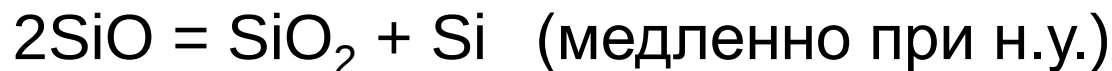
GeO

SnO

PbO

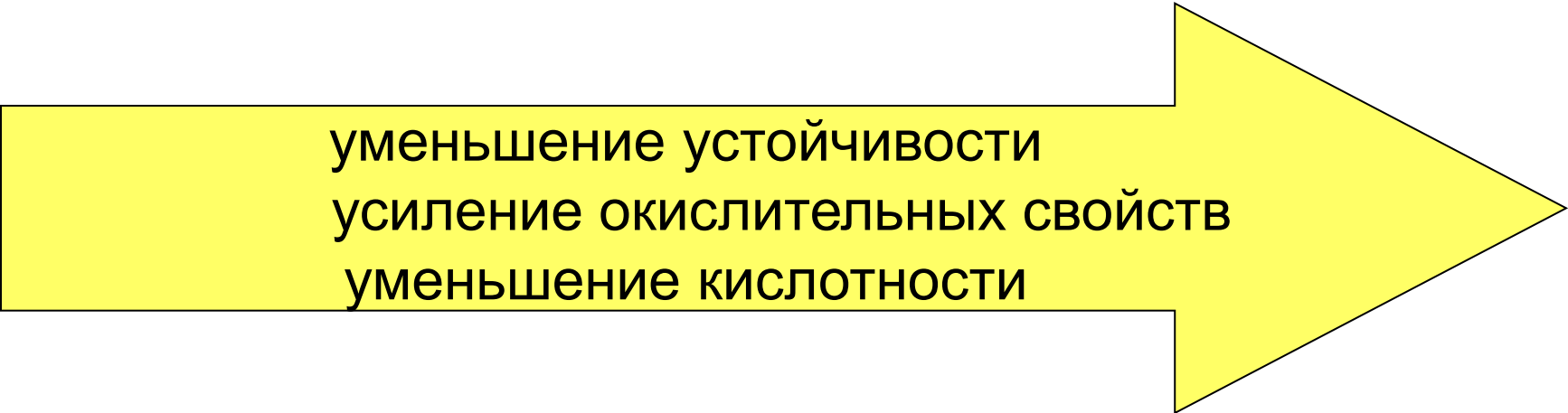


увеличение устойчивости
увеличение основности
ослабление силы восстановителя

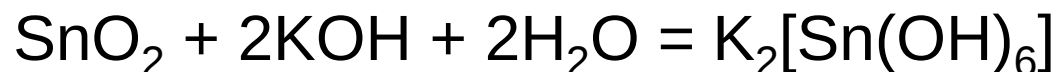
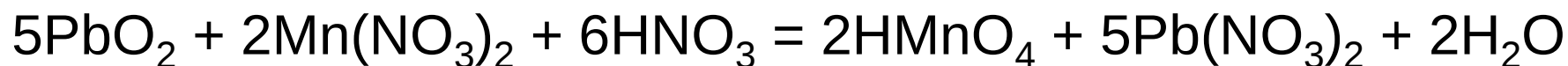


Свойства оксидов Si, Ge, Sn, Pb

2.

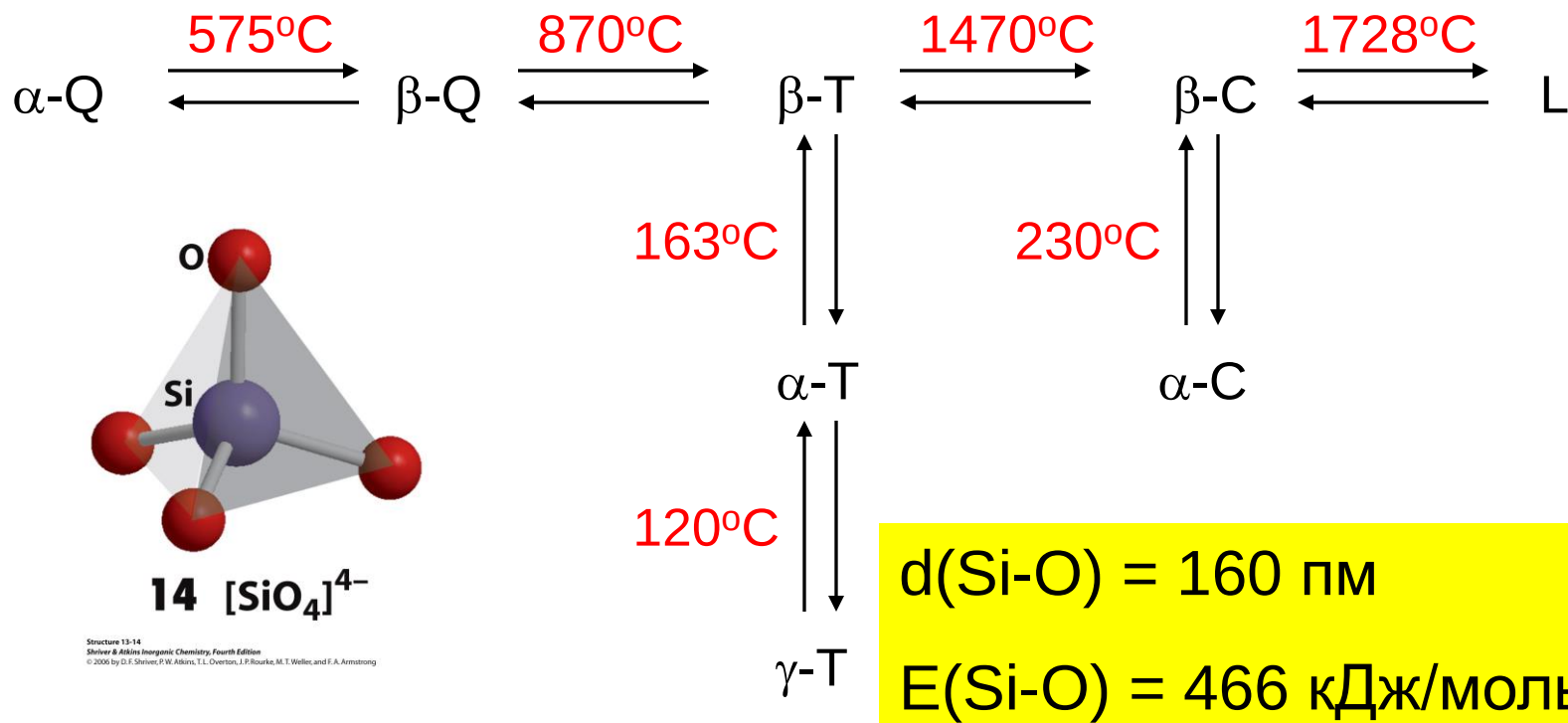


уменьшение устойчивости
усиление окислительных свойств
уменьшение кислотности



Особенности SiO₂

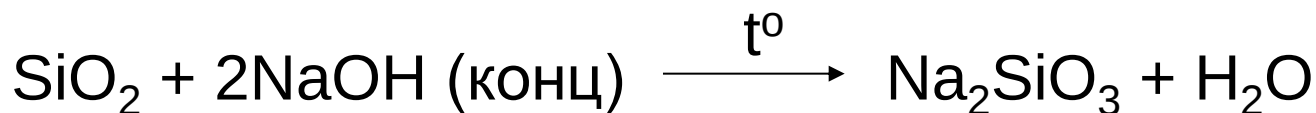
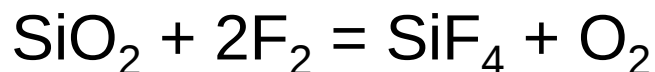
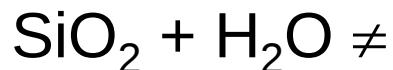
1. Кварц (Q), тридимит (T), кристобаллит (C)



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

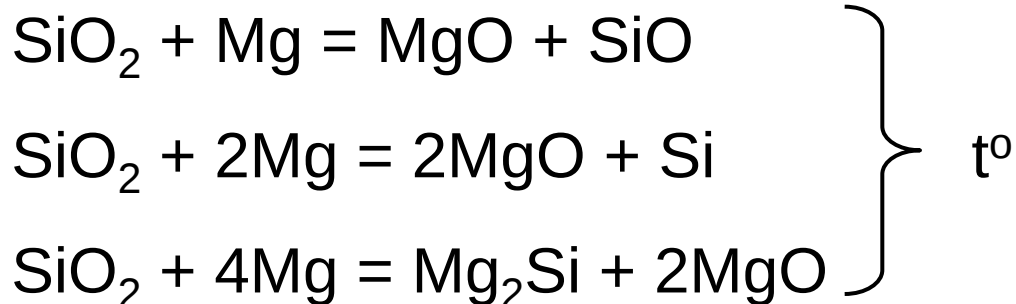
Особенности SiO₂

3. Химически инертен



Горячая концентрированная щелочь медленно разъедает стекло

4. Восстановление



Особенности SiO₂

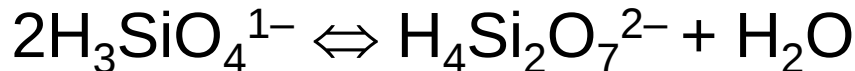
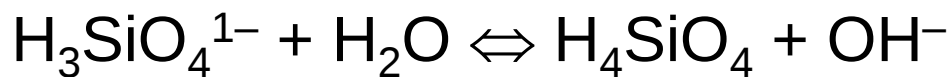
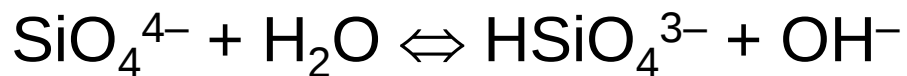
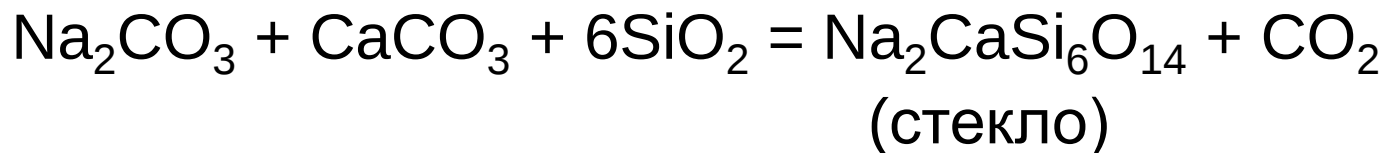
5. Ортокремниевая кислота H₄SiO₄

растворима в воде, $pK_{a1} = 9.65$

6. Метакремниевая кислота H₂SiO₃

не растворяется в воде

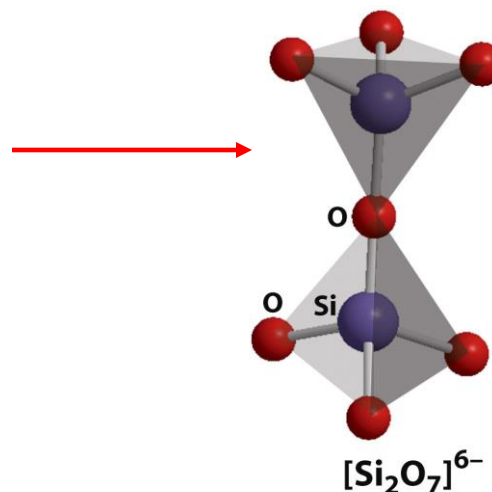
7. Силикаты – соли кремниевых кислот, растворимы только Li⁺, Na⁺



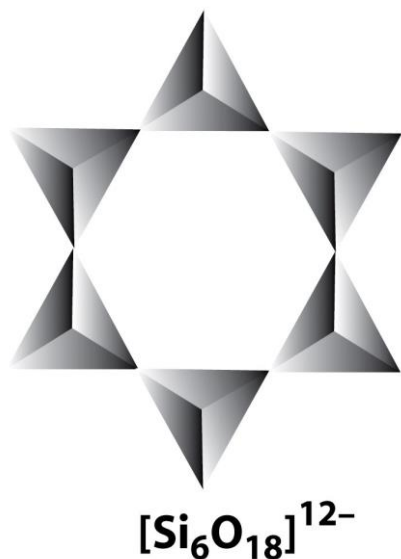
Гидролиз,
«Жидкое
стекло»

Силикаты

1. Объединение тетраэдров в битетраэдры $\text{Si}_2\text{O}_7^{6-}$



2. Циклические силикаты



$\text{Be}_3\text{Al}_2\text{Si}_6\text{O}_{18}$
– изумруд, берилл

3. Цепочечные силикаты:

- 2 общие вершины ${}^1_{\infty}[\text{SiO}_3]^{2-}$
 $\text{LiAl}(\text{SiO}_3)_2$ (сподумен)



- разветвленные цепи
 ${}^1_{\infty}[\text{Si}_2\text{O}_5]^{2-}$ (асбесты)

Сульфиды C, Si, Ge, Sn, Pb



бесцветный
т.кип. 46°C



бесцветный
т.возг. 1100°C



бесцветный
т.возг. 840°C



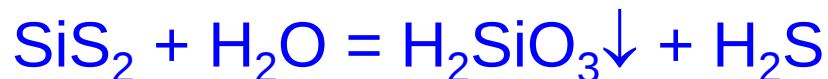
желтый
т.разл. 522°C

1. Особые свойства CS_2

Растворитель, токсичен, огнеопасен



2. Гидролиз только SiS_2



3. Особенности SnS_2



Сульфиды C, Si, Ge, Sn, Pb

GeS

красный
т.пл. 665°C

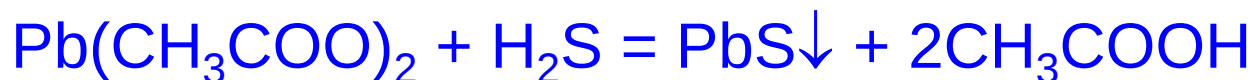
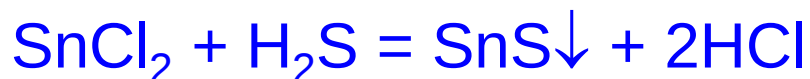
SnS

коричневый
т.пл. 881°C

PbS

черный
т.пл. 1077°C

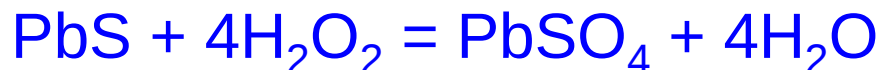
1. Получение



2. Растворение в полисульфидах (кроме PbS)

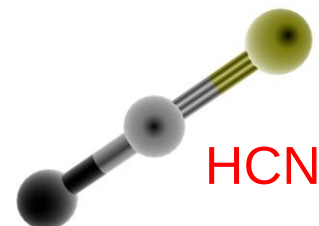
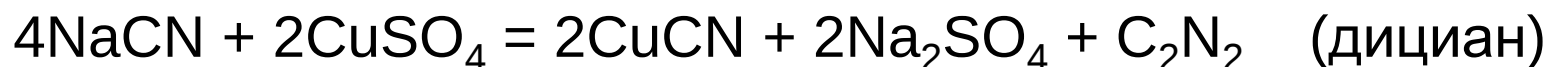
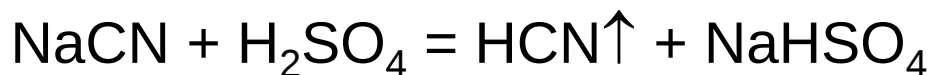
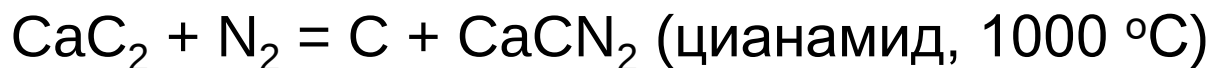


3. Окисление

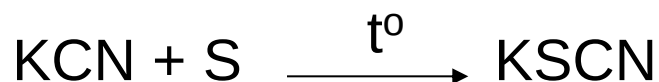
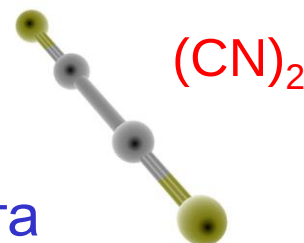


Кислоты HCN, HSCN

1. Циановодород HCN, т.пл. $-13\text{ }^{\circ}\text{C}$, т.кип. $26\text{ }^{\circ}\text{C}$
раствор в воде – синильная кислота $\text{pK}_a = 9.21$



2. Родановодород HSCN, т.пл. $5\text{ }^{\circ}\text{C}$,
Раствор в воде – тиоциановая (родановая) кислота



(реактив на Fe^{3+})

Общие закономерности

1. В группе усиливается «металлический» характер элементов. Олово и свинец – металлы.
2. Вниз по группе увеличиваются координационные числа до 9 для свинца.
3. Углерод полиморфен. Способность образовывать кратные связи и способность к катенации изменяются по одному ряду ($C \gg Si > Ge > Sn > Pb$).
4. Вниз по группе уменьшается термическая устойчивость гидридов, увеличивается ионность оксидов и галогенидов.
5. Вниз по группе уменьшается кислотность оксидов. В ряду $Ge - Sn - Pb$ уменьшается устойчивость оксоанионов, увеличивается устойчивость катионов.
6. Только свинец проявляет сильные окислительные свойства в высшей степени окисления. В с.о. +2 все элементы, кроме свинца, проявляют восстановительные свойства.