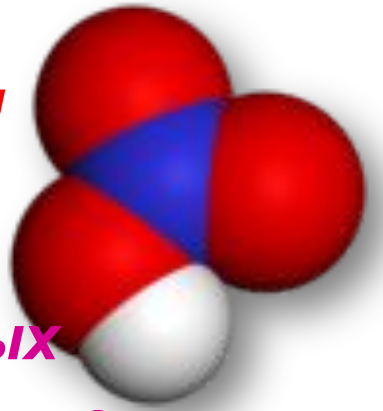
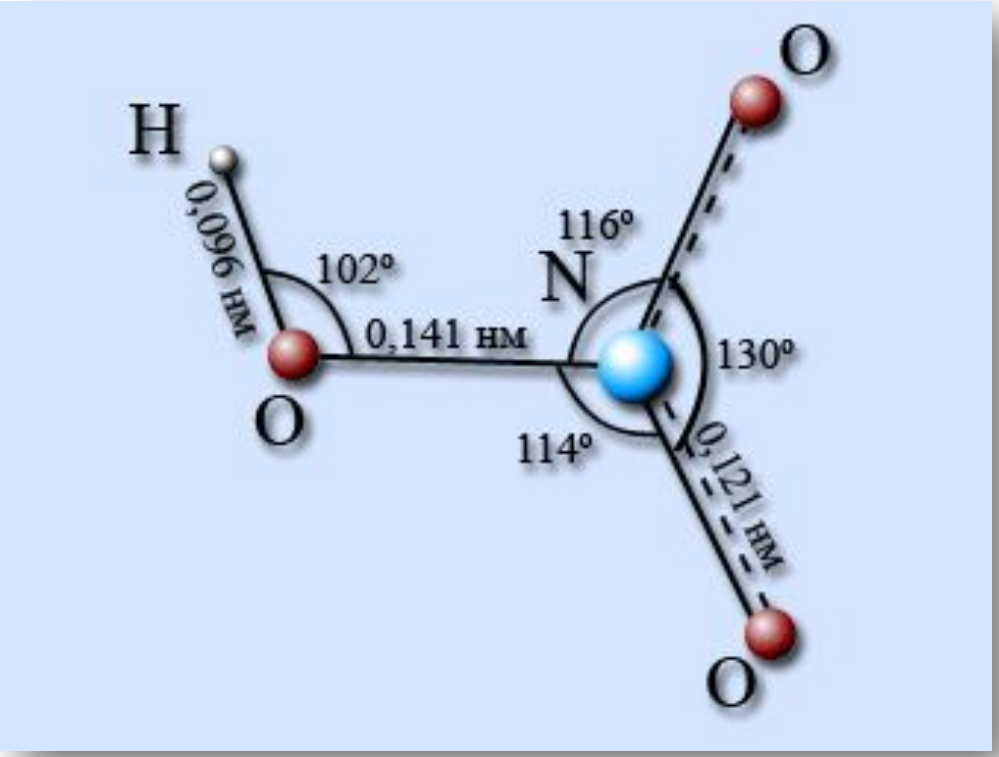
раствор АЗОТНОЙ КИСЛОТЫ

- Это вещество было описано арабским химиком в VIII веке Джабиром ибн Хайяном (Гебер) в его труде «Ямщик мудрости», а с XV века это вещество добывалось для производственных целей.
- Благодаря этому веществу, русский учёный В.Ф. Петрушевский в 1866 году впервые получил динамит. Это вещество – прародитель большинства взрывчатых веществ (например, тротила, или тола).
- Это вещество является компонентом ракетного топлива, его использовали для двигателя первого в мире советского реактивного самолёта БИ – 1.
- Это вещество в смеси с соляной кислотой растворяет платину и золото, признанное «царём» металлов.

Строение молекулы



У атома азота имеется три неспаренных p-электрона на внешнем слое, за счет которых он образует с атомами кислорода три σ-связи. За счет неподеленной электронной пары образуется четвертая ковалентная связь. Электронное облако делокализовано между двумя атомами кислорода. Молекула имеет плоскую структуру



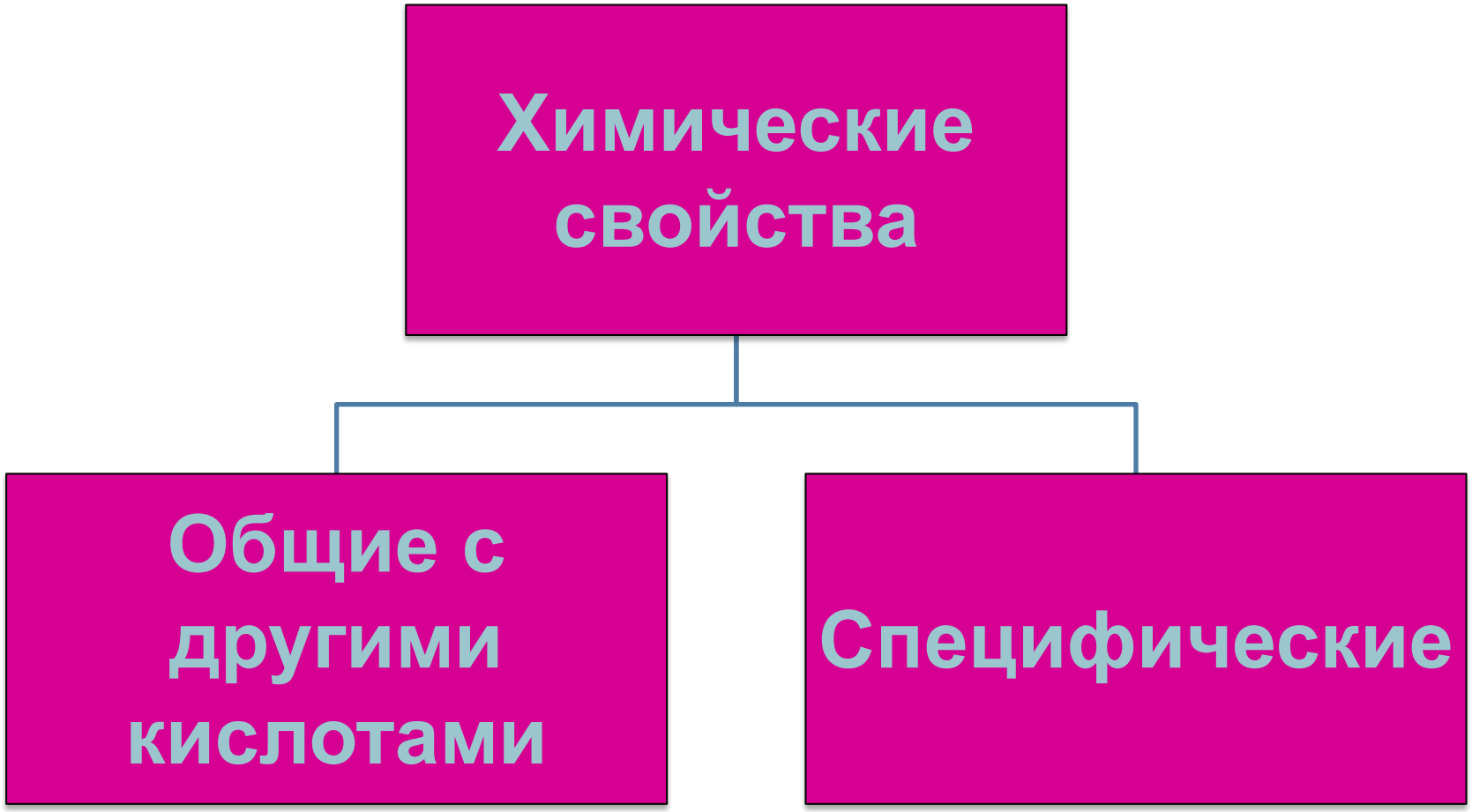
Валентность – IV

Степень окисления -5

Физические свойства

- Бесцветная жидкость, дымящая на воздухе.
- Едкий запах.
- Желтый цвет концентрированной кислоты (разложение с образованием NO_2)

  $4HNO_3 = 4NO_2\uparrow + 2H_2O + O_2\uparrow$
- Плотность 1,52 г/см^3.
- Температура кипения – 86^{0}С.
- Температура затвердевания – -41,6^{0}С.
- Гигроскопична.
- С водой смешивается в любых соотношениях.


Химические свойства
Общие с другими кислотами
Специфические

Химические свойства

I. Разбавленная азотная кислота проявляет свойства, общие для всех кислот:

- *Диссоциация в водном растворе:*

$$HNO_3 \rightarrow H^+ + NO_3^-$$

- *Реакция с основаниями:*

$$NaOH + HNO_3 = NaNO_3 + H_2O$$

$$Cu(OH)_2\downarrow + 2HNO_3 = Cu(NO_3)_2 + 2H_2O$$

- *Реакция с основными оксидами:*

$$CaO + 2HNO_3 = Ca(NO_3)_2 + H_2O$$

- *Реакция с солями:*

$$Na_2CO_3 + 2HNO_3 = 2NaNO_3 + H_2O + CO_2\uparrow$$

Специфические свойства – взаимодействие с металлами

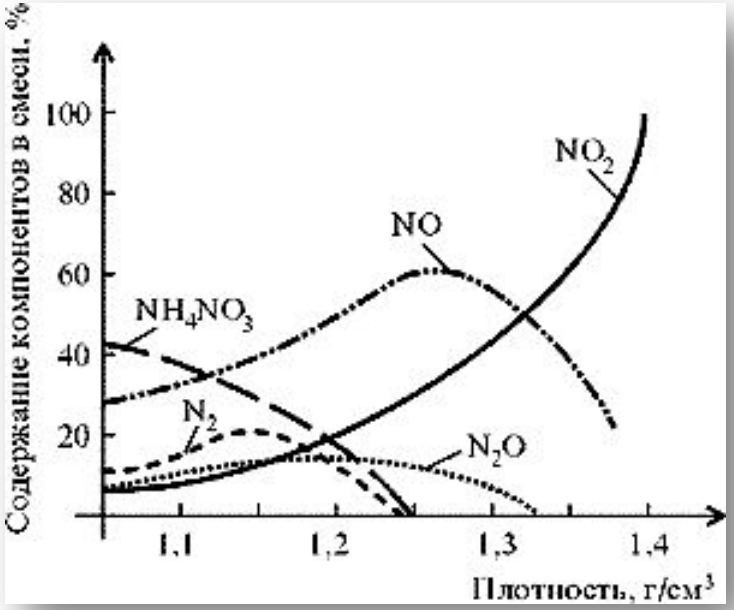
ЗАПОМНИ!

При взаимодействии азотной кислоты любой концентрации с металлами водород никогда не выделяется. Продукты зависят от металла и концентрации кислоты.

Азотная кислота – сильный окислитель

- **Окисление металлов:**

Продукты восстановления зависят от активности металла и разбавленности азотной кислоты (чем активнее металл и чем разбавленнее кислота, тем меньшую степень окисления получает азот)



$$HNO_3 + Me \rightarrow соль + H_2O + (NO_2,\ N_2O_3,\ NO,\ N_2O,\ N_2,\ NH_3(NH_4NO_3))$$

Al, Fe, Co, Ni, Cr без нагревания не взаимодействуют

С металлами

Азотная кислота – сильный окислитель

Al, Fe, Co, Ni, Cr без нагревания не взаимодействуют

$$HNO_{3(конц)} + Me \xrightarrow{K, Ca, Na, Mg, Zn\ldots} N_2O$$

$$HNO_{3(конц)} + Me \xrightarrow{Sn - Ag} NO_2$$

$$HNO_{3(разб)} + Me \xrightarrow{K, Ca, Na, Mg, Zn\ldots} NH_3(NH_4NO_3)$$

$$HNO_{3(разб)} + Me \xrightarrow{Sn - Ag} NO$$

Разбавленная

HNO_3 + (разбавл.)

- Me до Sn → $MeNO_3 + NH_4NO_3{}^{*} + H_2O$
- Me от Pb до Ag → $MeNO_3 + NO\uparrow + H_2O$
- Pt; Au → Не реагирует

$$HNO_3 + \text{НЕМЕТАЛЛ} + H_2O \rightarrow \text{КИСЛОТА}^{**} + NO\uparrow$$

(разбавл.)

Концентрированная

HNO_3 + (конц.)

- Me до Zn (кроме Al) → $MeNO_3 + N_2O\uparrow^{*} + H_2O$
- Me от Sn до Ag → $MeNO_3 + NO_2\uparrow + H_2O$
- Al; Cr; Fe; Co; Ni → Пассивирует (на холоду)
- Pt; Au → Не реагирует

$$HNO_3 + Me\ (Al;\ Cr;\ Fe;\ Co;\ Ni) \xrightarrow{t^0} Me(NO_3)_3 + NO_2\uparrow + H_2O$$

(конц. гор.)

$$HNO_3 + \text{НЕМЕТАЛЛ} \rightarrow \text{КИСЛОТА}^{**} + NO_2\uparrow + H_2O$$

(конц.)

$HNO_{3(конц)} + Hg = Hg(NO_3)_2 + NO_2\uparrow + H_2O$

$Zn + HNO_{3(р)} = Zn(NO_3)_2 + NH_4NO_3 + H_2O$

$Cu + HNO_{3(разб)} = Cu(NO_3)_2 + NO + H_2O$

$Cu + HNO_{3(конц)} = Cu(NO_3)_2 + NO_2 + H_2O$

$Zn + HNO_{3(конц)} = Zn(NO_3)_2 + NO_2 + H_2O$

$Al + HNO_{3(конц)} \neq$

$Fe + HNO_{3(конц)} \neq$

$$4HNO_{3(конц)} + Hg = Hg(NO_3)_2 + 2NO_2\uparrow + 2H_2O$$

$$4Zn + 10HNO_{3(р)} = 4Zn(NO_3)_2 + NH_4NO_3 + 3H_2O$$

$$3Cu + 8HNO_{3(разб)} = 3Cu(NO_3)_2 + 2NO + 4H_2O$$

$$Cu + 4HNO_{3(конц)} = Cu(NO_3)_2 + 2NO_2 + 2H_2O$$

$$Zn + 4HNO_{3(конц)} = Zn(NO_3)_2 + 2NO_2 + 2H_2O$$

$$Al + HNO_{3(конц)} \neq$$

$$Fe + HNO_{3(конц)} \neq$$

Взаимодействие с неметаллами

При взаимодействии с неметаллами образуется кислота, в которой у неметалла высшая степень окисления, и продукт по схеме:

$$NO \xleftarrow{разб.} неМе + HNO_3 \xrightarrow{конц.} NO_2$$

$$P+5HNO_{3(к.)} \square H_3PO_4+5NO_2+H_2O$$

$$3P+5HNO_{3(р)}+2H_2O \square 3H_3PO_4+5NO$$

Окисление неметаллов

- HNO_3 разбавлен $+H_2O$ + Неме = кислота* $+NO$
- HNO_3 конц $+$ Неме = кислота* $+NO_2\uparrow + H_2O$
- $P + HNO_{3(конц)} = H_3PO_4 + NO_2\uparrow + H_2O$
- $C + HNO_{3(конц)} = NO_2 + CO_2 + H_2O$
- $P + HNO_3(р) + H_2O = H_3PO_4 + NO$
- $P + 5HNO_{3(конц)} = H_3PO_4 + 5NO_2\uparrow + H_2O$
- $C + 4HNO_{3(конц)} = 4NO_2 + CO_2 + 2H_2O$
- $3P + 5HNO_3(р) + 2H_2O = 3H_3PO_4 + 5NO$

Органические вещества

окисляются и воспламеняются в азотной кислоте.

- **Белки при взаимодействии с конц. азотной кислотой разрушаются и приобретают жёлтую окраску .**
- **Под действием азотной кислоты воспламеняются бумага, масло, древесина, уголь.**

Смесь концентрированных **азотной и соляной кислот** (соотношение по объему 1 :3) называется **царской водкой**; она растворяет даже **благородные металлы.**

Смесь HNO_3 концентрации 100% и H_2SO_4 концентрации 96% при их соотношении по объему 9:1 называют **меланжем**.

Получение азотной кислоты

Промышленный способ

1. Окисления аммиака в NO в присутствии платино-родиевого катализатора:

$$4NH_3 + 5O_2 = 4NO + 6H_2O$$

2. Окисления NO в NO_2 на холоду под давлением (10 ат):

$$2NO + O_2 = 2NO_2$$

3. Поглощения NO_2 водой в присутствии кислорода:

$$4NO_2 + 2H_2O + O_2 = 4HNO_3$$

Массовая доля HNO_3 составляет около 60%

Получение азотной кислоты

В лаборатории

– взаимодействием калиевой или натриевой селитры с концентрированной серной кислотой при нагревании:

при этом получается дымящая азотная кислота

$$KNO_3 + H_2SO_4 = HNO_3 + KHSO_4$$

Нитраты – соли азотной кислоты (селитры)

Получаются при взаимодействии азотной кислоты с металлами, оксидами металлов, основаниями, аммиаком и некоторыми солями.

Физические свойства. Это твердые кристаллические вещества, хорошо растворимые в воде.

Нитраты – соли азотной кислоты (селитры)

Химические свойства.

Сильные электролиты, проявляют все свойства солей.

- $NaNO_3 \rightleftarrows Na^+ + NO_3^-$
- $Cu(NO_3)_2 + 2KOH = Cu(OH)_2\downarrow + 2KNO_3$
- $AgNO_3 + NaCl = AgCl\downarrow + NaNO_3$
- $Pb(NO_3)_2 + Zn = Pb + Zn(NO_3)_2$
- $Ba(NO_3)_2 + H_2SO_4 = BaSO_4\downarrow + 2HNO_3$

Разложение нитратов при нагревании

$$Me(NO_3)_x \xrightarrow{Ca - Mg} Me(NO_2)_x + O_2\uparrow$$

$$Me(NO_3)_x \xrightarrow{Mg - Cu} Me_xO_y + NO_2\uparrow + O_2\uparrow$$

$$Me(NO_3)_x \xrightarrow{После\ Cu} Me + NO_2\uparrow + O_2\uparrow$$

$$2KNO_3 = 2KNO_2 + O_2\uparrow$$

$$2Cu(NO_3)_2 = 2CuO + 4NO_2\uparrow + O_2\uparrow$$

$$2AgNO_3 = 2Ag + 2NO_2\uparrow + O_2\uparrow$$

Разложение нитрата аммония:

$$NH_4NO_3 = N_2O + 2H_2O$$

разложение

Качественные реакции на азотную кислоту и ее соли

$NaNO_3 + H_2SO_4 = NaHSO_4 + HNO_3$

$4HNO_3 + Cu = Cu(NO_3)_2 + 2NO_2\uparrow + 2H_2O$

Бурый газ

Твердые нитраты. Щепотку соли бросают в огонь горелки. Происходит яркая вспышка.

Применение азотной кислоты и нитратов

пластмасса

пиротехника

травление металлов

красители

HNO_3 и нитраты

удобрения

взрывчатые вещества

лекарства

Действие на организм

Вдыхание паров азотной кислоты приводит к отравлению, попадание азотной кислоты (особенно концентрированной) на кожу вызывает ожоги. Предельно допустимое содержание азотной кислоты в воздухе промышленных помещений равно 50 мг/м^3 в пересчёте на N_2O_5

Концентрированная азотная кислота при соприкосновении с органическими веществами вызывает пожары и взрывы

Исследования (задания по группам):

(Повторение ПТБ!).

1 группа: провести реакцию раствора азотной кислоты и оксида меди (I
записать уравнение реакции, определить ее тип

2 группа: получить нерастворимое основание Cu(OH)2;
провести реакцию раствора азотной кислоты и гидроксида меди (II);
записать уравнение реакции, определить ее тип

3 группа: провести реакцию растворов азотной кислоты
и карбоната натрия, записать уравнение реакции, определить ее тип

Для всех: провести реакцию растворов азотной кислоты и
Гидроксида калияв присутствии фенолфталеина,

записать уравнение реакции, определить ее тип

Группа №1 $CuO + 2\ HNO_3 = Cu(NO_3)_2 + H_2O$ - реакция ионного обмена, необратимая

$CuO + 2H^+ + 2\ NO_3^- = Cu^{2+} + 2\ NO_3^- + H_2O$

$CuO + 2H^+ = Cu^{2+} + H_2O$

Группа №2 $CuCl_2 + 2\ NaOH = Cu(OH)_2 + 2\ NaCl$ (получение нерастворимого основания)

$Cu(OH)_2 + 2\ HNO_3 = Cu(NO_3)_2 + 2\ H_2O$ - реакция ионного обмена, необратимая

$Cu(OH)_2 + 2H^+ + 2\ NO_3^- = Cu^{2+} + 2\ NO_3^- + 2\ H_2O$

$Cu(OH)_2 + 2H^+ = Cu^{2+} + 2\ H_2O$

Признак реакции – растворение голубого осадка $Cu(OH)_2$.

Группа №3 $2\ HNO_3 + Na_2CO_3 = 2\ NaNO_3 + H_2O + CO_2$ - реакция ионного обмена, необратимая

$2\ H^+ + 2NO_3^- + 2\ Na^+ + CO_3^{2-} = 2\ Na^+ + NO_3^- + H_2O + CO_2$

$2\ H^+ + CO_3^{2-} = H_2O + CO_2$

Признак реакции – характерное «вскипание».

Взаимодействие с металлами

Li K Rb Cs Ca Na Mg Al Mn Zn Cr Fe Ni Sn Pb H Cu Hg Ag Pt Au

Активные металлы Li Na …….Zn			Металлы средней активности Cr……..Sn			Металлы малоактивные и неактивные Pb…….Ag		Благородные металлы Au Pt Os Ir
Конц HNO_3	Раз HNO_3	очень раз HNO_3	конц HNO_3	раз HNO_3	очень Раз HNO_3	конц HNO	раз HNO_3	Раств. только в царской водке-смеси 3об.HCl В 1об. HNO_3
NO NO_2	N2O или N2, NO2	NH3 ($NHNO_3$)	Не реагируют	NO_2, NO,N_2O, NH_3	NO_2, NO, N_2O, NH_3	NO_2	NO	

P.S ***концентрированная*** ***HNO3 >60%*** ***на холоде: железо, хром, алюминий пассивирует***

разбавленная ***HNO3 = 30-60%***

очень разбавленная ***HNO3 < 30%***

Проверь себя:

1. Степень окисления азота в HNO_3 а)-3 б)0 в)+5 г)+4
2. При хранении на свету HNO_3 а) краснеет б) желтеет в) остается бесцветной
3. При взаимодействии с металлами азотная кислота является: а)окислителем, б)восстановителем, в)и тем, и другим.
4. Азотная кислота в растворе не реагирует с веществом, формула которого:
   а) CO2 ; б) NaOH; в) Al(OH)3 ; г) NH3 .
5. Царская водка- это а)концентрированный спирт б)3 объема HCl и 1 объем HNO_3
   в) концентрированная азотная кислота

КЛЮЧ

- 1 - в
- 2 - б
- 3 - а
- 4 - а
- 5 - б

вывод:

1. Азотной кислоте характерны общие свойства кислот: реакция на индикатор, взаимодействие с оксидами металлов, гидроксидами, солями более слабых кислот обусловленные наличием в молекулах иона H+;

2. Сильные окислительные свойства азотной кислоты обусловлены строением ее молекулы; При ее взаимодействии с металлами никогда не образуется водород, а образуются нитраты, оксиды азота или другие его соединения (азот, нитрат аммония) и вода в зависимости от концентрации кислоты и активности металла;

3. Сильные окислительные способности HNO3 широко применяются для получения различных важных продуктов народного хозяйства (удобрения, лекарства, пластики и т.д.)

Благодарю за внимание