

# Лекция 23

## p-элементы V группы (пниктогены)

**N, P, As, Sb, Bi**



*Сборная 8 классов по химии*

*Лицей 1502 при МЭИ*

*Подготовил: Назаров М.А.*

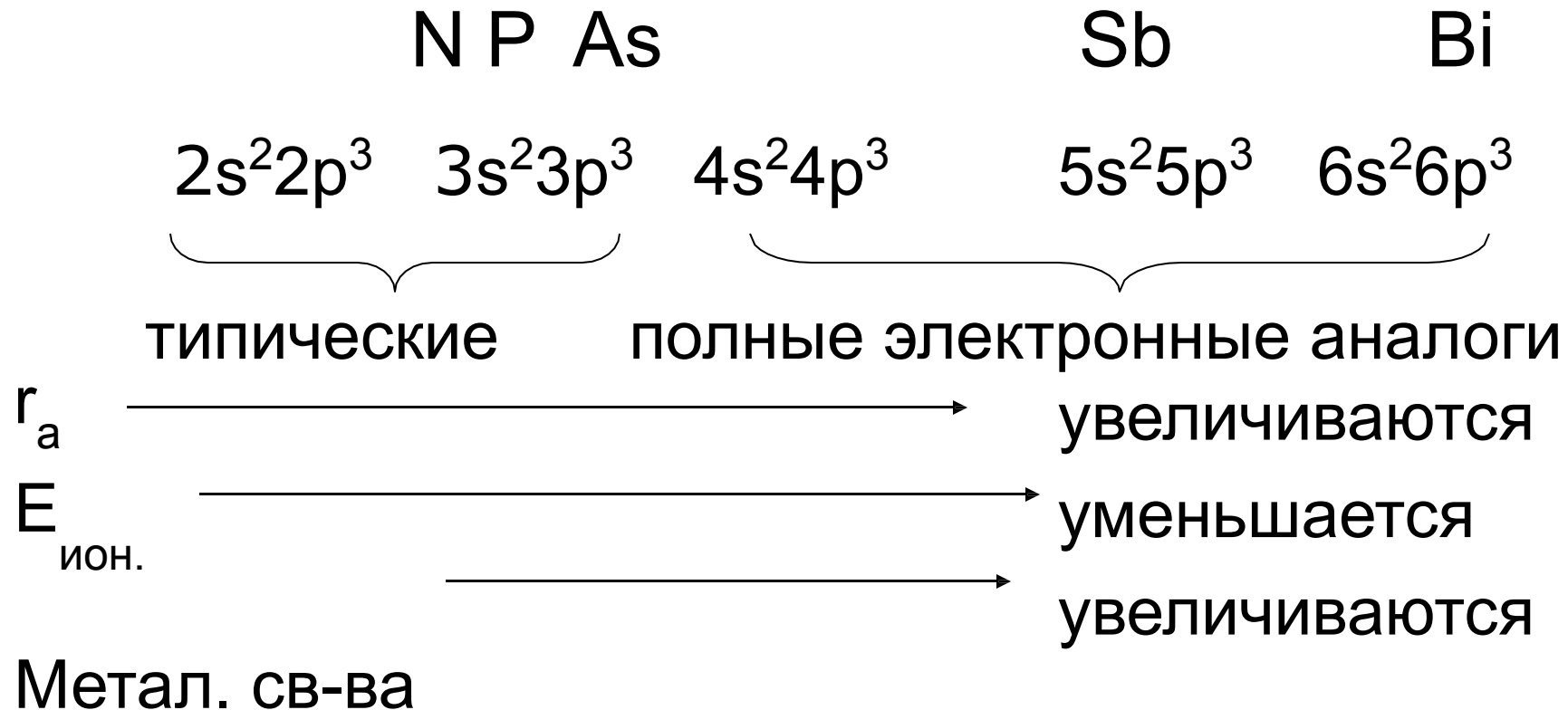
# Элементы 15 группы

1    2                                    13   14   15   16   17   18

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

**N** – азот, **P** – фосфор, **As** – мышьяк, **Sb** – сурьма, **Bi** – висмут

# Общая характеристика



# Общая характеристика

N - неметалл

P – неметалл,

P – п/п

<sup>черный</sup>As, <sup>желтый</sup>Sb - немет.

Sb - мет.

<sup>серый</sup>Bi - металл



# Общая характеристика



# Степени окисления

## Характерные Устойчивые

N	-3 ÷ +5		
P	-3 +1 +3 +5		+5
As	-3 +3 +5		+5
Sb	-3 +3 +5		+3,+5
Bi	-3 +3 +5		+3

# Природные соединения

	N	P	As	Sb	Bi
Кларк	0,04	0,09	$5 \cdot 10^{-4}$	$5 \cdot 10^{-5}$	$2 \cdot 10^{-5}$
	NaNO <sub>3</sub>	Ca <sub>3</sub> (PO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub>	As <sub>2</sub> S <sub>3</sub>	Sb <sub>2</sub> S <sub>3</sub>	Bi <sub>2</sub> S <sub>3</sub>
	Ca <sub>3</sub> (PO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> · CaF <sub>2</sub>	Ca <sub>3</sub> (PO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub>			

N<sub>2</sub> 78.09% в атмосфере

# Азот, его свойства и значение



АЗОТ

отрицание

ЖИЗНЬ

nitrogenium

селитра

рождающий

# Открытие азота

- 12 сентября 1772 года — Даниель Резерфорд
- 1771 - 1773 гг. — Г. Кавендиш и Дж. Пристли
- 1770 -1777 гг. — К. Шееле
- 1787 год — А. Лавуазье, Л. Гитоном де Морво и А. Фуркруа было предложено название «азот» (от греч., означающего безжизненный)



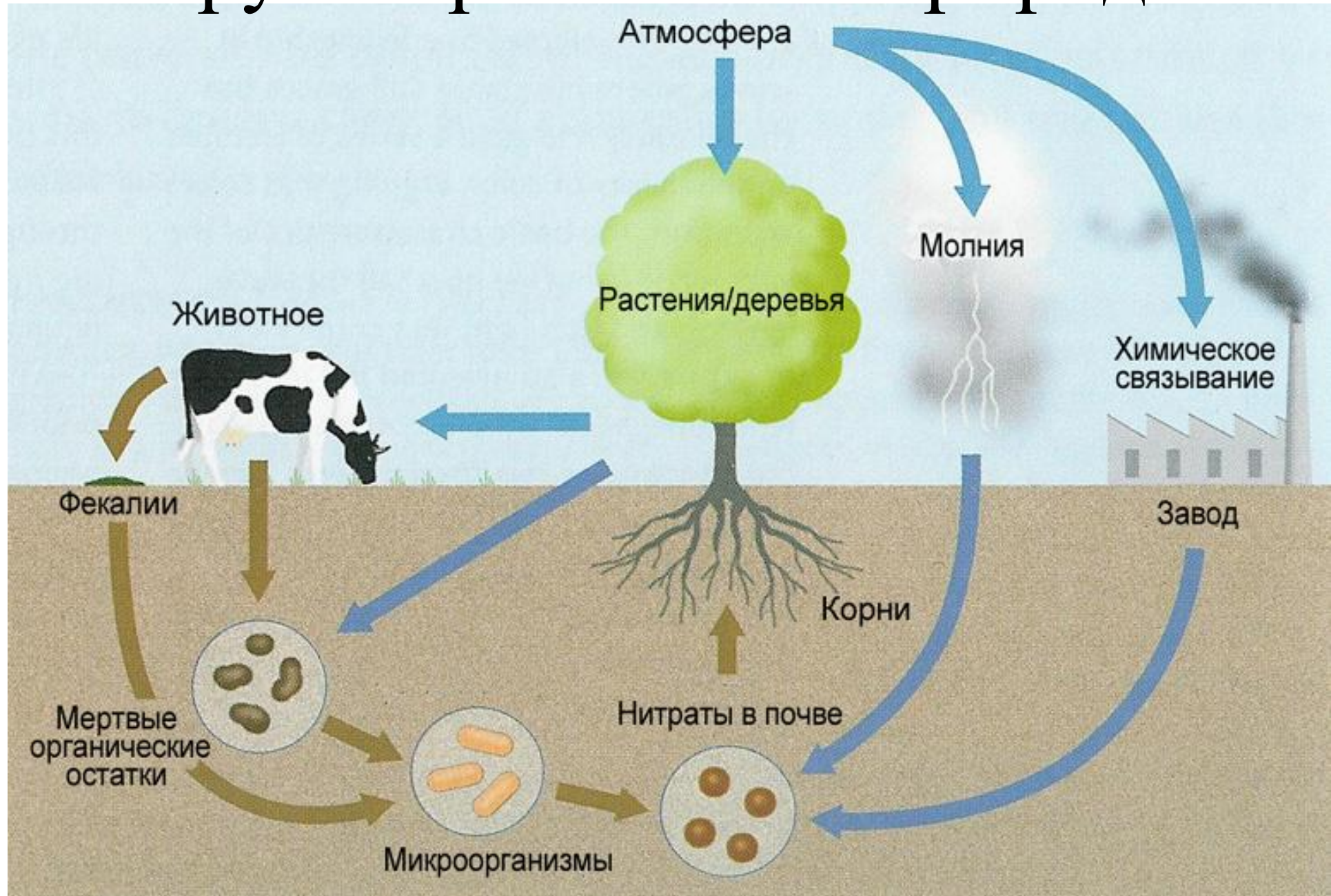
Антуан Лоран Лавуазье

# Периодическая таблица химических элементов Д.И. Менделеева

Порядковый номер  
Знак химического элемента

Периоды	Ряды	Группы элементов													
		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII						
I	1	1 Н Водород							(H)	2 He Гелий					
II	2	3 Li Литий	4 Be Бериллий	5 B Бор	6 C Углерод	7 N Азот	8 O Кислород	9 F Фтор		10 Ne Неон					
III	3	11 Na Натрий	12 Mg Магний	13 Al Алюминий	14 Si Кремний	15 P Фосфор	16 S Сера	17 Cl Хлор		18 Ar Аргон					
IV	4	19 K Калий	20 Ca Кальций	Sc Скандий	21 Ti Титан	22 V Ванадий	23 Cr Хром	24 Mn Марганец	25 Fe Железо	26 Co Кобальт	27 Ni Никель	28			
	5	29 Cu Медь	30 Zn Цинк	31 Ga Галлий	32 Ge Германий	33 As Мышьяк	34 Se Селен	35 Br Бром			36 Kr Криптон				
V	6	37 Rb Рубидий	38 Sr Стронций	Y Иттрий	39 Zr Цирконий	40 Nb Ниобий	41 Mo Молибден	42 Tc Технеций	43 Ru Рутений	44 Rh Родий	45 Pd Палладий	46			
	7	47 Ag Серебро	48 Cd Кадмий	49 In Индий	50 Sn Олово	51 Sb Сурьма	52 Te Теллур	53 I Иод			54 Xe Ксенон				
VI	8	55 Cs Цезий	56 Ba Барий	La* Лантан	57 Hf Гафний	72 Ta Тантал	73 W Вольфрам	74 Re Рений	75 Os Осний	76 Ir Иридий	77 Pt Платина	78			
	9	79 Au Золото	80 Hg Ртуть	81 Tl Таллий	82 Pb Свинец	83 Bi Висмут	84 Po Полоний	85 At Астат			86 Rn Радон				
VII	10	87 Fr Франций	88 Ra Радий	Ac** Актиний	89 Rf Резерфордий	104 Db Дубний	105 Sg Сибургий	106 Bh Борий	107 Hs Хассий	108 Mt Мейтнерий	109				
Высшие оксиды		R <sub>2</sub> O	RO	R <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	RO <sub>2</sub>	R <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	RO <sub>3</sub>	R <sub>2</sub> O <sub>7</sub>	RO <sub>4</sub>						
Летучие водородные соединения					RH <sub>4</sub>	RH <sub>3</sub>	H <sub>2</sub> R	HR							
Лантаноиды *		Ce 58 Церий	Pr 59 Прозердий	Nd 60 Неодим	Pm 61 Прометий	Sm 62 Самарий	Eu 63 Европий	Gd 64 Гадолиний	Tb 65 Тербий	Dy 66 Диспрозий	Ho 67 Гольмий	Er 68 Эрбий	Tm 69 Тулий	Yb 70 Иттербий	Lu 71 Лютеций
Актиноиды **		Th 90 Торий	Pa 91 Протактиний	U 92 Уран	Np 93 Нептуний	Pu 94 Плутоний	Am 95 Америций	Cm 96 Кюрий	Bk 97 Берклий	Cf 98 Калифорний	Es 99 Эйнштейний	Fm 100 Фермий	Md 101 Менделеев	No 102 Нобелий	Lr 103 Лоуренсий

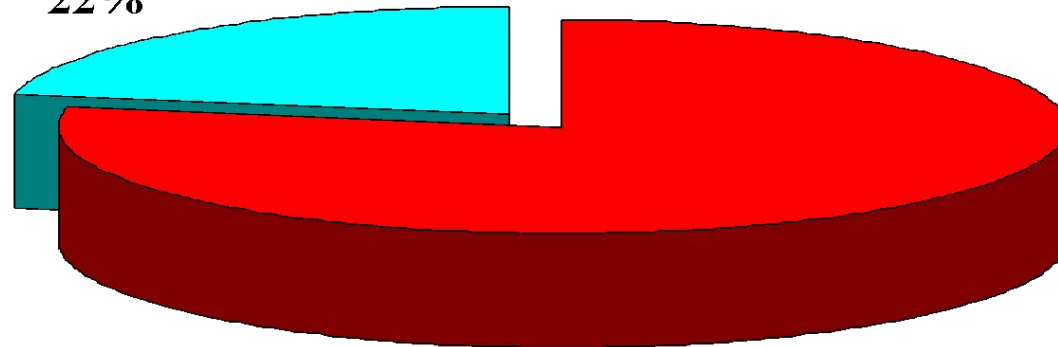
# Круговорот азота в природе



# Содержание азота в природе

## Атмосфера

другие  
22%

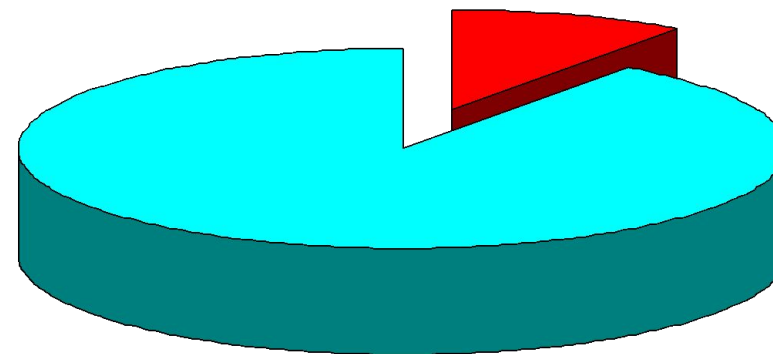


азот

78%

## Живые организмы

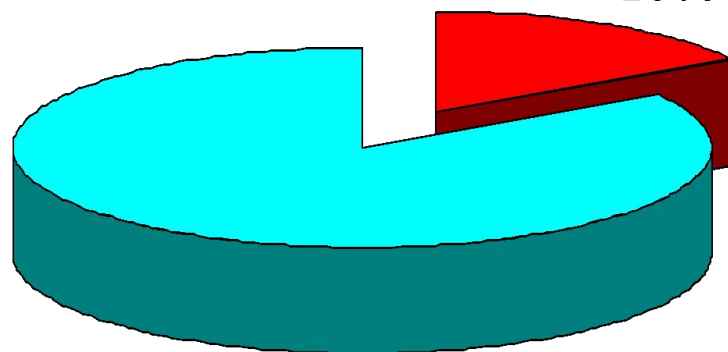
азот  
10%



другие  
90%

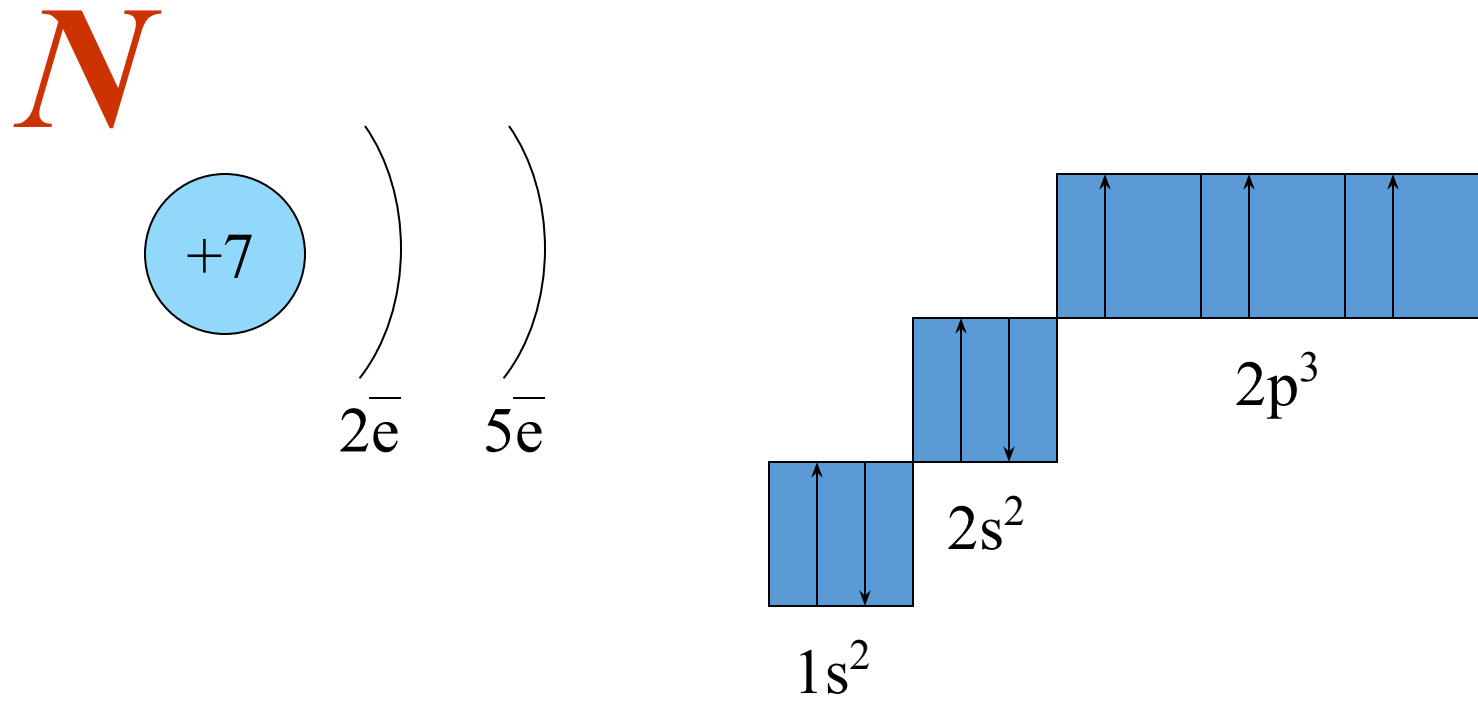
## Белок

азот  
16%



другие  
84%

# Строение атома азота

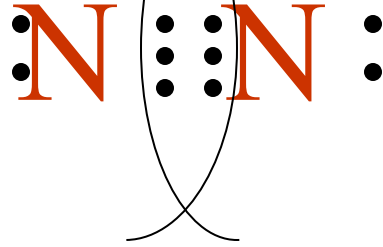


Валентность = III

# Азот - простое вещество



Молекулярная  
формула



Электронная  
формула



Структурная  
формула  
*ковалентная  
неполярная  
связь*

**Газ без цвета, запаха и вкуса. Малорастворим в воде.**

**При  $t = -196^\circ\text{C}$  жидкость**

**При  $t = -210^\circ\text{C}$  белая снегообразная масса**



# Азот

[azoo] - безжизненный

N ... $2s^2 2p^3$  Ст.

ОКИСЛЕНИЯ:

-3 -2 -1 -1/3

$\text{NH}_3$   $\text{N}_2\text{H}_4$   $\text{NH}_2\text{OH}$

$\text{HN}_3$   $\text{NH}_4^+$

$\text{NH}_2^-$

$\text{NH}^{2-}$

0 +1 +2 +3

$\text{N}_2$   $\text{N}_2\text{O}$   $\text{NO}$

$\text{N}_2\text{O}_3$

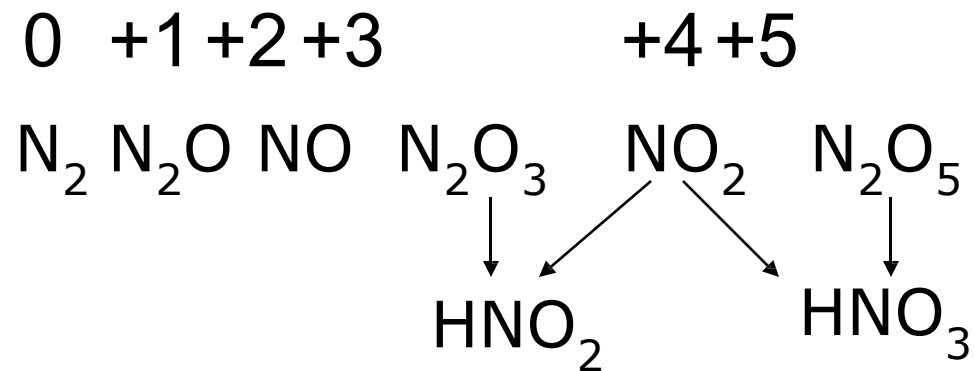
$\text{HNO}_2$

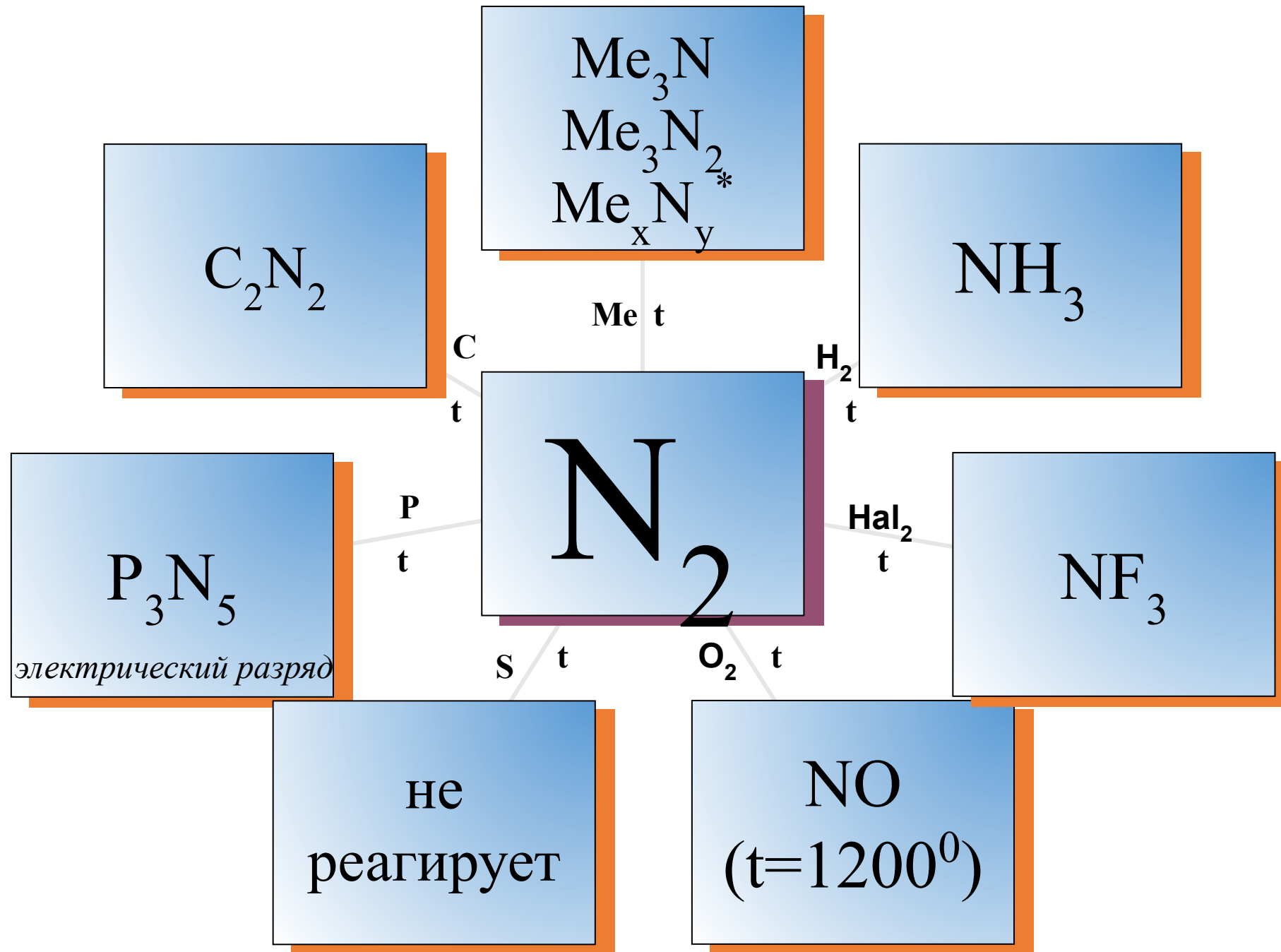
+4 +5

$\text{NO}_2$

$\text{N}_2\text{O}_5$

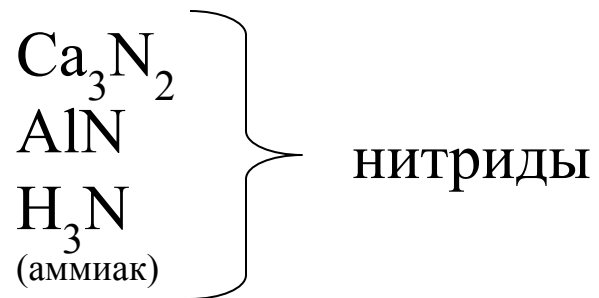
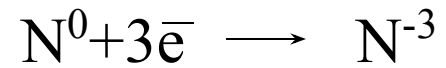
$\text{HNO}_3$



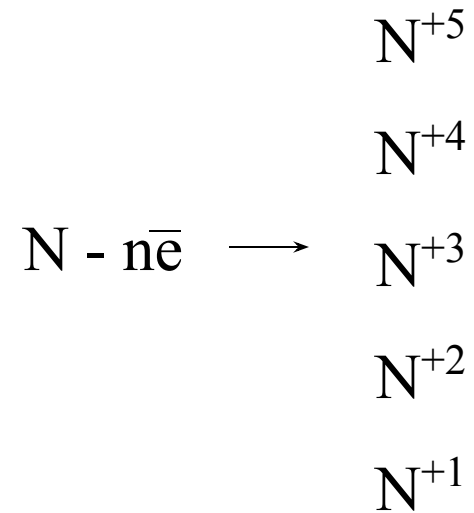


# Химические свойства атома азота

## Окислительные свойства



## Восстановительные свойства

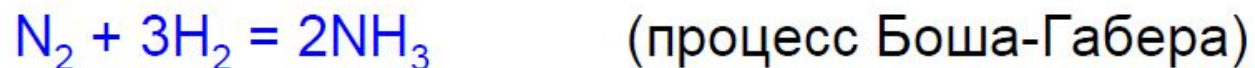


# Реакции молекулярного азота

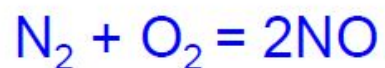
1. С металлами при нагревании



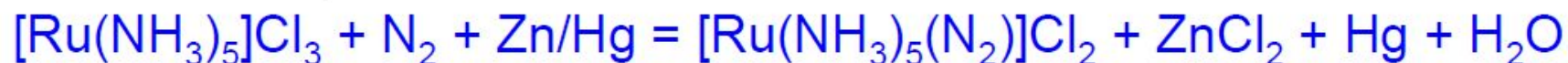
2. С  $\text{H}_2$  на катализаторе



3. С  $\text{O}_2$  в электрическом разряде



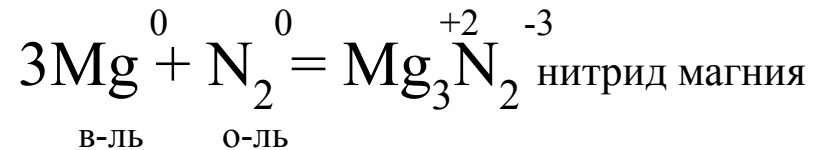
4. С комплексами переходных металлов



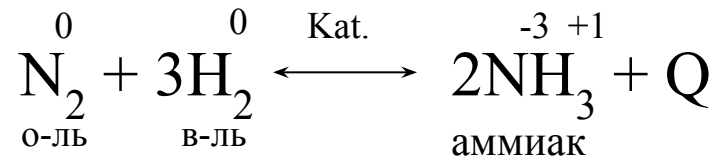
# Химические свойства вещества азота

## Окислительные свойства

- Взаимодействие с металлами ( $t^\circ$ , с литием при комнатной  $t^\circ$ ):



- Взаимодействие с водородом:

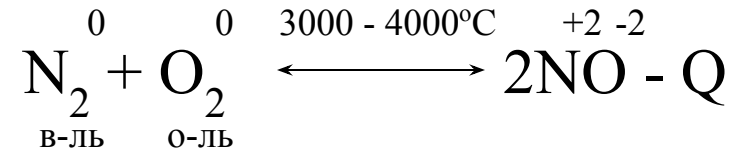


## Классификация реакции:

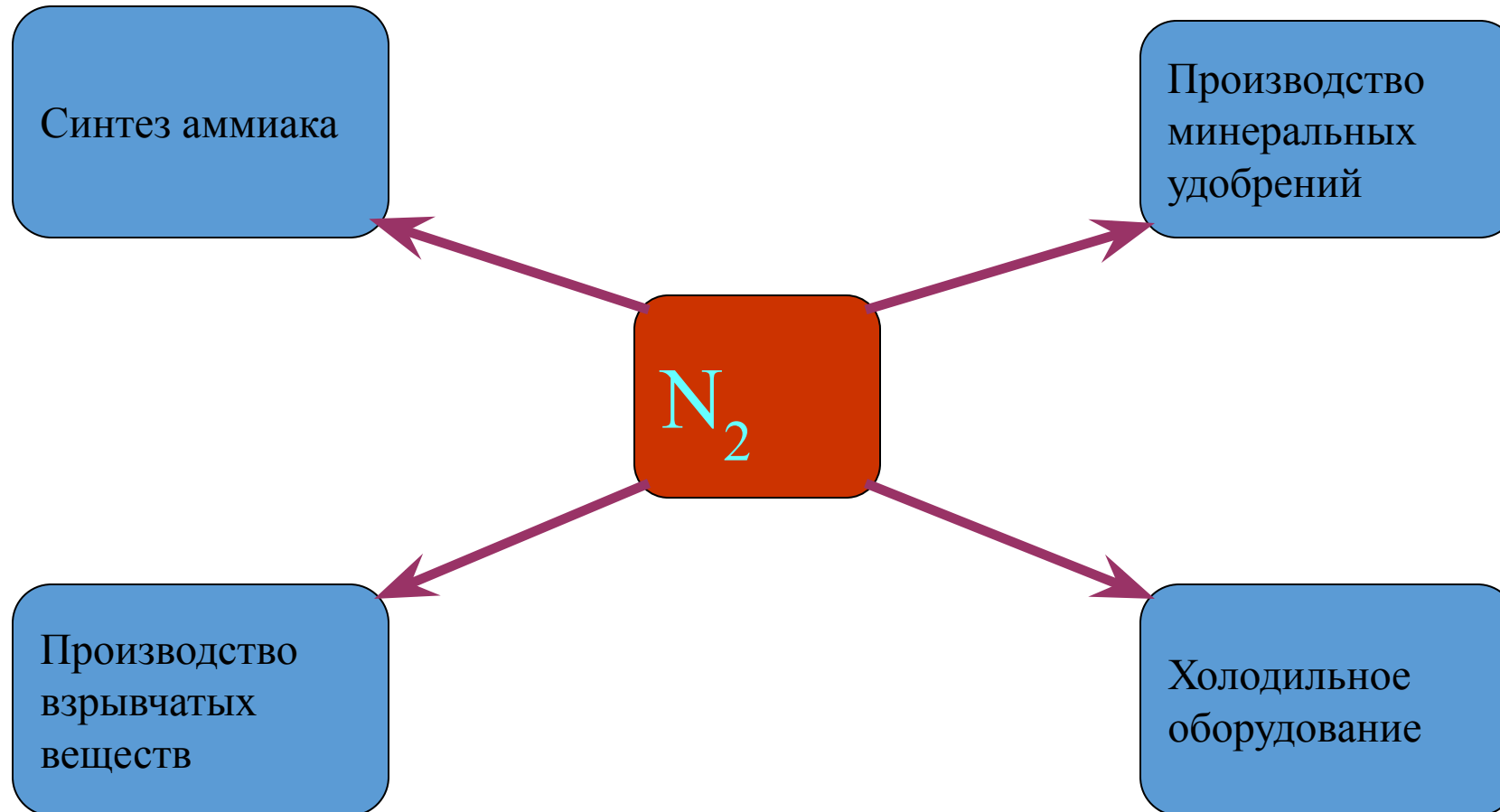
- соединения
- обратимая
- каталитическая
- ОВР
- экзотермическая
- гомогенная

## Восстановительные свойства

- Взаимодействие с кислородом



# Применение азота



# Удобрения, содержащие азот

## Азотные

### Аммиачные

- Жидкий аммиак
- Аммиачная вода

### Аммонийные

- Хлорид аммония
- Сульфат аммония

### Амидные

- мочевина

# Получение азота

- Сжижение воздуха [□](#)
- Взаимодействие нитрита натрия с хлоридом аммония [□](#)



# Сжижение воздуха

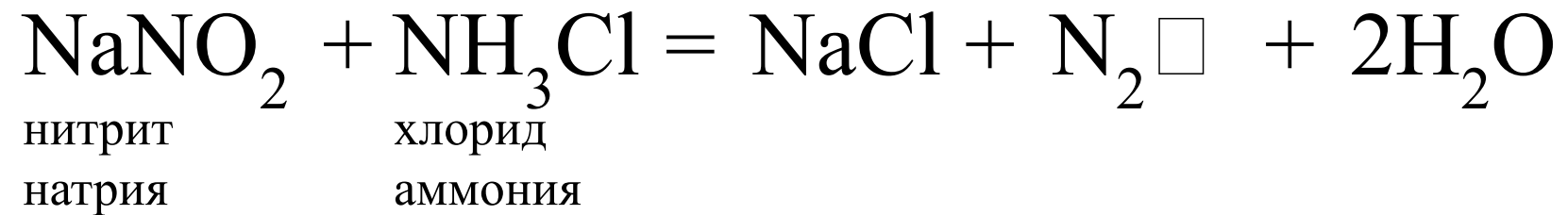
$T_{\text{кипения}} = -196^{\circ}\text{C}$



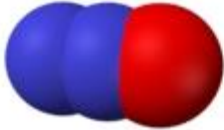
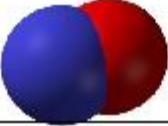
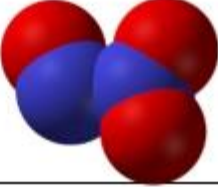
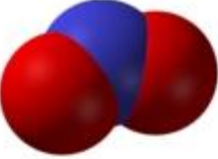
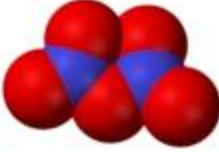
$T_{\text{кипения}} = -183^{\circ}\text{C}$



# Реакция получения N<sub>2</sub>



# Оксиды азота

	Оксид азота (I) $N_2O$	Оксид азота (II) $NO$	Оксид азота (III) $N_2O_3$	Оксид азота (IV) $NO_2$	Оксид азота (V) $N_2O_5$
					
Физические свойства	Бесцветный газ «Веселящий газ» используется как наркоз	Бесцветный газ. Яд. Действует на ЦНС, связывает гемоглобин крови.	Синяя жидкость	Бурый газ Ядовит! Раздражает дыхательные пути, вызывает отек легких.	Прозрачные бесцветные кристаллы
Химические свойства	Несолеобразующий оксид		Кислотные оксиды		
	$2N_2O = 2N_2 + O_2$	Не взаимодействует с водой, кислотами щелочами $2NO + O_2 = 2NO_2$	$N_2O_3 + H_2O = 2HNO_2$	$NO_2 + H_2O = HNO_3 + HNO_2$ $2NO_2 + 2NaOH = NaNO_3 + NaNO_2 + H_2O$	$N_2O_5 + H_2O = 2HNO_3$

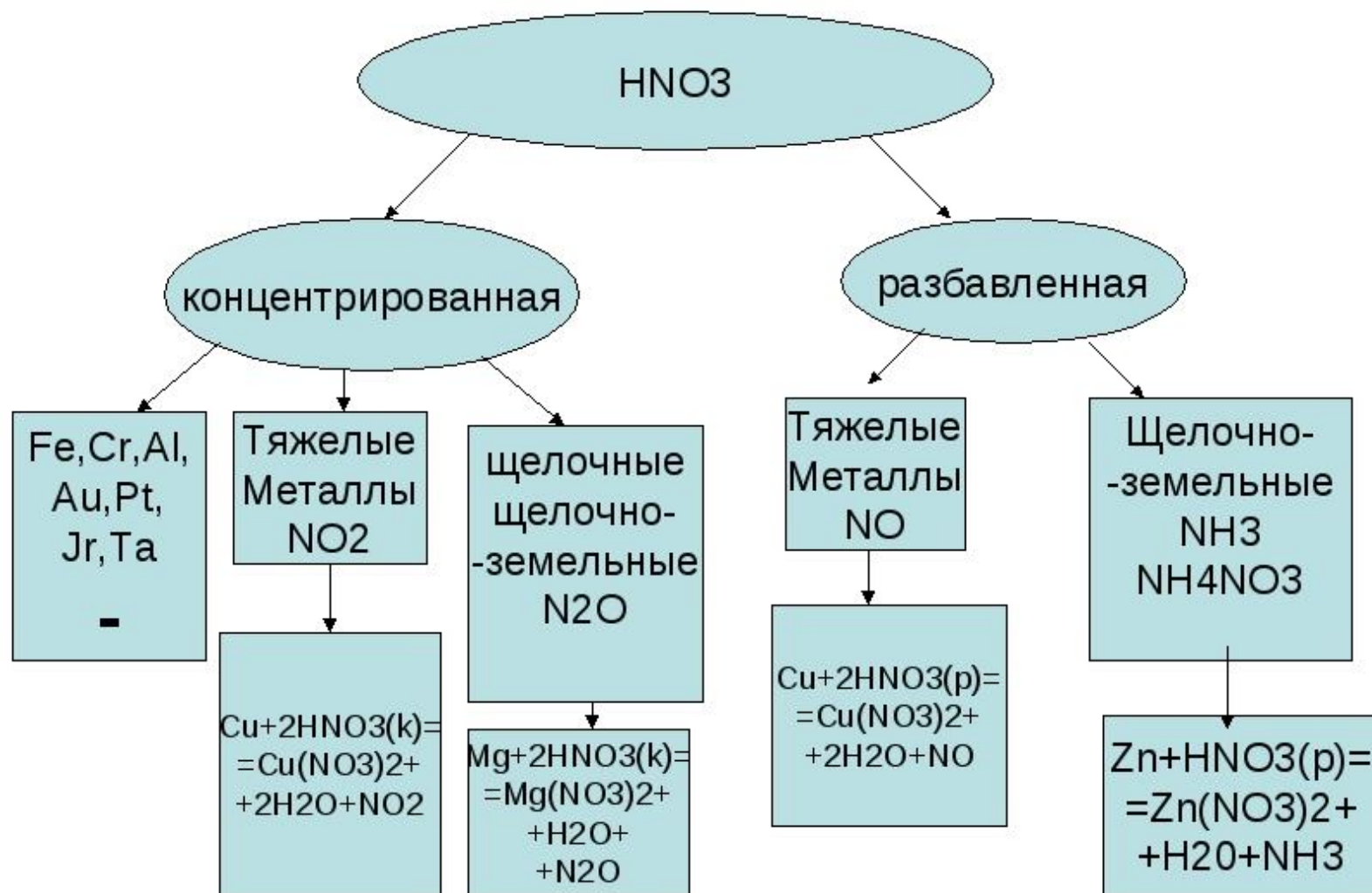
# Азотная кислота

## Взаимодействие с неметаллами

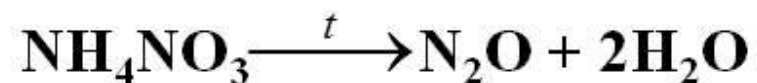
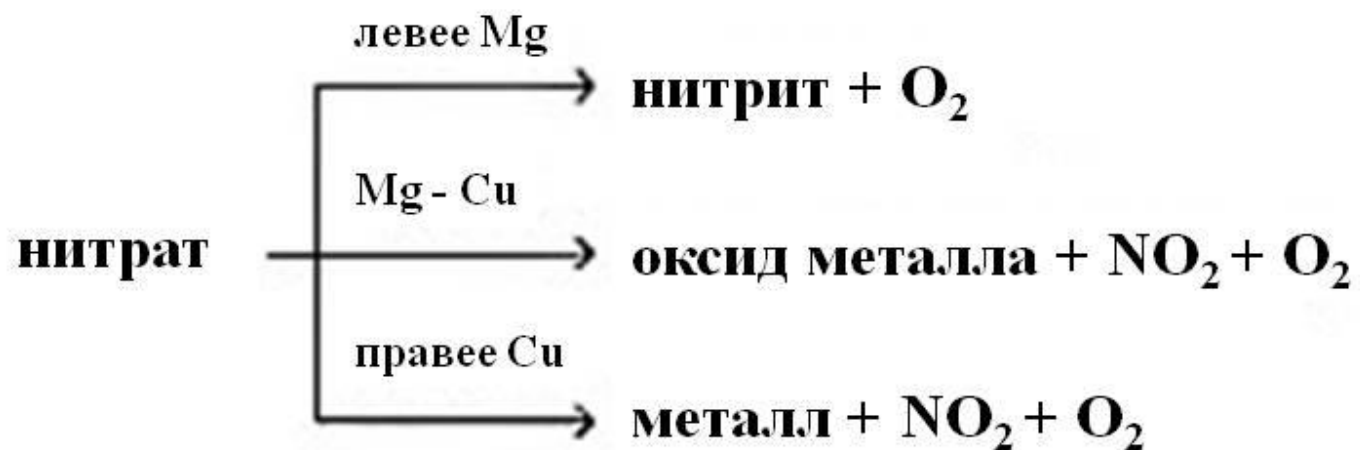
Азотная кислота взаимодействует со многими неметаллами, окисляя их до соответствующих кислот:



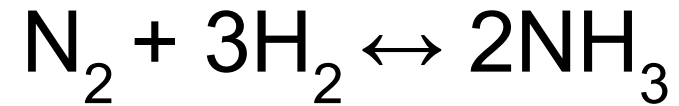
# Взаимодействие концентрированной и разбавленной азотной кислоты с металлами



# Разложение нитратов



# Получение аммиака



•Катал.: Fe

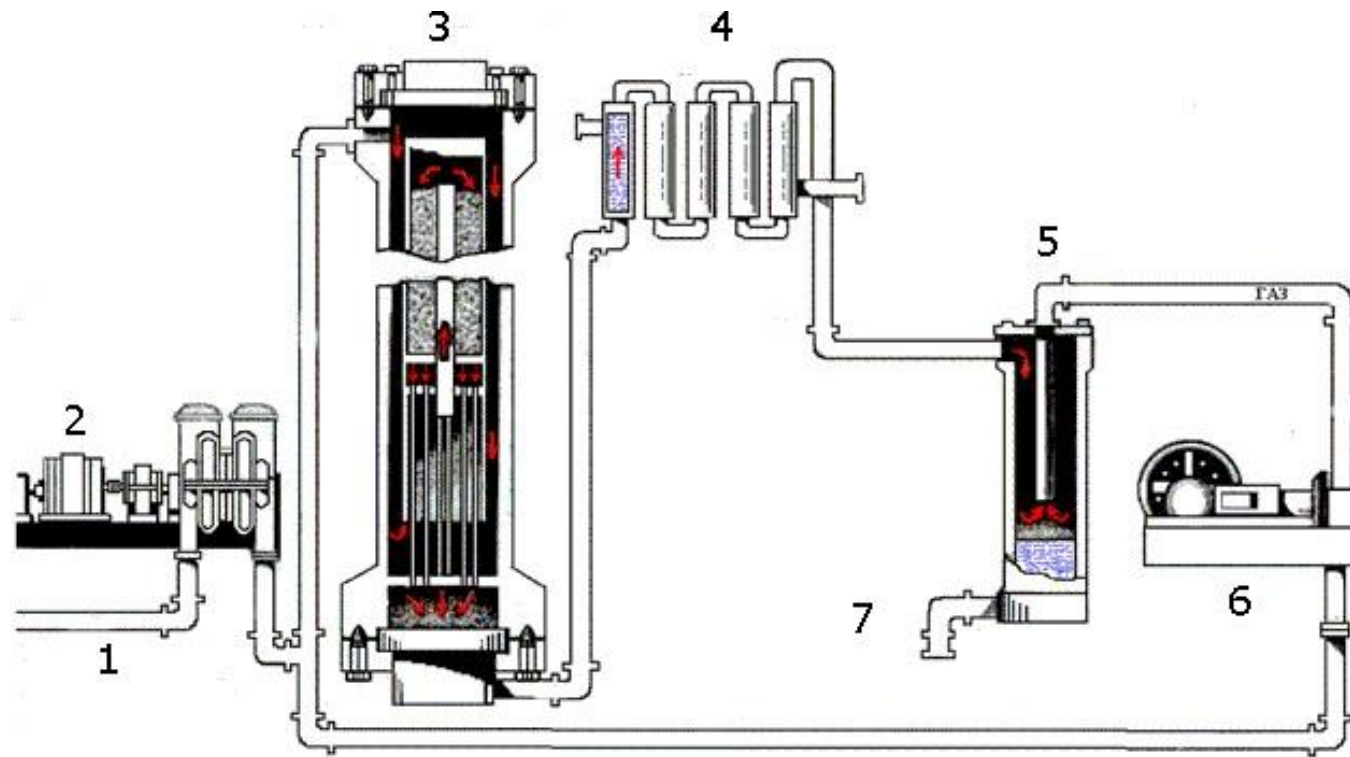
$t = 850^\circ\text{C}$   $P = 5000$

атм

$t = 450^\circ\text{C}$   $P = 300$  атм  
Выход аммиака: 30%

Циркуляционный процесс

# Получение аммиака



1-азотводородная смесь, 2-турбокомпрессор, 3-колонна синтеза, 4-холодильник, 5-сепаратор,  
6-циркуляционный насос, 7-аммиак на склад



# Физические св-ва $\text{NH}_3$

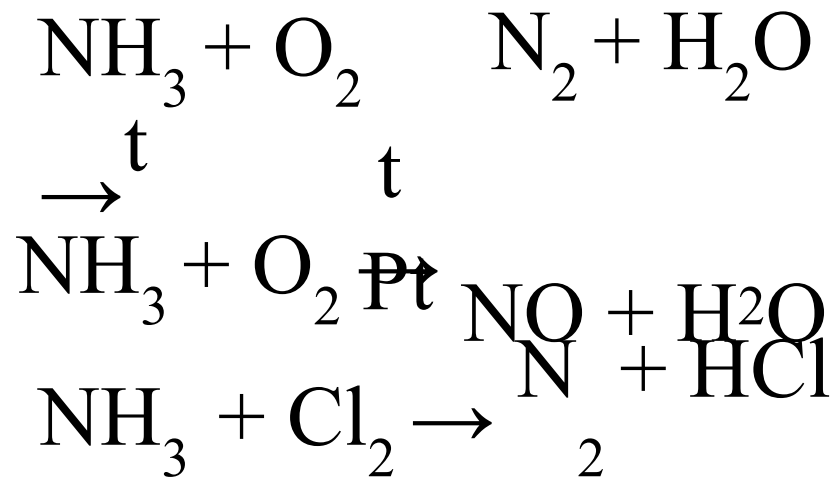
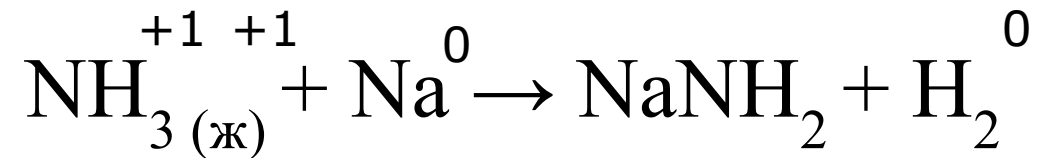
Газ, с резким запахом, токсичен.

$$t_{\text{к}} = - 33^{\circ}\text{C}$$

# Химические св-ва аммиака

$\text{NH}_3$  - восстановитель, т.к.

$\text{N}^{-3}$  но:



# Химические св-ва аммиака

$\text{NH}_3$  - основание

Льюиса  $\text{NH}_3 + \text{HCl} \square$

$\text{NH}_4\text{Cl}$

$\text{NH}_3 + \text{H}_2\text{SO}_4$  (разб.)  $\rightarrow$

$\text{NH}_3 + \text{H}_3\text{PO}_4 \rightarrow$

# Соединения азота в (-) ст. ок.

Ст. ок. -3 -2 -1

## Аммиак и его производные



$\text{NaNH}_2$  – амид натрия

$\text{Na}_2\text{NH}$  – имид натрия

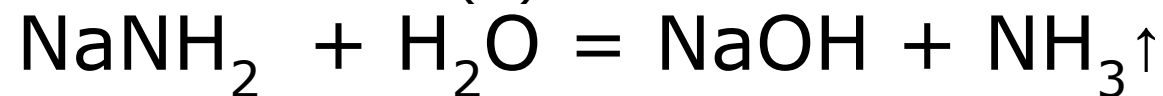
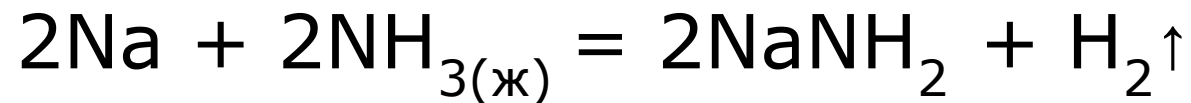
$\text{Na}_3\text{N}$  – нитрид натрия

}  $\text{N}^{-3}$

Карбамид  $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$

# Соединения азота в (-) ст.

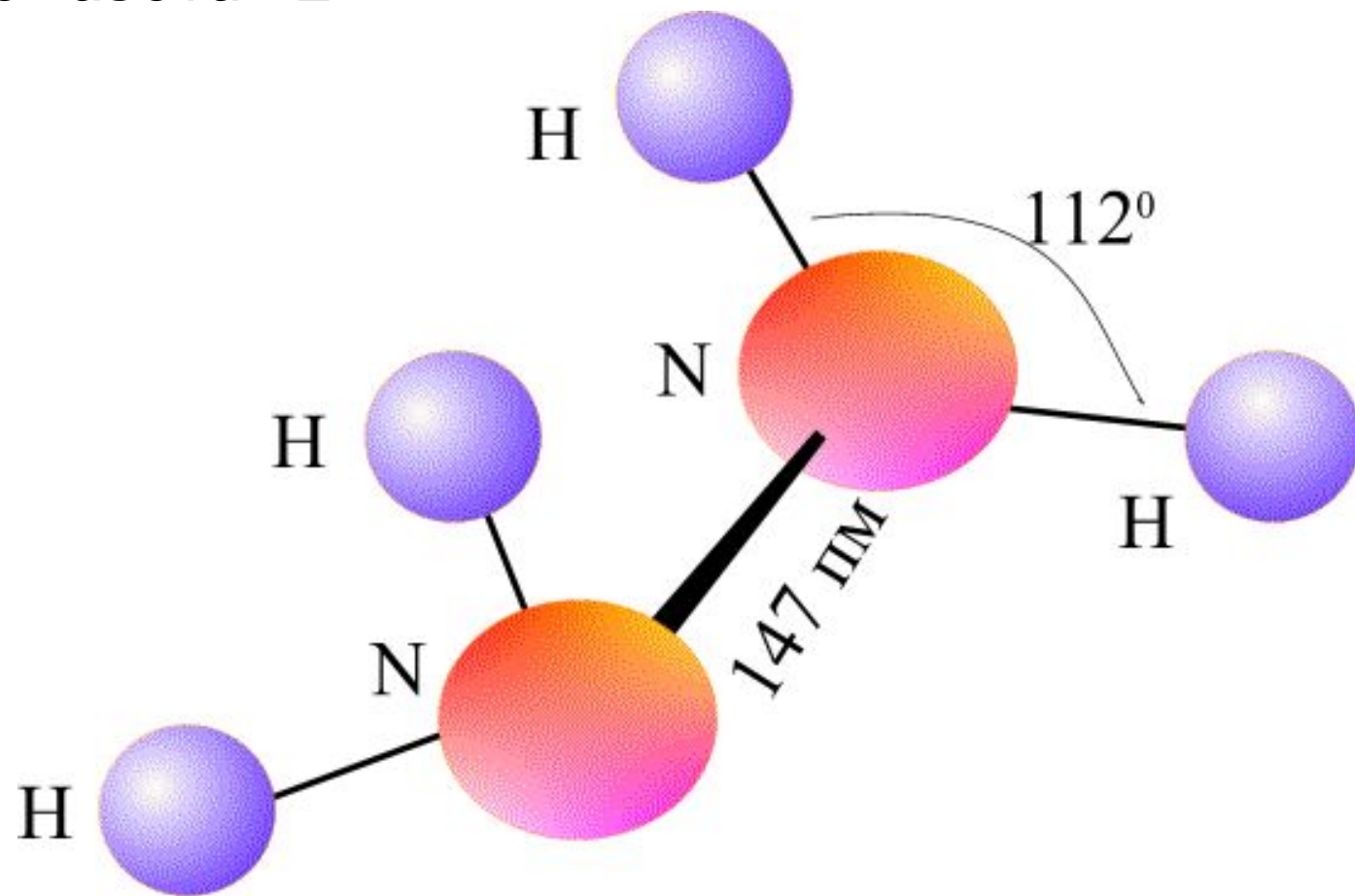
ОК.



- ионные нитриды:  $\text{Ca}_3\text{N}_2$ ,  $\text{Na}_3\text{N}$ ,  $\text{Mg}_3\text{N}_2$
- ковалентные нитриды:  $\text{BN}$ ,  $\text{AlN}$ ,  $\text{Sn}_3\text{N}_4$
- Металлоидные нитриды: d-мет.

# Гидразин - $N_2H_4$

- С.о. азота -2



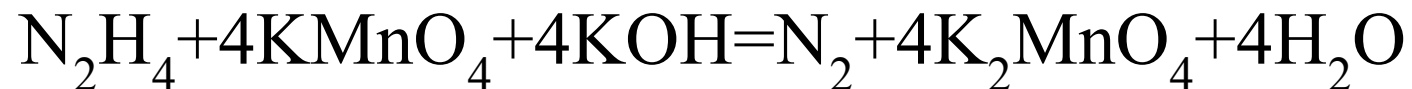
○  $\text{N}_2\text{H}_4$  – жидкость



$\text{N}_2\text{H}_5\text{Cl}$  - хлорид гидрозония

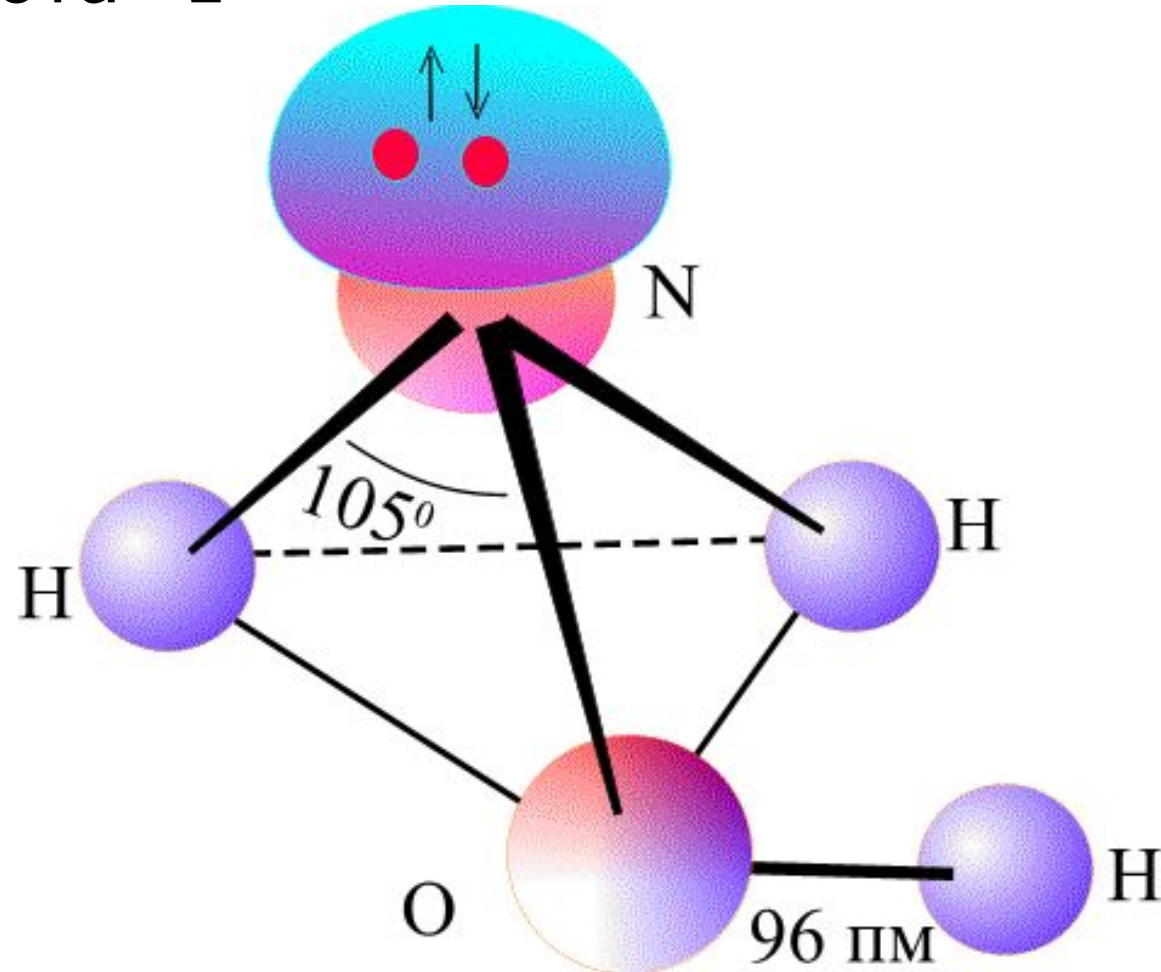
$(\text{N}_2\text{H}_5)_2\text{SO}_4$  - сульфат гидрозония

$\text{N}_2\text{H}_4$  - более сильный вос-ль, чем  $\text{NH}_3$

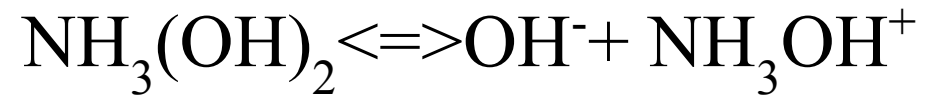
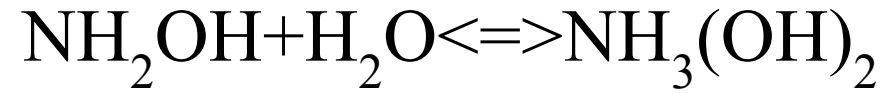


# Гидроксиламин - $\text{NH}_2\text{OH}$

- С.о. азота -1







гидроксид гидроксиламмония

Соли:

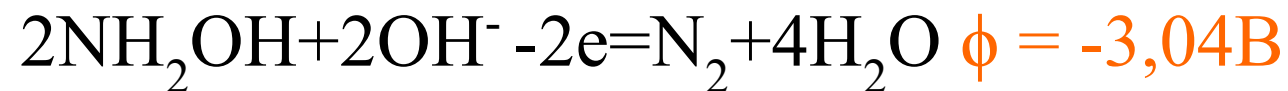


хлорид гидроксиламмония

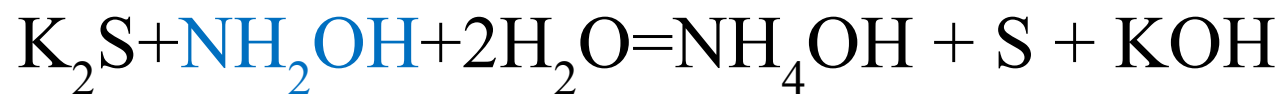


сульфат гидроксиламмония

# Ок-вос. свойства $\text{NH}_2\text{OH}$



вос-ль



ок-ль

