

## Вопрос 1

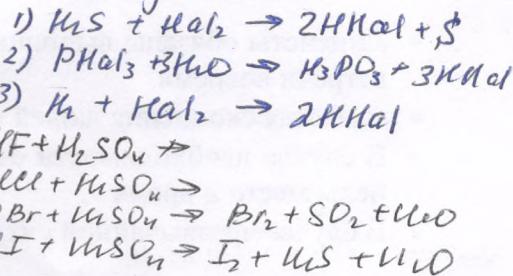
1. Соединения галогенов (-1).

H<sub>n</sub>Hal Ecb. HF, HCl, HBr, HI уменьшаются  
ΔGf -273 -945 -534 +172 убирая.

снижение  
нестабильн.

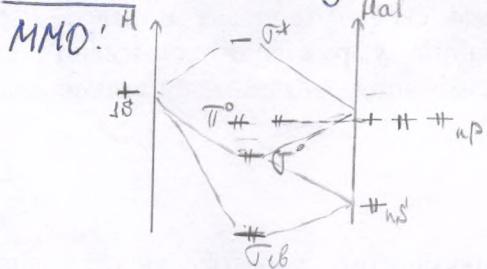
→ убывающие боком. сб. в.

Получение:



Хим. свойства: 1) реакции с металлами:  $2\text{HCl} + \text{Ca} \rightarrow \text{CaCl}_2 + \text{H}_2\text{P}$   
реакции с окислителями:  $\text{HCl} + \text{MnO}_2 \rightarrow \text{MnCl}_2$ .

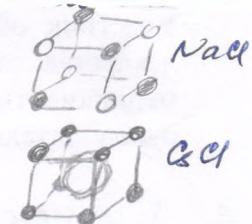
Строение: молекулы линейные



Состр.:

молекулой ионное  
представляется

и. д. значимое  
влияние куб.-сл., напр.  $\text{HgI}_2$ .



Межатомное соединение.  $\text{HalHal}_n^{(n=1, 3, 5, 7)}$

Получение: 1) прямое взаимодействие галогенов:  $\text{I}_2 + \text{Cl}_2 \rightarrow 2\text{ICl}$

2) из соед. с галогенами в полош. ем. окисл.:  $\text{ICl}_3 + \text{KCl} \xrightarrow{\text{HCl}} \text{KICl}_4$   
3) реакции с окислителями:  $\text{KClO}_3 + \text{KI} + \text{HCl} \rightarrow \text{KICl}_4 + \text{H}_2\text{O}$

$n=1$ :  $\text{ClF}, \text{BrF}, \text{IF}$ ,  $\text{BrCl}, \text{ICl}, \text{IBr}$ ;

$n=3$ :  $\text{ClF}_3, \text{BrF}_3, \text{IF}_3$  (нейтр.),  $\text{ICl}_3$  (нейтр.);

$n=5$ :  $\text{ClF}_5, \text{BrF}_5, \text{IF}_5$ ;

$n=7$ :  $\text{IF}_7$

Хим. свойства: 1) разлагающиеся ассоции:  $2\text{Al} + 2\text{ICl}_3 \rightarrow 2\text{AlCl}_3 + \text{I}_2$

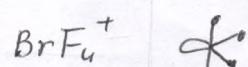
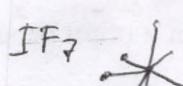
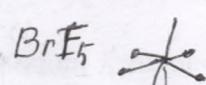
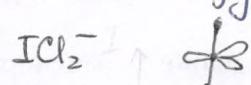
2) разложение:  $2\text{ClF} + \text{HgO} \rightarrow \text{Cl}_2\text{O} + 2\text{HF}$

3) кисл.-осн. сл. ба!:  $\text{BrF}_3 + \text{CsF} \rightarrow \text{CsBrF}_4$ ;  $\text{BrF}_3 + \text{SbF}_5 \rightarrow [\text{BrF}_2]_2[\text{SbF}_6]$

4) разложение т.:  $\text{KICl}_4 \rightarrow \text{KCl} + \text{ICl} + \text{Cl}_2$ ;  $5\text{IF} \rightarrow \text{IF}_5 + 2\text{I}_2$ .

Строение: 1) все молекулы диполярны;

2) но не могут функционировать.



2. Соединение галогенов в полихлор. см. окисление.

I. Испаряющееся соед. (тема 1, вопрос 1\*)

II Кислородные соед. ( $\text{HAlO}$ ,  $\text{HAlO}_2^-$ ,  $\text{HAlO}_3^-$ ,  $\text{HAlO}_4^-$ , оксиды)

+1!  $\text{HClO}(\text{Cl}_2\text{O})$ ,  $\text{HBrO}$ ,  $\text{HI}$

+5!  $\text{HClO}_3$ ,  $\text{HBrO}_3$ ,  $\text{HI}_3$  ( $\text{I}_2\text{O}_5$ )

+3!  $\text{HClO}_2$ ,  $\text{IBrO}_2^-$

+6!  $\text{Cl}_2\text{O}_6$

+4!  $\text{ClO}_2$

+7!  $\text{HClO}_4(\text{Cl}_2\text{O}_7)$ ,  $\text{HBrO}_4$ ,  $\text{H}_5\text{IO}_6$

Получение: 1)  $\text{HAl}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{HAl} + \text{HHAlo}$

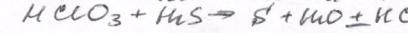
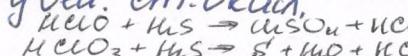
( $\text{I} > \text{Br} > \text{Cl}$ )

2)  $4\text{KClO}_3 \xrightarrow{400^\circ} 3\text{KClO}_4 + \text{KCl}$ ;  $6\text{KOH} + 3\text{Cl}_2 \xrightarrow[\text{KCl}]{\text{KClO}_3} \text{KClO}_4 + 5\text{KCl} + 3\text{H}_2\text{O}$

3)  $\text{KBrO}_3 + \text{F}_2 + 2\text{KOH} \rightarrow \text{KBrO}_4 + 2\text{KF} + \text{H}_2\text{O}$

Хим-св-ва: 1) гиперопоры.  $\text{Cl}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{HCl} + \text{HClO}$  —  $\begin{array}{c} \text{HClO}_3 \\ \text{HCl} \\ \text{HClO} \end{array}$

2) кислотные с-ва убий. с убий. см. окисн.  $\text{Cl} > \text{Br} > \text{I}$



3) окисление с-ва: а)  $\text{ClO}^- > \text{ClO}_2^- > \text{ClO}_4^-$ ;  $\text{BrO}^- > \text{BrO}_3^- < \text{BrO}_4^-$ ;  $\text{IO}^- > \text{IO}_3^- < \text{H}_5\text{IO}_6$

б)  $\text{ClO}_3^- = \text{BrO}_3^- > \text{IO}_3^-$ ;  $\text{ClO}_4^- < \text{BrO}_4^- < \text{IO}_4^-$

Строение: 1)  $\text{ClO}^-$   $\left[ \text{Cl}-\text{O}\right]_{\text{ClO}_4^-}$   $\text{ClO}_4^-$   $\left[ \begin{array}{c} \text{O} \\ \text{O}=\text{Cl}=\text{O} \\ \text{O} \end{array} \right]^-$  2)  $\text{H}_5\text{IO}_6$   $\begin{array}{c} \text{HO} \\ \text{HO}-\text{I}-\text{O}^+ \\ \text{HO} \end{array}$

3. Соединение кислорода и родственные им соединения "с-ва"

$\text{O}_2$  - газ, без запаха, бесцвет.,  $\text{KC}=2$

$\text{O}_3$  - газ, с запахом;

$3\text{O}_2 \xrightarrow{\text{B}} 2\text{O}_3$ ;  $\text{O}_3 \rightarrow \text{O}_2 + \text{O}$ .

$\text{O}_3 + \text{Ag} \rightarrow \text{Ag}_2\text{O} + \text{O}_2$

$\text{O}_3 + \text{KI} \rightarrow \text{I}_2 + \text{KOH} + \text{O}_2$  — окислителю

$\text{K} + \text{O}_3 \not\rightarrow$

$\text{NH}_3 + \text{O}_3 \rightarrow \text{NH}_4\text{NO}_3 + \text{O}_2$

$\text{H}_2\text{O}$ :  $2\text{H} + \text{O}_2 \xrightarrow{\text{жар}} 2\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{H}-\text{O}-\text{H}$  с-ва водор. связь

$\text{H}_2\text{O}_2$ : окислитель:  $\text{KI} + \text{H}_2\text{O}_2 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{I}_2 + \text{K}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{BaO}_2 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{BaSO}_4 + \text{H}_2\text{O}_2$ , восстановителю  $\text{KMnO}_4 \rightarrow \text{MnO}_2 + \text{O}_2 \uparrow$

Оксиды: получение из простых с-ва.

$\text{Sn}$  - тв. с-ва, образует цепочки и цепи (напр.  $\text{S}_8$

$\text{MMO}$   $\text{O}_2$

—	$\text{H}_2\text{O}^+$
---	$\text{H}_2\text{O}$
-	$\text{H}_2\text{O}_2$
-	$\text{H}_2\text{O}_3$
-	$\text{H}_2\text{O}_4$
-	$\text{H}_2\text{O}_5$
-	$\text{H}_2\text{O}_6$
-	$\text{H}_2\text{O}_7$

$\text{H}_2\text{S}$  - газ с запахом, цвет водор. связей  $\text{H}-\text{S}-\text{H}$

$(\text{NH}_4)_2\text{S} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}_2\text{S} + \text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{Na}_2\text{S} + 2\text{HCl} \rightarrow \text{ZnCl}_2 + \text{H}_2\text{S}$

восст-ль:  $\text{H}_2\text{S} + \text{SO}_2 \rightarrow \text{S} \downarrow + \text{H}_2\text{O}$

$\text{MMO}$   $\text{O}_2$

Сульфиды: тв. с-ва, получение из простых  $\text{Fe}_2\text{S}_3 + \text{S} \rightarrow \text{FeS}$ ; 2)  $\text{CdO} + \text{S} \rightarrow \text{CdS}$  +  $\text{SO}_2$

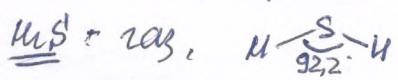
строение - крист. решетка

$\text{ZnS}$

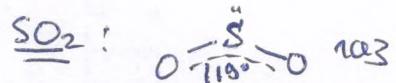
- 3)  $\text{BaSO}_4 + \text{C} \rightarrow \text{BaS} + \text{CO}_2$   
4)  $\text{Ca} + \text{H}_2\text{S} \rightarrow \text{Ca}_2\text{S}_3 + \text{H}_2\text{O}$   
5)  $\text{H}_2\text{S} + 2\text{Na}_2\text{S} \rightarrow \text{ZnS} + \text{H}_2\text{O}$

#### 4. Стёжиновидный серог

S<sub>2</sub> - мв, образует цепи и циклы, добывают из руды



получение!  $Na_2S + 2HCl \rightarrow H_2S + 2NaCl$ ;  $(NH_4)_2S + H_2O \rightarrow H_2S + NH_3 \cdot H_2O$   
бесст-но!  $2H_2S + SO_2 \rightarrow 3S + 2H_2O$

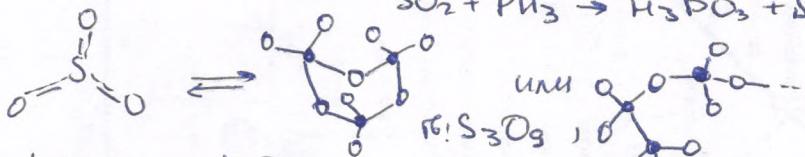
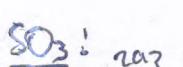


получение!  $FeS_2 + O_2 \rightarrow Fe_3O_4 + SO_2$ ,  $H_2SO_4(\text{конц}) + Cu \rightarrow CuSO_4 + SO_2 + H_2O$

свойства: 1) восстановление:  $SO_2 + Cl_2 \rightarrow SO_2Cl_2$

2) взаимод. с осн. и щелоч.!:  $SO_2 + NaOH \rightarrow NaHSO_3 + H_2O$

3) окисление (с конц. воскр.):  $SO_2 + Cu \rightarrow S + CO_2$ ;  $SO_2 + PH_3 \rightarrow H_3PO_3 + S$ .



спиртовая к-та лакок

получение!  $SO_2 + O_2 \xrightarrow[450^\circ]{V_2O_5} SO_3$

свойства: 1)  $SO_3 + Mo \rightarrow MoO_4$ ;  $SO_3 + NaOH \rightarrow NaHSO_4 + H_2O$

2) сильный окислитель!  $5SO_3 + 2P \rightarrow 5SO_2 + P_2O_5$ ;

H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>: сильная к-та

разд - обнаружение с-ва кислоты

конц - сильный окислитель;  $H_2SO_4 + RI \rightarrow I_2 + K_2SO_4 + H_2O$   
и водоотнимающие с-ва:  $2KmOn + 2H_2SO_4 \rightarrow Mn_2O_7 + 2KHSO_4 + H_2O$

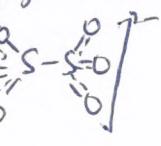
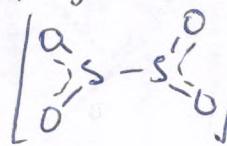
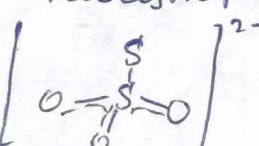
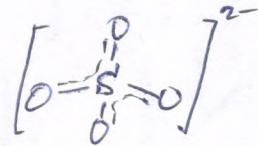
соли  $SO_4^{2-}$  - сульфат

$SO_4^{2-}$  - сульфат

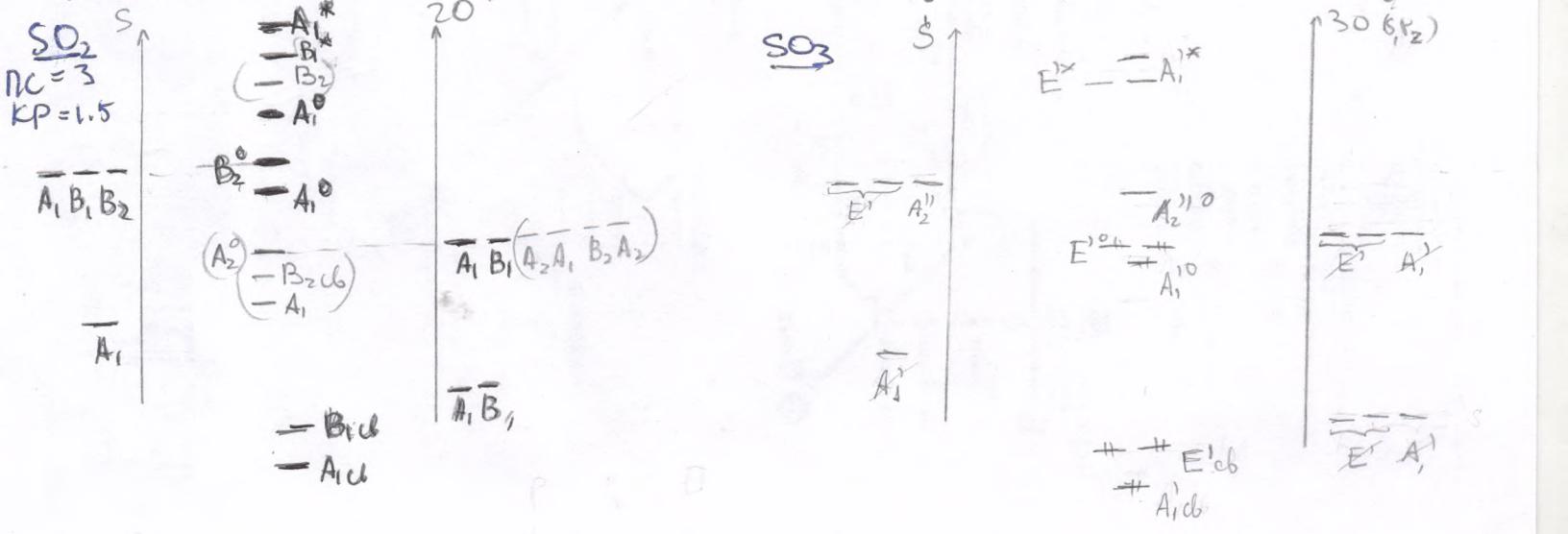
$SO_4^{2-}$

$SO_4^{2-}$

$SO_4^{2-}$



MMO! 4.



## 5. Структура азота.

N<sub>2</sub> - газ

получение:  $NH_4NO_2 \rightarrow N_2 + H_2O$ ; фракционная перегонка воздуха

свойства:  $N_2 + Mg \rightarrow Mg_3N_2$ ;  $N_2 + Li \rightarrow Li_3N$

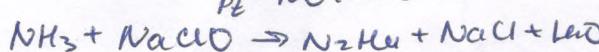
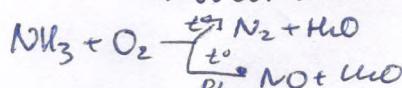


очень ядовит, ядовит на мелкую птицу.

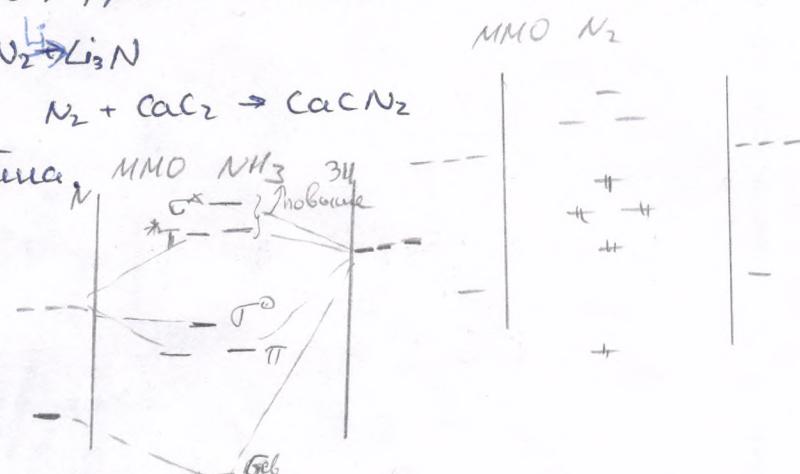
3) NH<sub>3</sub> - газ, с запахом

получение:  $N_2 + H_2 \xrightarrow[\text{P.t.}]{\text{кат.}} NH_3$

свойства: 1) восстановление;



2) окр.-е поглощ.:  $NH_3 + H_2O \rightleftharpoons NH_4^+ + OH^-$



② N<sub>2</sub>H<sub>4</sub> - жидкость

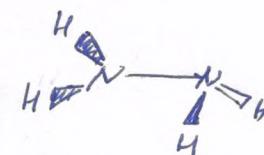
получение:  $NH_3 + NaClO \xrightarrow{\text{NaOH}} N_2H_4 + NaCl + H_2O$

свойства: 1) восстановление (сладее, чем  $NH_3$ )

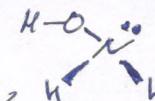


2) реагирует со щелочью восстановлением  $SO_2$   $NH_3$ :  $N_2H_4 + Ti^{3+} \rightarrow Ti^{2+} + N_2H_3^+$  ( $NH_4^+$ )

3)  $N_2H_4 \rightarrow N_2 + 2H_2$



① NH<sub>3</sub>O<sup>+</sup>  $T_{m.p.} = 33^\circ C$



получение:  $HNO_3 + H \xrightarrow{\text{катог.}} NH_3O^+ + H_2O$

свойства: 1) основание (сладее, чем  $NH_3$  и  $NH_4^+$ ):  $NH_3O^+ + H_2O \rightleftharpoons NH_3O^+ + OH^-$

2) восстановление (сладее, чем  $NH_3$ ):  $NH_3O^+ + I_2 + KOH \rightarrow N_2 + KI + H_2O$

3) восстанавливается до  $NH_3$ :  $NH_3O^+ + HS \rightarrow NH_3 + S + H_2O$

HN<sub>3</sub>  $T_{m.p.} = 37^\circ C$   $H-\overset{\text{109}}{\underset{120}{\text{N}}}=\overset{\text{109}}{\underset{120}{\text{N}}}-N$   $[N=N=N]^-$

получение:  $NaNH + N_2O \rightarrow NaN_3 + H_2O$ ;  $N_2H_4 + HNO_2 \rightarrow HN_3 + H_2O$

свойства: 1) окисление:  $HN_3 + Cu \rightarrow Cu(N_3)_2 + N_2 + NH_3$

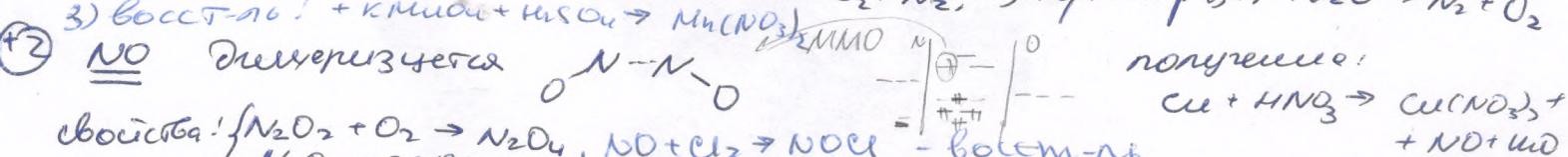
2) все выше неуст.

+1) N<sub>2</sub>O

$N=N=O$  получение:  $NH_4NO_3 \rightarrow N_2O + H_2O$ ;  $HNO_3 + NH_3O^+ \rightarrow N_2O + H_2O$

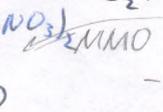
свойства: 1) окисление:  $N_2O + C \rightarrow CO_2 + N_2$ ; 2) гермик. разн.:  $N_2O \xrightarrow{\text{t.o.}} N_2 + O_2$

3) восст-ие:  $+ KMnO_4 + H_2SO_4 \rightarrow Mn(NO_3)_2$



+2) NO

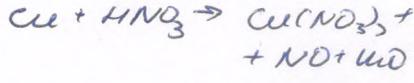
димеризуется



свойства:  $N_2O_2 + O_2 \rightarrow N_2O_4$ ,  $NO + Cl_2 \rightarrow NOCl$



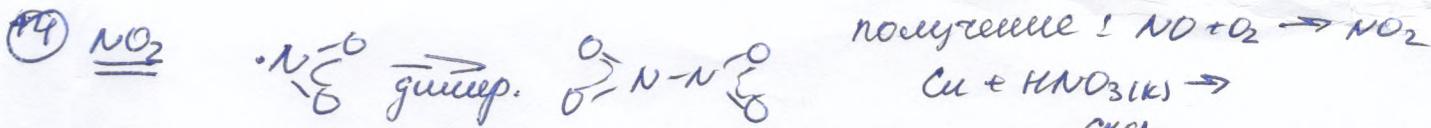
получение:



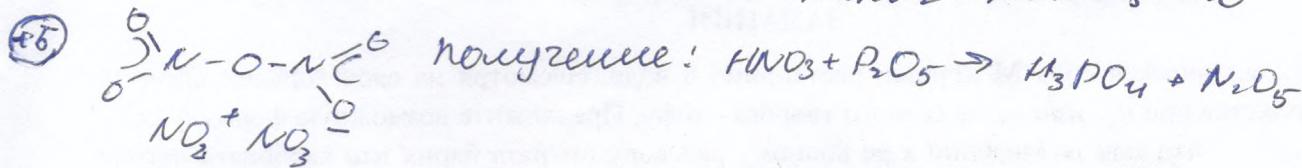
+3) N<sub>2</sub>O<sub>3</sub>

имеет 2 таут-формы  $O-N-N-O$  и  $O-N-O-N-O$ , очень неуст.

получение:  $N_2O + NO \xrightarrow{\text{CO}}$   $N_2O_3$ ;  $As_2O_3 + HNO_3 \rightarrow N_2O_3 + HAsO_4^{2-}$

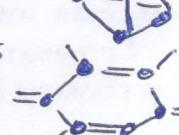


Процессы окисления:  $\text{Cu} + \text{NO}_2 \xrightarrow{\text{CHCl}_3} \text{Cu}(\text{NO}_3)_2 + 2\text{NO}$   
 гидр. в кислос.  $\text{NO}_2 + \text{H}_2\text{O} + \text{NaOH} \rightarrow \text{NO}_2\text{HSO}_4 + \text{NaNO}_3$   
 в NaOH:  $\text{NO}_2 + \text{NaOH} \rightarrow \text{NaNO}_2 + \text{NaNO}_3 + \text{H}_2\text{O}$



## 6. Соединения фосфора.

P<sub>4</sub>-диоксид 

P кислоты 

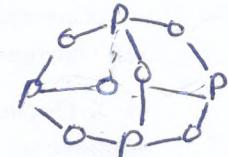
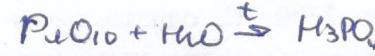
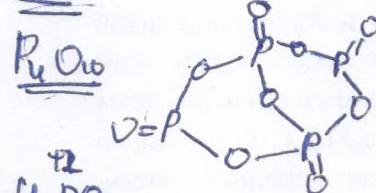
получение:  $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2 + \text{C} + \text{SiO}_2 \rightarrow \text{CaSiO}_3 + \text{P}_4 + \text{CO}$

хим. свойства: 1) сильный восст.-нб:  $\text{P}_4 + 12\text{HNO}_3(\text{кв}) \rightarrow 4\text{H}_3\text{PO}_4 + 12\text{NO}_2 + 6\text{H}_2\text{O}$   
 $\text{P}_4 + 3\text{KOH}(\text{жидк}) + 3\text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\Delta} \text{PH}_3 + 3\text{KH}_2\text{PO}_4 + (\text{P}_2\text{H}_6)$

PH<sub>3</sub> получение:  $\text{P}_4 + 3\text{KOH}(\text{жидк}) + 3\text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\Delta} \text{PH}_3 + 3\text{KH}_2\text{PO}_4 + \text{P}_2\text{H}_6$

Хим. свойства: 1) сильный восст.-нб:  $\text{PH}_3 + \text{KHSO}_4 + \text{H}_2\text{O}_2 \rightarrow \text{H}_3\text{PO}_4 + \text{KHSO}_4 + \text{H}_2\text{O}$   
 $\text{PH}_3 + \text{S} \xrightarrow[\text{(жидк.)}]{\text{SO}_2 + \text{P}_2\text{O}_5} \text{H}_3\text{PO}_3 + \text{S}$   
 2) сильное окисл. свойство  $\text{PH}_3 + \text{Cl}_2 \rightarrow \text{PHCl}_3$ .

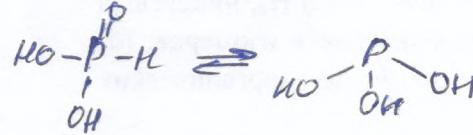
P<sub>4</sub>O<sub>10</sub>:  $\text{P}_4\text{O}_6 + \text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\Delta} \text{H}_3\text{PO}_3$ ,  $\text{P}_4\text{O}_6 + \text{H}_2\text{O}(\text{жидк}) \rightarrow \text{PH}_3 + \text{H}_3\text{PO}_4$



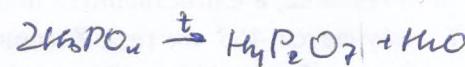
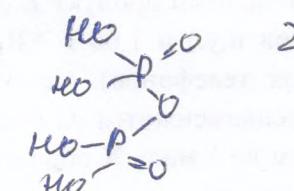
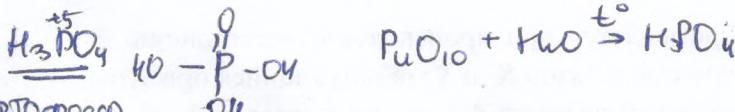
H<sub>3</sub>PO<sub>2</sub> - фосфорноватистике  $\text{Ba}(\text{OH})_2 + \text{P} \xrightarrow{\text{H}_2\text{O}} \text{Ba}(\text{H}_2\text{PO}_2)_2 + \text{PH}_3$

$\text{H}_3\text{PO}_2$  разлагается при  $\Delta$ :  $\text{H}_3\text{PO}_2 \rightarrow \text{PH}_3 + \text{H}_3\text{PO}_3$   $\xrightarrow{\text{H}_2\text{SO}_4} \text{BaSO}_4 \downarrow + \text{H}_3\text{PO}_2$

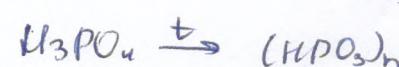
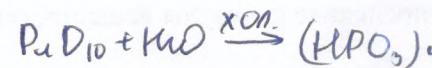
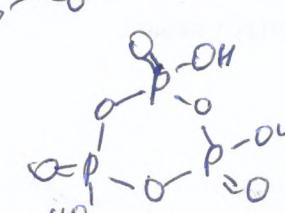
H<sub>3</sub>PO<sub>3</sub> - фосфористике  $\text{PCl}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{HCl} + \text{H}_3\text{PO}_3$ ;  $\text{P}_4\text{O}_6 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}_3\text{PO}_3$



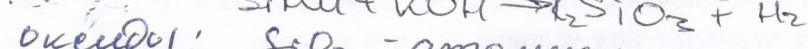
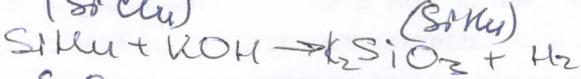
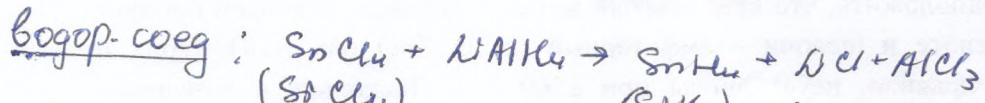
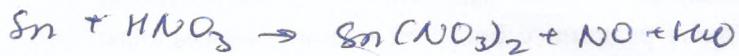
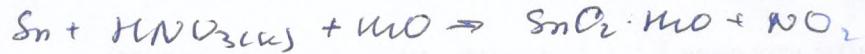
восстановление:  $\text{H}_3\text{PO}_3 + 14\text{AgNO}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Ag} + \text{H}_3\text{PO}_4 + \text{HNO}_3$



дифосф.  $\text{H}_3\text{PO}_4$  - пиросфосфорике



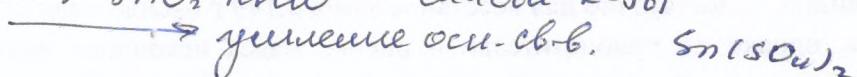
## 7 Содинение соеди с кислородом.



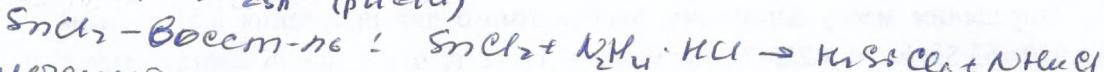
оксиды!:  $SnO_2$  - атомарная кисл. реакция  $k_{H_2} = 4$  иного метода.



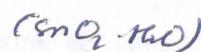
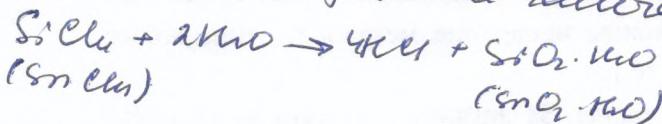
кислоты



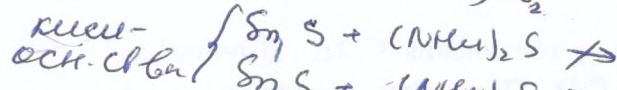
Sn(II) раствор при pH=0



изомеризация + цикл. Все изомеры  $Sn^{+4}$  и  $Sn^{+2}$ .



сульфиды:  $SnS + (NH_4)_2S_2 \rightarrow (NH_4)_2[SnS_3]$



Si-аналоги.

$$k_{H_2} = 4$$

Sn  $\rightarrow$  d-Sn(серое) (-IV)

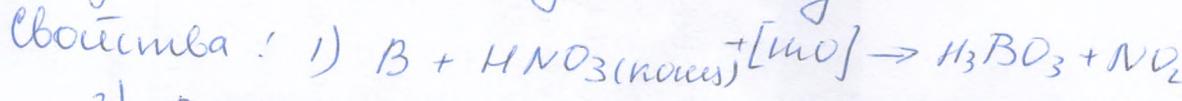
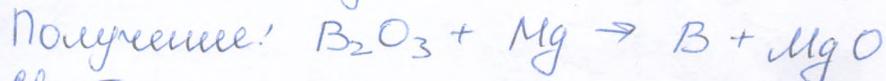
$\hookrightarrow \beta$ -Sn(белое)

тетрагональное  
 $k_{H_2}=4$  искаж.

## 8. Соединение элементов III группы

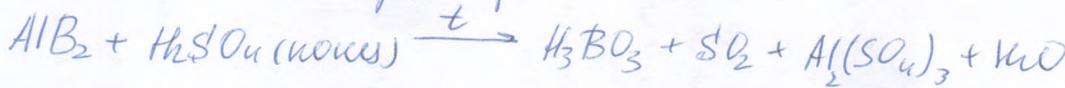
### БОР

1. Простые бло атм. в виде икосаэдра  $B_{12}$

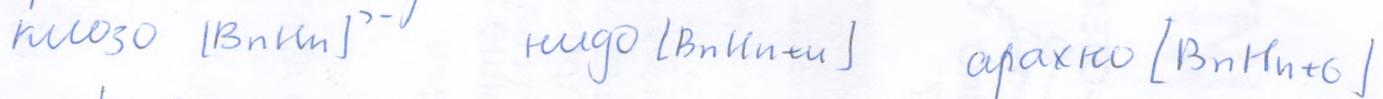


2. Бориды:  $AlB_2$  синие

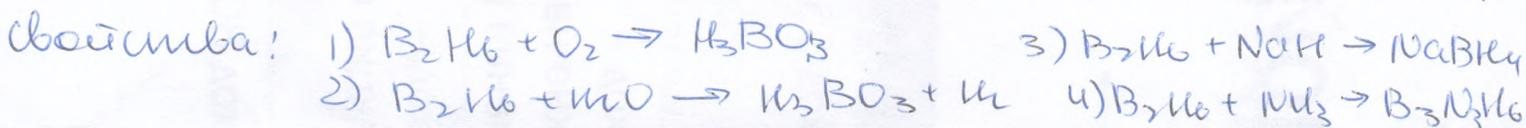
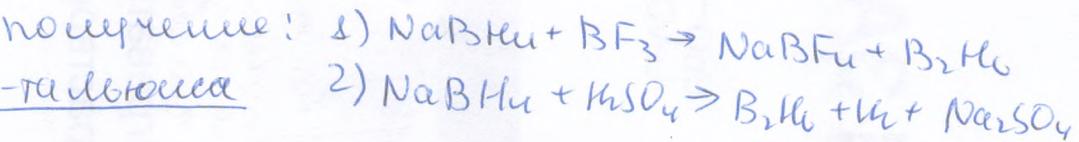
$CaB_6$  трехмер. синие



3. Бораны: гидриды металлов:

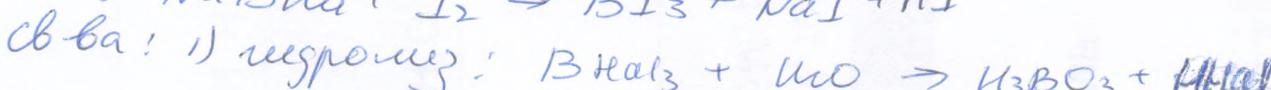
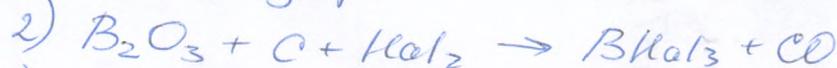


Нидоран  $B_2H_6$   $D_{2h}$



4. Тандемные:  $BCl_3, BBn_3, BI_3$  - моноклориды,  $BF_3$  - генератор

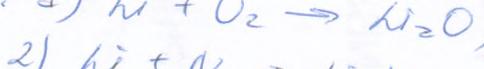
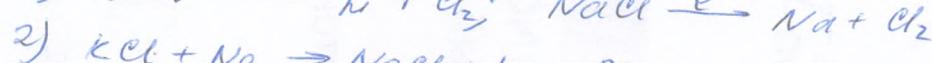
получение: 1) из прост. бло  $B + NaI \rightarrow BNaI_3$  (кроме  $BI_3$ )



5. Соединение элементов Ia группы

Li Na K Rb Cs

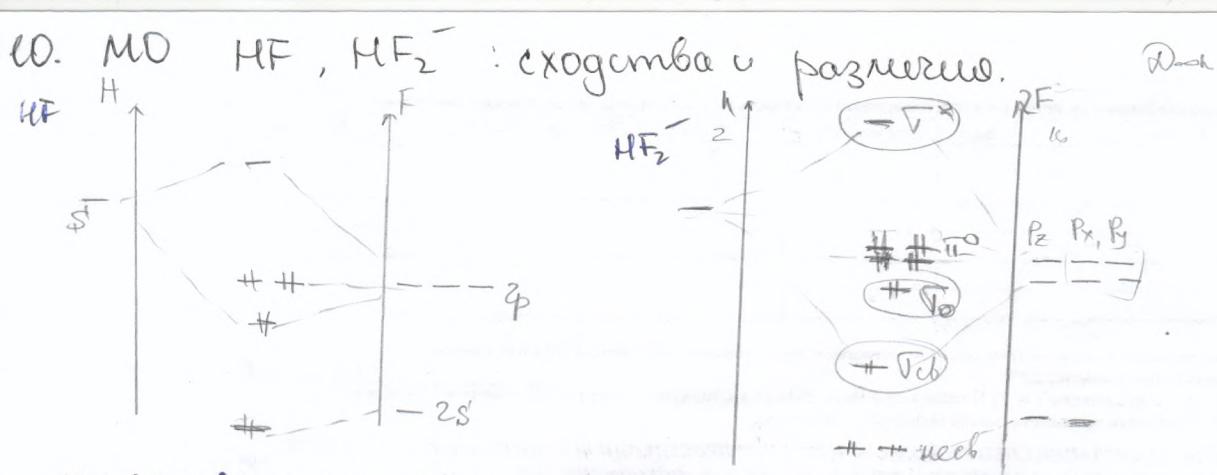
получение: 1)  $LiCl \xrightarrow{\Delta} Li + Cl_2$ ;  $NaCl \xrightarrow{\Delta} Na + Cl_2$



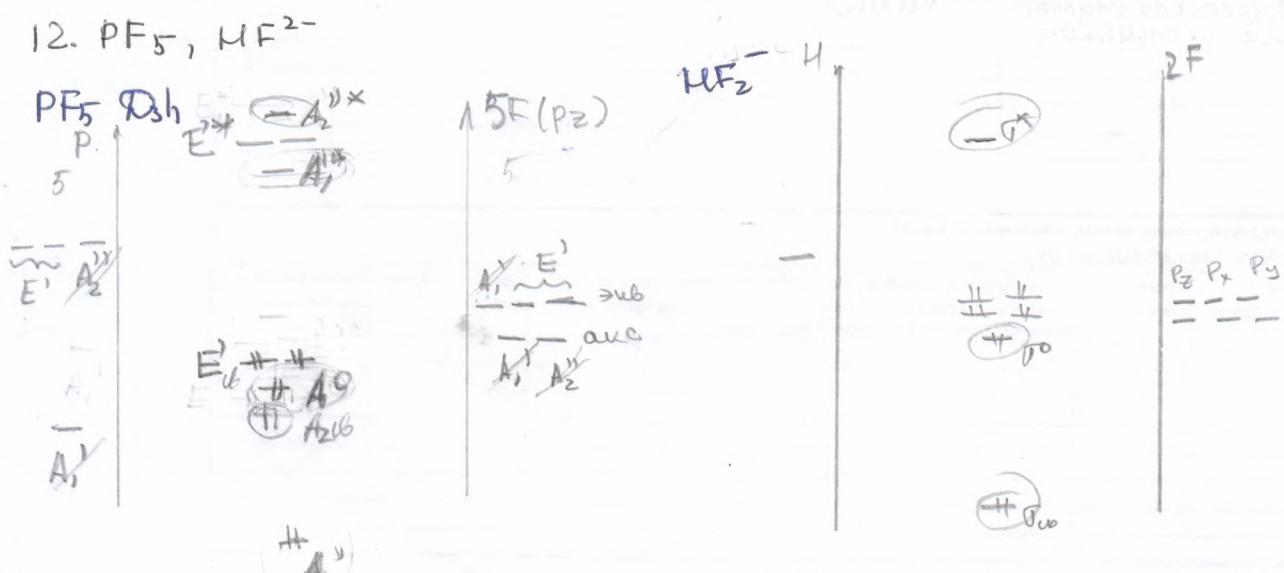
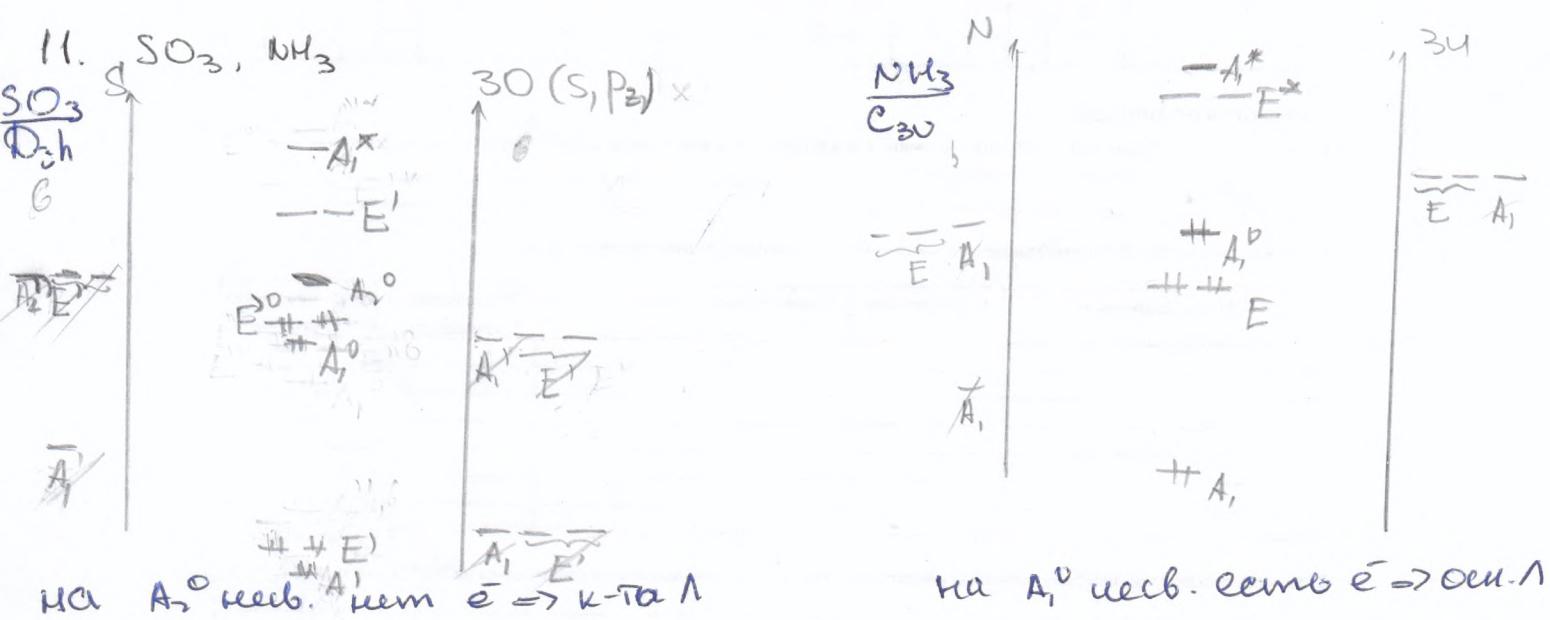
имеющиеся: 1) б. в. со см. - крист. реч.

2) б. в. в см. (PP) - моноклорид напи

3) б. раз. ф. - нови

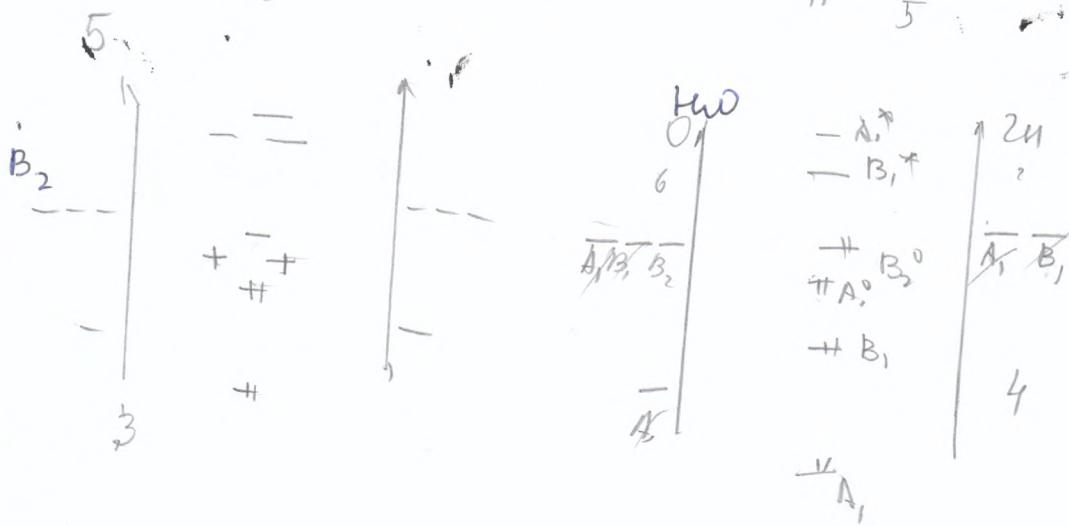
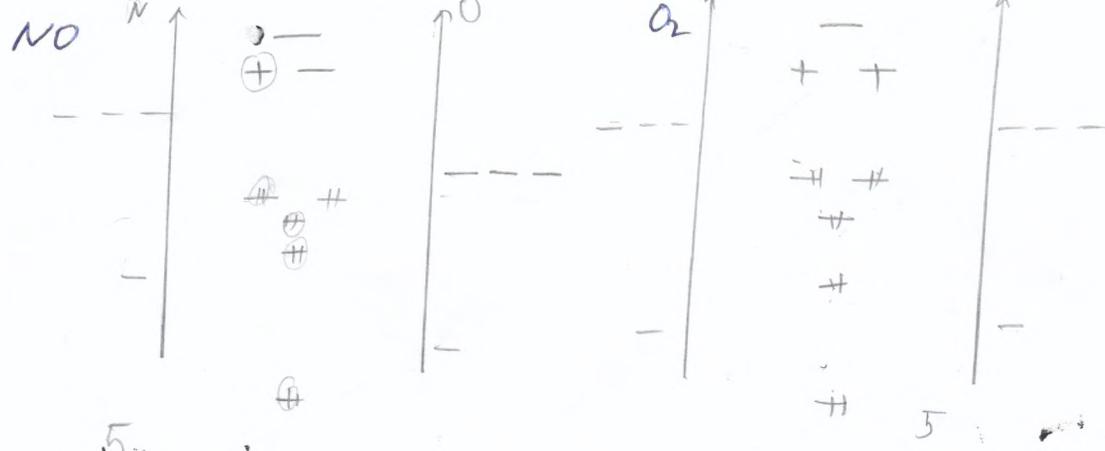


сходства: наимен-орбитальных состояний  $e^- \rightarrow$  одинаковы, основные различия: в HF одна гибрид, 2  $e^-$   
в  $\text{HF}_2^-$  две гибрид,  $4e^- \rightarrow$  электрономойз  $\rightarrow$  более сложное  
может образоваться  $\text{F}^-$



одна гибрид,  $4e^- \rightarrow$  одинаковые. Для  $\text{PF}_5$  можно отщепление  $\text{F}$  анион, а для  $\text{MF}_2^-$  сначала диссоциировать  $\text{MF}_2^- \xrightarrow{t} \text{MF}_3 + \text{F}_2$ .  
 $\text{PF}_5 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{POF}_3 + 2\text{HF}$ .  $\text{KHF}_2 \xrightarrow{t} \text{KF} + \text{HF}$

13. Некоторые номенклатурные обозначения



14. Изменение ионных радиусов.

1) Ионные R увеличиваются вниз по группе

R(Å): F<sup>-</sup> 1.36, Cl<sup>-</sup> 1.81, Br<sup>-</sup> 1.95, I<sup>-</sup> 2.16

Li<sup>+</sup> 0.6, Na<sup>+</sup> 0.95, K<sup>+</sup> 1.33, Rb<sup>+</sup> 1.48, Cs<sup>+</sup> 1.69

2) R ионов одинак. заряда уменьшаются по периоду.

R(Å): Na<sup>+</sup> 0.95 Mg<sup>2+</sup>

3) Ионные R уменьш. - сростом коорд. числа

Al<sup>3+</sup> КЧ=4 R=53 ПМ  
K<sup>+</sup> КЧ=6 R=67.5 ПМ.

4) При одинаковом к.ч. ионной R уменьш. с увеличением заряда.

Mn<sup>4+</sup> КЧ=4 R=53 ПМ  
Mn<sup>6+</sup> КЧ=4 R=39.5 ПМ

5) Капитонов меню атомов с близкими атомическими номерами

Se<sup>2-</sup> R=184 ПМ Se<sup>4+</sup> R=64 ПМ (КЧ=6)

15. Статодиаграммы несвязанных связей.

Способ ван-диимских скелетов

1. Чирридиозации показывает простр. ориентацию орбиталей

2. Чирридиозации орбитали образуют б. связь. Из ненирридиозационных радиорбиталяй образуются π связи

3. Уни-связь между двумя атомами осуществляется с помощью одновременных несклонных эл. пар, локализованных между ними.

4. Связь всегда двухцентровая и двухэлектр.

5. Число связей = ван-диимских атомов.

- не может обесценить магнитостатичность молекул (не учитывается спиновая составляющая e<sup>-</sup>) O<sub>2</sub>, B<sub>2</sub>

+ начинность

ММО ПКАД

1. Все связи образуются за счет делокализации всех e<sup>-</sup>

+ можно описать хим. св. в электроноделах, молекуларных молекуларных радикалах, соединениях бинарных газов.

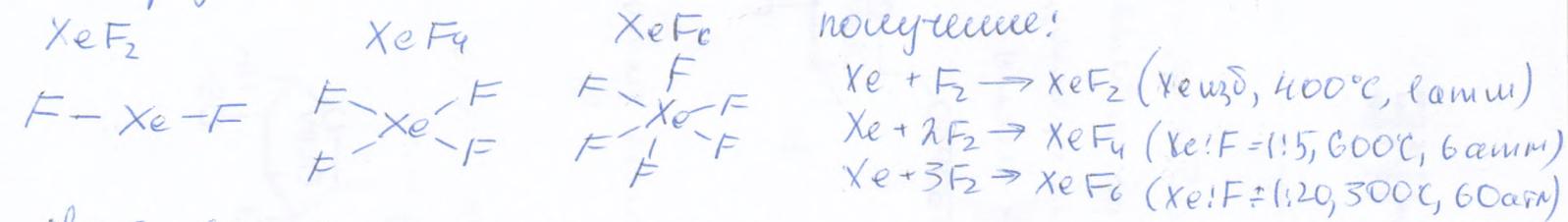
+ обесценивает образование молекул с многоцентровыми орб.

+ водор. св. описывается как частный случай ковалентной.

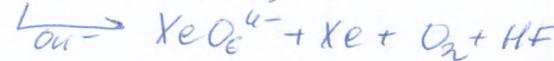
## 15. Инертные газы

I Простые элементы - одновалентные ионогенные  
Ar, Kr и Xe образуют квадратные молекулы и багою

## II Продукты взаимодействия - связи между элементами



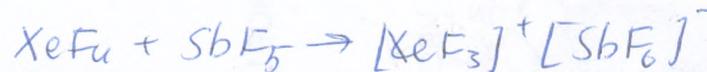
Вопросы! 1) нейтрал.:  $XeF_2 + H_2O \rightarrow Xe + O_2 + HF$



2. фторирующие вещества!  $XeF_2 + 2SO_3 \rightarrow S_2O_6F_2 + Xe$

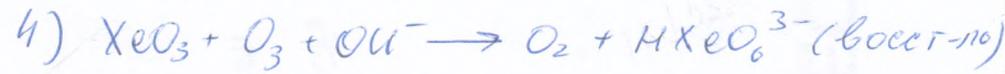
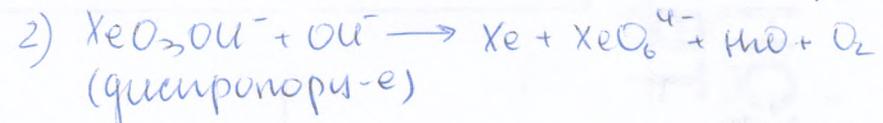


3. кисло-осн. свойства:  $XeF_2 + SbF_5 \rightarrow [XeF]^+ [SbF_6]^-$



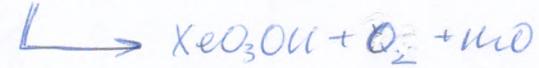
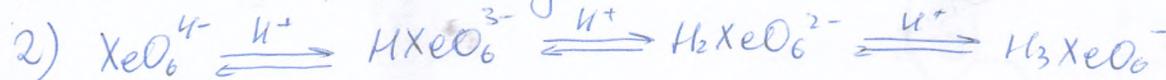
## III. Кислородные соединения

$XeO_3$  - свойства! 1)  $XeO_3 + H_2O \rightarrow XeO_3OH^- + H^+$  (нейтрал.)



$XeO_4$  - разложение:  $Na_2XeO_6 + NaHSO_4 \rightarrow Na_2SO_4 + XeO_4 + H_2O$

Вопросы! 1) соли:  $Na_2XeO_6 \cdot 8H_2O$ ,  $Ba_2XeO_6 \cdot 15H_2O$



## IV Другие соед.

Комплексны:  $KrF_2 + Au \rightarrow [AuF]^{+} [AuF_6]^{-} + 5Kr$



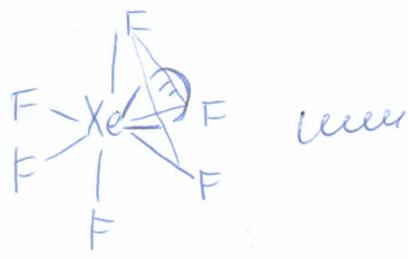
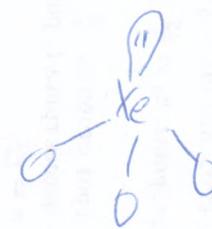
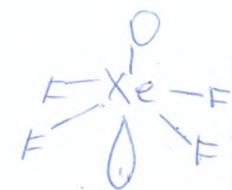
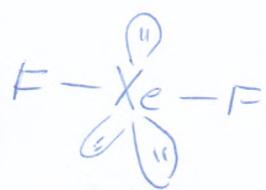
Ряды:  $RnF_2$ ,  $[RnF]^{+} [SbF_6]^{-}$

## Строение соединений благородных газов

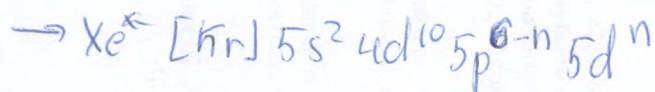
С позиции ММО для  $\text{F-Xe-F}$  - 3x центр, 4<sup>x</sup> эквипр.  
б)  $\text{XeF}_2$  - 4 максимумы, в)  $\text{XeF}_4$ -ОВе, в)  $\text{XeF}_6$ -три.

В соответствии с этим  $\text{XeF}_6$  д.д.о.т. октаэдром, но его форма несколько искажена (б) из-за размера.

б) виб. сп.  $[\text{XeF}_5^+] \text{F}^-$  - ионное строение.



С моим зреини ИБС наивышее deerzu однозначно  
воздушением валентного оболочки Xe  $[\text{Kr}] 5s^2 4d^{10} 5p^6 \rightarrow$



$n=1 - \text{XeF}_2$ ,  $n=2 - \text{XeF}_4$ ,  $n=3 - \text{XeF}_6$

но при возбуждении Xe предложен E  $\approx 1000$   $\frac{\text{KJ}}{\text{моль}}$

16. Основы квантово-механической теории строения атома.

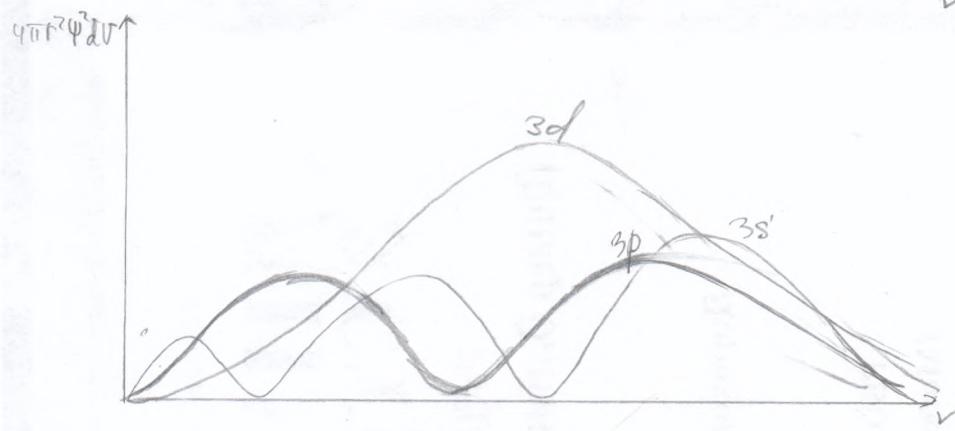
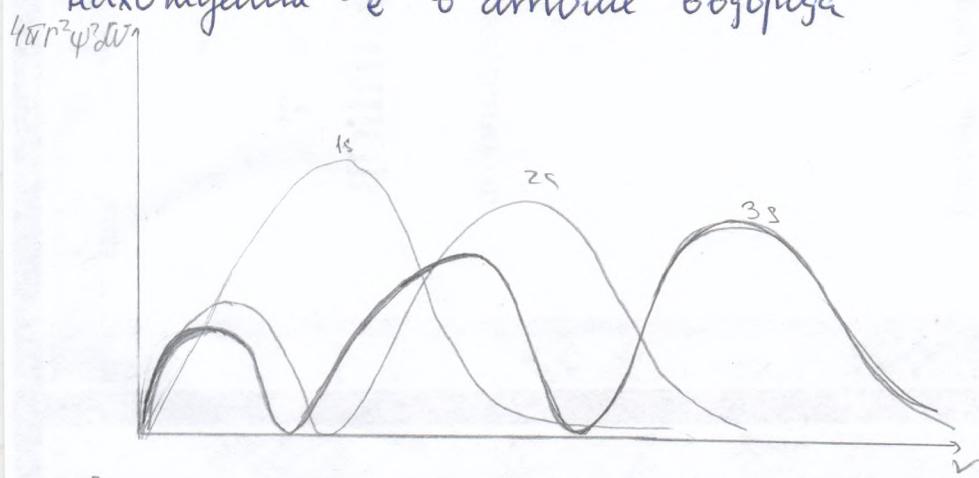
Ур-е Шредингера  $\hat{H}\Psi = E\Psi$  описывает поведение электрона

→ волн.функция  $\Psi$ : вероятность находящегося частицы в определенном месте пропорц.  $\Psi^2$

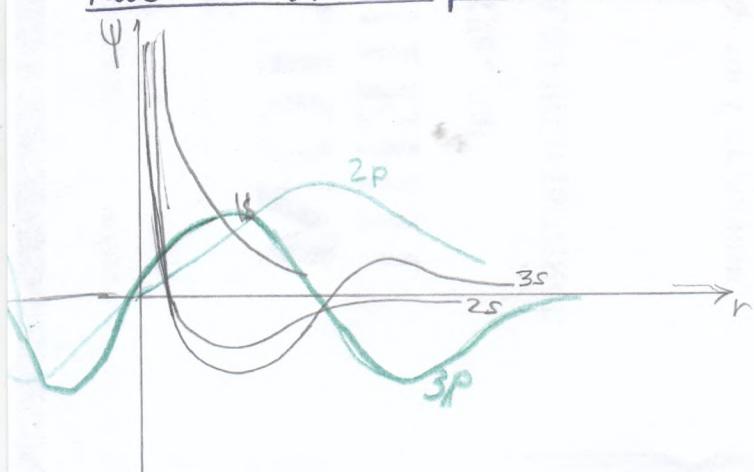
Для описание полной энергии  $e^-$  в трехмерном атоме  
требуется квантовое число:

$n$ - главное кв.ч. - номер энерг.уровня.  $n^2$ -число орбиталей  $f(r)$   
 $l$ - орбитальное кв.ч. - число узловых линий  $f(l, \varphi, r) / \begin{matrix} 0 & 1 & 2 & 3 & 4 & 5 \\ s & p & d & f & g & h \end{matrix}$   
 $m$ - магнитное кв.ч. - пространств.ориентация,  $m \in [-l, l]$   
 $s$ -спиновое кв.ч.:  $\uparrow \frac{1}{2}, \downarrow \frac{1}{2}$   $l \in [0, n-1]$

Радиальное радиационного распределения вероятности находящемуся  $e^-$  в атоме водорода



Плотность вероятности



7. Понятие кристаллической решетки.

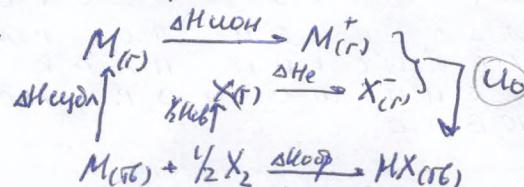
Ур-е Борна-Ланга

н зависит от размеров ядра

$$U_0 = \left(1 - \frac{1}{n}\right) \frac{Z^2 \cdot Z^2 \cdot e^2 l^2}{4\pi \epsilon_0 R} \cdot N_A \cdot A, \text{ где } \left(1 - \frac{1}{n}\right) - \text{коэф., учитываемый, что о крист. решетка не имеет пустых местнич.}$$

А- конст. Маденута, учитывающая все взаимодействия определенного типа крист. решетки.

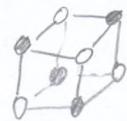
Число Борна-Гадера:



число определяется относит. вкладу различных слагаемых, имеющихся од-в ячейках сеч.

Природа ячееки свойства кристаллов.

NaCl:

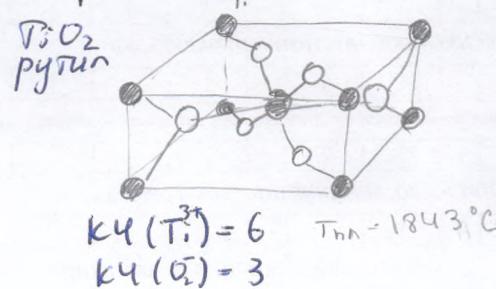


$$\begin{array}{l} K_U(Na^+) = 6 \\ K_U(Cl^-) = 6 \\ T_{nn} = 801^\circ C \end{array}$$

CsCl



$$\begin{array}{l} K_U(Cs^+) = 8 \\ K_U(Cl^-) = 8 \\ T_{nn} = 645^\circ C \end{array}$$



- ковалентное  
рассеяние  
- поляризация

18. Сравнение предложенных типов хими. связей

### ковалентные ковалентные

1. есть направление связи (простр. расположение орбиталей)
2. в узлах ковалентных кристаллов - атомы или молекулы
3. диполистрийные или полупроводники
4. внутреннек. взаимод. сильные, внешнек. - слабые
5. при переходе из жидкого состояния в газообраз. св-ва мало изменяются

### ионные связи

1. нет направлений связи
2. в узлах решеток - заряженные ядра
3. в ионах - слабые электропроводность, ёмкость (распределение зарядов) - проводники
4. взаимодействие (притяжение и отталкивание) со всеми ядрами.
5. при переходе в другое агрегатное состояния св-ва сильно меняются.

## Вопрос 2

1. Соединения с кратными связями элемент-элемент.

Для некоторых элементов кратные связи выходнее, чем одинарные, например, для азота и молибдена. Для элементов II группы, наоборот, одинарные связи устойчивее кратных. Соединение молибдена (этилен) достаточно легко погашергуются; (виде  $\text{Si}=\text{Si}$ ) и  $\text{Be}=\text{Be}$  можно получать только в узких линиях, стабилизируя (т.е. используя облегченное защелечени).

В образовании кратных связей участвуют S- и p-орбитали атомов S-орбитали  $\rightarrow$  2 связи, p-орбитали  $\rightarrow$  1 связи (1 или 2).

Фактическое соединение с двойной связью  $(\text{Br}^2)$ , а с тройной - тройной ( $\text{Br}^3$ )

Тройные связи короче, чем двойные. Соответственно двойные короче, чем одинарные.

Для соединений с кратной связью характерны реакции присоединения с разрушением кратной связи ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{Al}_2\text{R}_3$  и др.)

2. Особенности химического поведения и электронного строения соединений с высокой полярностью ковалентной связи в ионном виде.

Вероятность находления  $e^-$  у более эл. отрицательного атома выше, но есть равные деформации между двумя атомами.

С помощью модели Гиппелса можно увидеть, каким образом сингенеза нарастает.

Электронное строение - МЧО и МВС.

Внутришник. взаимодействие сильное, внешнешник.-слабое.  
Свойство к гетерополярному разрыву.

3. Координационные соединения непереходных металлов

Описывают с помощью МВС как D-A взаимодействие

$\text{Be}^{2+}$  свободные S и p уровни  $KC=4$

$[\text{BeF}_6]^{2-}$ ,  $[\text{Be}(\text{H}_2\text{O})_4]^{2+}$ ,  $[\text{Be}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$ ,  $[\text{Be}(\text{OEt})_4]^{2-}$

Комплексные металлы образуют коорд-сред с краун-эфирами (в зависимости от размера).

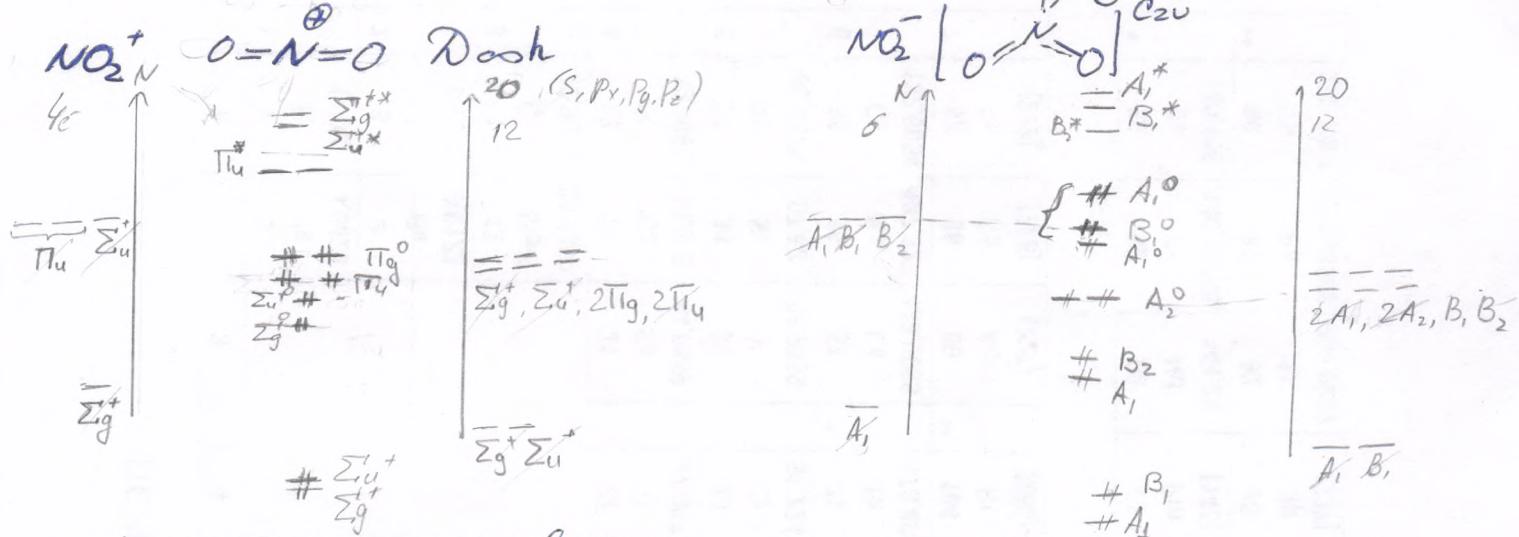
Внутр. сферы - D-A взаимод.

Внешние сферы - электростатич. взаимод.

$[\text{Al}(\text{H}_2\text{O})_6]^{3+}$ ,  $[\text{Al}(\text{OH})_4(\text{H}_2\text{O})_2]^-$

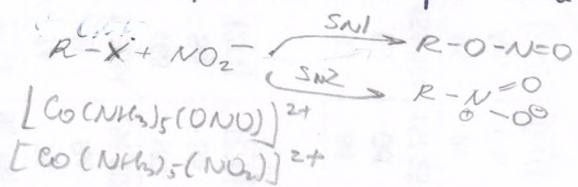
Лиганды расположаются равнозадачно друг от друга (одинарные)

4. MO  $\text{NO}_2^+$ ,  $\text{NO}_2^-$ : сходства, различия.

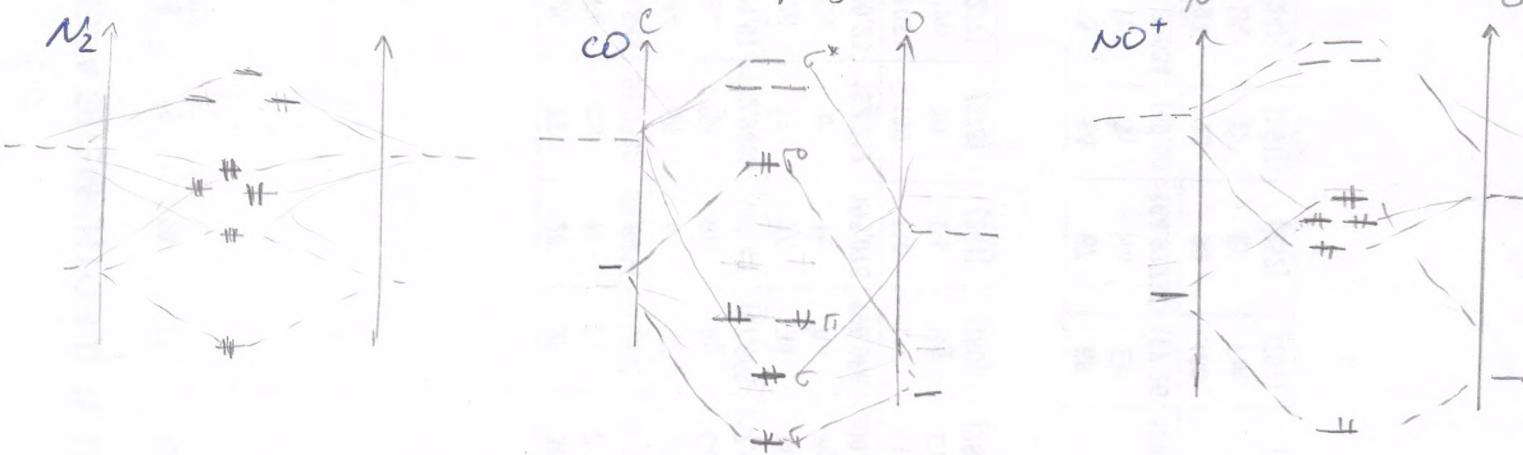


$\text{NO}_2^+$  непод. ат. пары на выборочн.  
орбиталах

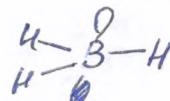
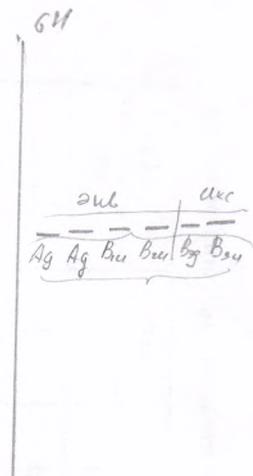
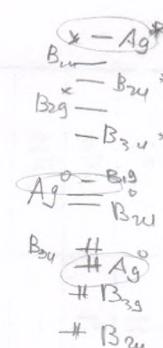
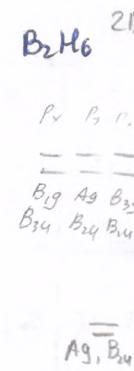
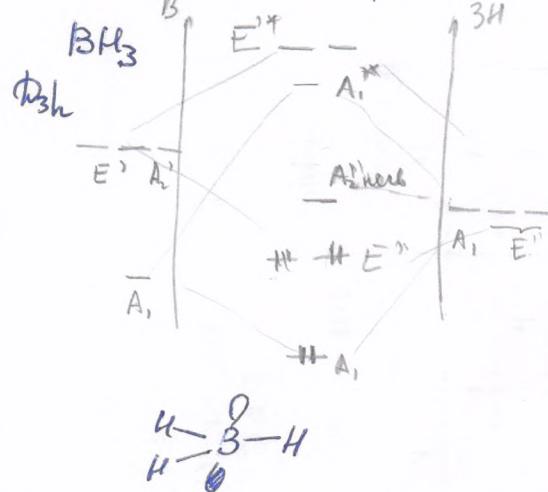
$\text{NO}_2^-$  - донор  $e^-$   
шокает обр. комплексы  
имеет 2 редукционных центра N и O



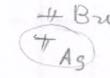
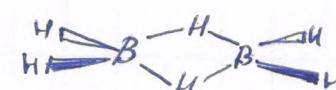
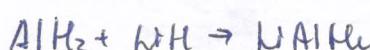
5. MO:  $\text{N}_2$ ,  $\text{CO}$ ,  $\text{NO}^+$ : сходства и различия



## 6. Гидриды Бора и атомическое.



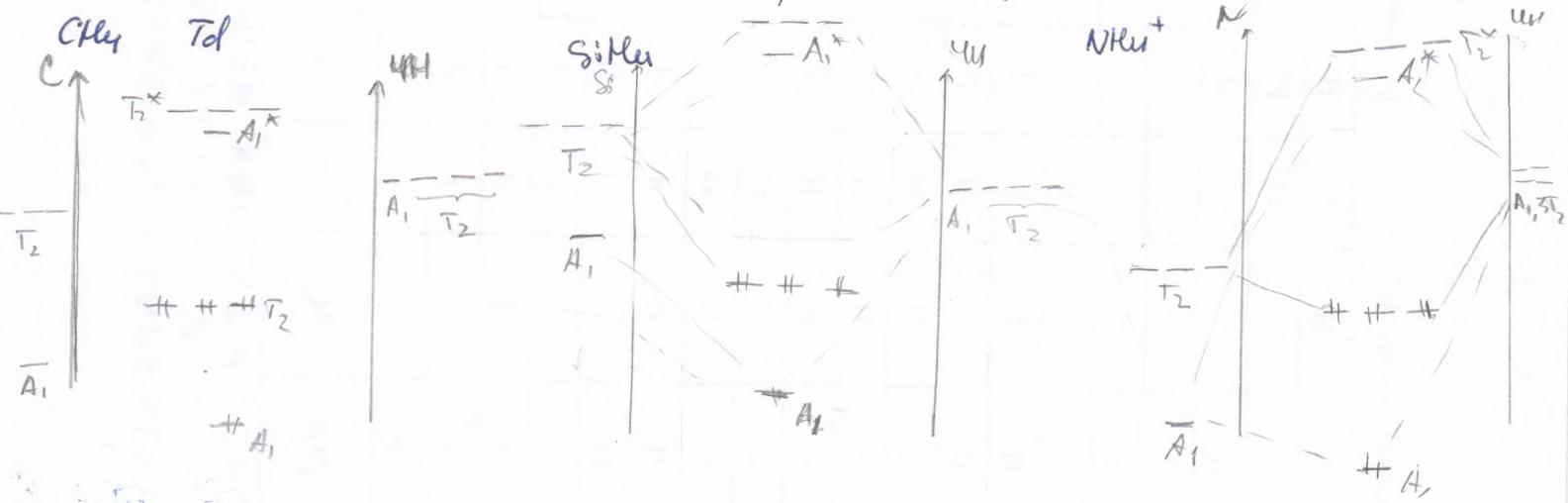
исследование методом



орб.  $Ag$  : четырь,  $He^-$  : орб. иуд, энерг.-дезинт. связь

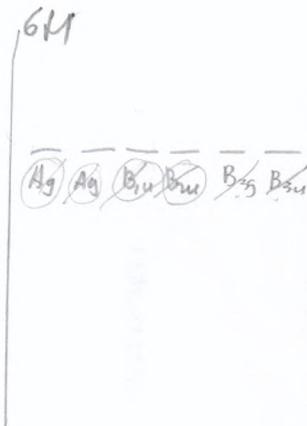
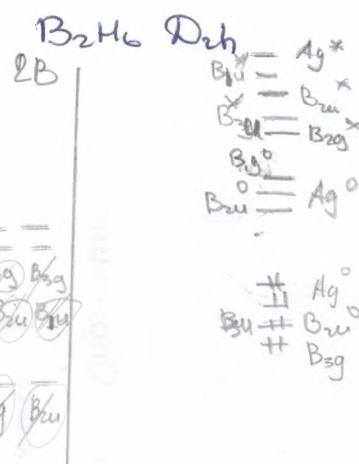
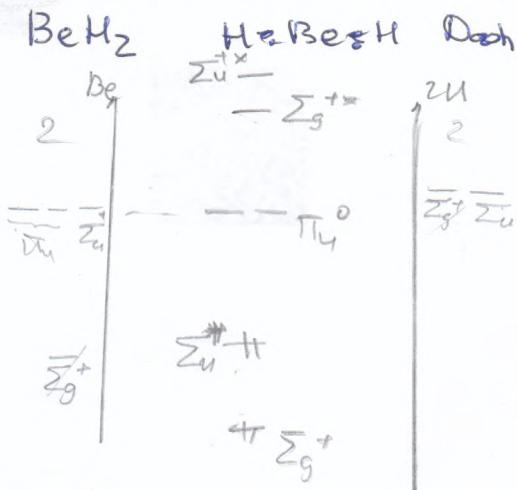


## 7. MO: CH4, SiMe4, NH4+

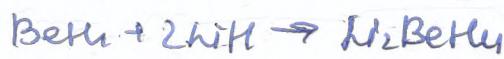


$t, Au$

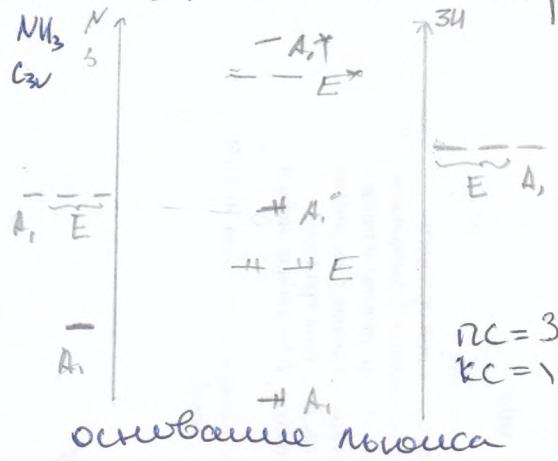
### 8. BeH<sub>2</sub>, B<sub>2</sub>H<sub>6</sub>.



Беск. изгажание кислород-органических л.  
(электроизделия сущ.)



### 9. NH<sub>3</sub>, CH<sub>4</sub>: склонность, разрыв.

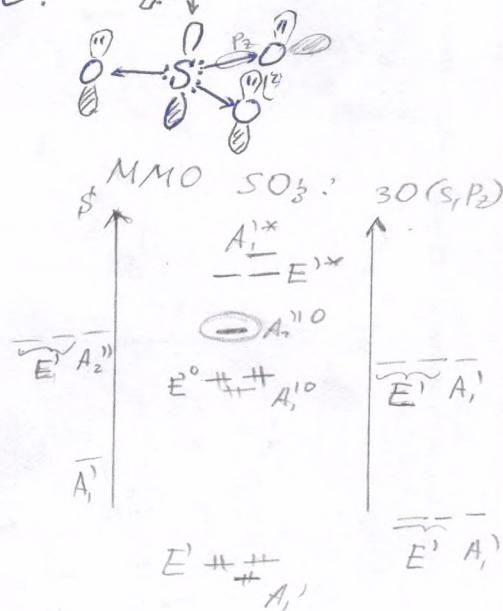
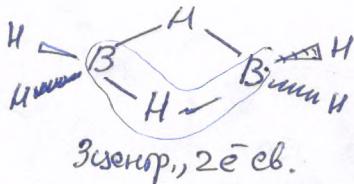
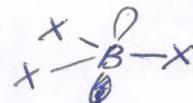
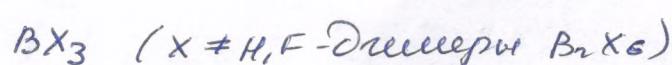


## 10. Электроаддитивные соединения

Электроковалентные ионные ковалентные. Их связь или связь орбитали. Встречаются анионы с отрицательным зарядом.

Например,  $\delta O_3$ . В газ. сост. ионизация плюсовая, есть вакансии на орбиталах серы и РА для  $S + O$ :

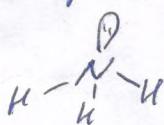
Число соединений зависит от групп, образованных кислотами и щелочами



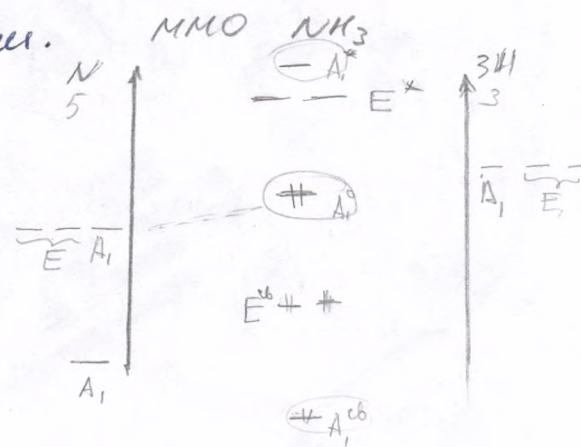
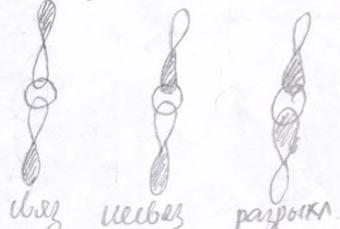
## 11. Орбитально-аддитивные соединения

Ионом заполненные неспар. орбитали. Встречаются донорное  $e^-$

Например,  $NH_3$



$PF_5^-, [HF_2]^-$  имеют зерн., чё си же



1) имеет сходства между связью иона и атома  
2) связь аниона не зависит от количества и насыщ.  
3) нет направлений связей.

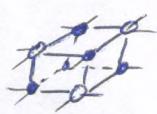
## 12. Строение ионных соединений в твердой фазе ионные соед. характеризуются: 1) высокой упаковкой, 2) хрупкостью.

шоколад. модели нестабильны сфер (без дополнительных соед.)

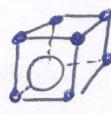
Кристаллические решетки

$A$ -константа Маденута (от крист. реш.)

I.  $NaCl$



II.  $CsCl$



III.  $ZnS$  сфalerит

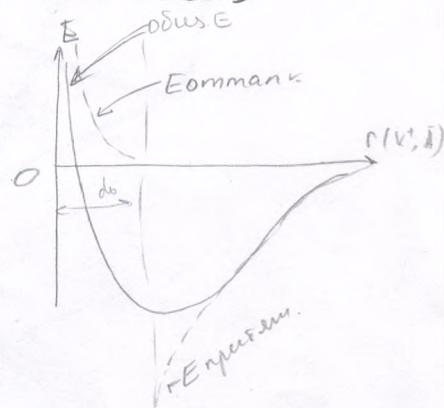
IV.  $ZnS$  вюрцит

V.  $O_2$  рутин

Ур-е Борна-Ланде  $(1 - \frac{1}{n}) \frac{Z^2 + Z^2 - 1}{4\pi E \cdot d_0} \cdot A = U_0$

коэф., учтывая, что крист. реш. не всегда нестабильны

энергия крист. решетки (Гевр)



Число Борна-Гадера  $\Rightarrow$  по эксперименту.

## 12. В растворе

Все ионы в растворе гидратированы

В растворе ионы соед. образуют гидратные пары.

1) компактная ион. пара:  $\text{Na}^+$  солят сионов

2) солватиров. ион. пары:  $\text{Na}^+$

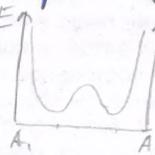
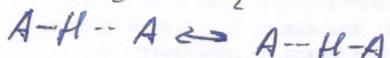
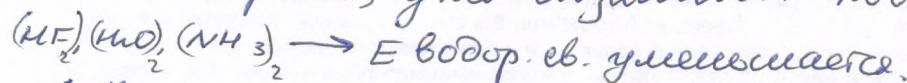
$\mu_{\text{ион}} < \mu_{\text{прот}} < \mu_{\text{гидр. разг. ион}}$ .



## 13. Соединения с водородными связями.

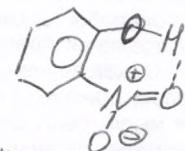
Водородная связь - вид невалентного химического взаимодействия

отличающееся тем, что существующее участие в нем проявляется стом водорода, участвующего в общ. св. с другим атомом.



- этот диполярный процесс характеризует как водород. св. скорость перехода из одной формы в другую зависит от величины энергии барьера (кроме  $(E-\text{H}-F)^{-1/2}$ )

Существует внешний и внутренний водор. связь.  
(внешний по E минимум)



к обр. водор. св. способны группы -OH, -NH, HF, HCl, HBr,

с внешней степенью -SH и -NH.

Водор. связь имеет направленность и насыщенность (качество внешних хим. связей).

## 14. Невалентное взаимодействие

1) Ион-дипольное взаимодействие:  $\text{O}^{2-} \xrightleftharpoons[r]{r} \text{Br}^+ \text{ (ионатные ионы)}$

очень чувствительное к расстоянию

$\text{CH}_3^+ - \text{Cl}^- - \text{Br}^+ \Rightarrow$  сильно солватируются в полярном растворителе

$$E = \frac{C_1 Z_1 \bar{M}_1}{(r)^2} \xrightarrow{\text{Br}^+} [\text{Br}^+]^+ \xrightarrow{\text{CH}_3^+ - \text{Cl}^- - \text{Br}^+} \text{CH}_3^+ - \text{Br}^+ - \text{Cl}^-$$

$\xrightarrow{\text{Br}^+}$  в газ. в р-ре

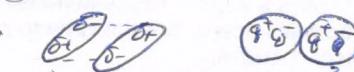
2) Диполь-дипольное взаимодействие:

Енергия  $> E_{\text{дипол.}}$  (RT)

с уменьшением расстояния

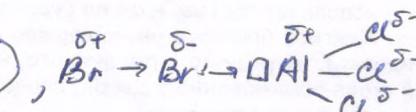
взаимная ориентация

$$E = \frac{C M_1 M_2}{r^3}$$



способ размещения молекул зависит от их размера

3) Дисперсионное силы:



широкое распределение заряда одного атома или молекулы характеризующее неизмененное дипольное молекулы, поддерживает неизмененное дипольное молекулу в другом отдалении или молекуле.

$$E = \frac{C M_1 M_2}{r^6}$$