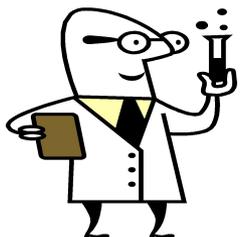


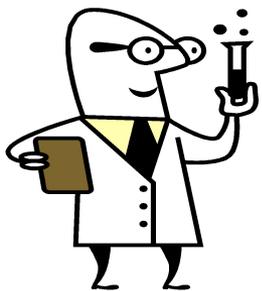
Неметаллы

Элементы V группы главной
подгруппы
пниктогены



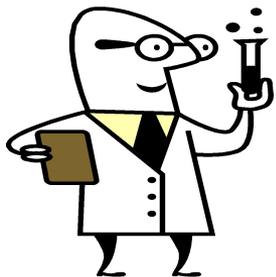
Общая характеристика

- nS^2nP^3 – строение внешнего энергетического уровня
- На внешнем уровне 5 электронов
- Увеличивается количество энергетических уровней в атоме
- Увеличивается радиус атома
- ослабляется притяжение валентных электронов к ядру
- ослабляются неметаллические и окислительные свойства
- возрастают металлические и восстановительные свойства
- ЭО уменьшается
- Низшая степень окисления в соединениях -3
- Высшая степень окисления в соединениях $+5$



Азот – простое вещество

- Молекула азота $(:\text{N} \equiv \text{N}:)$ N_2
- В молекуле имеются одна σ - и две π - связи.
- Молекула очень устойчива (три ковалентные связи), поэтому обладает низкой реакционной способностью.
- Открыт Д.Резерфордом в 1772 г.
- Основной компонент воздуха (78% по объему, 75,6% по массе).
- Газ, без цвета, запаха и вкуса; плохо растворим в воде, не поддерживает дыхание и горение
 $t^\circ \text{ кип.} = -196^\circ\text{C}$; $t^\circ \text{ пл.} = -210^\circ\text{C}$.



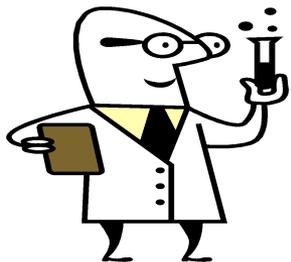
Химические свойства азота

- Молекула азота очень устойчива (три ковалентные связи), поэтому обладает низкой реакционной способностью.

- В химических реакциях может выступать в роли как **ВОССТАНОВИТЕЛЯ**:



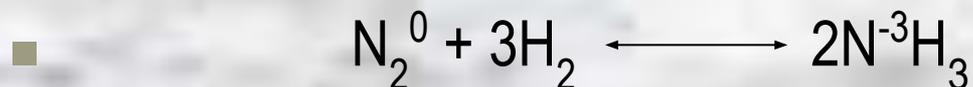
- так и в роли **ОКИСЛИТЕЛЯ**: $\text{N}_2^0 \longrightarrow 2\text{N}^{-3}$



Восстановительные свойства атомы проявляют при взаимодействии с кислородом при температуре электрической дуги



- **Окислительные свойства** атомы проявляют при взаимодействии с металлами и водородом:

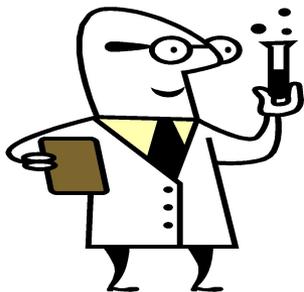


- взаимодействие с активными металлами (с щелочными и щелочноземельными)

- при обычных условиях азот взаимодействует только с литием:



В результате взаимодействия образуются нитриды металлов



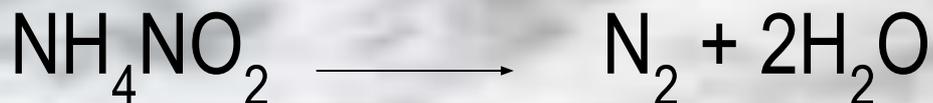
Получение азота

■ **Промышленный способ:**

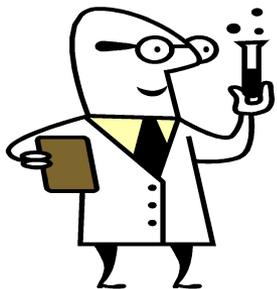
Перегонка жидкого воздуха.

■ **Лабораторный способ:**

Разложение нитрита аммония:

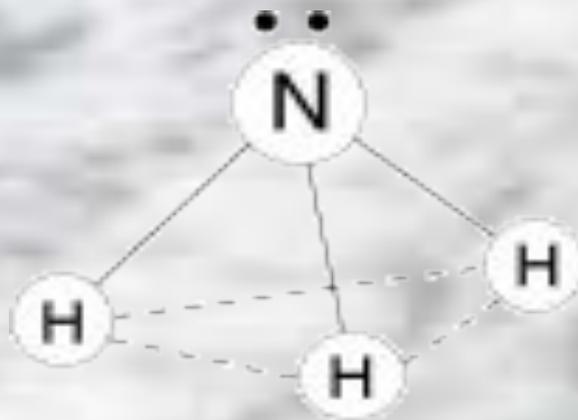


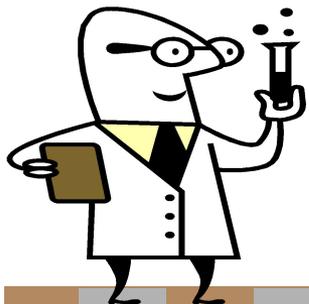
■ Рассмотрите данную реакцию как окислительно - восстановительный процесс



Аммиак NH_3

- Молекула полярная, имеет форму треугольной пирамиды с атомом азота в вершине, угол $\text{H-N-H} = 107,3^\circ$. Атом азота находится в sp^3 -гибридном состоянии; из четырех гибридных орбиталей азота три участвуют в образовании одинарных связей N-H , а четвертая связь занята неподеленной электронной парой.

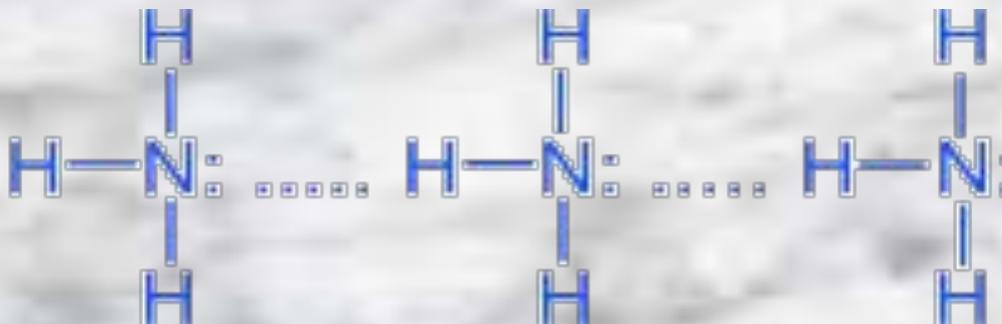




Физические свойства

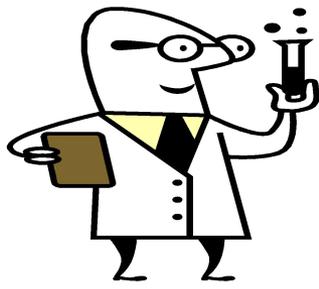
NH_3 - бесцветный газ, запах резкий, удушливый, ядовит, легче воздуха.
 $t^\circ \text{ кип.} = -33,4^\circ\text{C}$; $t^\circ \text{ пл.} = -78^\circ\text{C}$.

Молекулы аммиака связаны слабыми водородными связями

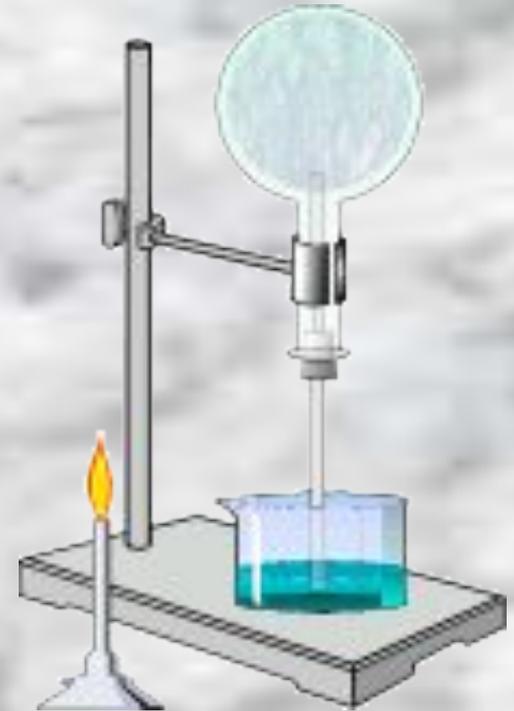


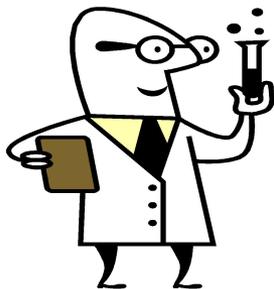
Водородная связь - это химическая связь между атомами водорода и атомами сильноэлектроотрицательного элемента (F, Cl, O)

Благодаря водородным связям, аммиак имеет сравнительно высокие $t^\circ \text{ кип.}$ и $t^\circ \text{ пл.}$, а также высокую теплоту испарения, он легко сжимается. Хорошо растворим в воде: в 1V H_2O растворяется 750V NH_3 (при $t^\circ = 20^\circ\text{C}$ и $p = 1 \text{ атм}$).



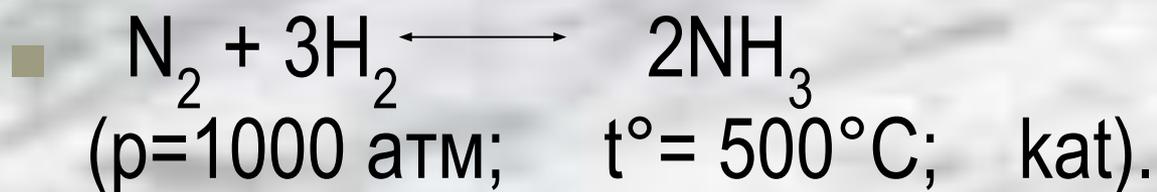
- В хорошей растворимости аммиака можно убедиться на следующем опыте. Сухую колбу наполняют аммиаком и закрывают пробкой, в которую вставлена трубка с оттянутым концом. Конiec трубки опускают в воду и колбу немного подогревают. Объем газа увеличивается, и немного аммиака выйдет из трубки. Затем нагревание прекращают и, вследствие сжатия газа некоторое количество воды войдет через трубку в колбу. В первых же каплях воды аммиак растворится, в колбе создастся вакуум и вода, под влиянием атмосферного давления будет подниматься в колбу, - начнет "бить фонтан".



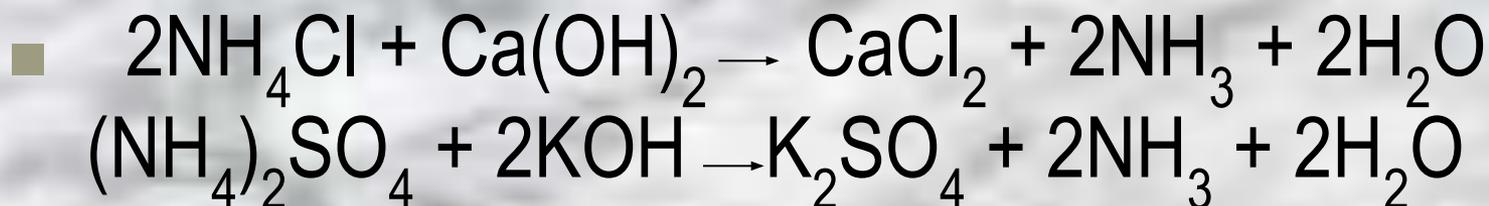


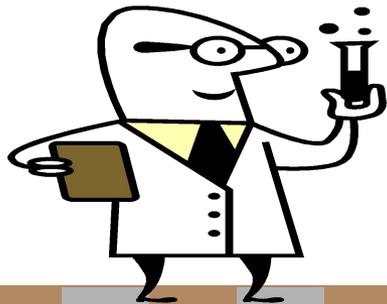
Получение

- **Промышленный способ:**

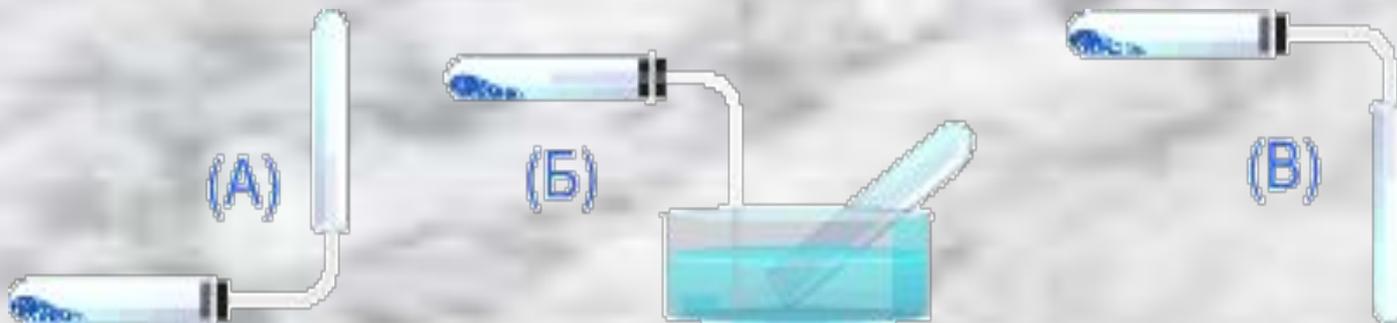


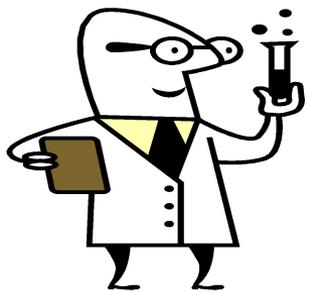
- **Лабораторный способ:** Нагревание солей аммония со щелочами.





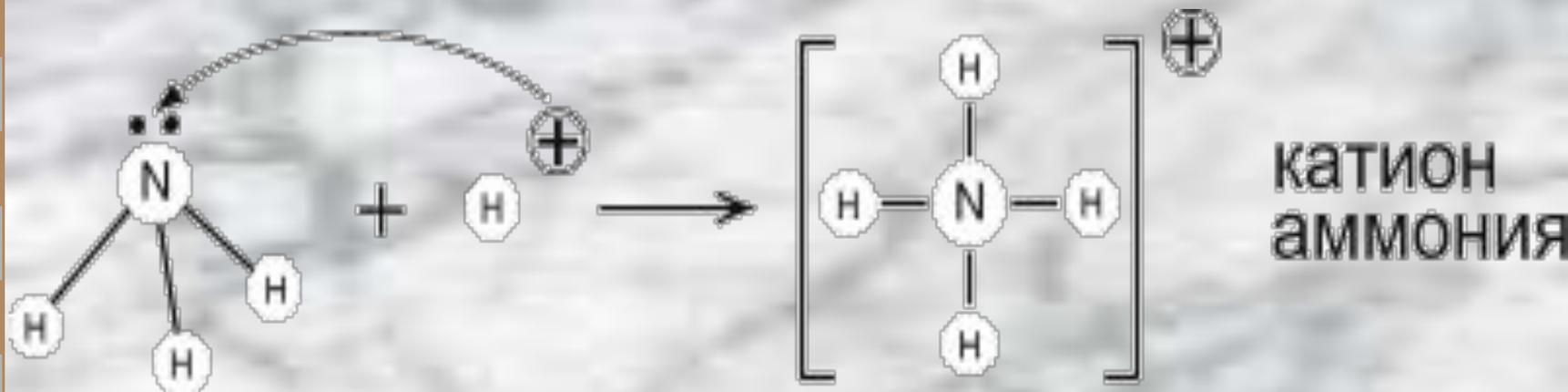
- Аммиак можно собирать только по методу (А), т.к. он легче воздуха и очень хорошо растворим в воде.

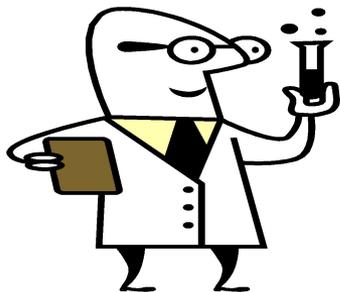




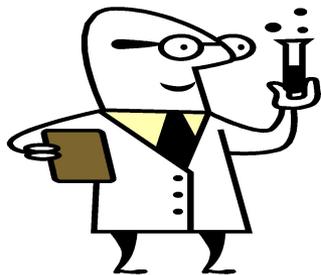
Химические свойства NH_3

- Образование ковалентной связи по донорно-акцепторному механизму
- Такой механизм образования связи, который возникает за счет свободной электронной пары, имеющейся у одного из атомов, называется **донорно-акцепторным**.





- Раствор аммиака в воде (аммиачная вода, нашатырный спирт) имеет **щелочную реакцию** (лакмус – **синий**; фенолфталеин – **малиновый**) из-за образования гидроксида аммония.
- $$\text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O} \longleftrightarrow \text{NH}_4\text{OH} \longleftrightarrow \text{NH}_4^+ + \text{OH}^-$$
- Аммиак реагирует с кислотами с образованием солей аммония.
- $$\begin{aligned} \text{NH}_3 + \text{HCl} &\longrightarrow \text{NH}_4\text{Cl} \\ 2\text{NH}_3 + \text{H}_2\text{SO}_4 &\longrightarrow (\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 \\ \text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 &\longrightarrow \text{NH}_4\text{HCO}_3 \end{aligned}$$
- **Аммиак-восстановитель** (окисляется до N_2^0 , N_2^{+1}O , N^{+2}O)



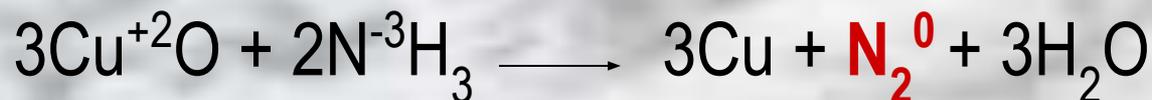
- Горение в кислороде без катализатора



- каталитическое окисление (kat = Pt)

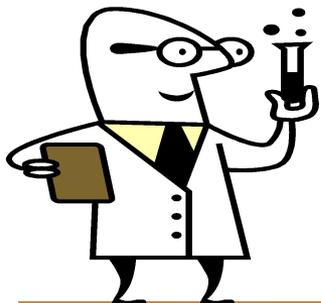


- Восстановление оксидов некоторых металлов



- Разложение при нагревании





Соли аммония

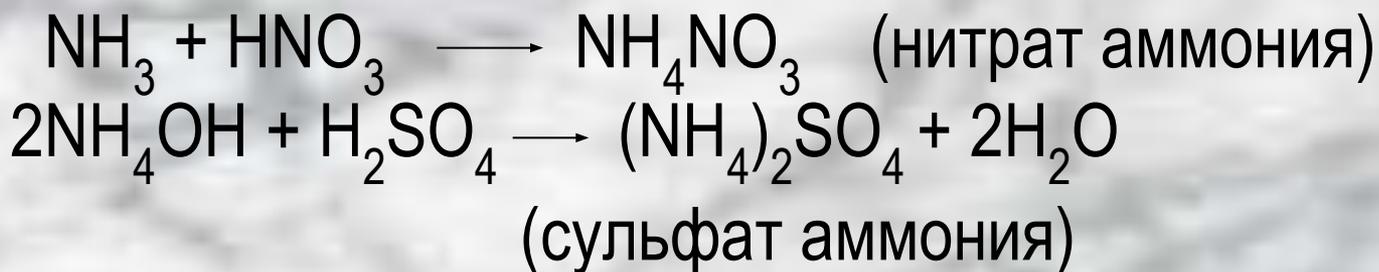
Соли аммония – сложные вещества, в состав которых входят катионы аммония NH_4^+ , связанные с кислотным остатком.

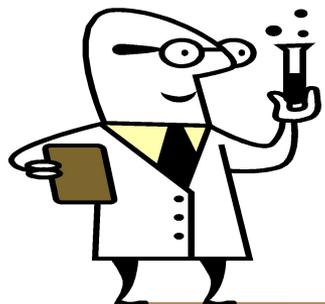
Физические свойства

Кристаллические вещества, хорошо растворимые в воде.

Получение:

Аммиак (или гидроксид аммония) + кислота.



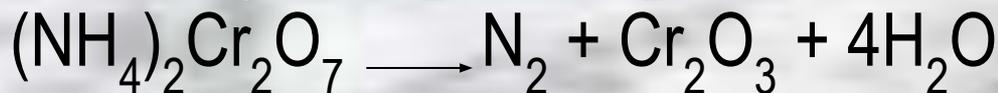
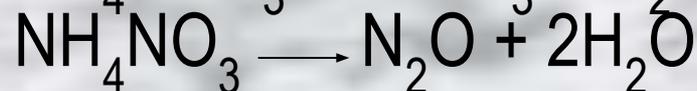


Химические свойства солей аммония

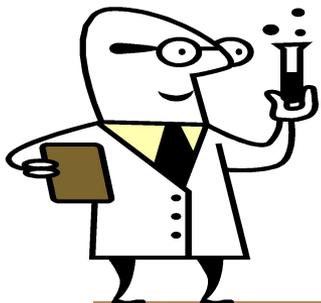
- **Сильные электролиты** (диссоциируют в водных растворах)



- **Разложение при нагревании:**

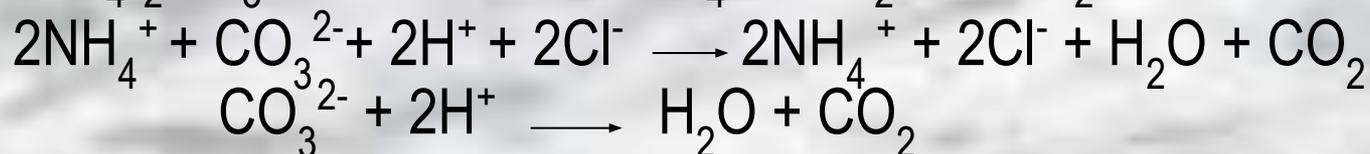
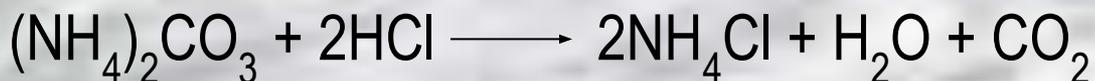


- Последние два процесса являются окислительно-восстановительными реакциями: уравняйте методом электронного баланса

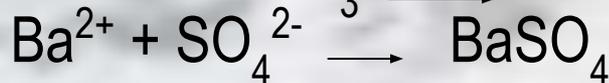
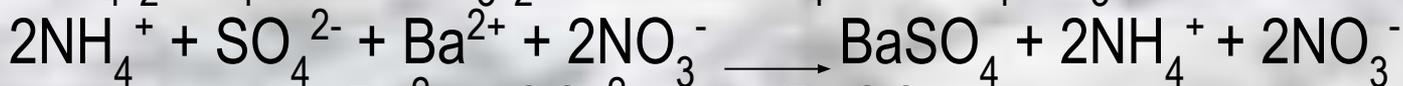


Химические свойства солей аммония

Взаимодействие с кислотами



Взаимодействие с солями

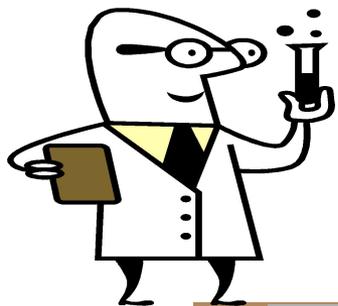


Качественная реакция на NH_4^+

При нагревании со щелочами выделяется аммиак



По запаху аммиака можно судить о наличии соли аммония.



Применение солей аммония

- *Хлорид аммония NH_4Cl :*

используют при паянии, он очищает поверхность металла от оксидной пленки, и к ней хорошо пристает припой.

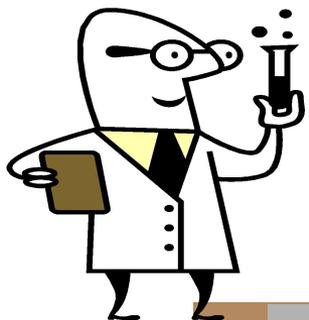
- *Гидрокарбонат аммония NH_4HCO_3 и карбонат аммония $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$:*

применяют в кондитерском деле, так как они легко разлагаются при нагревании и образуют газы, разрыхляющие тесто и делающие его пышным :

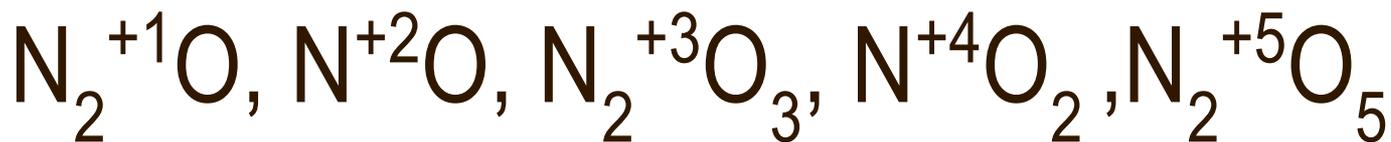


- *Нитрат аммония NH_4NO_3*

в смеси с порошками алюминия и угля используют в качестве взрывчатого вещества – аммонала, который широко применяется при производстве горных работ.



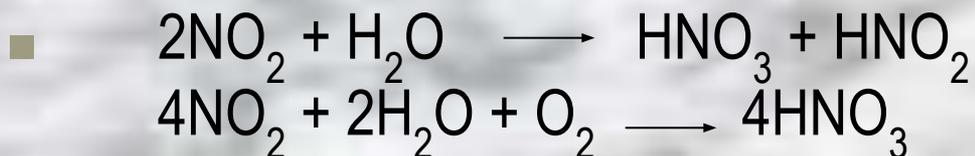
Оксиды азота



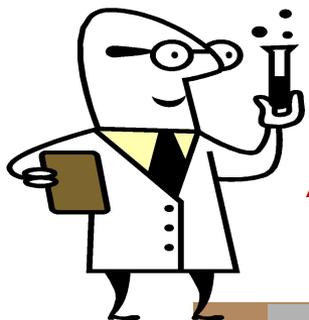
- Оксиды N_2O , NO несолеобразующие, а остальные оксиды проявляют свойства типичных **кислотных оксидов**:



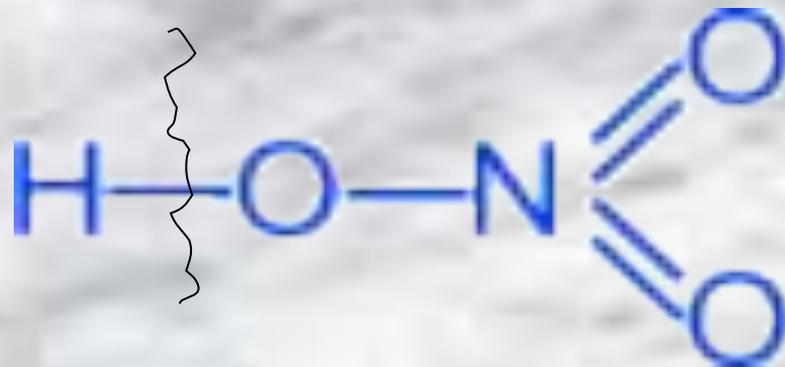
NO_2 при растворении в воде дает одновременно две кислоты:



- Как типичные кислотные оксиды взаимодействуют с водой, с основными оксидами и основаниями – подтвердите это уравнениями соответствующих реакций.



Азотная кислота

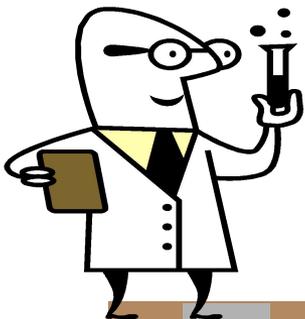


■ *Физические свойства*

Бесцветная жидкость, неограниченно растворимая в воде; t° пл. = -41°C ; t° кип. = $82,6^{\circ}\text{C}$, $r = 1,52 \text{ г/см}^3$

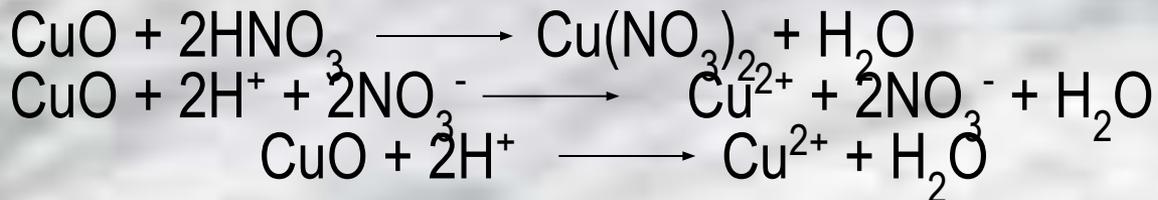
- Очень сильная кислота. Диссоциирует в водном растворе практически нацело:



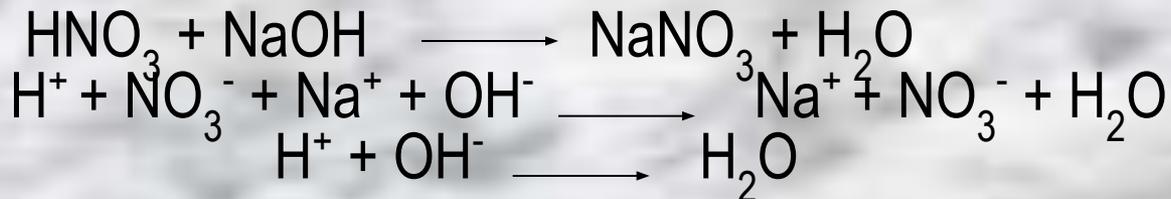


HNO₃ обладает всеми свойствами,
характерными для типичных кислот:

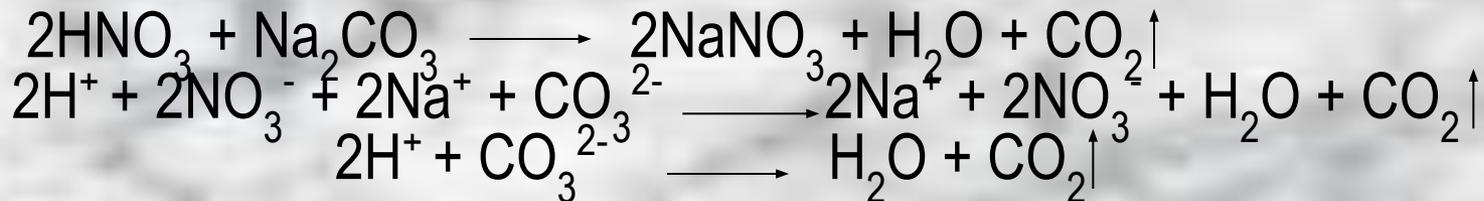
Взаимодействует с основными оксидами:

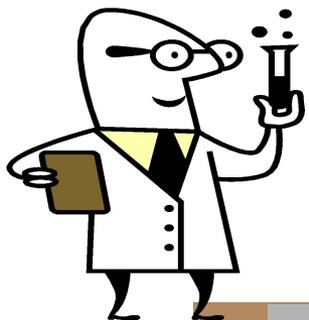


Взаимодействует с основаниями:



Вытесняет слабые кислоты из их солей:

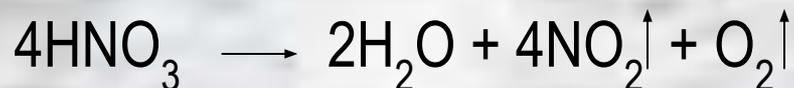




Специфические свойства азотной КИСЛОТЫ

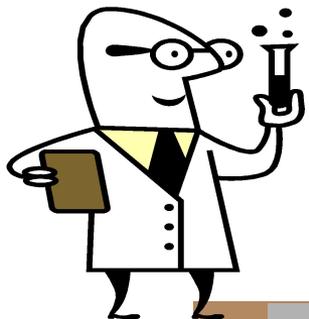
■ HNO_3 *сильный окислитель*

- Разлагается на свету и при нагревании



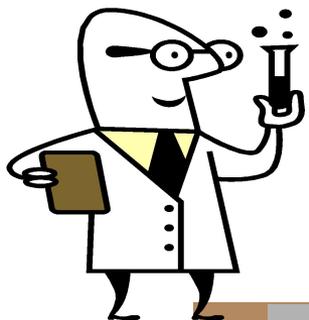
- Окрашивает белки в оранжево-желтый цвет (при попадании на кожу рук - "ксантопротеиновая реакция")
- При взаимодействии с металлами никогда не выделяется водород





Окислительные свойства HNO_3

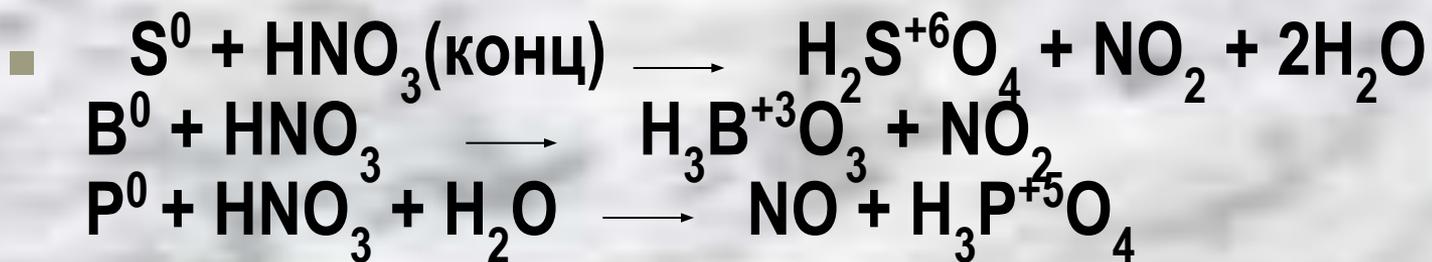
- *Взаимодействие с металлами:*
- Fe, Al, Cr, Au, Pt HNO_3 пассивирует (без нагревания)
- Окислительные свойства зависят как от концентрации кислоты так и активности металла:
- HNO_3 проявляет окислительные свойства за счет атома N^{+5}
- Продуктами восстановления азота могут быть:
 N_2O , NO , NO_2 , NH_3



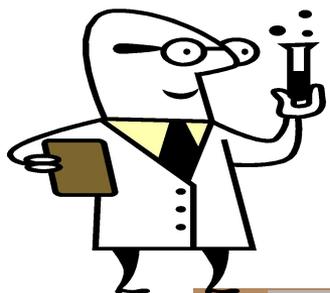
Окислительные свойства HNO_3

■ *Взаимодействие с неметаллами:*

- Азотная кислота превращается в **NO** (или в **NO₂**); неметаллы окисляются до соответствующих кислот:



- Рассмотрите данные реакции как окислительно-восстановительные процессы, укажите функции веществ в данных реакциях.

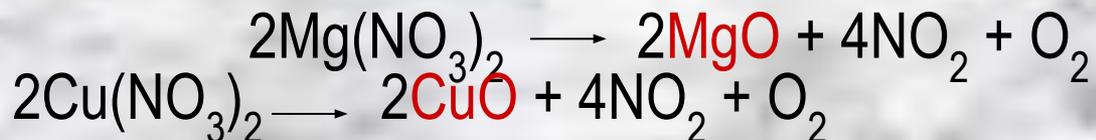


Соли азотной кислоты-нитраты

- Нитраты щелочных металлов разлагаются до нитритов:



- Нитраты менее активных металлов (от щелочноземельных до меди) разлагаются до оксидов:

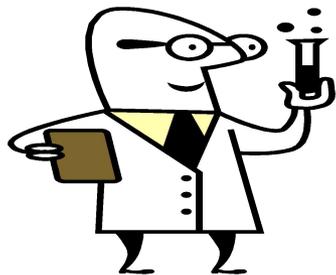


- Нитраты наименее активных металлов разлагаются до металлов:



- Нитрат аммония разлагается до N_2O





Значение азота

- Азот- жизненно важный элемент.
- Все основные части клеток организма построены из белковых молекул, в состав которых входят атомы азота. Без белка нет жизни, а без азота нет белка.
- Азот входит в состав растительных белков, а животные получают готовые белковые вещества от растений, в животном организме содержится от 1 – 10 % азота по массе.
- Большое значение имеют особые бактерии, которые живут в клубеньках на корнях бобовых растений (*клубеньковые бактерии*). Эти бактерии превращают атмосферный азот в соединения, которые могут усваивать растения.

