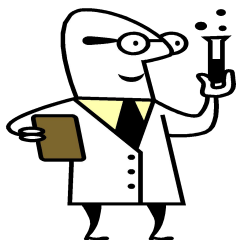


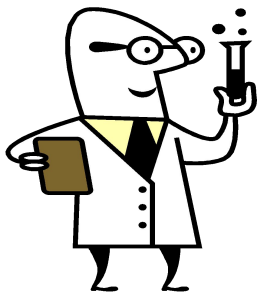
# *Неметаллы*

Элементы V группы главной  
подгруппы  
пниктогены



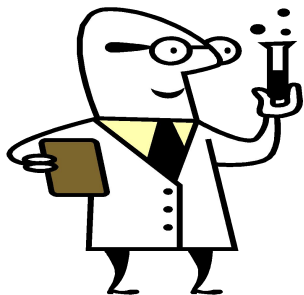
# Общая характеристика

- $nS^2nP^3$  – 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  $(:\text{N} \equiv \text{N}:)$   $\text{N}_2$
- В молекуле имеются одна  $\sigma$ - и две  $\pi$ - 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  
 $t^\circ \text{ кип.} = -196^\circ\text{C}$ ;  $t^\circ \text{ пл.} = -210^\circ\text{C}$ .



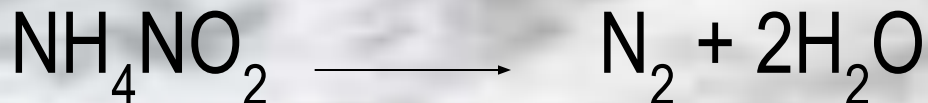
# Получение азота

■ **Промышленный способ:**

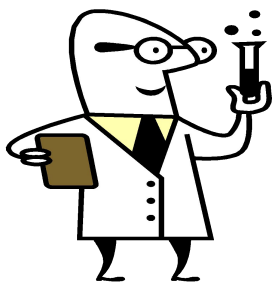
Перегонка жидкого воздуха.

■ **Лабораторный способ:**

Разложение нитрита аммония:



■ Рассмотрите данную реакцию как окислительно - восстановительный процесс



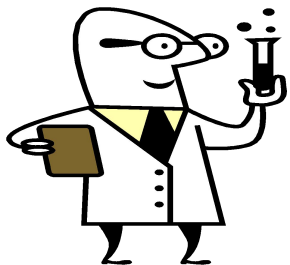
# Химические свойства азота

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

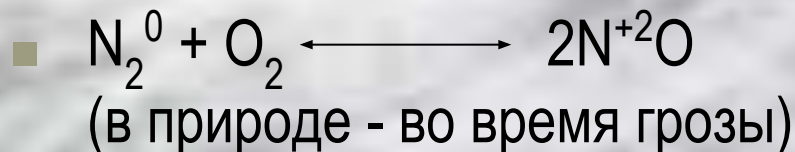
- В химических реакциях может выступать в роли как **ВОССТАНОВИТЕЛЯ**:



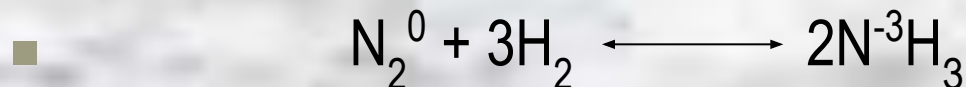
- так и в роли **ОКИСЛИТЕЛЯ**:  $\text{N}_2^0 \longrightarrow 2\text{N}^{-3}$



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

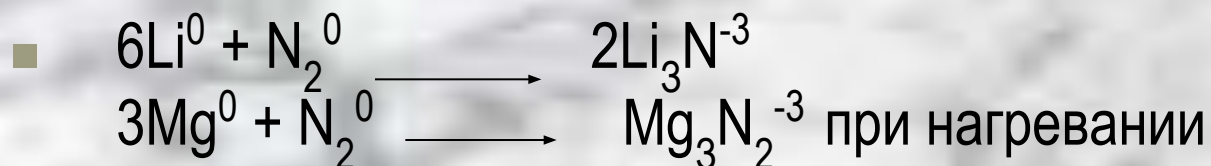


- **Окислительные свойства** атомы проявляют при взаимодействии с металлами и водородом:



- взаимодействие с активными металлами (с щелочными и щелочноземельными)

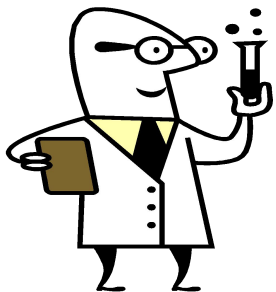
- при обычных условиях азот взаимодействует только с литием:



В результате взаимодействия образуются нитриды металлов

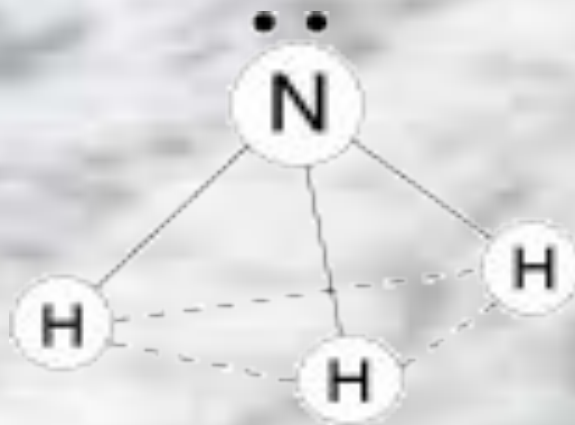
Элемент азот образует одно простое вещество —  $N_2$  (молекулярный, или свободный азот), а также входит в состав сложных неорганических и органических веществ. Из неорганических соединений азота наиболее важными являются следующие вещества:

Степень окисления	-3	0	+1	+2	+3	+4	+5
Химические соединения	$NH_3$ нитриды $Na_3N$ , $Ca_3N_2$ соли аммония $NH_4Cl$ , $(NH_4)_2SO_4$	$N_2$	$N_2O$	$NO$	$N_2O_3$	$NO_2$	$N_2O_5$
					$HNO_2$ нитриты: $KNO_2$ , $NaNO_2$	$HNO_3$ нитраты: $KNO_3$ , $NaNO_3$	

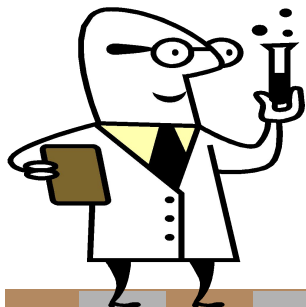


# Аммиак $\text{NH}_3$

- 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  $\text{N-H}$ , а четвертая связь занята неподеленной электронной парой.



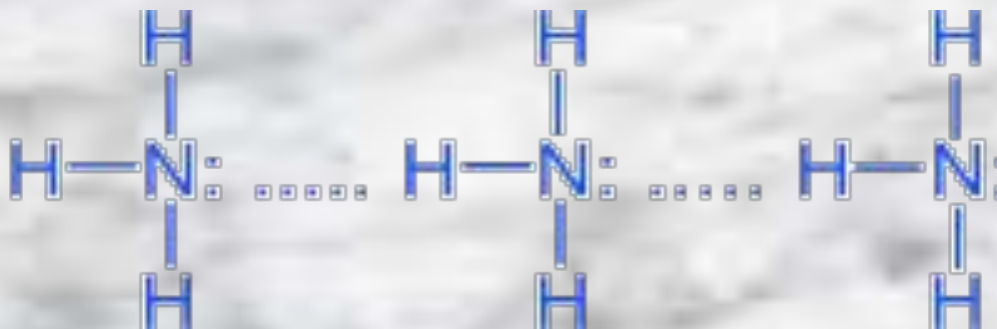




# Физические свойства

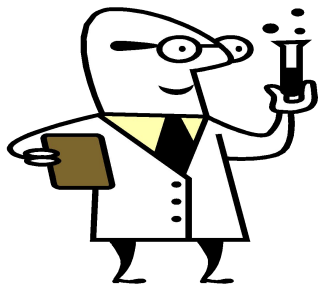
$\text{NH}_3$  - бесцветный газ, запах резкий, удушливый, ядовит, легче воздуха.  
 $t^\circ \text{ кип.} = -33,4^\circ\text{C}$ ;  $t^\circ \text{ пл.} = -78^\circ\text{C}$ .

Молекулы аммиака связаны слабыми водородными связями

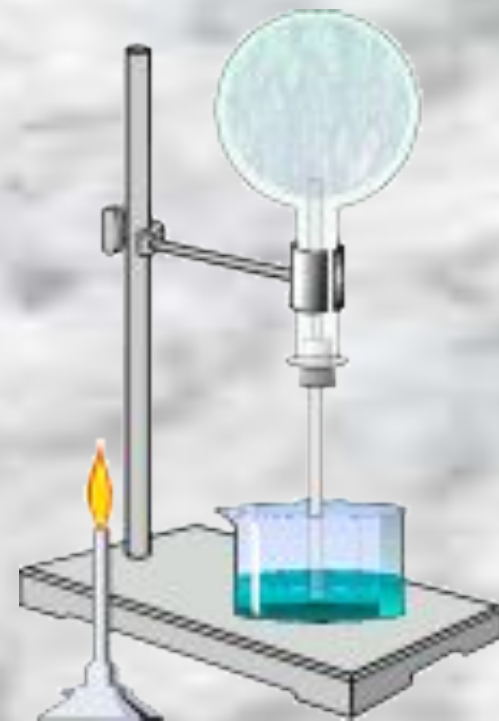


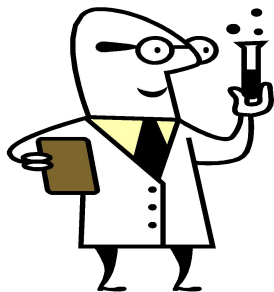
**Водородная связь** - это химическая связь между атомами водорода и атомами сильноэлектроотрицательного элемента (F, Cl, O)

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  $\text{H}_2\text{O}$  растворяется 750V  $\text{NH}_3$  (при  $t^\circ = 20^\circ\text{C}$  и  $p = 1 \text{ атм}$ ).



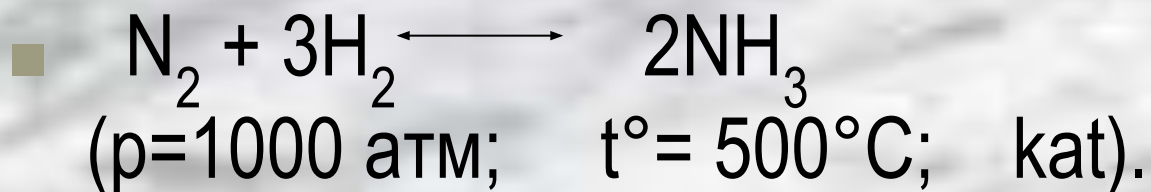
- В хорошей растворимости аммиака можно убедиться на следующем опыте. Сухую колбу наполняют аммиаком и закрывают пробкой, в которую вставлена трубка с оттянутым концом. Конiec трубки опускают в воду и колбу немного подогревают. Объем газа увеличивается, и немного аммиака выйдет из трубки. Затем нагревание 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".



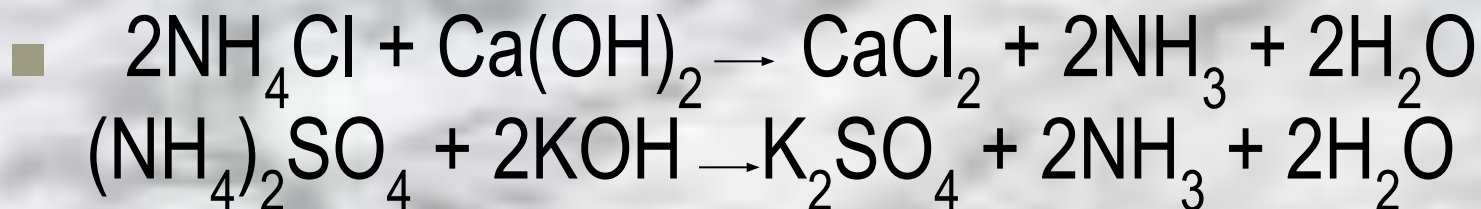


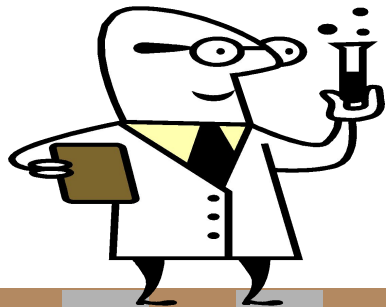
# Получение

- **Промышленный способ:**



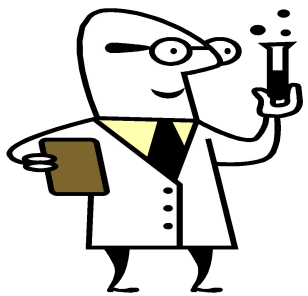
- **Лабораторный способ:** Нагревание солей аммония со щелочами.





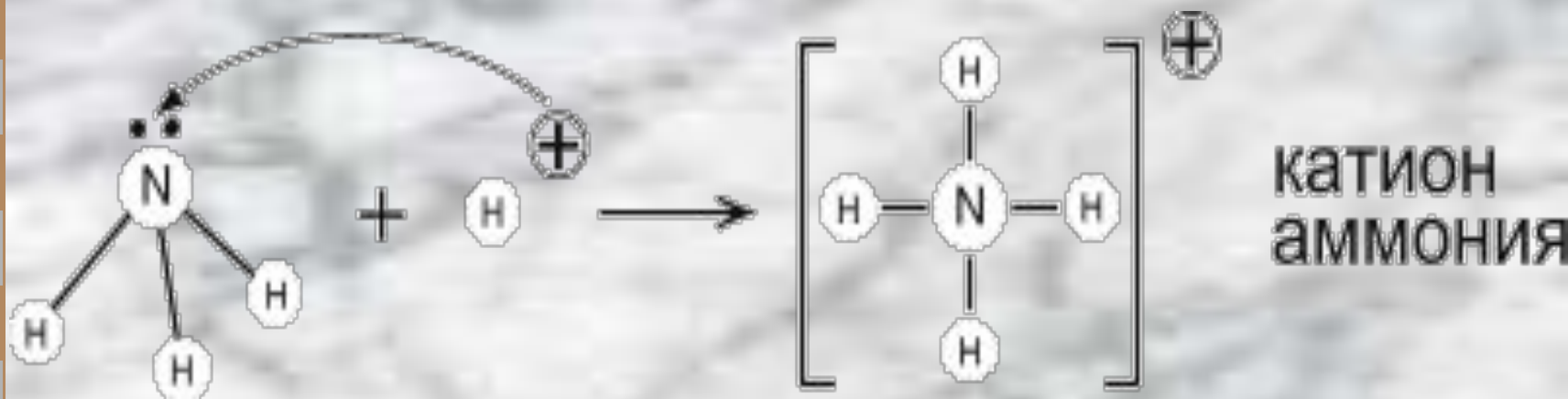
- Аммиак можно собирать только по методу (А), т.к. он легче воздуха и очень хорошо растворим в воде.

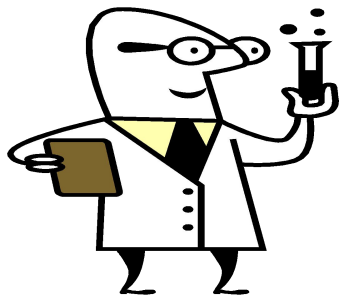




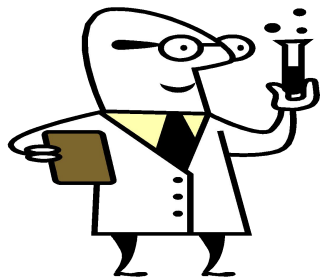
# Химические свойства $\text{NH}_3$

- 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  $\text{N}_2^0$ ,  $\text{N}_2^{+1}\text{O}$ ,  $\text{N}^{+2}\text{O}$ )



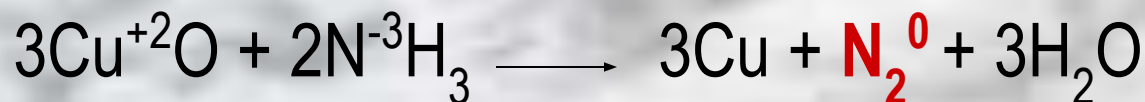
- Горение в кислороде без катализатора



- каталитическое окисление (kat = Pt)

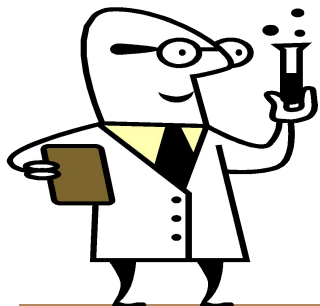


- Восстановление оксидов некоторых металлов



- Разложение при нагревании





# Соли аммония

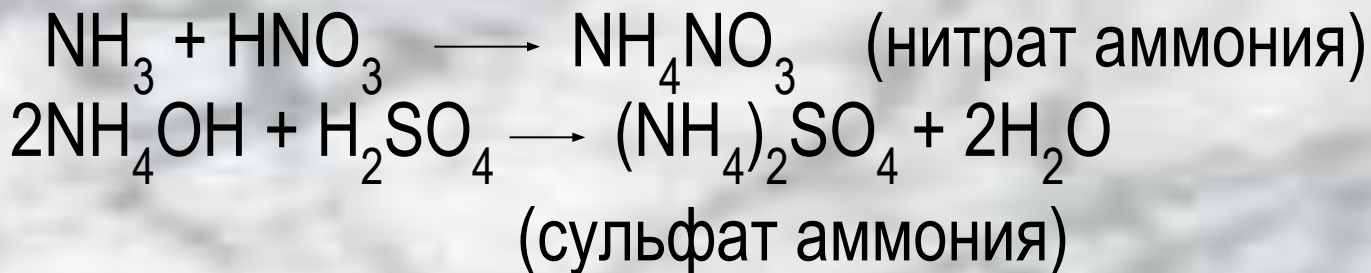
**Соли аммония** – сложные вещества, в состав которых входят катионы аммония  $\text{NH}_4^+$ , связанные с кислотным остатком.

## Физические свойства

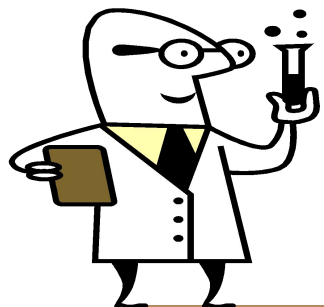
Кристаллические вещества, хорошо растворимые в воде.

## Получение:

Аммиак (или гидроксид аммония) + кислота.





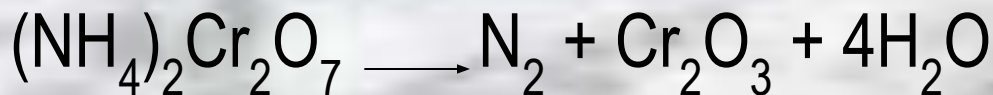
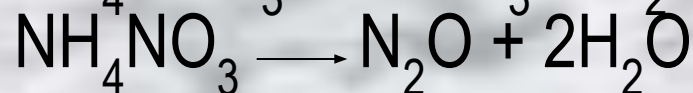
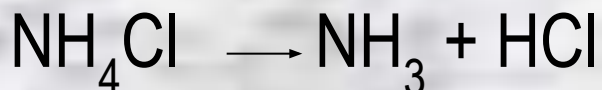


# Химические свойства солей аммония

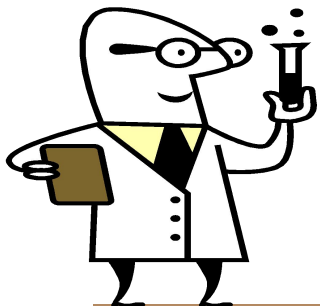
- **Сильные электролиты** (диссоциируют в водных растворах)



- **Разложение при нагревании:**

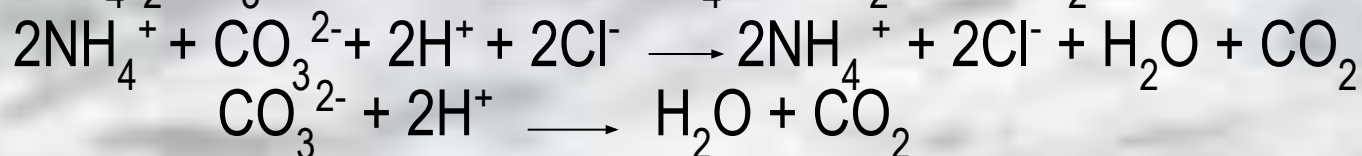


- Последние два процесса являются окислительно-восстановительными реакциями: уравняйте методом электронного баланса

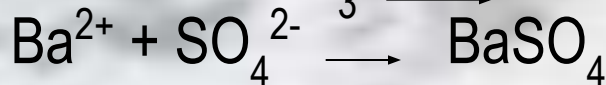
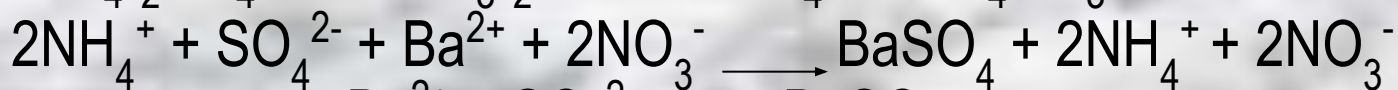
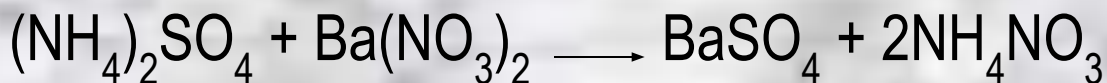


# Химические свойства солей аммония

## Взаимодействие с кислотами



## Взаимодействие с солями

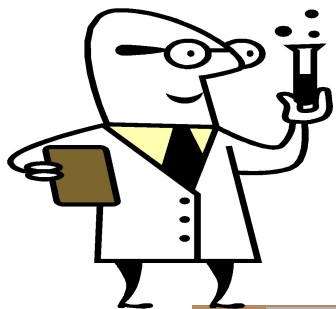


## Качественная реакция на $\text{NH}_4^+$

При нагревании со щелочами выделяется аммиак



По запаху аммиака можно судить о наличии соли аммония.



# Применение солей аммония

- *Хлорид аммония  $\text{NH}_4\text{Cl}$ :*

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

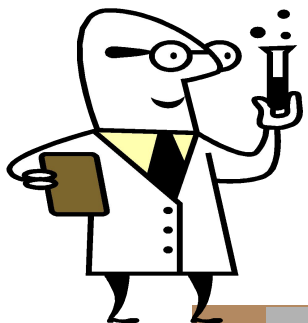
- *Гидрокарбонат аммония  $\text{NH}_4\text{HCO}_3$  и карбонат аммония  $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$ :*

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

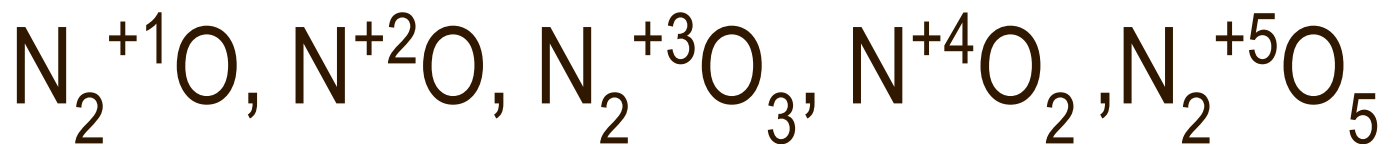


- *Нитрат аммония  $\text{NH}_4\text{NO}_3$*

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



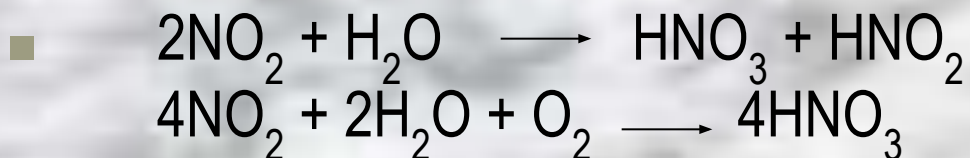
## Оксиды азота



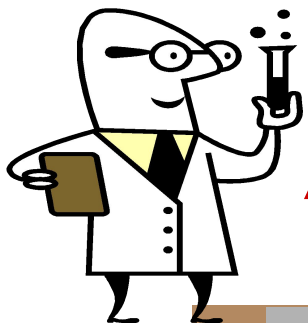
- Оксиды  $\text{N}_2\text{O}$ ,  $\text{NO}$  несолеобразующие, а остальные оксиды проявляют свойства типичных **кислотных оксидов**:



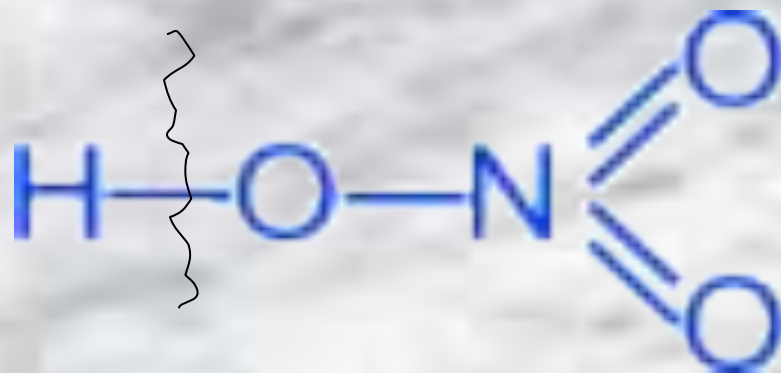
$\text{NO}_2$  при растворении в воде дает одновременно две кислоты:



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



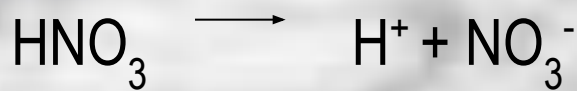
# Азотная кислота

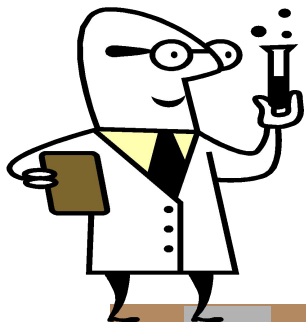


## ■ *Физические свойства*

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

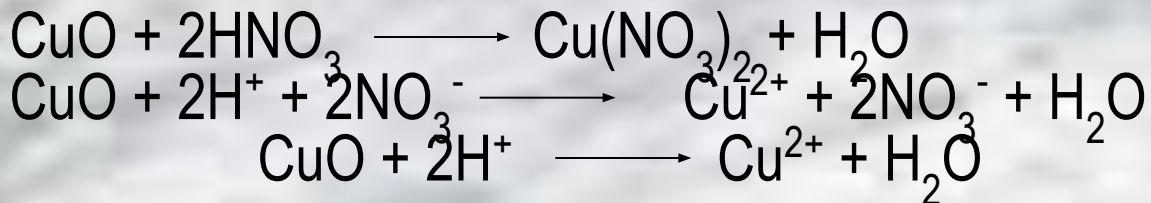
- Очень сильная кислота. Диссоциирует в водном растворе практически нацело:



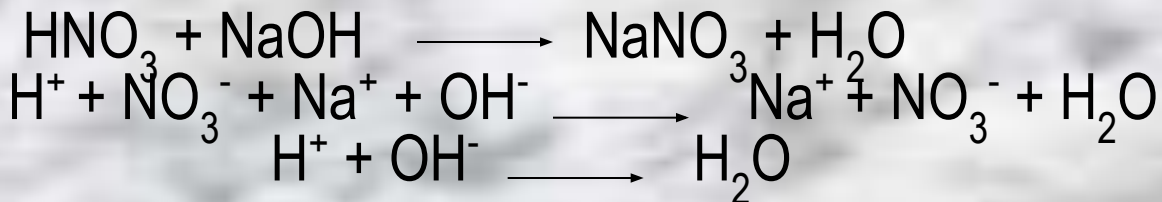


**HNO<sub>3</sub>** обладает всеми свойствами,  
характерными для типичных кислот:

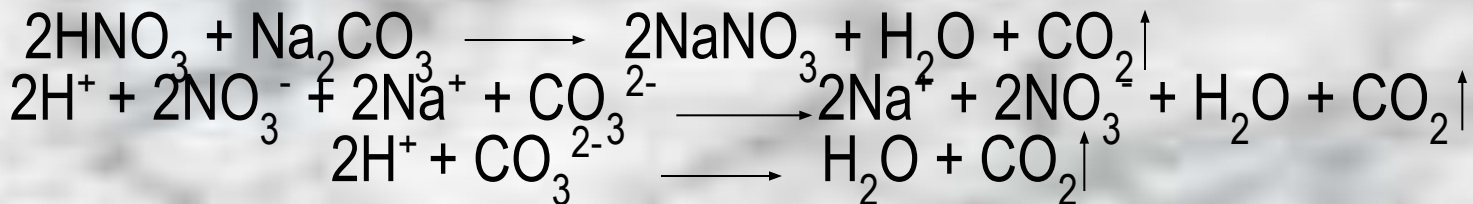
*Взаимодействует с основными оксидами:*

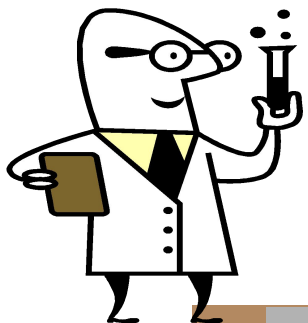


*Взаимодействует с основаниями:*



*Вытесняет слабые кислоты из их солей:*

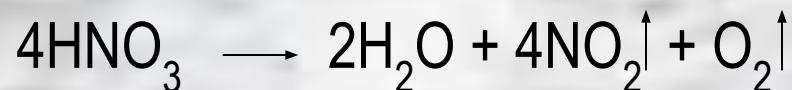




# Специфические свойства азотной КИСЛОТЫ

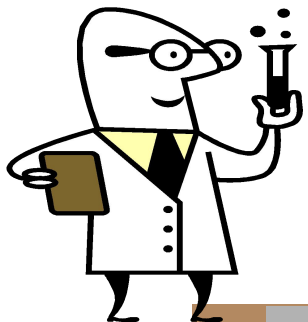
## ■ $\text{HNO}_3$ *сильный окислитель*

- 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

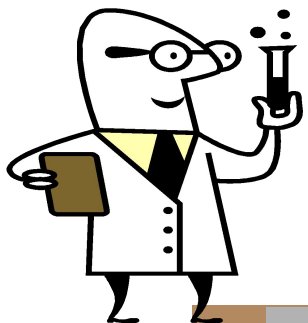




# Окислительные свойства $\text{HNO}_3$

- *Взаимодействие с металлами:*
- Fe, Al, Cr, Au, Pt  $\text{HNO}_3$  пассивирует (без нагревания)
- Окислительные свойства зависят как от концентрации кислоты так и активности металла:
- $\text{HNO}_3$  проявляет окислительные свойства за счет атома  $\text{N}^{+5}$
- Продуктами восстановления азота могут быть:  
 $\text{N}_2\text{O}$ ,  $\text{NO}$ ,  $\text{NO}_2$ ,  $\text{NH}_3$

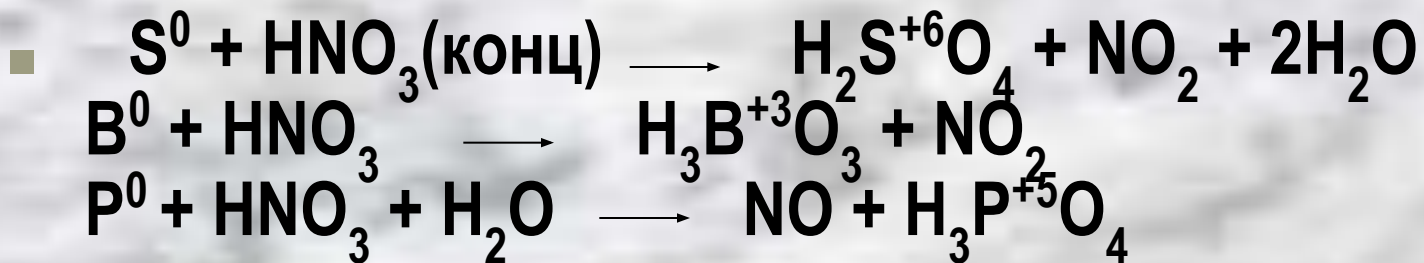




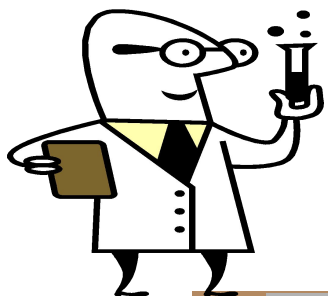
# Окислительные свойства $\text{HNO}_3$

## ■ *Взаимодействие с неметаллами:*

- Азотная кислота превращается в **NO** (или в **NO<sub>2</sub>**); неметаллы окисляются до соответствующих кислот:



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

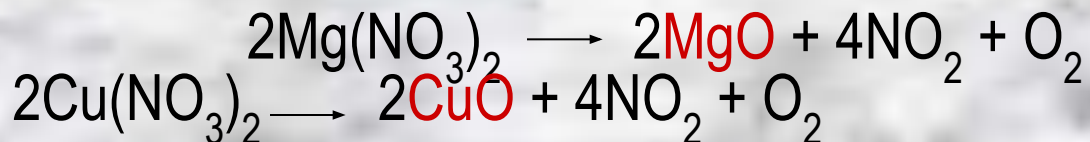


# Соли азотной кислоты-нитраты

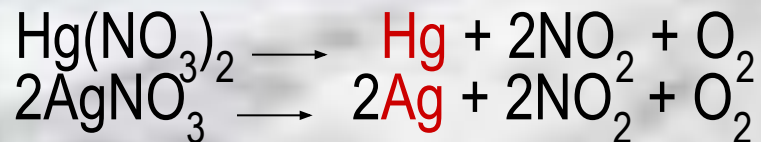
- Нитраты щелочных металлов разлагаются до нитритов:



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

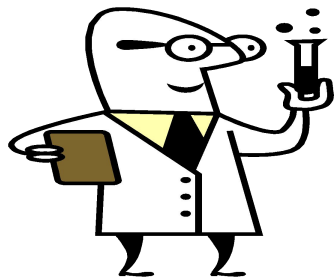


- Нитраты наименее активных металлов разлагаются до металлов:



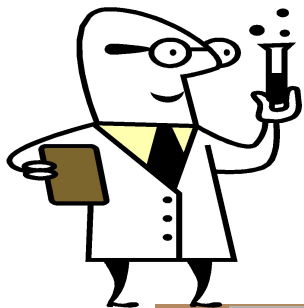
- Нитрат аммония разлагается до  $\text{N}_2\text{O}$





# 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.



# Азот в составе жизненно важных молекул белка

