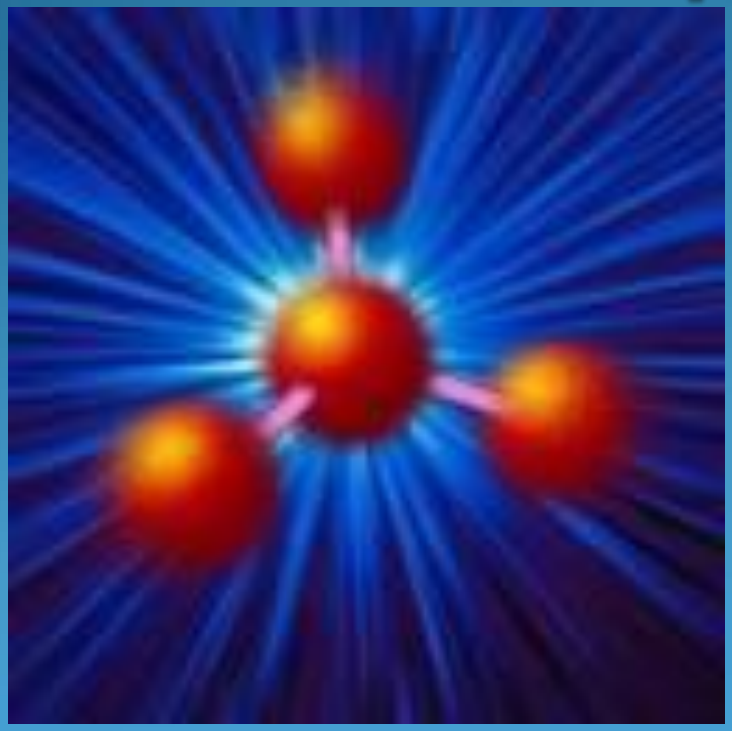
Соединения азота.



Оксиды азота.

Виды оксидов азота

+1	+2	+3	+4	+5
N_2O	NO	N_2O_3	NO_2	N_2O_5

N_2O – оксид азота(I)
NO – оксид азота(II)

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

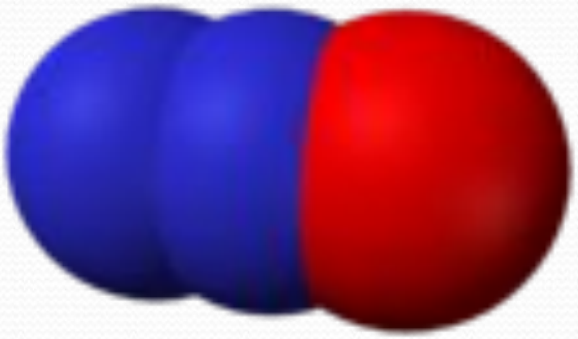
N_2O_3 – оксид азота(III) - азотистый ангидрид
NO_2 – оксид азота(IV) и его димер N_2O_4 – ангидриды азотной и азотистой кислот.
N_2O_5 – азотный ангидрид

Кислотные оксиды

N_2O- оксид азота (I)

II IV II

N=N=O Против всех правил



Степень окисления не всегда совпадает с валентностью. Несолеобразующий оксид

+2 -2

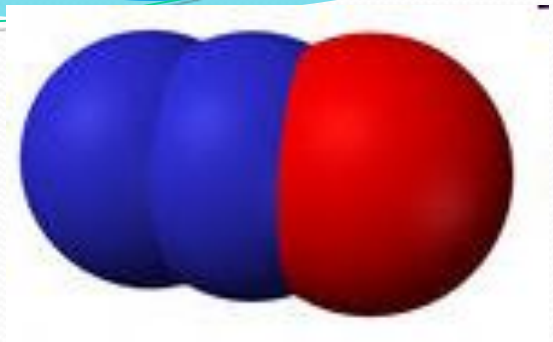
N=N=O степень окисления распределяется на два атома азота и равна для обоих +2, а для одного +1

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: $2N_2O = 2N_2 + O_2$

Оксид азота (I) N_2O



Получение.

Разложение нитрата аммония при нагревании:

$$NH_4NO_3 = N_2O + 2H_2O$$

Нагрев должен быть не более 245^0C.

Химические свойства.

1. Разлагается при 700^0C с образованием кислорода:

$$2N_2O = 2N_2 + O_2$$

Поэтому поддерживает горение и является окислителем.

2. С водородом:

$$N_2O + H_2 = N_2 + H_2O$$

NO-оксид азота (II)

II II

N=O молекула линейна, имеет неспаренный электрон, поэтому является радикалом, используется как донор электронов.

Окислительно-восстановительная двойственность

Восстановитель:

$2NO + O_2 = 2NO_2$ (легко!)

так как радикал, очень легко подвергается окислению

Окислитель:

$2NO + 2SO_2 = 2SO_3 + N_2$

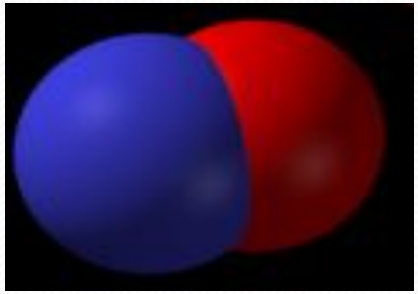
Нитрозный способ получения серной кислоты

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:

$$N_2 + O_2 \rightleftharpoons 2NO$$

В лаборатории: $3Cu + 8HNO_3 == 3Cu(NO_3)_2 + 2NO + 4H_2O$

Оксид азота (II) NO



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

$$3Cu + 8HNO_3 = 3Cu(NO_3)_2 + 2NO + 4H_2O$$

2. При каталитическом окислении аммиака:

4 $\quad 4NH_3 + 5O_2 = 4NO + 6H_2O$

3. При взаимодействии с кислородом воздуха:

$$N_2 + O_2 = 2NO \quad (t^0 \geq 2000^0C,\ \text{кат. Pt/Rh})$$

4. При взаимодействии нитритов с серной кислотой:

$$2\ NaNO_2 + H_2SO_4 = Na_2SO_4 + NO + NO_2 + H_2O$$

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

1. При обычной температуре окисляется кислородом воздуха:

<u>2</u> $2NO + O_2 = 2NO_2$

2. Восстановитель:

$NO + NO_2 = N_2O_3$

$2NO + Cl_2 = 2NOCl$ (нитрозилхлорид)

3. Окислитель:

$2NO + 2SO_2 = 2SO_3 + N_2$

$2NO + 2H_2 = N_2 + 2H_2O$ (200°C)

$2NO + 2Cu = N_2 + 2CuO$ (500°C)

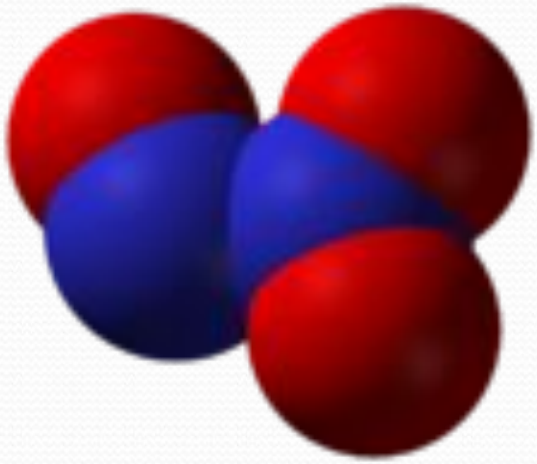
$2NO + 2H_2S = N_2 + 2S + 2H_2O$ (300°C)

4. Взаимодействует с органическими веществами.

Применяется в производстве азотной кислоты.

N_2O_3-оксид азота (III)

Азотистый ангидрид
Кислотный оксид:



$N_2O_3 + H_2O = 2HNO_2$

$N_2O_3 + 2\ KOH = 2\ KNO_2 = H_2O$

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: $N_2O_3 = NO + NO_2$

Оксид азота (III) N_2O_3

Получить можно при сильном охлаждении эквимолярной смеси NO и NO_2:

$$NO + NO_2 = N_2O_3$$

Химические свойства. N_2O_3 - кислотный оксид.

1. Взаимодействие со щелочами:

$$2NaOH + N_2O_3 = 2NaNO_2 + H_2O$$

2. Взаимодействие с водой:

$$N_2O_3 + H_2O_{(хол)} = 2HNO_2$$

$$3N_2O_3 + H_2O_{(гор)} = 2HNO_3 + 4NO$$

3. Окисляется кислородом воздуха при -10^0C:

$$2N_2O_3 + O_2 = 4NO_2$$

Оксид азота (IV)

II III III II

O=N-N=O

Кислотный оксид.
Сильный окислитель

+3 +5

$2NO_2 + H_2O = HNO_2 + HNO_3$

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

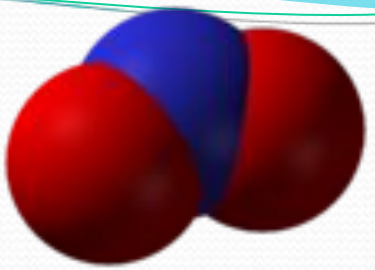
$2NO_2 \equiv N_2O_4$

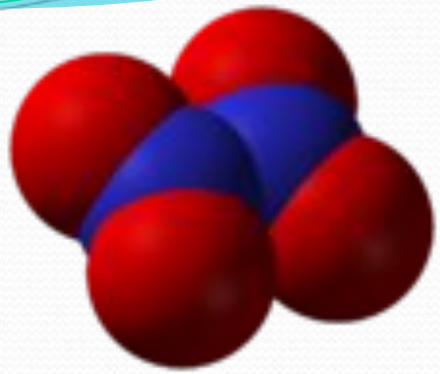
$2NO_2 + 2NaOH = NaNO_3 + NaNO_2 + H_2O$

Ниже 22 С молекулы оксида азота(IV) легко соединяются попарно и образуют бесцветную жидкость состава N2O4 , которая при охлаждении до -10,2 С превращается в бесцветные кристаллы. Димер в жидком состоянии бесцветный, в твердом - белый. $t_{(пл)}$ = -11,2^{0}С. Хорошо растворяется в холодной воде. Насыщенный раствор имеет ярко-зеленый цвет.

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

Оксид азота (IV) NO2





Получение.

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

$$2Cu(NO_3)_2 = 2CuO + 4NO_2 + O_2$$

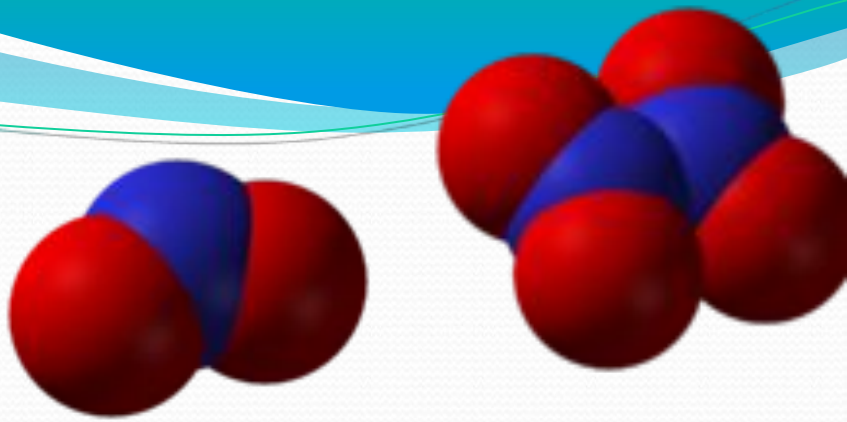
2. Взаимодействием меди с концентрированной азотной кислотой:

$$\underline{Cu + 4HNO_3 = Cu(NO_3)_2 + 2NO_2 + 2H_2O}$$

3. Окислением оксида азота(II):

$$2NO + O_2 = 2NO_2$$

Оксид азота (IV) NO_2



Химические свойства.

1.Взаимодействие с водой:

$$2NO_2 + H_2O_{(хол)} = HNO_3 + HNO_2$$

$$3NO_2 + H_2O_{(гор)} = 2HNO_3 + NO$$

2.Взаимодействие с растворами щелочей:

$$2NO_2 + 2KOH = KNO_3 + KNO_2 + H_2O$$

3.При растворении в воде в присутствии кислорода:

$$4NO_2 + 2H_2O + O_2 = 4HNO_3$$

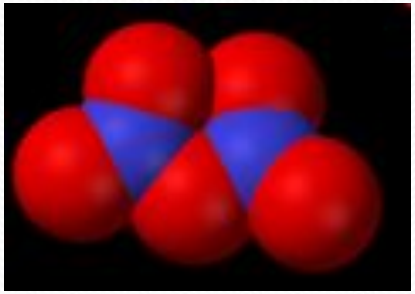
Используется в промышленном способе получения азотной кислоты.

3.Хороший окислитель:

$$NO_2 + SO_2 = SO_3 + NO$$

$$2NO_2 + 4Cu = 4CuO + N_2 \quad (500\text{-}600^0C)$$

Оксид азота (V)



Азотный ангидрид. Является очень сильным окислителем. Кислотный оксид:

$N_2O_5 + H_2O == 2HNO_3$

Легко разлагается (при нагревании – со взрывом):

$$2N_2O_5 == 4NO_2 + O_2$$

Бесцветные прозрачные кристаллы, хорошо растворяющиеся в воде с образованием азотной кислоты : $N_2O_5 + H_2O == 2HNO_3$

Нестойкие кристаллы: $2N_2O_5 == 4NO_2 + O_2$

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

Получение. Действие дегидратирующего агента P_4O_{10} на азотную кислоту:

$$4HNO_3 + P_4O_{10} = 2N_2O_5 + 4HPO_3$$

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

1. При растворении в воде образует азотную кислоту:

$$N_2O_5 + H_2O = 2HNO_3$$

2. Со щелочами образует нитраты:

$$N_2O_5 + 2NaOH = 2NaNO_3 + H_2O$$

3.Малоустойчив и легко разлагается уже при комнатной температуре:

$$2N_2O_5 = 4NO_2 + O_2$$

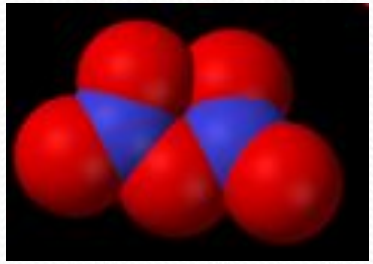
Прb нагревании разлагается со взрывом.

4.Сильный окислитель:

$$N_2O_5 + 5Cu = 5CuO + N_2 \quad (500^0C)$$

На практике реакции не проводятся ввиду его

Оксид азота (V) N_2O_5



$$N_2O_5 + H_2O \rightarrow HNO_3$$

Вещества, образующиеся из оксидов азота:

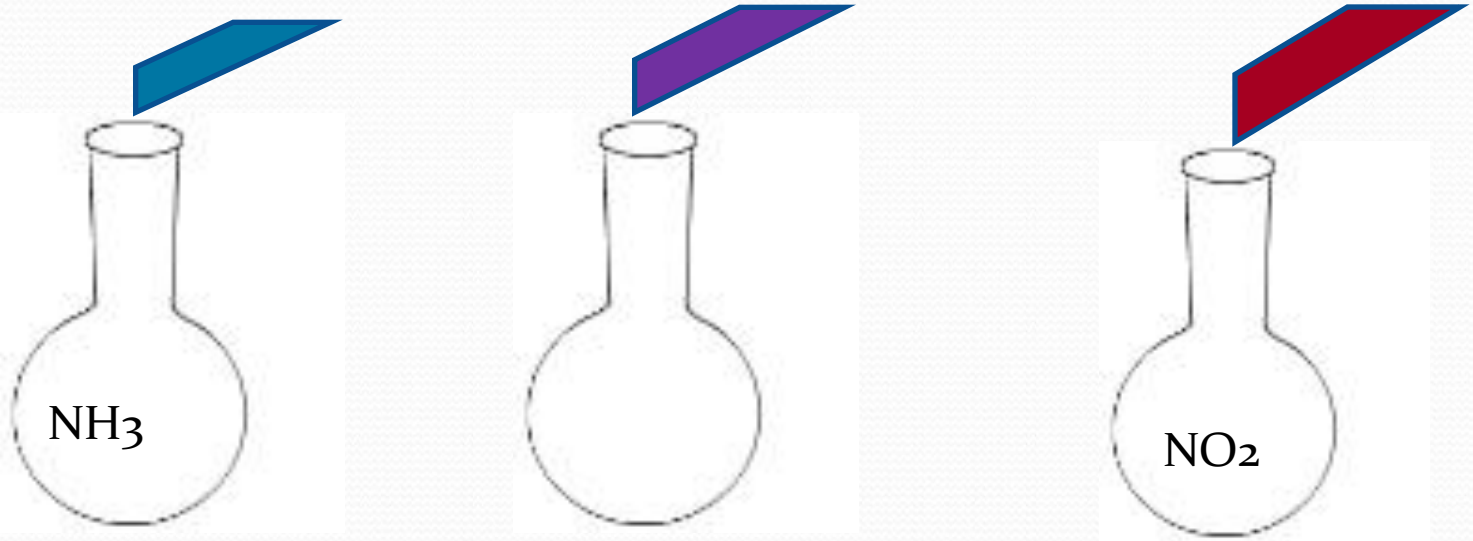
- N_2O NO - несолеобразующие
- N_2 → $N_2^{+3}O_3^{-2}$ → HNO_2 → Соли нитриты
- $NO_2 + H_2O = HNO_3 + HNO_2$
- $N_2^{+5}O_5^{-2}$
- HNO_3 → Соли нитраты

Обобщающие задания.

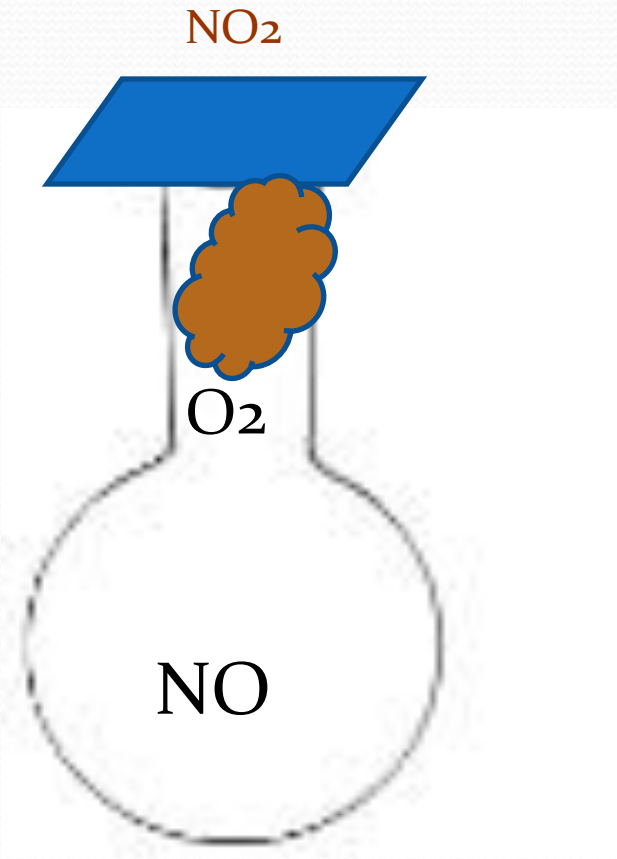
1. Имеются три закрытых цилиндра: с оксидом азота (IV), с азотом, с аммиаком.

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

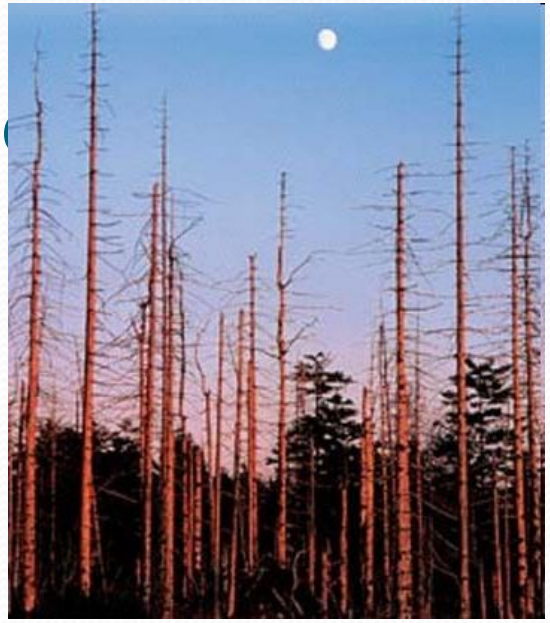
В каких цилиндрах и как изменится окраска влажной фиолетовой лакмусовой бумажки?



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



Ки



Влияние кислотных дождей на животных

Влияние кислотных дождей на архитектурные сооружения