

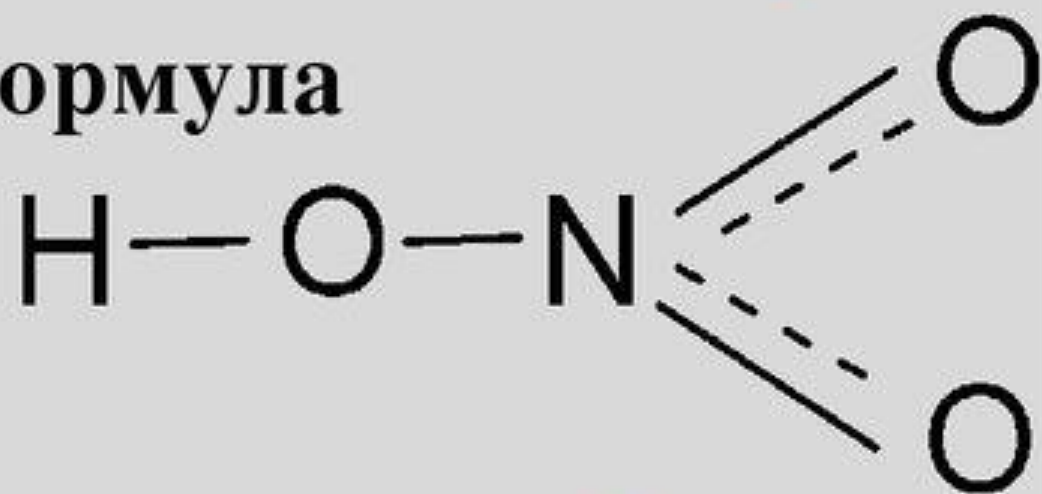
Азотная кислота

Строение молекулы азотной кислоты

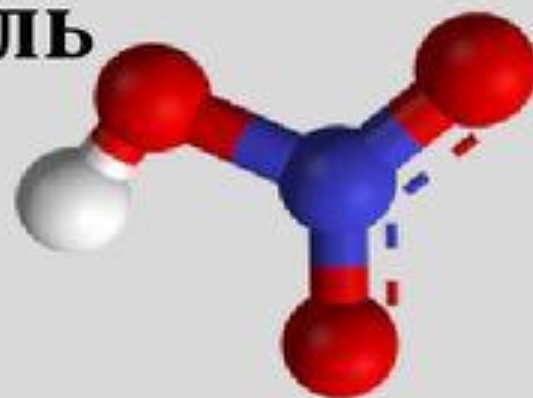
КИСЛОТЫ

- Молекулярная формула HNO_3

- Структурная формула

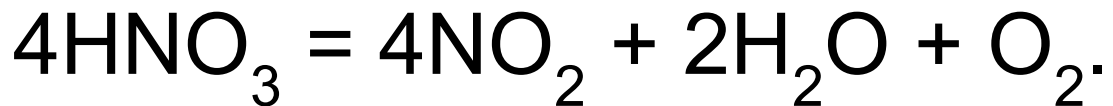


- Масштабная модель



Физические и химические свойства

Азотная кислота – бесцветная гигроскопичная жидкость, с резким запахом, «дымит» на воздухе, неограниченно растворимая в воде. $t_{\text{кип.}} = 83^{\circ}\text{C}$.. При хранении на свету разлагается на оксид азота (IV), кислород и воду, приобретая желтоватый цвет:



Азотная кислота ядовита.

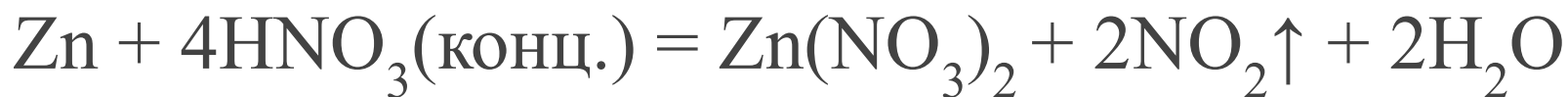
Взаимодействие азотной кислоты с металлами

Независимо от концентрации окислителем в азотной кислоте являются нитрат-ионы NO_3 , содержащие азот в степени окисления +5. Поэтому при взаимодействии металлов с азотной кислотой **водород не выделяется**.

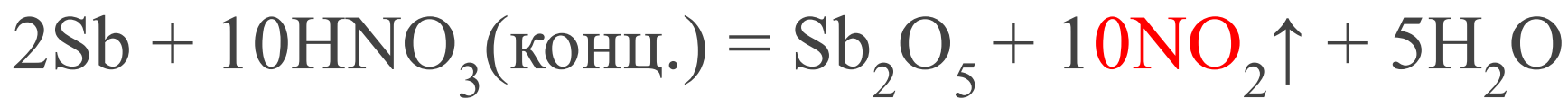
Азотная кислота окисляет все металлы за исключением самых неактивных (благородных). При этом образуются соль, вода и продукты восстановления азота (+5): NH_4^+ , NO_3^- , N_2 , N_2O , NO , HNO_2 , NO_2 . Свободный аммиак не выделяется, так как он взаимодействует с азотной кислотой, образуя нитрат аммония:



При взаимодействии металлов с концентрированной азотной кислотой (30–60 % HNO_3) продуктом восстановления HNO_3 является преимущественно оксид азота (IV), независимо от природы металла, например:



Металлы переменной валентности при взаимодействии с концентрированной азотной кислотой окисляются до высшей степени окисления. При этом те металлы, которые окисляются до степени окисления +4 и выше, образуют кислоты или оксиды. Например:



- В концентрированной азотной кислоте (холодной) **пассивируются** алюминий, хром, железо, никель, кобальт, титан и некоторые другие металлы. После обработки азотной кислотой эти металлы не взаимодействуют и с другими кислотами.

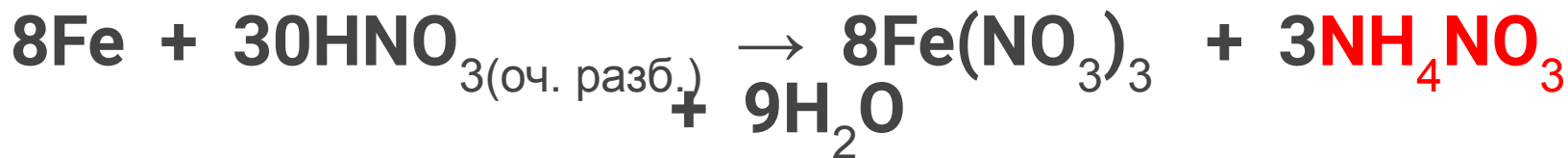
2.4. Железо не реагирует при обычных условиях с **концентрированной азотной кислотой** также из-за пассивации. При нагревании реакция идет с образованием нитрата железа (III), оксида азота (IV) и воды:



С **разбавленной азотной кислотой** железо реагирует с образованием оксида азота (II):



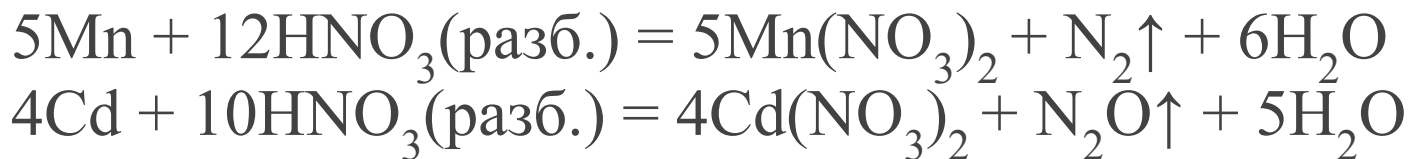
При взаимодействии железа с **очень разбавленной азотной кислотой** образуется нитрат аммония:



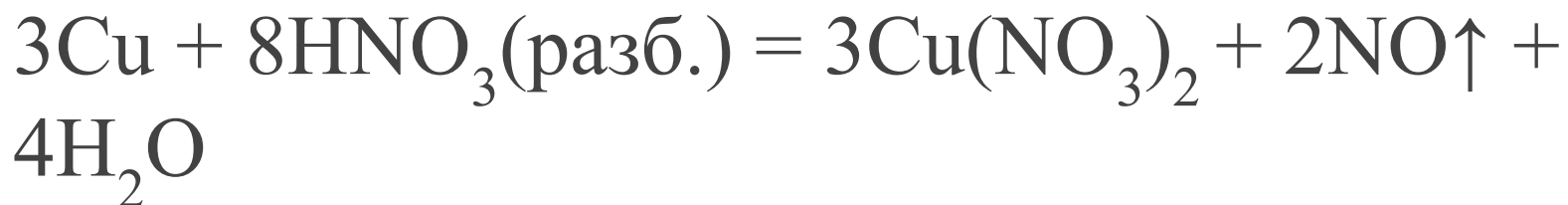
При взаимодействии металлов с разбавленной азотной кислотой продукт её восстановления зависит от восстановительных свойств металла: чем активнее металл, тем в большей степени восстанавливается азотная кислота. Активные металлы восстанавливают разбавленную азотную кислоту максимально, т.е. образуются соль, вода и NH_4NO_3 , например:



Металлы средней активности при взаимодействии с разбавленной азотной кислотой образуют соль, воду и азот или N_2O . Чем левее металл в этом интервале (чем ближе к алюминию), тем вероятнее образование азота, например:



Малоактивные металлы при взаимодействии с разбавленной азотной кислотой образуют соль, воду и оксид азота (II), например:



Чем выше активность металла и ниже концентрация кислоты, тем ниже степень окисления азота в том продукте.

Таблица. Основные продукты восстановления азотной кислоты металлами

Металлы	Li, Cs, Rb, K, Ba, Sr, Ca, Na, Mg, Al*	Mn*, Zn, Cr*, Fe*, Cd, Co*, Ni*, Sn, Pb*	Bi*, Cu, Ru, Hg, Ag, Rh, Pd	Ir, Pt, Au.
Концентрация кислоты $w(\text{HNO}_3)$, % (мас.)	Активные	Средней активности	Малоактивные	Благородные
больше 80 % (очень конц. р-ры)	NO_2	NO_2	NO_2	—
45% – 75 % (конц. р-ры)	N_2O	NO	NO_2	—
10 % – 40 % (разбавленные р-ры)	N_2	N_2O	NO	—
меньше 5 % (очень разбавленные р-ры)	NH_4NO_3	N_2	—	—

* Металлы, которые пассивируются в концентрированных растворах азотной кислоты при комнатной температуре.

Азотная кислота с металлами.

— не выделяется водород, образуются продукты восстановления азота.

Чем активнее металл и чем меньше концентрация кислоты, тем дальше восстанавливается азот				
NO_2	NO	N_2O	N_2	NH_4NO_3
Неактивные металлы (правее железа) + конц. кислота Неметаллы + конц. кислота	Неактивные металлы (правее железа) + разб. кислота	Активные металлы (щелочные, щелочноземельные, цинк) + конц. кислота	Активные металлы (щелочные, щелочноземельные, цинк) + кислота среднего разбавления	Активные металлы (щелочные, щелочноземельные, цинк) + очень разб. кислота
Пассивация: с холодной концентрированной азотной кислотой не реагируют: Al, Cr, Fe, Be, Co.				
Не реагируют с азотной кислотой ни при какой концентрации: Au, Pt, Pd.				



Азотная кислота в окислительно-восстановительных реакциях

Продукты восстановления азота:

- Концентрированная HNO_3 : $\text{N}^{+5} + 1\text{e} \rightarrow \text{N}^{+4} (\text{NO}_2)$
(Ni, Cu, Ag, Hg; C, S, P, As, Se); пассивирует Fe, Al, Cr
- Разбавленная HNO_3 : $\text{N}^{+5} + 3\text{e} \rightarrow \text{N}^{+2} (\text{NO})$
(Металлы в ЭХРМ Al ...Cu; неметаллы S, P, As, Se)
- Разбавленная HNO_3 : $\text{N}^{+5} + 4\text{e} \rightarrow \text{N}^{+1} (\text{N}_2\text{O})$ Ca, Mg, Zn
- Разбавленная HNO_3 : $\text{N}^{+5} + 5\text{e} \rightarrow \text{N}^0 (\text{N}_2)$
- Очень разбавленная: $\text{N}^{+5} + 8\text{e} \rightarrow \text{N}^{-3} (\text{NH}_4\text{NO}_3)$
(активные металлы в ЭХРМ до Al)

Взаимодействие с органическими веществами

Ксантопротеиновая реакция:

Азотная кислота окрашивает белки в оранжево-желтый цвет (при попадании на кожу рук – «ксантопротеиновая реакция»).

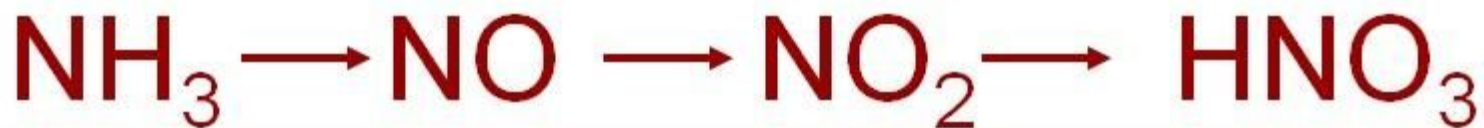
Реакцию проводят для обнаружения белков, содержащих в своем составе ароматические аминокислоты. К раствору белка прибавляют концентрированную азотную кислоту. Белок свертывается. При нагревании белок желтеет. При добавлении избытка аммиака (в щелочной среде) окраска переходит в оранжевую. Появление окрашивания свидетельствует о наличии ароматических аминокислот в составе белка.



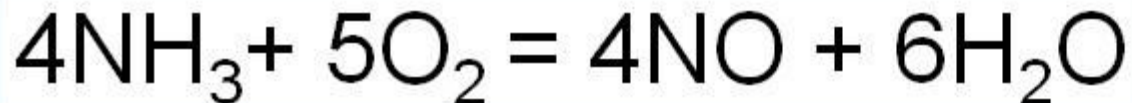
Himege.ru

ксантопротеиновая реакция

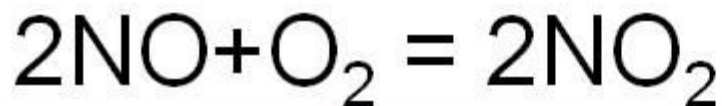
Получение азотной кислоты в промышленности



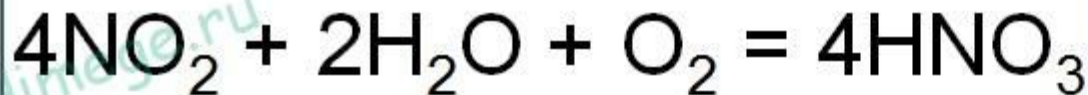
1. Контактное окисление аммиака до оксида азота (II) с Pt кат:



2. Окисление оксида азота (II) в оксид азота (IV):



3. Адсорбция (поглощение) оксида азота (IV) водой при избытке кислорода:



Получение

Лабораторный способ

