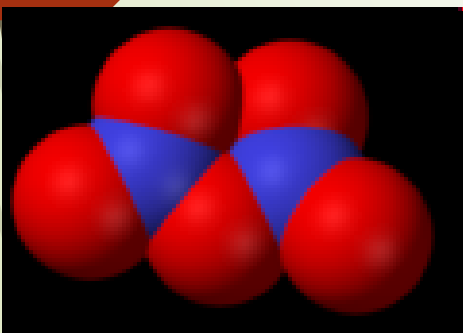
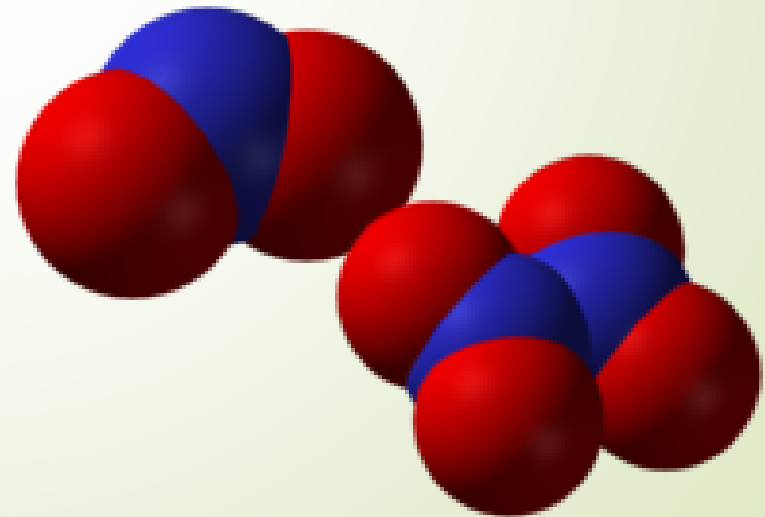
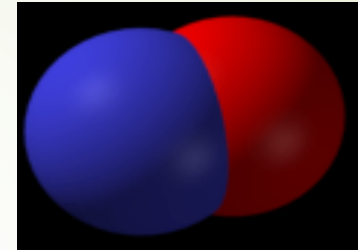


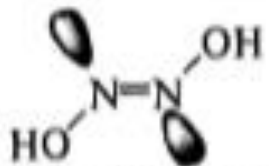
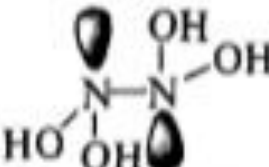
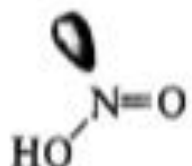
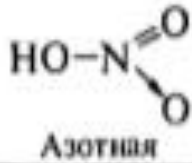
# ОКСИДЫ АЗОТА

9 КЛАСС

Машкова О.Г.,  
учитель химии  
г. Сургут



### Оксиды и оксокислоты азота

Степень окисления	Оксид	Кислота	Натриевая соль
+1	$N_2O$	 <p style="text-align: center;">Азотноватистая (гипоазотистая)</p>	$Na_2N_2O_2$ (гипонитрит)
+2	$NO$	 <p style="text-align: center;">Нитроксильная</p>	$Na_4N_2O_4$ (нитроксилат)
+3	$N_2O_3$	 <p style="text-align: center;">Азотистая</p>	$NaNO_2$ (нитрит)
+4	$NO_2$ ( $N_2O_4$ )	Азотистая и азотная	$NaNO_2$ (нитрит) и $NaNO_3$ (нитрат)
+5	$N_2O_5$	 <p style="text-align: center;">Азотная</p>	$NaNO_3$ (нитрат)

# Виды оксидов азота

+1



+2



+3



+4



+5



$\text{N}_2\text{O}$  – оксид азота(I)

$\text{NO}$  – оксид азота(II)

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

! Но..некоторые авторы учебных пособий не указывают, что эти оксиды несолеобразующие. Т.к они взаимодействуют при определенных условиях со щелочами и (или) с кислотами

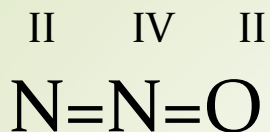
$\text{N}_2\text{O}_3$  – оксид азота(III) - азотистый ангидрид

$\text{NO}_2$  – 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

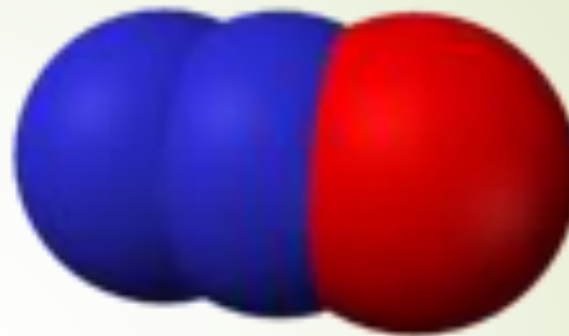
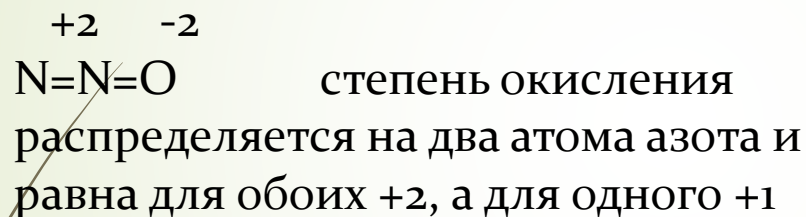
Кислотные оксиды

# N<sub>2</sub>O- оксид азота (I)



Степень окисления не всегда совпадает с валентностью.

Несолеобразующий оксид



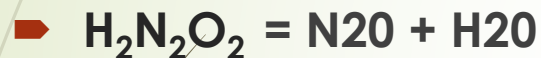
Молекула линейна

Бесцветный газ со слабым запахом и сладковатым вкусом, хорошо растворим в воде, но не взаимодействует с ней. При вдыхании в небольших количествах N<sub>2</sub>O вызывает судорожный смех, поэтому его называют «веселящим газом». Молекула N<sub>2</sub>O линейная, малополярная. В смеси с кислородом используется в медицине для слабого наркоза. Проявляет окислительные свойства. Легко разлагается. При 700 С разлагается:  $2\text{N}_2\text{O} = 2\text{N}_2 + \text{O}_2$

# N<sub>2</sub>O- оксид азота (I)

## Получение.

- Оксид азота(1) не взаимодействует с водой, но формально его можно рассматривать как ангидрид азотноватистой кислоты H<sub>2</sub>N<sub>2</sub>O<sub>2</sub> при разложении которой он образуется:

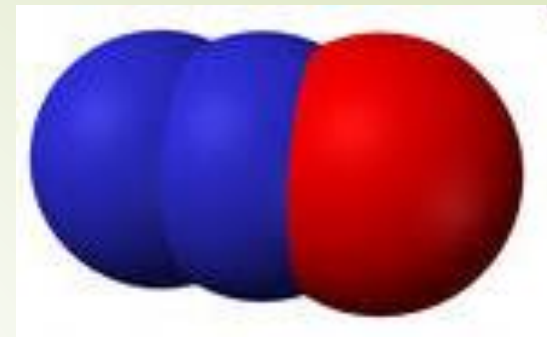


- Разложение нитрата аммония при нагревании:



Нагрев должен быть не более 245°C.

## Оксид азота (I) N<sub>2</sub>O



### Химические свойства.

1. Разлагается при 700<sup>o</sup>C с образованием кислорода:

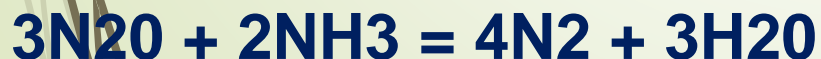


Поэтому поддерживает горение и является окислителем.

2. С неметаллами –водородом, фосфором, углеродом (графит):



3. при поджигании смеси N<sub>2</sub>O с NH<sub>3</sub> происходит оглушительный взрыв:



# Оксид азота (I) N<sub>2</sub>O

## Химические свойства.

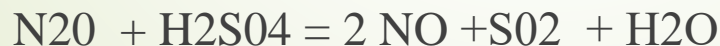
➤ 4. С Металлами



➤ 5. В то же время при контакте с сильными окислителями N<sub>2</sub>O проявляет себя как восстановитель. Он медленно обесцвечивает подкисленный раствор перманганата калия:



6. Взаимодействует с горячей конц серной кислотой



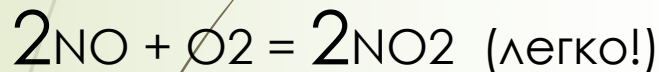
# NO-оксид азота (II)

При комнатной температуре NO — бесцветный газ. Он растворим в воде (5 мл NO в 100 мл воды), но с ней не реагирует. Формально NO

соответствует **нитрокислотная кислота**  $\text{H}_2\text{N}_2\text{O}_4$   $\text{N}=\text{O}$  молекула линейна, имеет неспаренный электрон, поэтому является радикалом, используется как донор электронов.

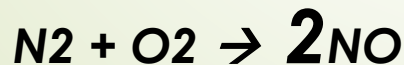
*Окислительно-восстановительная двойственность*

Восстановитель:



так как радикал, очень легко подвергается окислению

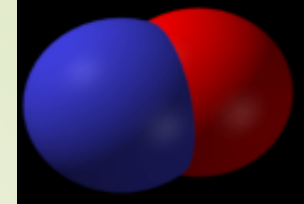
*Бесцветный газ, не имеет запаха. В воде малорастворим. Термически устойчив. Образуется из азота и кислорода при сильных электрических разрядах (например, во время грозы в воздухе) или при высокой температуре:*



**Применяется** в производстве азотной кислоты.



# 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:



5. Прикапывая 5 М раствор  $\text{H}_2\text{SO}_4$  к смеси растворов нитрита и иодида калия:



## Химические свойства. Очень

реакционноспособное вещество. Может проявлять и окислительные и восстановительные свойства.

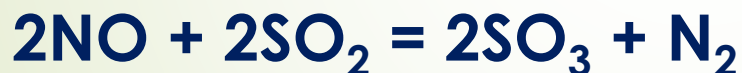
1. При обычной температуре окисляется кислородом воздуха:



2. Восстановитель:



3. Окислитель:



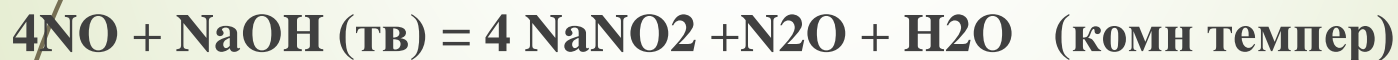
# NO

## Химические свойства.

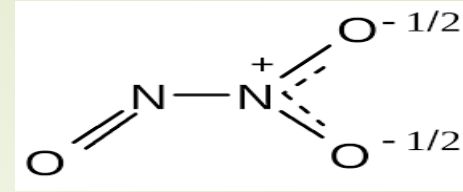
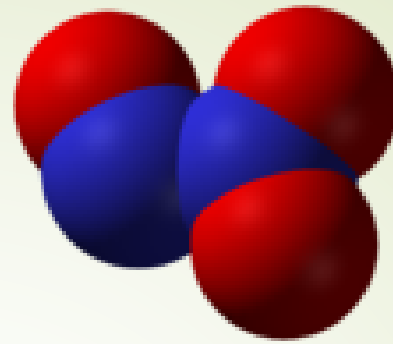
➤ 4. Оксид азота(II) — типичный восстановитель. Он обесцвечивает подкисленный раствор перманганата калия:



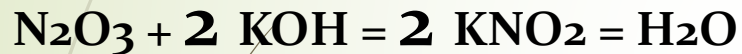
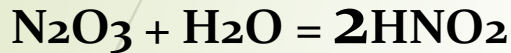
➤ 5. Взаимодействует со щелочами



# N<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-оксид азота (III)



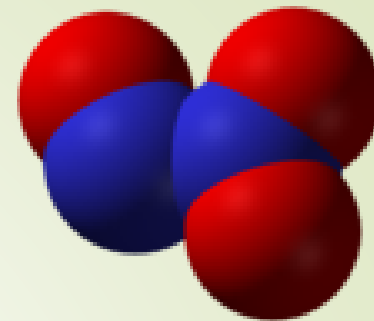
**Азотистый ангидрид**  
**Кислотный оксид:**



Молекула N<sub>2</sub>O<sub>3</sub> плоская и состоит из фрагментов ON—N O<sub>2</sub> с непрочной N—N (0,186 нм) связью. Твердый N<sub>2</sub>O<sub>3</sub> — ионное соединение N<sup>0+</sup>N O<sub>2</sub><sup>-</sup>.

**Жидкость, темно – синего цвета, термически неустойчива, t кип.= 3,5 С, 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<sub>2</sub>O<sub>3</sub> = NO + NO<sub>2</sub>**



## Оксид азота (III) $N_2O_3$

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

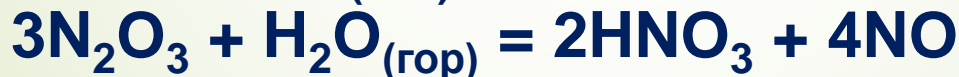


**Химические свойства.**  $N_2O_3$  - кислотный оксид.

1. Взаимодействие со щелочами:



2. Взаимодействие с водой:

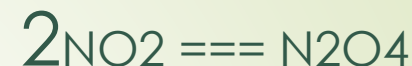
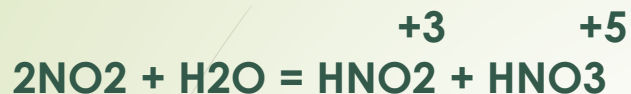
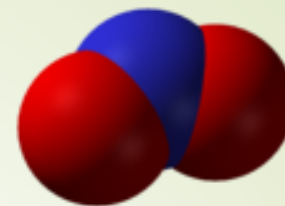
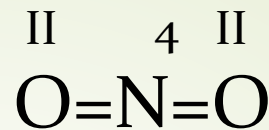


3. Окисляется кислородом воздуха при  $-10^{\circ}C$ :



# Оксид азота (IV)

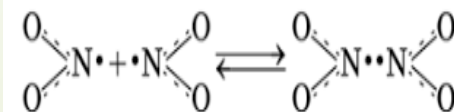
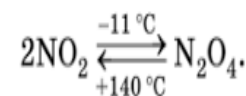
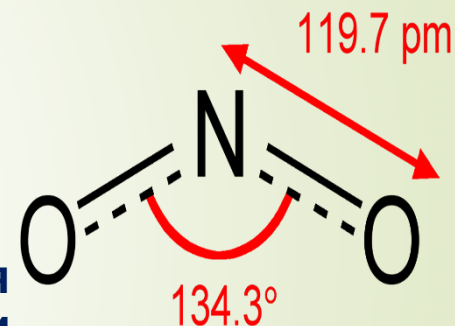
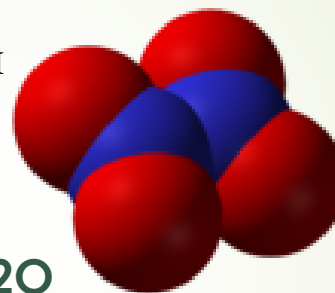
Кислотный оксид.  
Сильный окислитель



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 N<sub>2</sub>O<sub>4</sub>, 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 ярко-зеленый цвет.

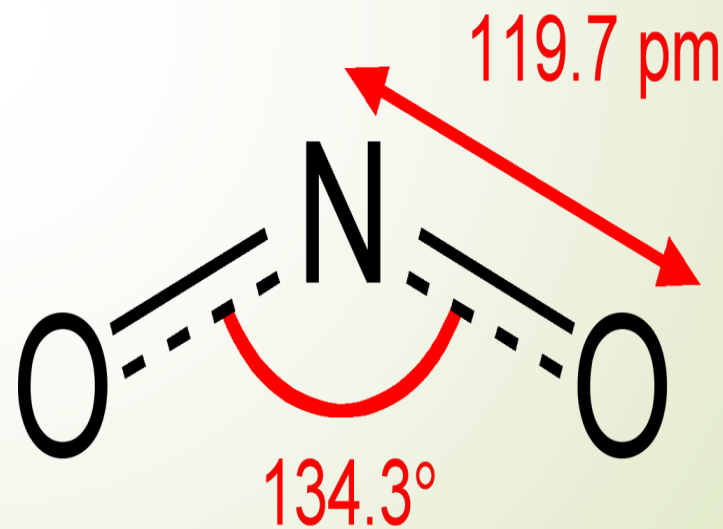
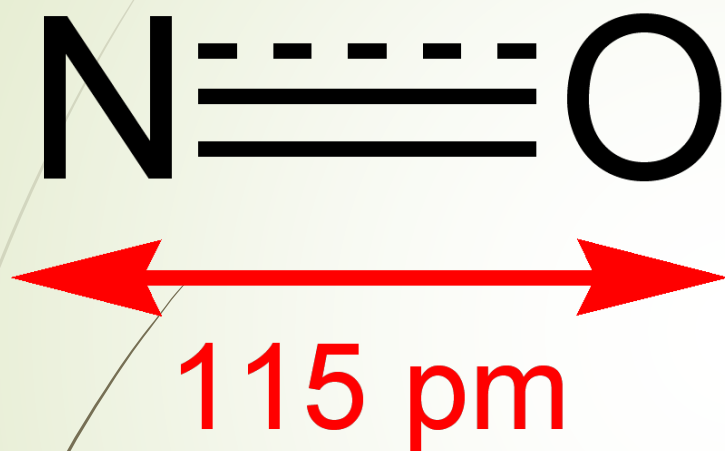


Бурый газ

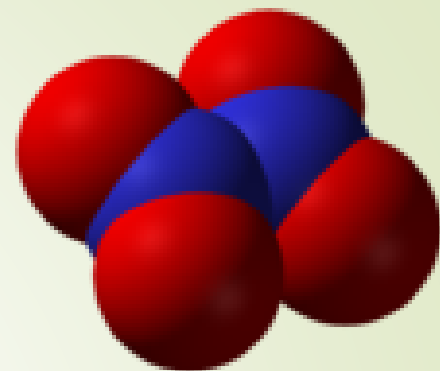
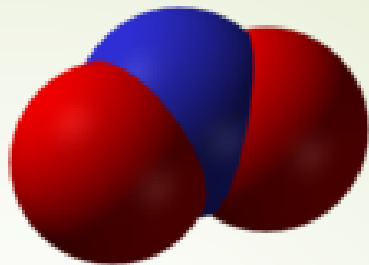
Бесцветная  
жидкость

**«Лисий хвост»** Ядовитый газ бурого цвета, имеет характерный запах. Хорошо растворяется в воде. Полностью растворяется в ней. Проявляет все свойства кислотных оксидов.

# Сравнении длины связи NO и NO2



## 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:

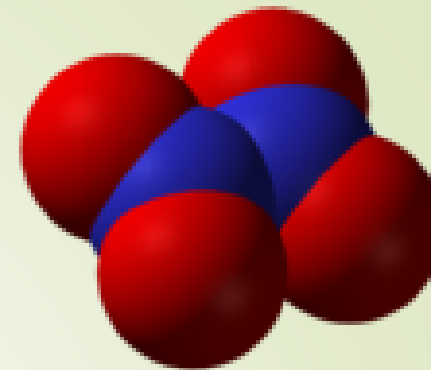
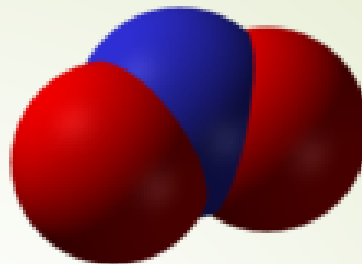


3. Окислением оксида азота(II):



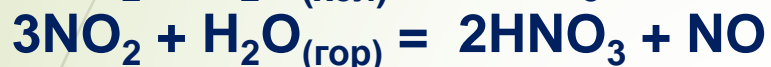
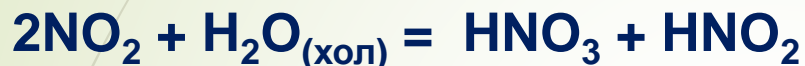


# Оксид азота (IV) NO<sub>2</sub>



## Химические свойства.

1. Взаимодействие с водой:



2. Взаимодействие с растворами щелочей:

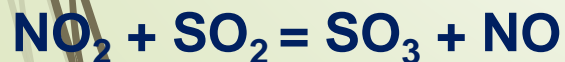


3. При растворении в воде в присутствии кислорода:

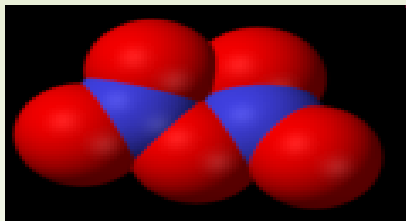


Используется в промышленном способе получения азотной кислоты.

4. Сильный окислитель, в атмосфере которого горят углерод, сера, многие металлы:



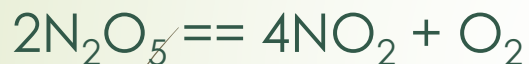
# Оксид азота (V)



**Азотный ангидрид. Является очень сильным окислителем. Кислотный оксид:**



Легко разлагается (при нагревании – со взрывом):



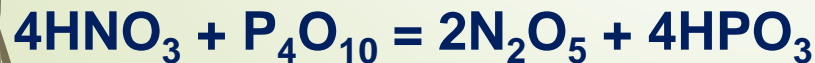
**Бесцветные прозрачные кристаллы, хорошо растворяющиеся в воде с образованием азотной кислоты :**



**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:



Твердый  $\text{N}_2\text{O}_5$  построен из ионов  $\text{NO}_2^-$  и  $\text{NO}_3^+$ , а в газовой фазе и в растворах состоит из молекул  $\text{O}_2\text{N}-\text{O}-\text{NO}_2$ . Это вещество очень неустойчиво и в течение нескольких часов распадается (период полураспада 10 ч)

**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 труднодоступности и малой устойчивости

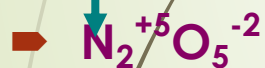
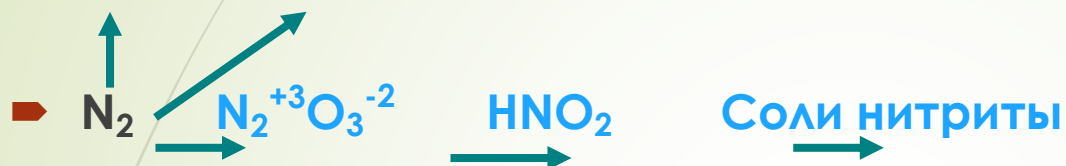
Таблица 18. Свойства оксидов азота

Формула	Название	Характер оксида	Физические свойства	Химическая активность. Биологические свойства
$N_2O$	Оксид азота (I) — веселящий газ	Несолеобразующие  ?	Бесцветный газ со сладковатым запахом, нерастворим в воде	Химически малоактивен, термически неустойчив; слабый наркотик
$NO$	Оксид азота (II) — монооксид азота		Бесцветный газ, малорастворим в воде	Не реагирует со щелочами, легко окисляется воздухом
$N_2O_3$	Оксид азота (III) — азотистый ангидрид	Солеобразующие	Темно-синяя жидкость, растворима в воде с образованием азотистой кислоты	Проявляет свойства ангидридов кислот
$NO_2$	Оксид азота (IV) — диоксид азота		Бурый газ со специфическим запахом, растворим в воде; легко димеризуется	Проявляет свойства кислотных оксидов; ангидрид азотистой и азотной кислот; термически неустойчив, дыхательный яд
$N_2O_5$	Оксид азота (V) — азотный ангидрид		Белое кристаллическое вещество, $t_{пл} = 32,3 \text{ } ^\circ\text{C}$ , растворимо в воде	Проявляет свойства кислотных оксидов, термически неустойчив; ядовит

Не реагирует со щелочами при обычных условиях,

# Вещества, образующиеся из оксидов азота:

→  $N_2O$   $NO$  - несолеобразующие

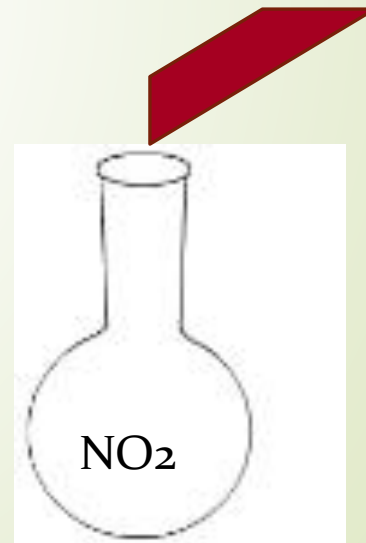
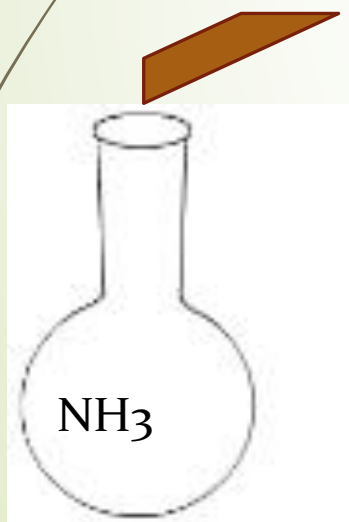


## Обобщающие задания.

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?

