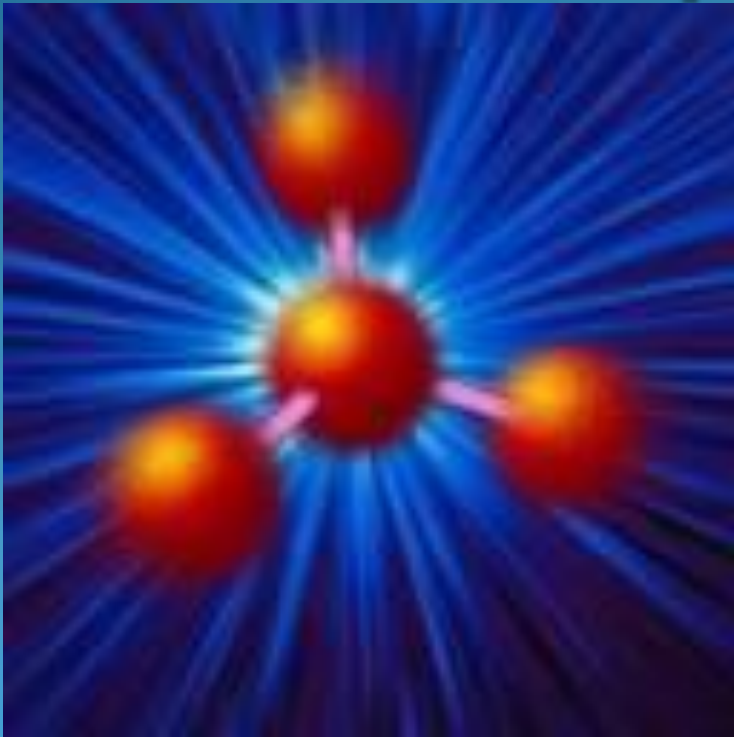


# Соединения азота.

Оксиды азота.



Азот способен проявлять положительные степени окисления от +1 до +5.

Известны несколько оксидов азота.

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

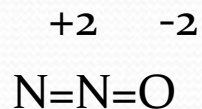
Солеобразующие:  $N_2O_3$   $NO_2$   $N_2O_4$   $N_2O_5$   
димер  
оксида азота(IV)

Несолеобразующие:  $N_2O$   $NO$

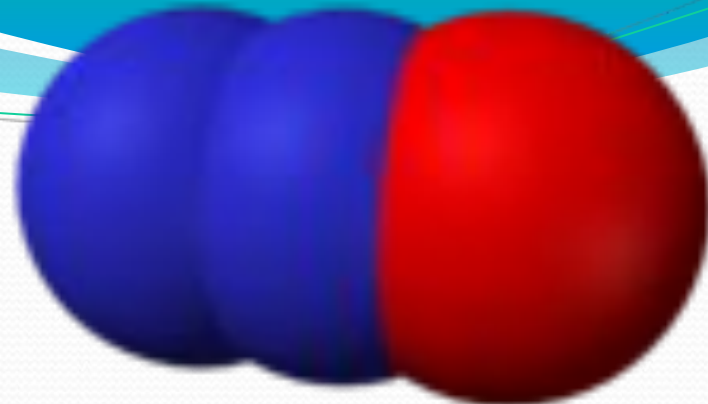
Все оксиды азота, кроме  $N_2O$ , ядовитые вещества.

- Азот образует ряд оксидов, формально отвечающих всем возможным степеням окисления от +1 до +5:  $N_2O$ ,  $NO$ ,  $N_2O_3$ ,  $NO_2$ ,  $N_2O_5$ , однако всего два из них — **оксид азота(II)** и **оксид азота(IV)** — не только устойчивы при обычных условиях, но и активно задействованы в природном и промышленном круговоротах азота.

## $N_2O$ - оксид азота (I)



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



Молекула линейна

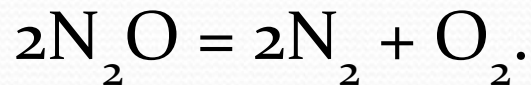
● Получение:



*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, в нем, как и в кислороде, вспыхивает тлеющая лучина и ярко горит сера.

При нагревании выше 600 °С разлагается со взрывом:



- Взаимодействует с водородом:  $\text{N}_2\text{O} + \text{H}_2 = \text{N}_2 + \text{H}_2\text{O}$ .
- При поджигании смеси оксида азота (I) и аммиака происходит взрыв:  $3\text{N}_2\text{O} + 2\text{NH}_3 = 4\text{N}_2 + 3\text{H}_2\text{O}$ .
- При взаимодействии с сильными окислителями проявляет восстановительные свойства:
- $5\text{N}_2\text{O} + 2\text{KMnO}_4 + 3\text{H}_2\text{SO}_4 = 10\text{NO} + 2\text{MnSO}_4 + \text{K}_2\text{SO}_4 + 3\text{H}_2\text{O}$ .

## NO-оксид азота (II)

II II

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

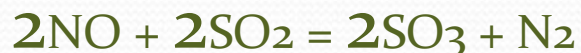
*Окислительно-восстановительная двойственность*

Восстановитель:



так как радикал, очень легко подвергается окислению

Окислитель:



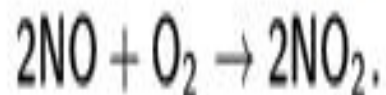
Нитрозный способ получения серной кислоты

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

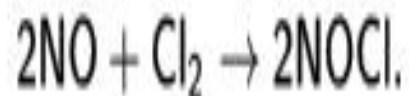


*В лаборатории:*  $3\text{Cu} + 8\text{HNO}_3 = 3\text{Cu}(\text{NO}_3)_2 + 2\text{NO} + 4\text{H}_2\text{O}$   
разб.

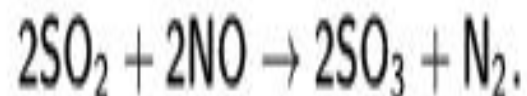
При комнатной температуре и атмосферном давлении происходит окисление NO кислородом воздуха:



Для NO характерны также реакции присоединения галогенов с образованием нитрозилгалогенидов, в этой реакции NO проявляет свойства восстановителя с образованием нитрозилхлорида:



В присутствии более сильных восстановителей NO проявляет окислительные свойства:

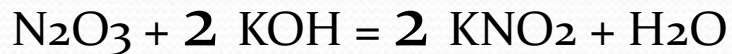


## $N_2O_3$ -оксид азота (III)

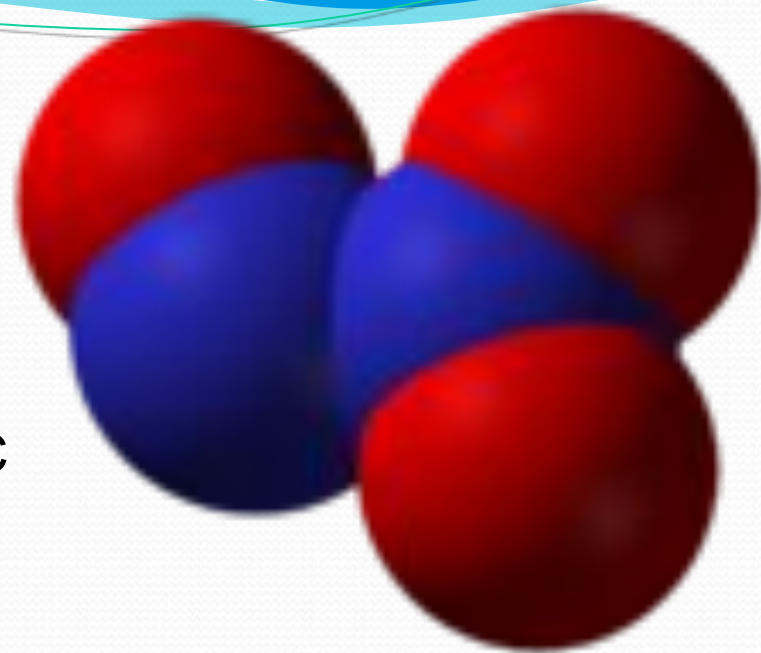
Это соединение очень неустойчиво и существует только при низких температурах. В твердом и жидком состоянии ( $t_{пл} = -100\text{ }^\circ\text{C}$ ) это вещество окрашено в ярко-синий цвет; выше  $0\text{ }^\circ\text{C}$  оно разлагается:



### Кислотный оксид:



*жидкость, темно – синего цвета, неустойчива при низких температурах и разлагается:  $N_2O_3 = NO + NO_2$*





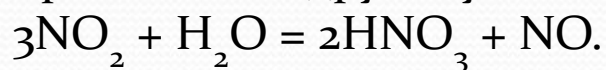
# ОКСИД азота (IV)



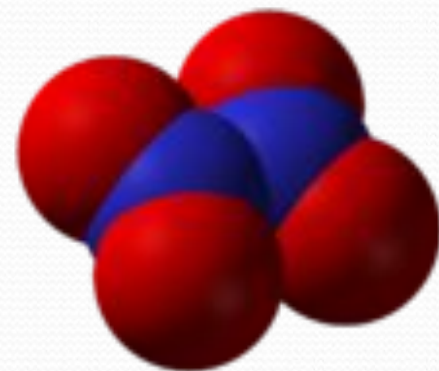
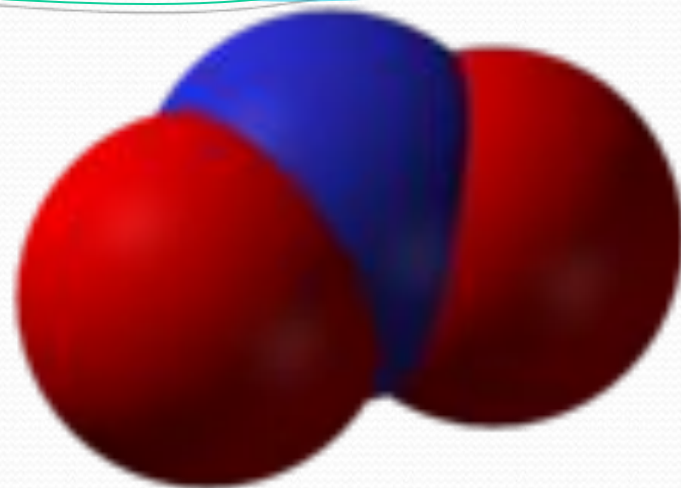
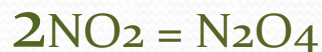
Условно-кислотный оксид:



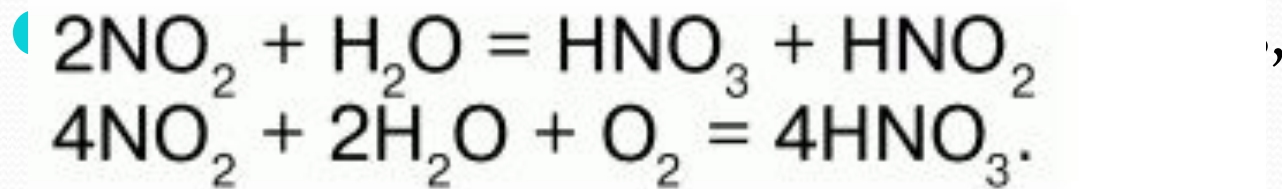
При температуре выше 0 °С реакция протекает по другому:



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



*«Лисий хвост» Ядовитый газ бурого цвета, имеет характерный запах. Хорошо растворяется в воде.*



- Сильный окислитель, в его атмосфере горят углерод и сера:
- $\text{C} + 2\text{NO}_2 = \text{CO}_2 + 2\text{NO};$
- $\text{S} + 2\text{NO}_2 = \text{SO}_2 + 2\text{NO}.$

# Оксид азота (V)

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

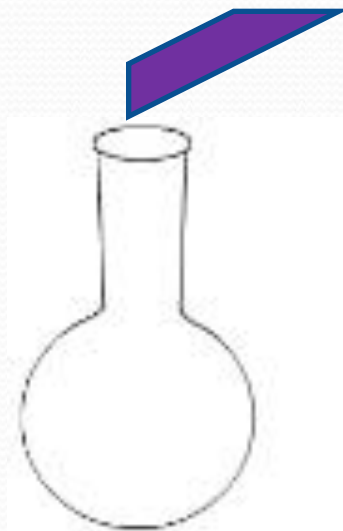
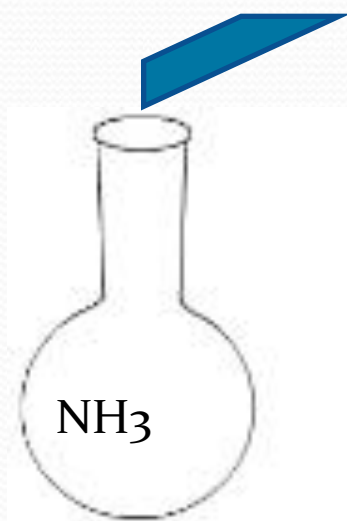
- При растворении  $N_2O_5$  в воде образуется азотная кислота.
- Высший оксид азота является сильным окислителем, например:
- $N_2O_5 + I_2 = I_2O_5 + N_2$
- В безводных кислотах (серной, азотной, ортофосфорной, хлорной)  $N_2O_5$  распадается, образуя катион нитрония  $NO_2^+$ :
- $N_2O_5 + HClO_4 = NO_2^+ClO_4^- + HNO_3$
- Соли нитрония являются сильными окислителями. При попадании в воду они гидролизуются:
- $NO_2^+ClO_4^- + H_2O = HNO_3 + HClO_4$

## 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?

