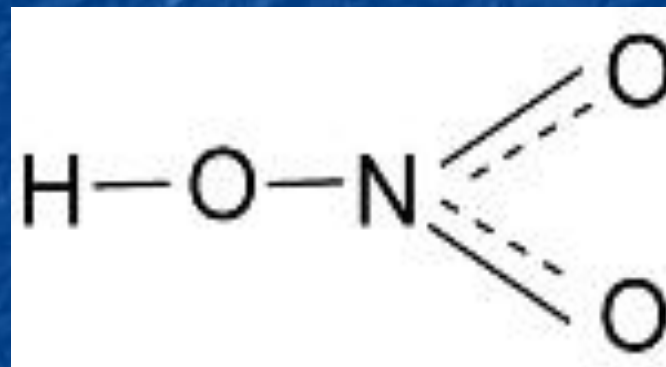


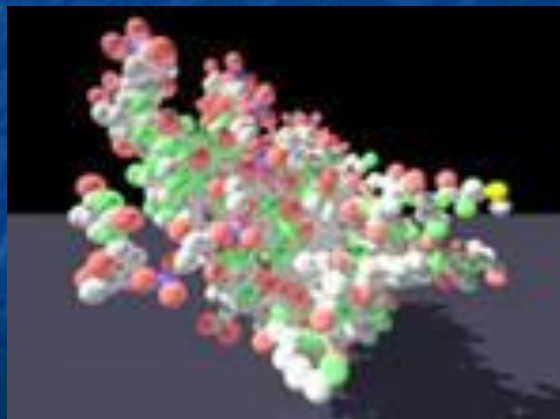
АЗОТ и его соединения



Жидкий азот



Азотная кислота



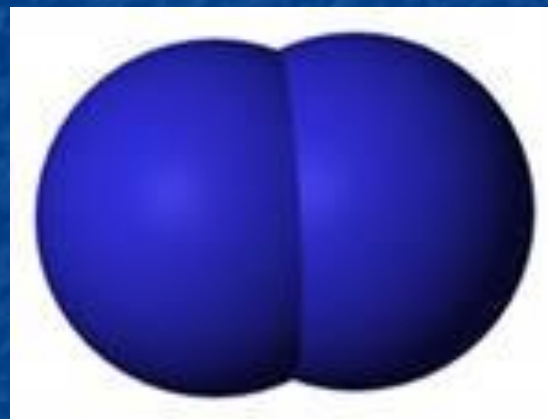
Белки



ДНК

Строение молекулы азота

- КНС
- Тройная связь:
- $\sigma + 2\pi$
- $E_{\text{связи}} = 1000$
кДж/моль
- sp – гибридизация
- Линейная геометрия
- $\leq 180^\circ$
- «Безжизненный»



Химические свойства азота



- Азот – окислитель с металлами и водородом:
- $\text{N}_2 + 6 \text{Li} \rightarrow 2 \text{Li}_3\text{N}$ – нитрид лития
- $\text{N}_2 + 3\text{H}_2 \rightarrow 2\text{NH}_3$ – аммиак
- Азот – восстановитель с кислородом:
- $\text{N}_2 + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{NO}$ – монооксид азота

Способы получения азота

- *В промышленности* – испарение сжиженного воздуха
- (первым улетучивается азот)
- *В лаборатории* – нагревание нитрита аммония:
- $\text{NH}_4\text{NO}_2 \xrightarrow{-t} \text{N}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$



Аммиак: физические свойства



- NH_3 – бесцветный газ с резким запахом, легче воздуха
- $D_{\text{возд.}}(\text{NH}_3) = 17/29$
- Хорошо растворим в воде:
- $800 \text{ V NH}_3 - 1 \text{ V H}_2\text{O}$
- ПДК $0,2 \text{ мг/м}^3$
- Сосудорасширяющее действие
- При превышении ПДК – токсический отёк лёгких

Способы получения аммиака

- *В промышленности – процесс Габера*
- $\text{N}_2 + 3\text{H}_2 \leftrightarrow 2\text{NH}_3$
- 500° , 350 атм,
- кТ – Fe
- Удаление продукта из сферы реакции

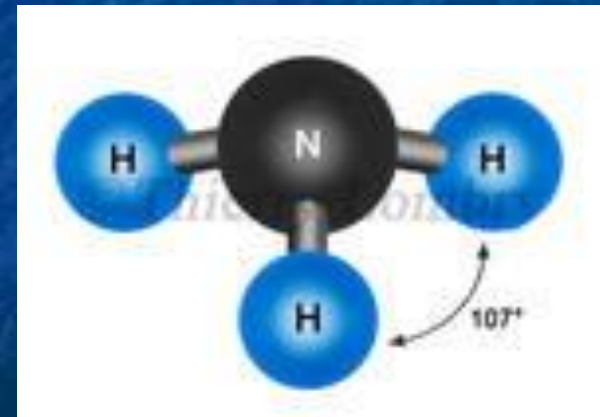
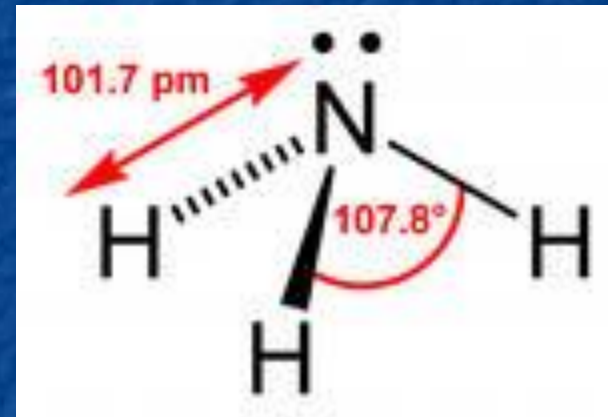


Фриц Габер
немецкий химик

- *В лаборатории –*
- 1) $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 + \text{Ca}(\text{OH})_2 \rightarrow \text{CaSO}_4 + 2\text{NH}_3\uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$
- 2) $\text{Ca}_3\text{N}_2 + 6\text{H}_2\text{O} \rightarrow 3\text{Ca}(\text{OH})_2 + 2\text{NH}_3\uparrow$
- 3) $\text{NH}_4\text{Cl} \rightarrow \text{NH}_3 + \text{HCl}$
- 4) $4\text{Ca} + 9\text{HNO}_{3(\text{разб})} \rightarrow \text{NH}_3\uparrow + 4\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 + 3\text{H}_2\text{O}$

Строение молекулы аммиака

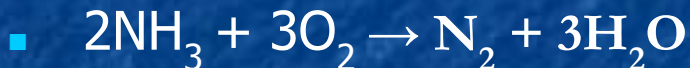
- КПС
- Sp^3 – гибридизация атома азота
- Тригонально-пирамидальная структура молекулы
- Неподелённая пара e^- у атома азота →
- Донорные свойства



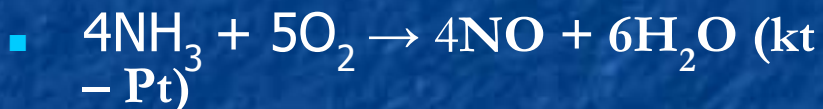
Химические свойства аммиака

■ *Восстановительные:*

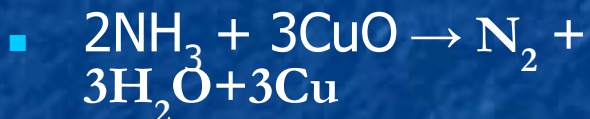
■ Горение:



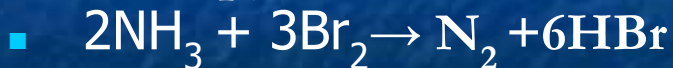
■ Каталитическое окисление:



■ Восстанавливает металлы из оксидов:



■ Реагирует с окислителями:



■ *Основные:*

■ $\text{NH}_3 + \text{HOH} \leftrightarrow \text{NH}_4\text{OH}$ – гидроксид аммония – нашатырный спирт

■ $\text{NH}_3 + \text{HCl} \leftrightarrow \text{NH}_4\text{Cl}$

■ *Кислотные (жидкий аммиак):*

■ $2\text{NH}_3 + 2\text{Na} \leftrightarrow 2\text{NaNH}_2 + \text{H}_2$ – амид натрия

■ *Комплексообразование:*

■ $\text{Cu}(\text{OH})_2 + 4\text{NH}_3 \rightarrow$

■ $\text{Cu}(\text{NH}_3)_4(\text{OH})_2$ – гидроксид тетраамминомеди (II)

Применение аммиака



Аммиачная
селитра



Краски
для волос



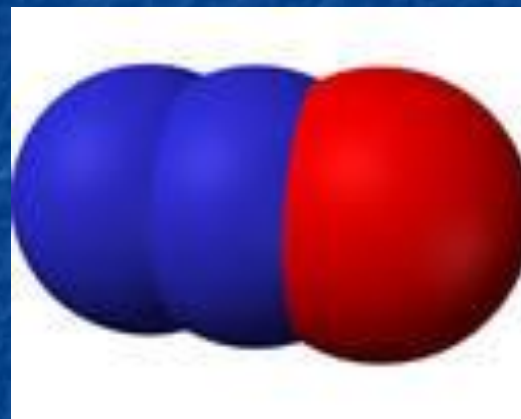
Производство
азотной кислоты



Средства
для чистки стёкол

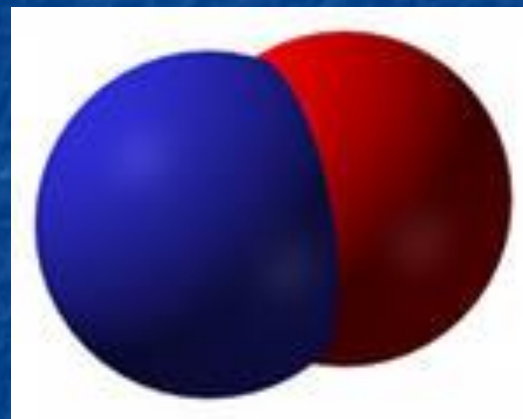
Оксид азота (I) «веселящий газ»

- Получение:
- $\text{NH}_4\text{NO}_3 \xrightarrow{140^\circ} \text{N}_2\text{O} + 2\text{H}_2\text{O}$ (до)
- Свойства:
- Термически неустойчив:
- $2\text{N}_2\text{O} \rightarrow 2\text{N}_2 + \text{O}_2$
- Тлеющая лучинка вспыхивает, как в кислороде
- Слабый окислитель:
- $\text{N}_2\text{O} + \text{H}_2 \rightarrow \text{N}_2 + \text{H}_2\text{O}$
- Безразличный оксид



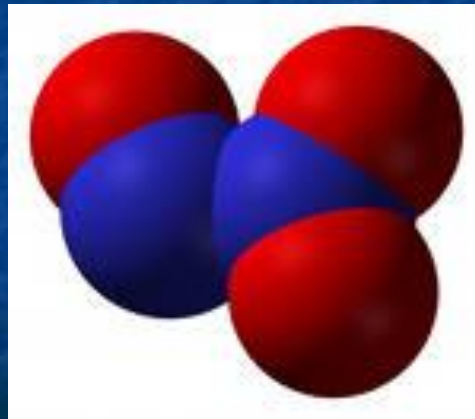
Оксид азота (II)

- Получение:
- $4\text{NH}_3 + 5\text{O}_2 \rightarrow 4\text{NO} + 6\text{H}_2\text{O}$ (kt – Pt)
- Бесцветный газ, на воздухе «буреет» вследствие окисления:
- $2\text{NO} + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{N O}_2$
- Безразличный
- (несолеобразующий)
- ОКСИД



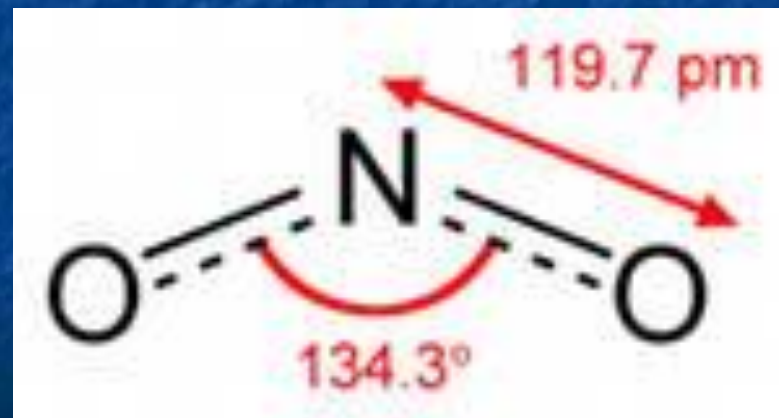
Оксид азота (III)

- Получение: $2\text{HNO}_2 + \text{P}_2\text{O}_5 \rightarrow \text{N}_2\text{O}_3 + 2\text{HPO}_3$
- Кислотный оксид: $\text{N}_2\text{O}_3 + 2\text{KOH} \rightarrow 2\text{KNO}_2 + \text{H}_2\text{O}$
- $\text{N}_2\text{O}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{HNO}_2$ – азотистая кислота
- $\text{N}_2\text{O}_3 + \text{K}_2\text{O} \rightarrow 2\text{KNO}_2$ - нитрит калия



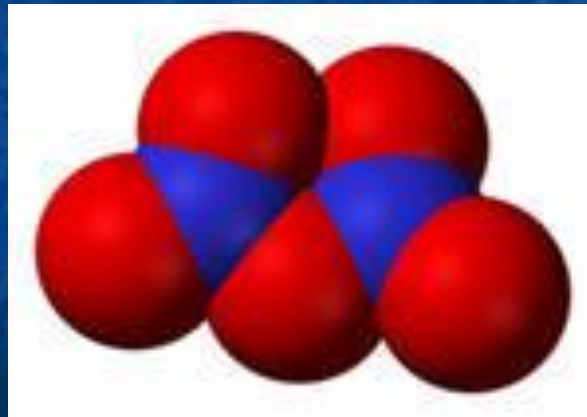
Оксид азота (IV)

- Бурый газ с удушливым запахом,
- Ядовит, тяжелее воздуха, хорошо растворим в воде
- Сильный окислитель:
- $\text{NO}_2 + \text{C} \rightarrow \text{NO} + \text{CO}$
- Окисляется очень сильными окислителями:
- $2 \text{NO}_2 + \text{O}_3 \rightarrow \text{N}_2\text{O}_5 + \text{O}_2$
- Кислотный оксид, но соответствующей кислоты не имеет:
- $2 \text{NO}_2 + 2 \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{HNO}_2 + \text{HNO}_3$
- $2 \text{NO}_2 + 2 \text{KOH} \rightarrow \text{KNO}_2 + \text{KNO}_3 + \text{H}_2\text{O}$
- $4 \text{NO}_2 + 4 \text{KOH} + \text{O}_2 \rightarrow 4 \text{KNO}_3 + 2 \text{H}_2\text{O}$



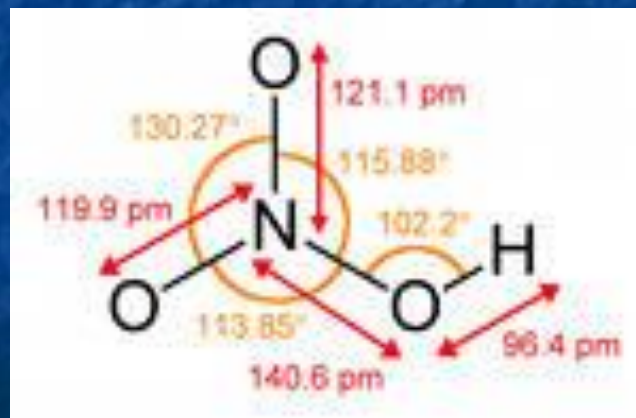
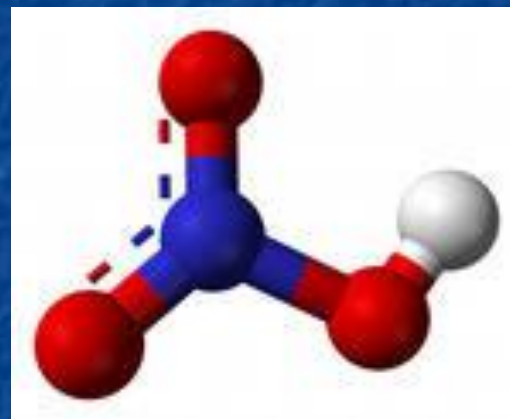
Оксид азота (V)

- Получение: $2\text{HNO}_3 + \text{P}_2\text{O}_5 \rightarrow \text{N}_2\text{O}_5 + 2\text{HPO}_3$
- Голубоватые кристаллы
- Кислотный оксид: $\text{N}_2\text{O}_5 + 2\text{KOH} \rightarrow 2\text{KNO}_3 + \text{H}_2\text{O}$
- $\text{N}_2\text{O}_5 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{HNO}_3$ – азотная кислота
- $\text{N}_2\text{O}_5 + \text{K}_2\text{O} \rightarrow 2\text{KNO}_3$ – нитрат калия



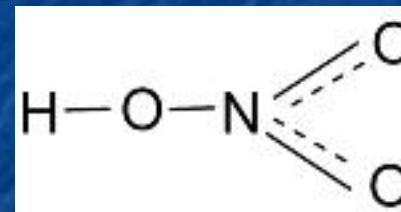
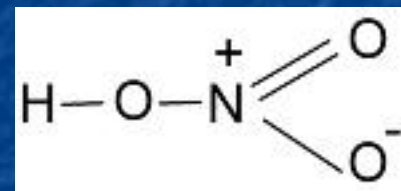
Азотная кислота

- Степень окисления азота +5
- Валентность азота IV
- Сильный окислитель:
- с металлами H_2
- не выделяет
- **никогда !**

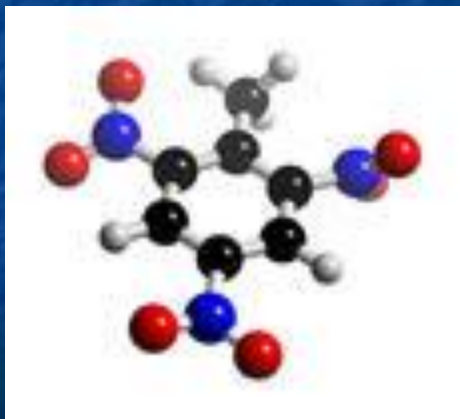


Общекислотные свойства азотной кислоты

- $\text{HNO}_3 \leftrightarrow \text{H}^+ + \text{NO}_3^-$
- $2\text{HNO}_3 + \text{CuO} \rightarrow \text{Cu}(\text{NO}_3)_2 + \text{H}_2\text{O}$
- $\text{HNO}_3 + \text{NaOH} \rightarrow \text{NaNO}_3 + \text{H}_2\text{O}$
- $\text{Na}_2\text{CO}_3 + 2\text{HCl} \rightarrow$
- $2\text{NaCl} + \text{CO}_2\uparrow + \text{H}_2\text{O}$



Окислительные свойства азотной кислоты

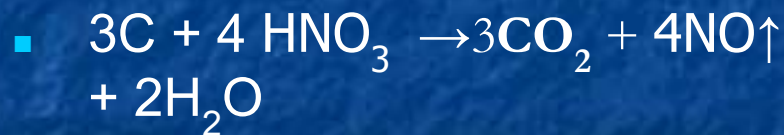
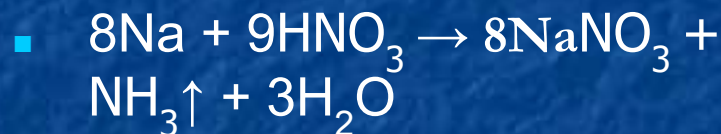
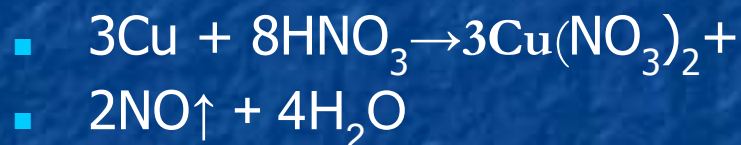


- Концентрированной
- $w > 50\%$
- $\text{Cu} + 4\text{HNO}_3 \rightarrow \text{Cu}(\text{NO}_3)_2 + 2\text{NO}_2\uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$
- $8\text{Na} + 10\text{HNO}_3 \rightarrow 8\text{NaNO}_3 + \text{N}_2\text{O}\uparrow + 5\text{H}_2\text{O}$
- Пассивирует:
- Fe, Cr, Al, Au, Pt, Ir, Ta
- $\text{C} + 4\text{HNO}_3 \rightarrow \text{CO}_2 + 2\text{NO}_2\uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$

Окислительные свойства азотной кислоты



- РАЗБАВЛЕННОЙ



Применение азотной кислоты

