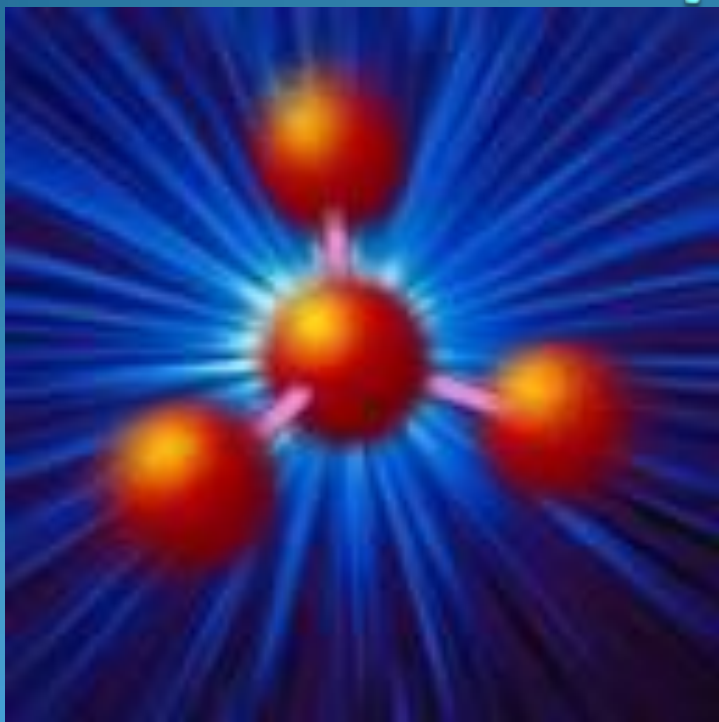
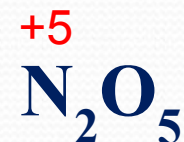
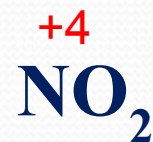
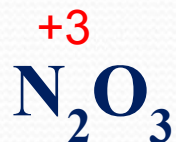
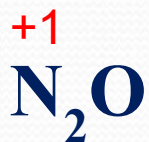


# Соединения азота.

Оксиды азота.



## Виды оксидов азота



$\text{N}_2\text{O}$  – оксид азота(I)  
 $\text{NO}$  – оксид азота(II)

} Несолеобразующие оксиды, т.к. не взаимодействуют при обычных условиях с кислотами и щелочами с образованием солей.

$\text{N}_2\text{O}_3$  – оксид азота(III) - азотистый ангидрид

$\text{NO}_2$  – оксид азота(IV) и его димер  $\text{N}_2\text{O}_4$  – ангидриды азотной и азотистой кислот.

$\text{N}_2\text{O}_5$  – азотный ангидрид

Кислотные оксиды



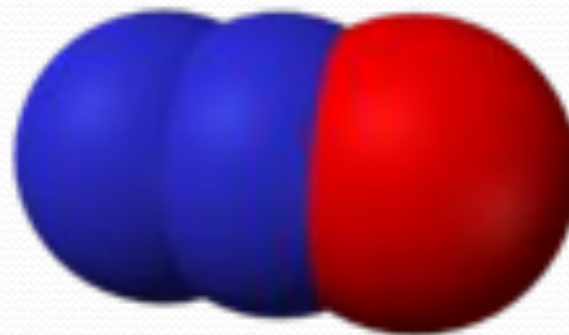
## N<sub>2</sub>O- оксид азота (I)



Степень окисления не всегда совпадает с валентностью.

Несолеобразующий оксид

$\begin{array}{c} +2 \quad -2 \\ \text{N}=\text{N}=\text{O} \end{array}$  степень окисления  
распределяется на два атома азота и  
равна для обоих +2, а для одного +1



Молекула линейна

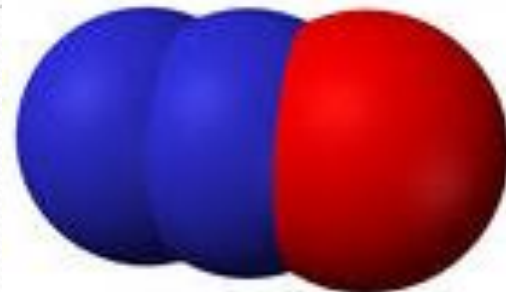
*Бесцветный газ со слабым запахом и сладковатым вкусом, хорошо растворим в воде, но не взаимодействует с ней. В смеси с кислородом используется в медицине для слабого наркоза. («веселящий» газ).*

*Проявляет окислительные свойства. Легко разлагается.*

*При 700 С разлагается:  $2\text{N}_2\text{O} = 2\text{N}_2 + \text{O}_2$*



# Оксид азота (I) $N_2O$



## Получение.

Разложение нитрата аммония при нагревании:



Нагрев должен быть не более  $245^{\circ}C$ .

## Химические свойства.

1. Разлагается при  $700^{\circ}C$  с образованием кислорода:



Поэтому поддерживает горение и является окислителем.

2. С водородом:



# NO-оксид азота (II)

II II

$\text{N}=\text{O}$  молекула линейна, имеет неспаренный электрон, поэтому является радикалом, используется как донор электронов.

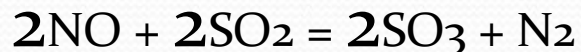
*Окислительно-восстановительная двойственность*

Восстановитель:



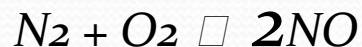
так как радикал, очень легко подвергается окислению

Окислитель:



Нитрозный способ получения серной кислоты

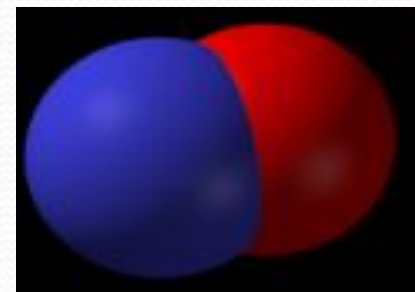
*Несолеобразующий оксид. Бесцветный газ, не имеет запаха. В воде малорастворим. Термически устойчив. Образуется из азота и кислорода при сильных электрических разрядах (например, во время грозы в воздухе) или при высокой температуре:*



*В лаборатории:*  $3\text{Cu} + 8\text{HNO}_3 = 3\text{Cu}(\text{NO}_3)_2 + 2\text{NO} + 4\text{H}_2\text{O}$   
разб.



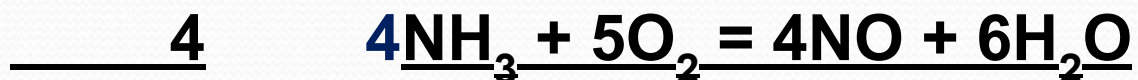
# Оксид азота (II) NO



**Получение.** 1. При реакции неактивных металлов с разбавленной азотной кислотой:



2. При каталитическом окислении аммиака:



3. При взаимодействии с кислородом воздуха:

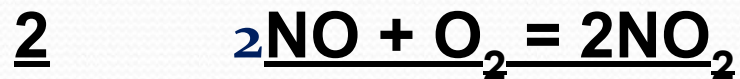


4. При взаимодействии нитритов с серной кислотой:

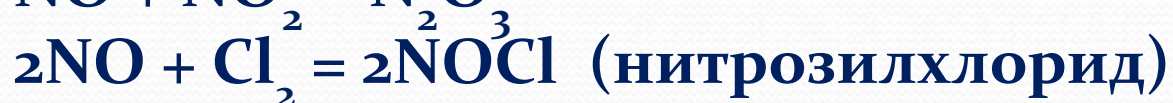


**Химические свойства.** Очень реакционноспособное вещество. Может проявлять и окислительные и восстановительные свойства.

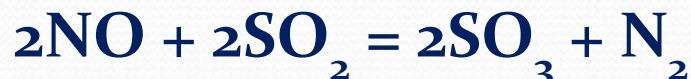
1. При обычной температуре окисляется кислородом воздуха:



2. Восстановитель:



3. Окислитель:



4. Взаимодействует с органическими веществами.

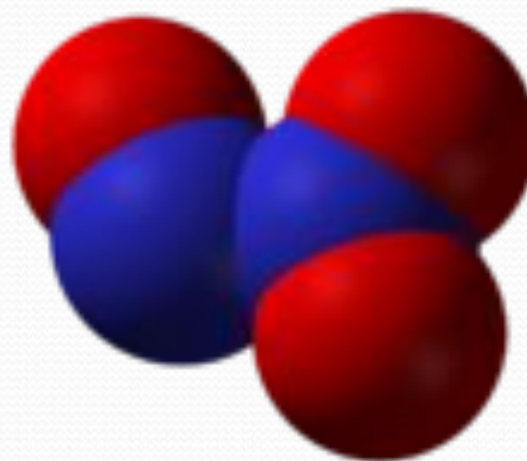
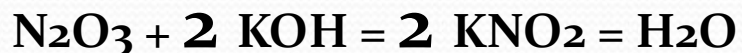
**Применяется** в производстве азотной кислоты.





## $N_2O_3$ -оксид азота (III)

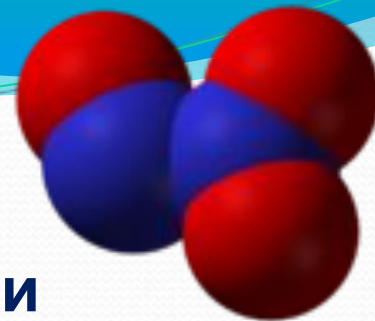
**Азотистый ангидрид**  
**Кислотный оксид:**



*Жидкость, темно – синего цвета, термически неустойчива,  $t_{\text{кип.}} = 3,5 \text{ } ^\circ\text{C}$ , т. е. существует в жидком состоянии только при охлаждении, в обычных условиях переходит в газообразное состояние. При взаимодействии с водой образуется азотистая кислота.*

*При низких температурах и разлагается:  $N_2O_3 = NO + NO_2$*





## Оксид азота (III) $N_2O_3$

**Получить** можно при сильном охлаждении эквимольной смеси NO и  $NO_2$ :

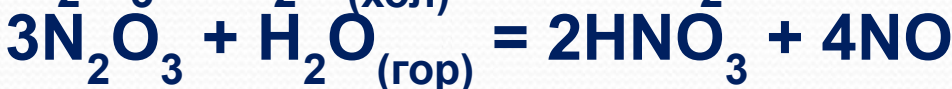
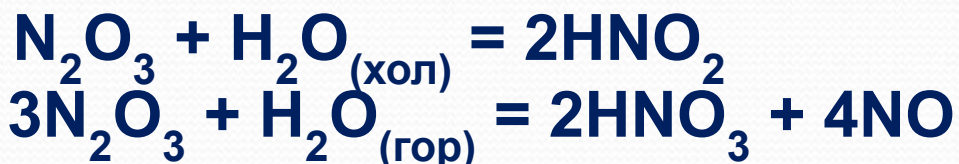


**Химические свойства.**  $N_2O_3$  - кислотный оксид.

1. Взаимодействие со щелочами:



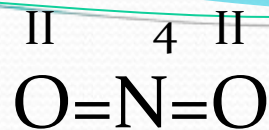
2. Взаимодействие с водой:



3. Окисляется кислородом воздуха при  $-10^{\circ}C$ :



# Оксид азота (IV)



Кислотный оксид.

Сильный окислитель

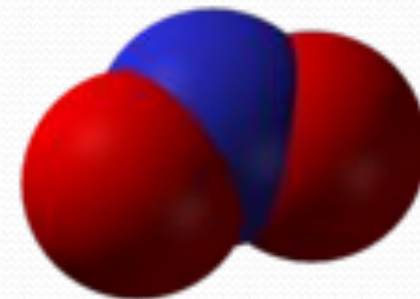
+3 +5



Взаимодействие с водой происходит таким образом, так как это смешанный оксид, которому соответствует две кислоты

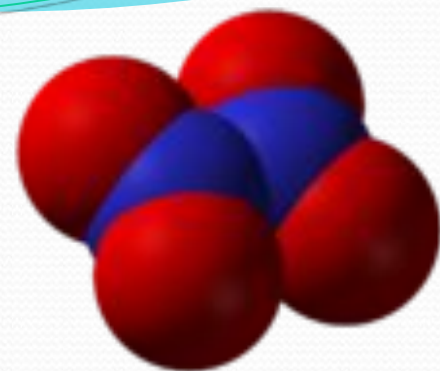
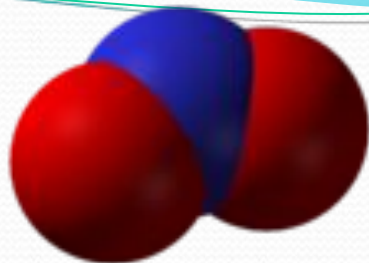


Ниже 22 С молекулы оксида азота(IV) легко соединяются попарно и образуют бесцветную жидкость состава  $\text{N}_2\text{O}_4$ , которая при охлаждении до  $-10,2$  С превращается в бесцветные кристаллы. Димер в жидком состоянии бесцветный, в твердом - белый.  $t_{\text{пл}} = -11,2^\circ\text{C}$ . Хорошо растворяется в холодной воде. Насыщенный раствор имеет «Лисий хвост» цвет. Ядовитый газ бурого цвета, имеет характерный запах. Хорошо растворяется в воде. Полностью растворяется в ней. Проявляет все свойства кислотных оксидов.





## Оксид азота (IV) NO<sub>2</sub>



### Получение.

1. Термическим разложением нитратов металлов, расположенных в ряду активности в интервале Al-Cu:



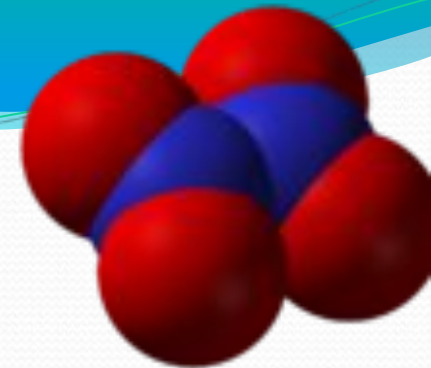
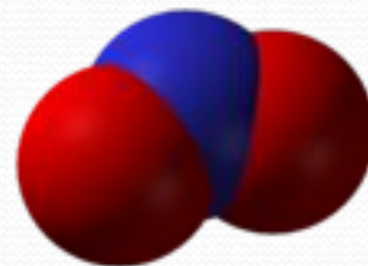
2. Взаимодействием меди с концентрированной азотной кислотой:



3. Окислением оксида азота(II):

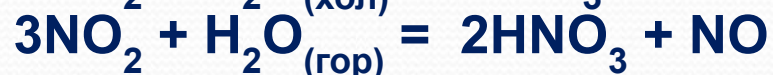
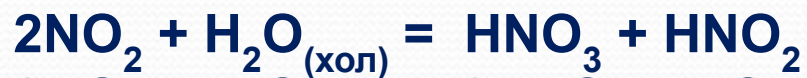


# Оксид азота (IV) NO<sub>2</sub>



Химические свойства.

1. Взаимодействие с водой:



2. Взаимодействие с растворами щелочей:

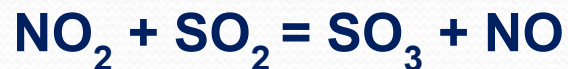


3. При растворении в воде в присутствии кислорода:



Используется в промышленном способе получения азотной кислоты.

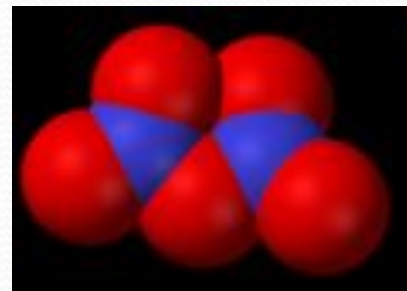
3. Хороший окислитель:



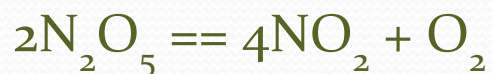


# Оксид азота (V)

Азотный ангидрид. Является очень сильным окислителем. Кислотный оксид:



Легко разлагается (при нагревании – со взрывом):



*Бесцветные прозрачные кристаллы, хорошо растворяющиеся в воде с образованием азотной кислоты :  $\text{N}_2\text{O}_5 + \text{H}_2\text{O} == 2\text{HNO}_3$*

*Нестойкие кристаллы:  $2\text{N}_2\text{O}_5 == 4\text{NO}_2 + \text{O}_2$*

Как и оксид азота(III) практического значения не имеет.

**Получение.** Действие дегидратирующего агента  $\text{P}_4\text{O}_{10}$  на азотную кислоту:



**Химические свойства.** Оксид азота(V) - кислотный оксид.

1. При растворении в воде образует азотную кислоту:



2. Со щелочами образует нитраты:



3. Малоустойчив и легко разлагается уже при

комнатной температуре:



При нагревании разлагается со взрывом.

4. Сильный окислитель:

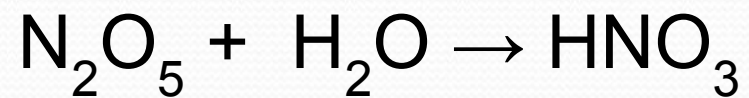
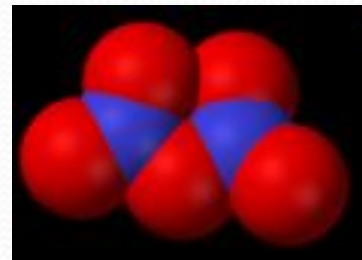


На практике реакции не проводятся ввиду его





# Оксид азота (V) $N_2O_5$



# Вещества, образующиеся из оксидов азота:

●  $N_2O$   $NO$  - несолеобразующие

●  $N_2$  →  $N_2^{+3}O_3^{-2}$  →  $HNO_2$  → Соли нитриты

●  $NO_2 + H_2O = HNO_3 + HNO_2$

●  $N_2^{+5}O_5^{-2}$

●  $HNO_3$  → Соли нитраты

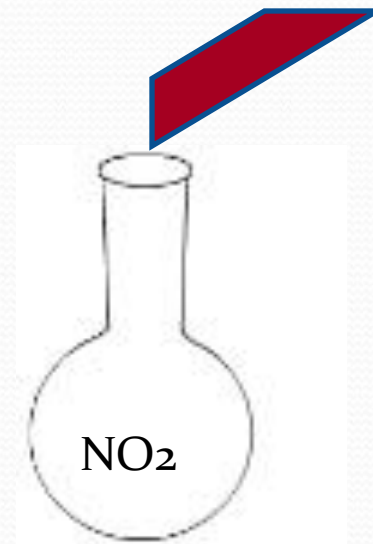
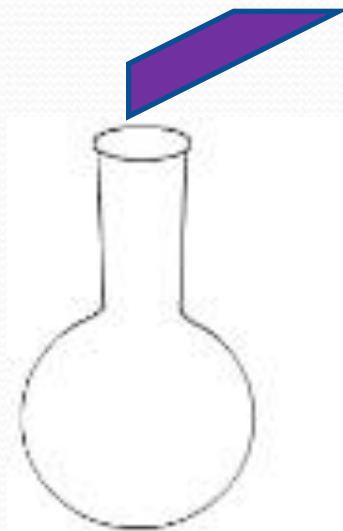
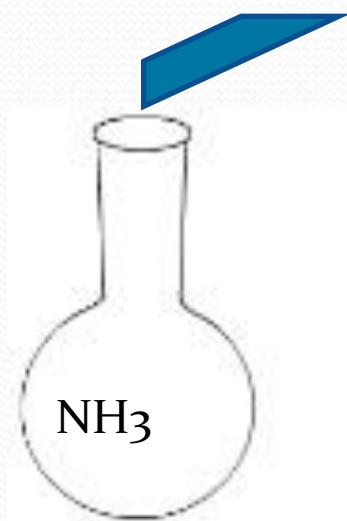


## Обобщающие задания.

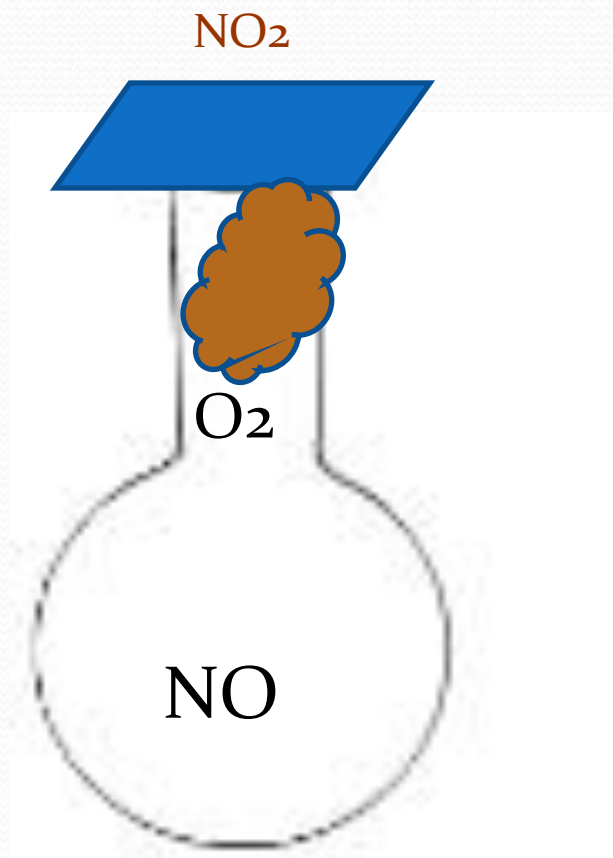
1. Имеются три закрытых цилиндра: с оксидом азота (IV), с азотом, с аммиаком.

Как проще всего узнать, в каком цилиндре какой газ содержится?

В каких цилиндрах и как изменится окраска влажной фиолетовой лакмусовой бумажки?

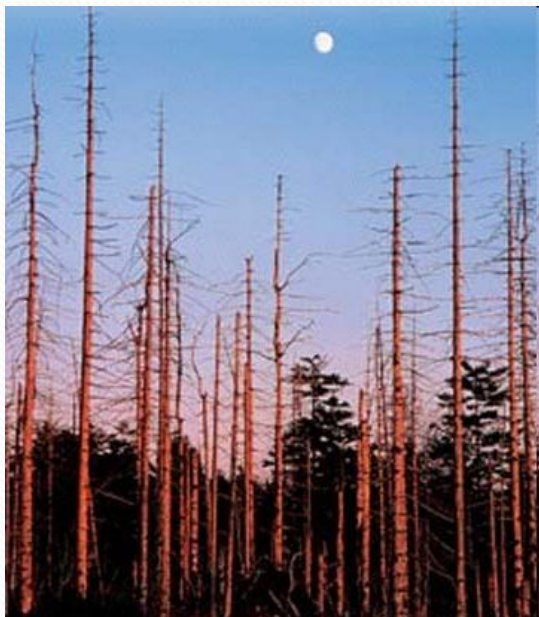


2. Цилиндр с оксидом азота (II) был закрыт пластинкой. Как только пластинку сняли, в верхней части цилиндра появились бурые пары. Чем это объясняется?





# Кислотные дожди





# Влияние кислотных дождей на животных





# Влияние кислотных дождей на архитектурные сооружения

