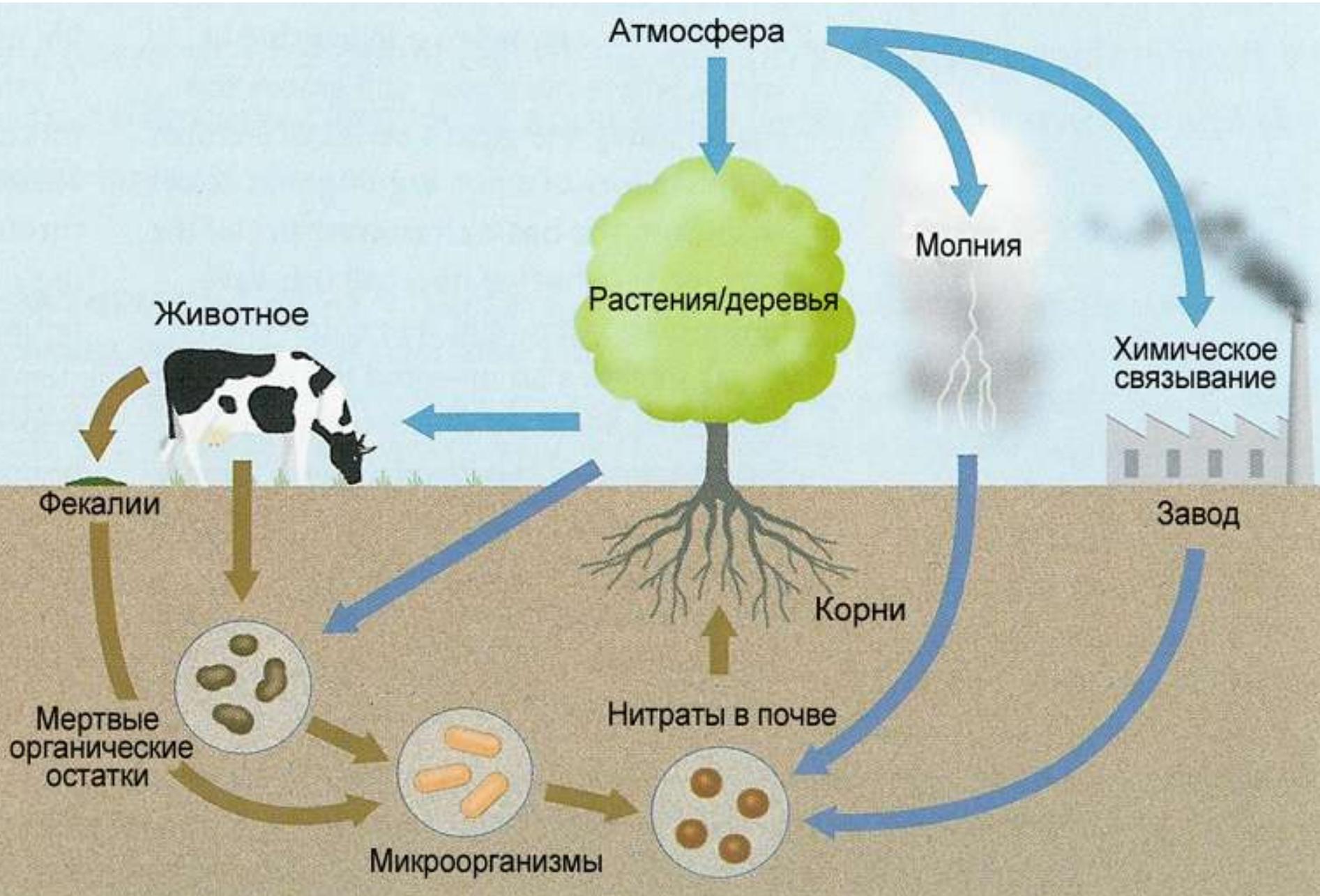




**A30T**



# Нитриды



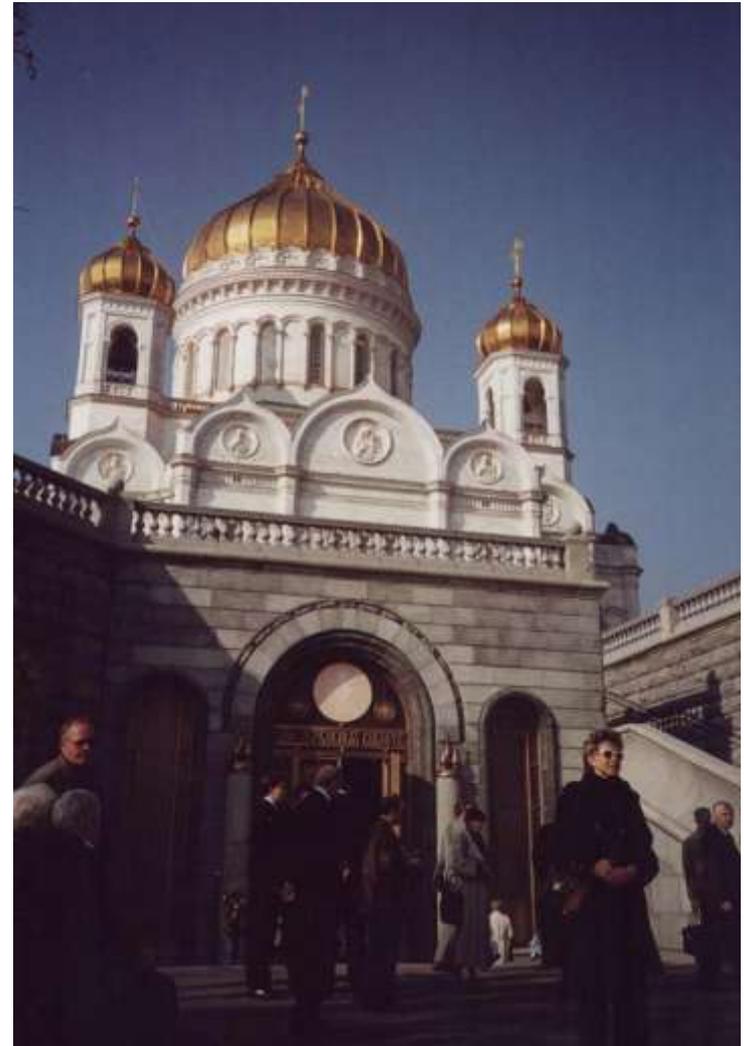
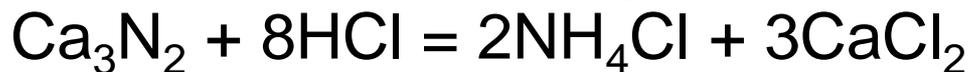
Кровельный материал с покрытием TiN на нержавеющей стали

TiN - цвет золота;

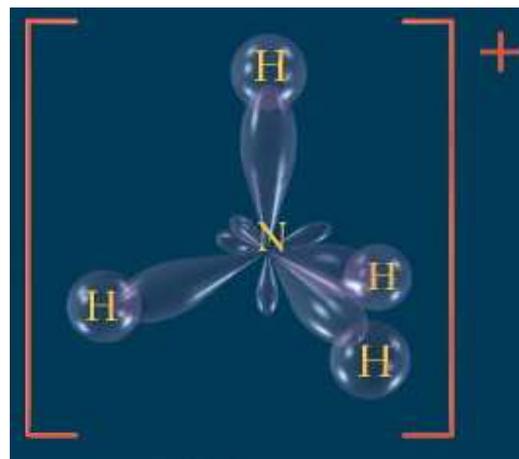
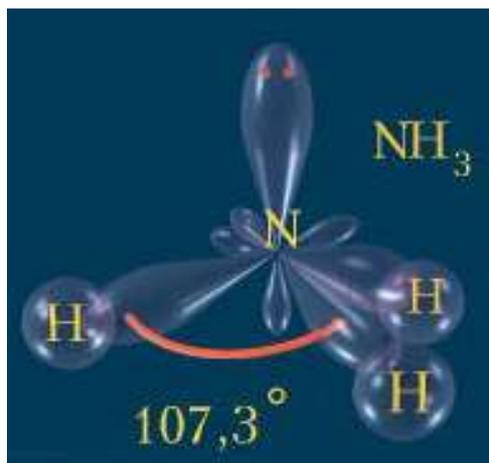
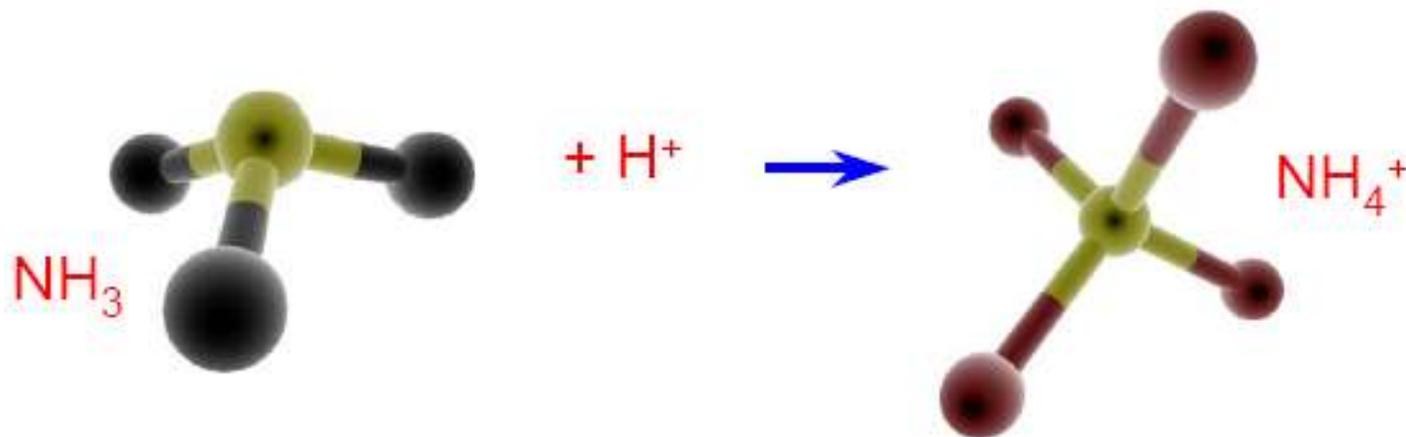
TiN<sub>x</sub>, TiN<sub>x</sub>O<sub>y</sub> - от светло-желтых до коричневых;

TiC<sub>x</sub> - от серого до антрацитового;

TiN<sub>x</sub>C<sub>y</sub> - оттенки золотого цвета и от красно-желтого до фиолетового



# Аммиак и ион аммония

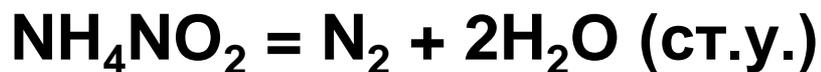


# Соли аммония

- Качественная реакция:  
 $\text{NH}_4^+ + \text{OH}^- = \text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O}$



- Термическое разложение:



# Производные аммиака



аммиак

$$K^b = 1,8 \cdot 10^{-5}$$

$$T_{\text{пл}} = -78^\circ$$

$$T_{\text{кип}} = -33^\circ$$

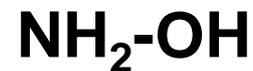


гидразин

$$K^b_1 = 9,3 \cdot 10^{-7}$$

$$T_{\text{пл}} = 2^\circ$$

$$T_{\text{кип}} = 114^\circ$$



гидроксиламин

$$K^b = 6,6 \cdot 10^{-9}$$

$$T_{\text{пл}} = 33^\circ$$



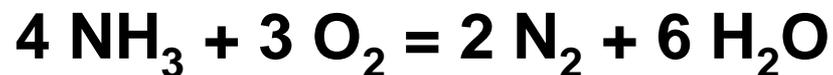
Способ Рашига:



По Шиллову:



# Восстановительные свойства аммиака и гидразина

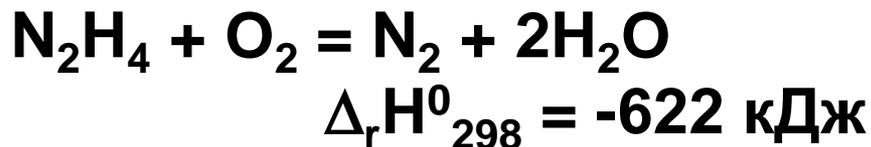
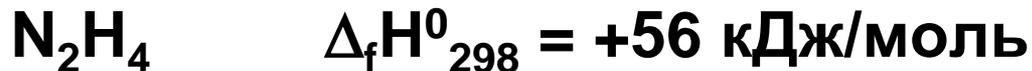


горение



окисление на кат. (Pt)

Топливо РН «Космос-3М»:  
окислитель – 27% раствор  $\text{NO}_2$  в  
азотной кислоте (АК-27И), горючее –  
несимметричный диметилгидразин  
(НДМГ)  $\text{H}_2\text{NN}(\text{CH}_3)_2$



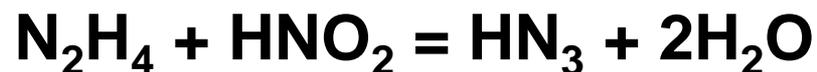
# Азотистоводородная кислота



$$K^a = 2,6 \cdot 10^{-5}$$



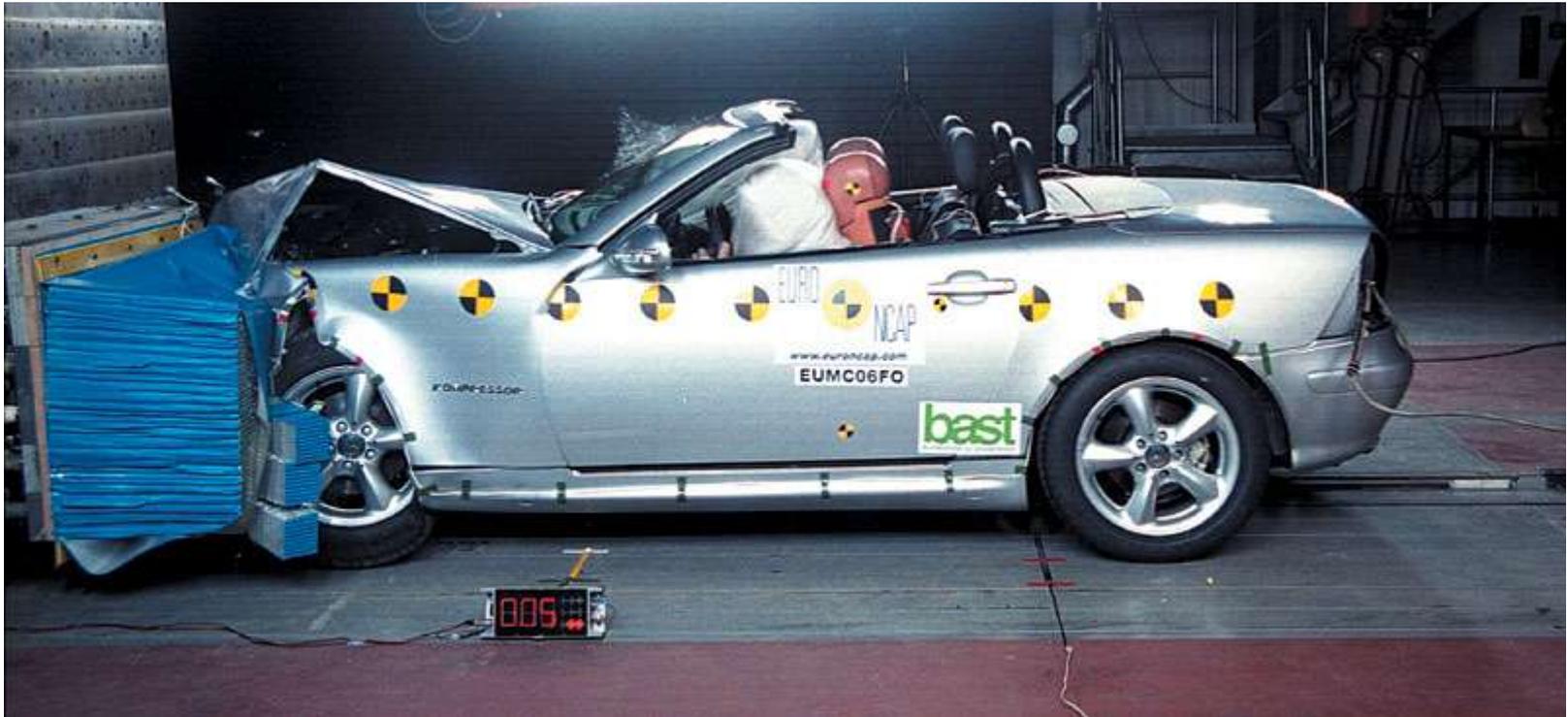
$$T_{\text{пл}} = -80^\circ, T_{\text{кип}} = 37^\circ$$



По свойствам похожа на азотную кислоту:



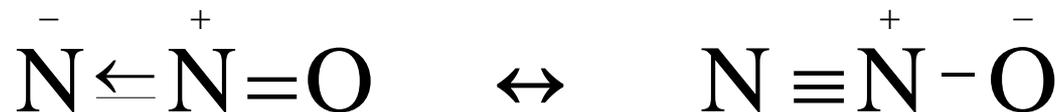
# Азиды



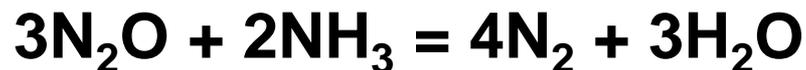
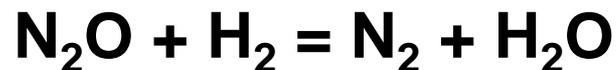
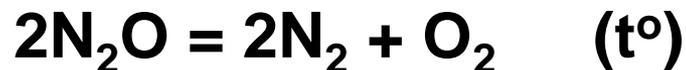
# Кислородные соединения азота (оксиды)

Оксид	$N_2O$	$NO$	$N_2O_3$	$NO_2$	$N_2O_5$
$\Delta H^0_{298}$ , кДж/моль	+81,5	+90,4	+86,6	+33,9	+13,3
Формула кислоты	-	-	$HNO_2$	-	$HNO_3$
Название кислоты	-	-	азотистая	-	азотная
Название солей	-	-	нитриты	-	нитраты

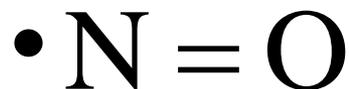
# Оксид азота (I) N<sub>2</sub>O



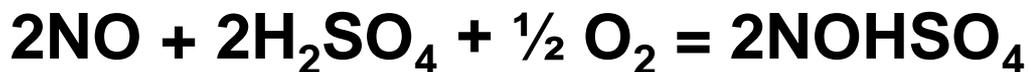
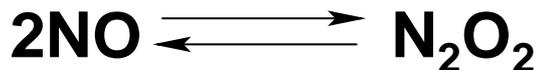
$T_{\text{кип}} = -88,5^{\circ}\text{C}$



# Оксид азота (II) NO

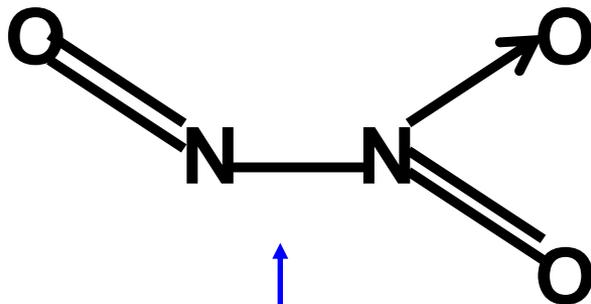


$$T_{\text{кип}} = -151,7^{\circ}\text{C}$$



(нитрозилгидросульфат,  
или нитрозилсерная кислота)

# Азотистый ангидрид $N_2O_3$



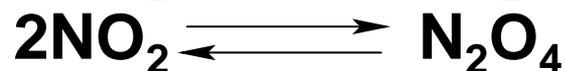
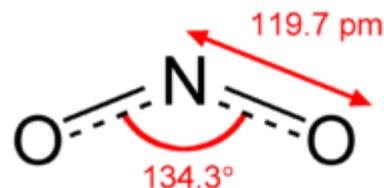
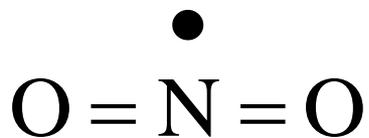
$T_{пл} = -101^{\circ}C$



D-глюконовая  
кислота



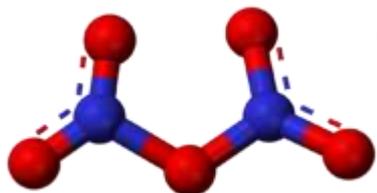
# Оксид азота (IV) NO<sub>2</sub>



нитрозил нитрат



# Азотный ангидрид $N_2O_5$



$T_{\text{возг}} = 33^\circ\text{C}$

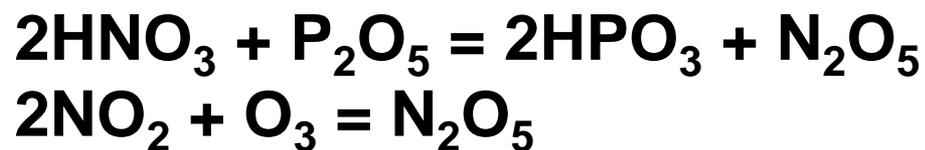


$\text{NO}_2^+$

нитроний

$\text{NO}_3^-$

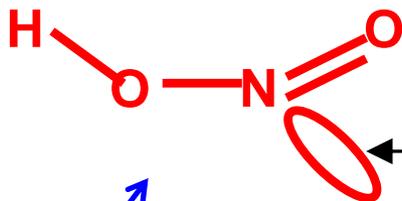
нитрат



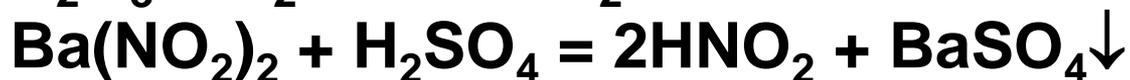
# Азотистая кислота $\text{HNO}_2$

$$K^a = 4 \cdot 10^{-4}$$

Соли - **нитриты**



электронное облако  
неподеленной  
электронной пары



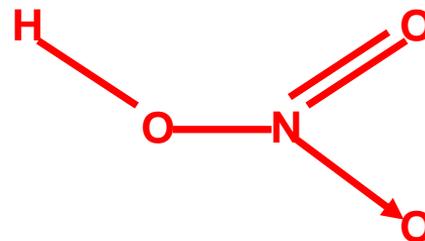
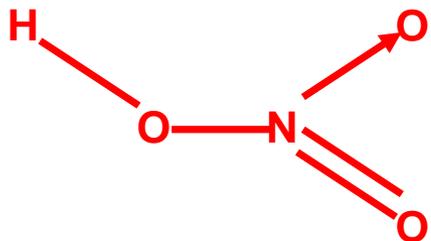
окислитель



восстановитель

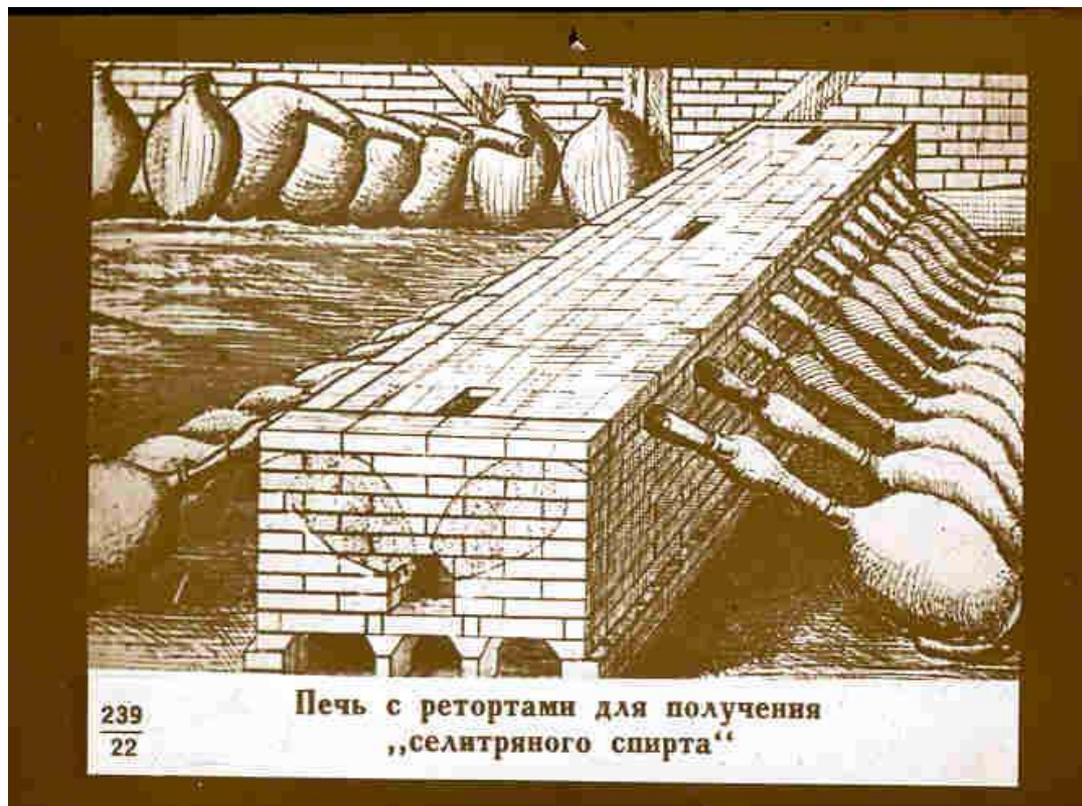
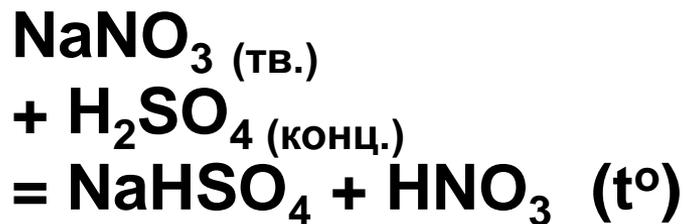


# Азотная кислота $\text{HNO}_3$



$T_{\text{пл}} = -41,6^\circ\text{C}$   
 $T_{\text{кип}} = 83^\circ\text{C}$

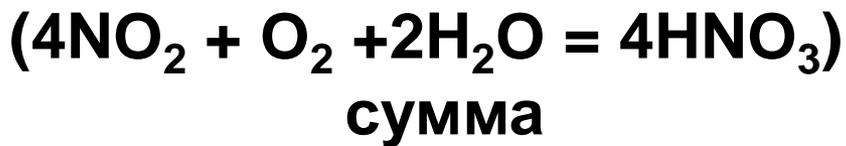
Соли – нитраты



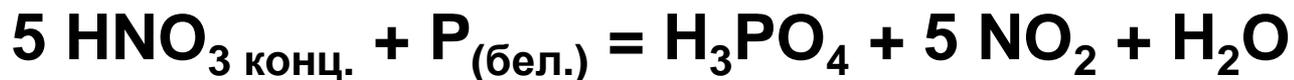
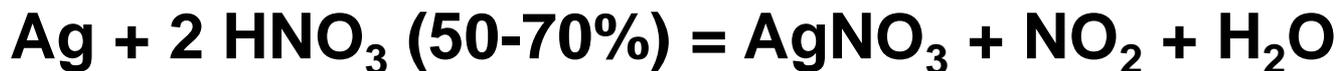
239  
22

Печь с ретортами для получения  
„селитряного спирта“

# Производство азотной КИСЛОТЫ



# Окислительные свойства азотной кислоты



# Продукты восстановления азотной кислоты

Восстановление азотной кислоты преимущественно идет до:

продукт восстановления	концентрация кислоты	восстановитель	пример
$\text{NO}_2$	конц.	металл, неметалл, сложное вещество	$\text{Cu} + 4\text{HNO}_3 = \text{Cu}(\text{NO}_3)_2 + 2\text{NO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$ $\text{C} + 4\text{HNO}_3 = \text{CO}_2 + 4\text{NO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$ $\text{FeS} + 12\text{HNO}_3 = \text{Fe}(\text{NO}_3)_3 + \text{H}_2\text{SO}_4 + 9\text{NO}_2 + 5\text{H}_2\text{O}$
$\text{NO}$	1:1 (>30%)	металл, неметалл	$3\text{Cu} + 8\text{HNO}_3 = 3\text{Cu}(\text{NO}_3)_2 + 2\text{NO} + 4\text{H}_2\text{O}$ $3\text{P} + 5\text{HNO}_3 + 2\text{H}_2\text{O} = 3\text{H}_3\text{PO}_4 + 5\text{NO}$
$\text{N}_2\text{O}$	10-30%	активный металл	$4\text{Zn} + 10\text{HNO}_3 = 4\text{Zn}(\text{NO}_3)_2 + \text{N}_2\text{O} + 5\text{H}_2\text{O}$
$\text{N}_2$	10-30%	активный металл	$5\text{Zn} + 12\text{HNO}_3 = 5\text{Zn}(\text{NO}_3)_2 + \text{N}_2 + 6\text{H}_2\text{O}$
$\text{NH}_4\text{NO}_3$	разб. (10%)	активный металл	$4\text{Zn} + 10\text{HNO}_3 = 4\text{Zn}(\text{NO}_3)_2 + \text{NH}_4\text{NO}_3 + 3\text{H}_2\text{O}$

# Продукты восстановления азотной кислоты

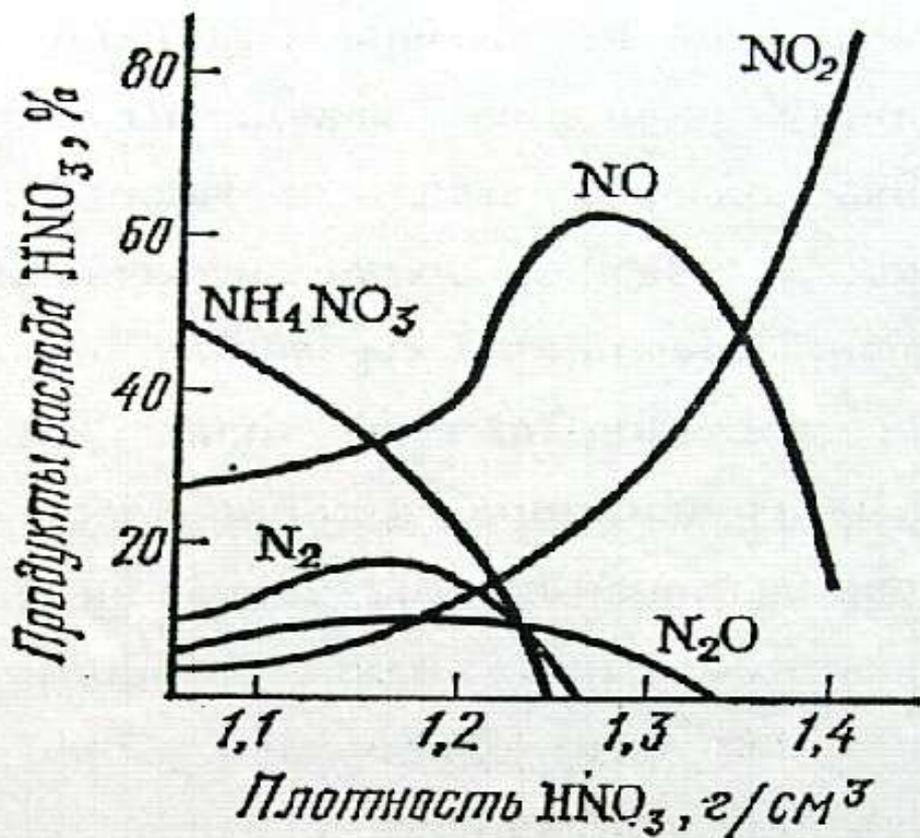
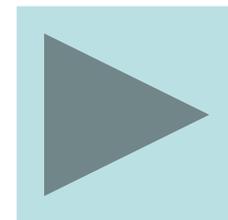


Рис. 159. Влияние концентрации  $\text{HNO}_3$  на характер продуктов ее восстановления железом

Ахметов Н. С.

Общая и неорганическая химия: Учеб. для химико-технол. вузов. — 2-е изд., перераб. и доп. — М.: Высш. шк., 1988. — 640 с., ил.



# Царская водка



- Кислоты концентрированные, но выделяется NO!
- Продукт – хлорид, а не нитрат!

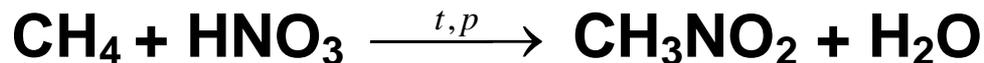


атакующая  
частица

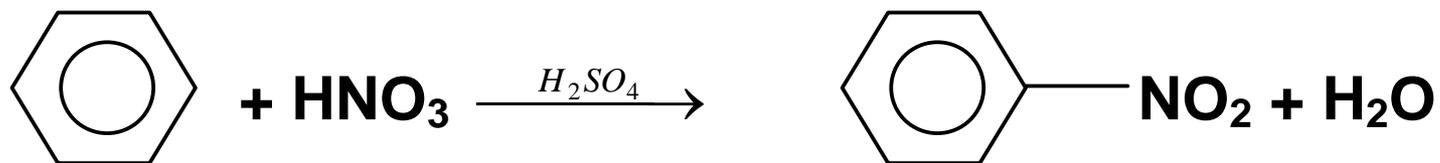
# Реакции азотной кислоты с органикой

## 1) Нитрование

- радикальное замещение в алканах:



- электрофильное замещение в бензольном ядре:



## 2) Образование сложных эфиров:



При контакте с дымящей  $\text{HNO}_3$   
органические вещества воспламеняются



# Нитраты

горение без доступа воздуха:



Термическое разложение нитратов:

Катион металла	Продукты разложения	Пример
щелочные (кроме Li) и щелочноземельные	нитрит, кислород	$2\text{KNO}_3 \xrightarrow{t} 2\text{KNO}_2 + \text{O}_2$
	оксид металла, оксид азота (IV), кислород	$2\text{Pb}(\text{NO}_3)_2 \xrightarrow{t} 2\text{PbO} + 4\text{NO}_2 + \text{O}_2$
Ag, Hg и менее активные	металл, оксид азота (IV), кислород	$2\text{AgNO}_3 \xrightarrow{t} 2\text{Ag} + 2\text{NO}_2 + \text{O}_2$

# Азотные удобрения

нитраты



натриевая селитра



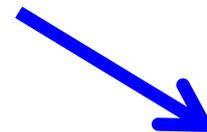
кальциевая селитра



калийная селитра



аммиачная  
селитра



аммиак и его  
производные



аммиачная вода



сульфат аммония



карбамид (мочевина)

Внесение аммиачной воды в почву

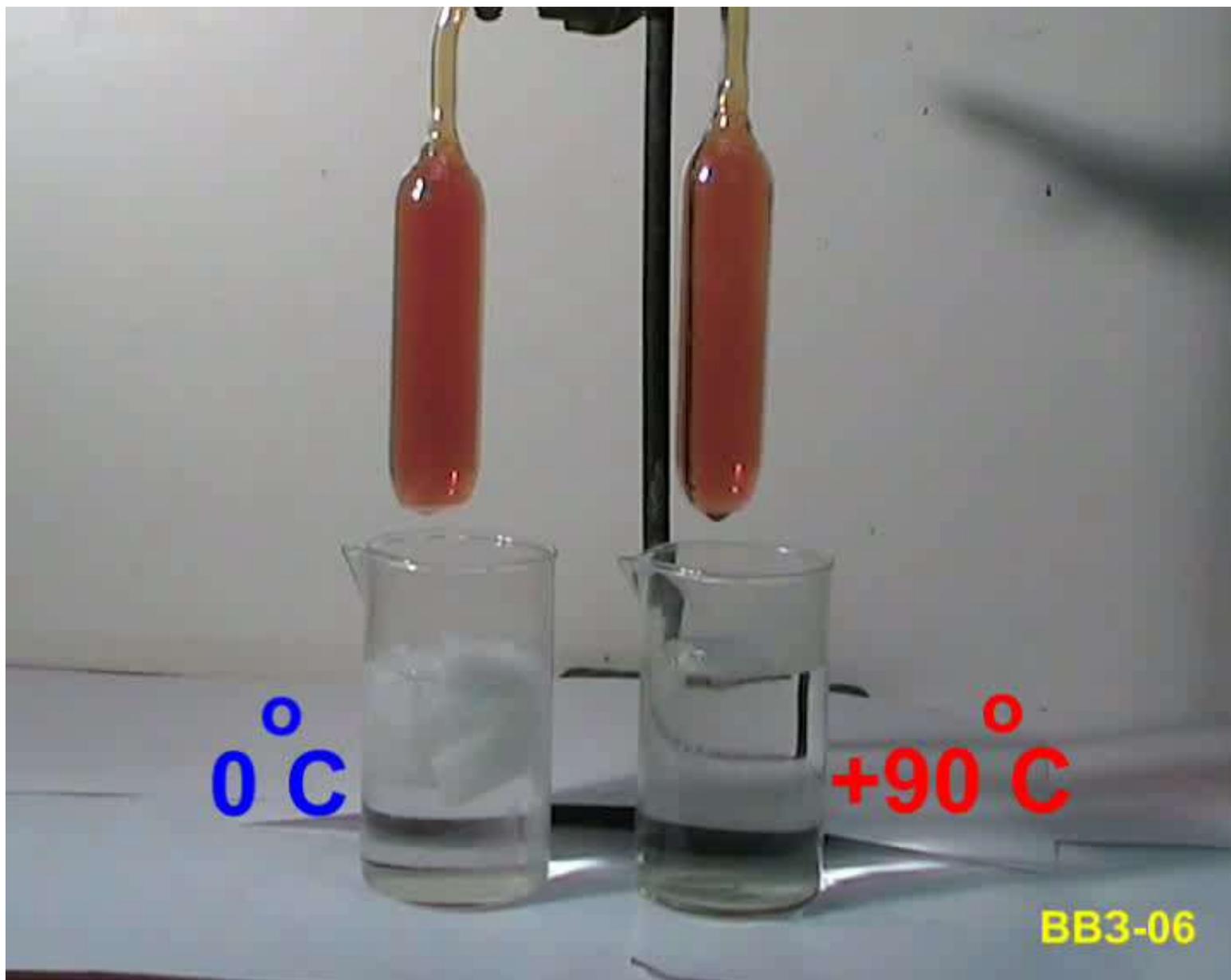




# Каталитическое разложение нитрата аммония h-NHNOkt 0:24



Равновесие  $2 \text{NO}_2 \leftrightarrow \text{N}_2\text{O}_4$  N2O4-tV1 1:38



**Реакция с медью 30%-ной и 60%-ной  $\text{HNO}_3$**  NO3Cu-tV1f1 1:08



# Реакция дымящей $\text{HNO}_3$ с белым фосфором

NO3P4-tV1f1 0:38



Реакция дымящей  $\text{HNO}_3$  с серой NO3-S-t 1:04



BB3-07

# Реакция дымящей $\text{HNO}_3$ со скипидаром NO3-sk-t 0:17



## Реакция железа с 30%-ной азотной кислотой NO3Fe-tV1 (0:49)

