

Властивості нітратної кислоти.

Найбільш ефективним в практиці викладання хімічних кислот є розгляд на прикладах реакцій з чотирма класами речовин в наступному порядку:

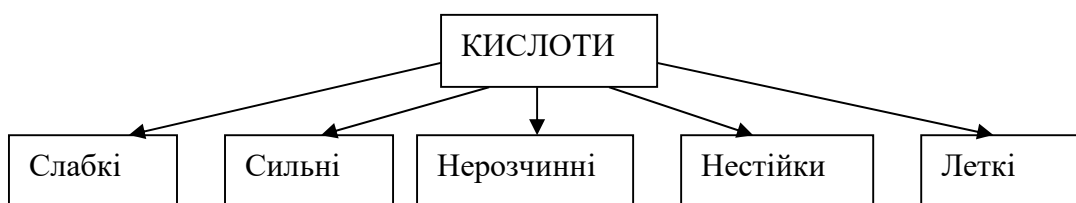
1. металами
2. основними оксидами
3. основами
4. солями

Ми бачимо логічну систему властивостей.



Це є зручним способом запам'ятовування властивостей кислот.

Другу систему властивостей кислот можна показати на знаходженні загального у властивостях кислот.



Завдання: приведіть приклади даних типів кислот.

Проблемне питання: Які загальні хімічні властивості цих кислот?

(Відповідь: Вони мають тільки одну загальну властивість - взаємодіють з лугами.)

Проблемне питання З якими класами неорганічних сполук буде взаємодіяти нітратна кислота?

Обґрунтування.

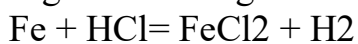
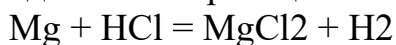
1. Основні оксиди взаємодіють тільки з сильними кислотами.
2. Нітратна кислота реагує з всіма основними оксидами.
3. Солі реагують з нітратною кислотою.
4. Метали.

А) активні метали для складання хімічних рівнянь неможна: реакції будуть протікати не з кислотами, а розчинником - водою.

Б) Сильні кислоти взаємодіють з більшістю металів, але не однаково. Наприклад хлоридна кислота реагує з металами, які розташовані в ряду напруженості металів до Гідрогену, з утворенням солі і водню/ Чим лівіше розташований метал у ряді активності, тим активніше він взаємодіє з кислотами. Найбільш інтенсивно витісняють водень ті метали, які розташовані на самому початку ряду.

РЯД АКТИВНОСТІ МЕТАЛІВ							
▶ послаблення витискувальної здатності ▶							
Li ⁺	K ⁺	Ba ²⁺	Ca ²⁺	Na ⁺	Mg ²⁺	Al ³⁺	Mn ²⁺
Zn ²⁺	Cr ³⁺	Fe ²⁺	Cd ²⁺	Co ²⁺	Ni ²⁺	Sn ²⁺	Pb ²⁺
	H		Cu ²⁺	Hg ²⁺	Ag ⁺	Pt ²⁺	Au ³⁺

Завдання. Використовуючи витискувальний ряд Бекетова напишіть відповідні хімічні реакції



Але нітратна і концентрована сульфатна реагує також з металами, які розташовані після Гідрогену. Тільки продуктами реакції будуть не водень, а різні за складом сполуки Нітрогену і Сульфуру. Це викликає труднощі в пошуках загального.

Розглянемо систему властивостей нітратної кислоти – взаємодія з:

- основами
- основними оксидами
- солями
- металами.

Пояснення проведемо за допомогою з точки зору електролітичної дисоціації і окиснення – відновлення.

I. Властивості іонів нітратної кислоти з збереженням ступенів окиснення елементів.

Учням відомо, що реакції обміну в розчинах протікають з причини утворення нерозчинних або розчинних, але які не дисоціюють, а також летких речовин. Ця загальна закономірність протікання реакцій повинна спостерігатися в ході реакцій, характерних для іонів нітратної кислоти.

I. Реакції, характерні для катіонів Гідрогену.

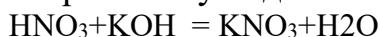
Реакції, в ході яких ступень окиснення катіонів Гідрогену не змінюється, можна скласти, користуючись таблицею розчинності. При складанні іонних рівнянь і пояснення сутності реакцій необхідно внести зміни в таблицю розчинності. В пусту клітину для H_2O , т.б на перехрещенні строки з OH^- і стовпчика з H^+ , необхідно дописати букви (МД) – малодисоційована речовина. Традиційно табличні данні представляють собою розчинність в 100г води за кімнатною температурою. Для пояснення реакцій на іонному рівні ця таблиця не підходить.

Враховуючи, що нітратна кислота сильна і концентрація іонів Гідрогену в її концентрованому розчині велика, то вона реагує з всіма основами.

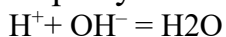
1. Взаємодія з основами.

Дослід 1. В пробірку набрати 3-5мл слабого розчину калій (натрій) гідроксиду і додати каплю фенолфталеїну. До забарвленого розчину по краплю додати розчин нітратної кислоти, постійно струшуючи суміш. В час, коли від чергової краплі окрас зникне, додавання кислоти зупиняємо.

Завдання: Написати хімічне рівняння в молекулярному, повному іонному і скороченому виді.



Отримуємо скорочене іонне рівняння, яке відображає сутність реакції.



Вона показує що реакція відбулася за рахунок сполученню катіонів Гідрогену з гідроксид-іонами, в результаті чого утворилася малодисоційована сполука – вода.

Завдання

Для продовження формування вмінь складати іонні рівняння реакцій можна пропанувати учням скласти по три рівняння реакцій між нітратною кислотою і магній гідроксидом, алюміній гідроксидом.

Для знаходження загального в цій властивості нітратної кислоти проаналізуємо суть реакцій, яка відображена короткими іонними рівняннями.

№	Рівняння хімічної реакції	Спостереження	Висновок
1	$KOH + HNO_3 =$		
	$MgO + HNO_3 =$		
2	$Al(OH)_3 + HNO_3 =$		

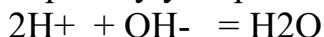
Загальний висновок:

Загальний висновок: не обидва іона нітратної кислоти , а тільки катіон Гідрогену бере участь в реакції завдяки малодисоційованої речовини –води. В її утворенні беруть участь :

- в першому випадку - гідроксид іони
- в другому випадку – вся нерозчинна основа.

2. Взаємодія з основними оксидами.

Іон Гідрогену утворює воду при взаємодії з O²⁻:

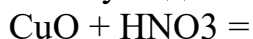


Так як в розчині нітратної кислоти концентрація іонів Гідрогену велика, то нітратна кислота реагує з всіма основними оксидами.

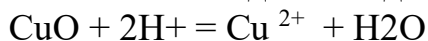
Дослід . Розміщуємо у велику пробірку купрум (II) оксид об'ємом 1-2 сірникові головки і додаємо 2-4мл розчину нітратної кислоти. Для попередження попадання парів кислоти у повітря пробірку закривають ватою, змоченою розчином натрій карбонату, і встановлюють її в штативі для повільного протікання реакції. Через 30-60 с (іноді 2-3 хв) розчин набуває синій окрас. Якщо це не відбувається, суміш треба залишити на більш тривалий час або нагріти протягом 15-30 с.

Після демонстрації досліду виконати завдання.

Завдання: Написати хімічне рівняння в молекулярному , повному іонному і скороченому виді.



Висновок: При взаємодії купрум (II) оксиду з катіонами Гідрогену утворюються іони міді і малодисоційованої речовини –води.



Завдання

Для продовження формування вмінь складати іонні рівняння подібних реакцій можна пропанувати одно - і трьохзарядних металів, наприклад аргентум оксиду і ферум (III) оксиду з нітратною кислотою.

Заповнити таблицю і зробити висновок.

№	Рівняння хімічної реакції	Спостереження	Висновок
1	$\text{CuO} + \text{HNO}_3 =$		
2	$\text{AgO} + \text{HNO}_3 =$		
3	$\text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{HNO}_3 =$		
Загальний висновок:			

Загальний висновок. Реакції відбуваються при взаємодії оксидів металів з катіонами Гідрогену. Ці реакції протікають з утворенням малодисоційованої речовини – води і вільного іону металу.

3. Взаємодія з солями.

Також необхідно зробити в таблиці розчинення зміни. Під символом іона Гідрогену H⁺ необхідно написати в клітинці для карбонатної кислоти замість літери «P» - (Розкл.) –розкладається Одночасно це буде попередженням неможливості її використовувати при проведенні реакцій обміну і складанні рівнянь реакцій.

Після цього можна продемонструвати декілька реакцій з розчинними і нерозчинними карбонатами, а також розчинами силікатів.

Дослід 1.

В циліндр набрати розчин натрій карбонату і додаємо по краплям розчин нітратної кислоти. Реакція супроводжується виділенням піни – утворення вуглекислого газу.

Дослід 2.

В циліндр кладуть кусочки (або порошок) мармуру (магній карбонату) і додають по краплям розчин нітратної кислоти. Заповнити таблицю і зробити висновок

Супроводжується виділенням піни , шипінням (розрив бульбашок піни, заповнених вуглекислим газом)

Дослід 3.

До 2-3 мл розчину натрій силікату додати по краплям розчин нітратної кислоти. Заповнити таблицю і зробити висновок

Спостерігаємо утворення суспензії нерозчинної силікатної кислоти білого кольору.

№	Рівняння хімічної реакції	Спостереження	Висновок
1	$\text{Na}_2\text{CO}_3 + 2\text{HNO}_3 = 2\text{NaNO}_3 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$		
2	$\text{CaCO}_3 + \text{HNO}_3 =$		
3	$\text{Na}_2\text{SiO}_3 + \text{HNO}_3 =$		
Загальний висновок:			

Загальний висновок: Спостерігаємо загальну закономірність протікання реакцій обміну : в розчинах вони протікають з утворенням малодисоційованої сполуки - води,газоподібних або нерозчинних сполук.

II. Властивості нітрат – іонів.

Аналізуючи данні таблиці розчинності робимо висновок, що нітрат – іони не утворюють недисоціюючих або газоподібних речовин ні жодним з катіонів, які вказані в таблиці. Робимо висновок, , що нітрат іони, які містяться в нітратній кислоті, не беруть участь в реакціях обміну з водними розчинами інших речовин.

Окисно-відновні властивості іонів нітратної кислоти.

Показником окисної, відновної або подвійної функції речовини виступає ступень окиснення елементів, які його утворюють. В нітратній кислоті Окисником у молекулі нітратної кислоти є атом Нітрогену з максимальним додатним значенням ступеня окиснення N^{5+} , який залежно від концентрації HNO_3 і сили відновника (наприклад, активності металу) може приймати від 1 до 8 електронів. Ступень окиснення атомів нітрогену сама висока (+5), які входять в склад нітрат-іонів. Тому окисні властивості належать ні атомам нітрогену, а всьому нітрат-іону.

1.Взаємодія з металами.

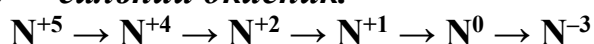
Нітратна кислота взаємодіє з усіма металами (за винятком Au, Pt, Pd, Rh, Pd), перетворюючи їх на солі — нітрати.

Водень не виділяється , утворюються продукти відновлення Нітрогену. Це указує на те,що нітрат-іони більш сильні окисники, ніж катіони Гідрогену.

Чим активніше метал і чим менше концентрація кислоти, тим більше відновлюється нітроген.

Активні метали залежно від концентрації кислоти відновлюють Нітроген N^{+5} до N^{+1} , N^{-3} , а неактивні — до N^{+4} , N^{+2} .

Нітратна кислота — сильний окисник.

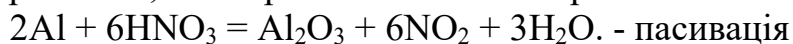


NO_2	NO	N_2O	N_2	NH_4NO_3
<ul style="list-style-type: none"> ➤ Неактивні метали (правіше за Ферум)+ конц. кислота ➤ Неметали + конц. кислота 	Неактивні метали (правіше за Ферум) + розведена кислота	Активні метали (лужні, лужноземельні, Цинк) + конц. кислота	Активні метали (лужні, лужноземельні, цинк) + кислота середнього розбавлення	Активні метали (лужні, лужноземельні, цинк) + дуже розедена кислота

Пасивація: з холодною концентрованою нітратною кислотою не реагують Al, Cr, Fe, Be, Co.

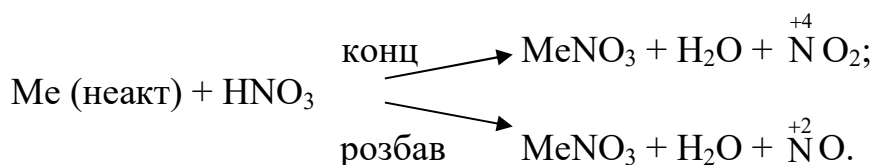
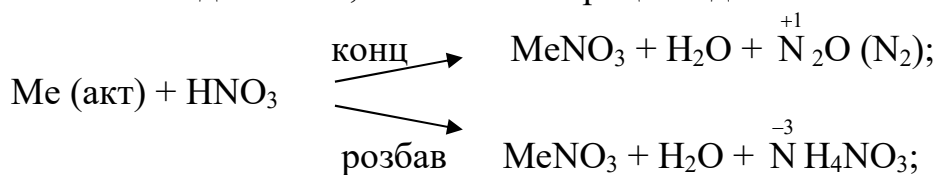
Не реагують з нітратною кислотою ні при якій концентрації Au, Pt, Pd, Rh, Pd.

Доведено, що в ході багатьох реакцій на першій стадії утворюються оксиди металів. Але деякі оксиди дуже міцні і стійкі до окислення киснем, а значить, і нітратною кислотою як при звичайній температурі, так і при нагріванні. З причини їх знаходження на поверхні металів не протікають реакції між нітратною кислотою і багатьма металами: алюмінієм, залізом, хромом та інш. Ця властивість нітратної кислоти називається пасивація металів. Інші оксиди, будучи рихлими, легко розчиняються в нітратній кислоті.

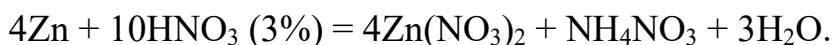
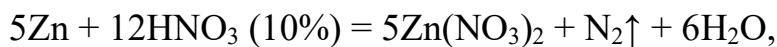
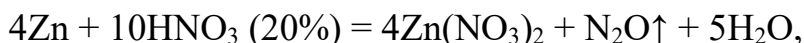
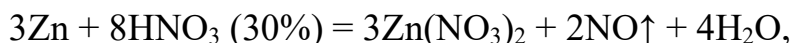
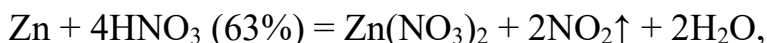


Продукти відновлення HNO ₃ HNO ₃ + Me → сіль + H ₂ O + ?					
Концентрація HNO ₃	Активні метали (лужні, лужноземельні)	Fe, Cr, Al, Ni, Co	Метали середньої активності (від Mn до Pb)	Пасивні метали (Cu, Hg, Ag)	Неметали
<i>Розбавлена</i>	NH ₃ , NH ₄ NO ₃	NO, проте в залежності від розведення можуть утворюватися N ₂ , N ₂ O, NH ₃ , NH ₄ NO ₃ ; чим більш розведена кислота, тим нижче ступінь окиснення Нітрогену		NO	NO
<i>Концентрація від 63% і вище</i>	N ₂ O	NO ₂ (при нагріванні); пасивація (при стандартних умовах)	NO ₂	NO ₂	NO ₂
<i>Благородні метали (окрім Аргентуму) з HNO₃ не взаємодіють.</i>					

Продукти відновлення нітратної кислоти залежать від її концентрації (або ступеня її розведення) та сили відновника. Чим більше розведена нітратна кислота і сила відновника, то глибший процес відновлення Нітрогену.



Приклади:



Вивчення цієї властивості краще почати з демонстраційних дослідів. При їх проведенні треба потурбуватися про їх безпеку.

Дослід 1. Взаємодія концентрованої нітратної кислоти з міддю.

В циліндр з 0.5 – 1 мл концентрованої нітратної кислоти опустити мідний дріт і отвір закриваємо ватним тампоном. За циліндром встановлюємо білий фон (аркуш паперу) для кращого спостереження за виділенням бурого газу. Реакцію зупиняють, витягнув дріт з нітратної кислоти, циліндр при цьому повинен бути весь час закритим.

Увагу звертаємо на складання складних для учнів рівнянь окисно-відновних реакцій і розстановку коефіцієнтів методом електронного балансу. Заповнити таблицю і зробити висновок

Пояснення: Нітратна кислота виконує подвійну роль: як окисник вона використовується на утворення нітроген (ІV) оксиду та друга частина кислоти використовується на утворення солі.

№	Рівняння хімічної реакції	Спостереження	Висновок
1	$\text{Cu} + 4\text{HNO}_3(\text{конц.}) = \text{Cu}(\text{NO}_3)_2 + 2\text{NO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$ Cu(0) -2e-->Cu(+2) } 1 окисник N(+5) +1e-->N(+4) } 2 відновник Cu + HNO ₃ (розв.) =	Бурий газ	Виділяється NO ₂
2	Ag + HNO ₃ (конц) = Ag + HNO ₃ (розв) =		
3	Fe + HNO ₃ (конц) = Fe + HNO ₃ (розв) =		
Загальний висновок:			

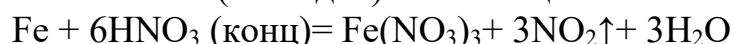
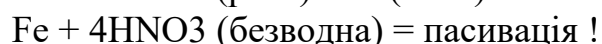
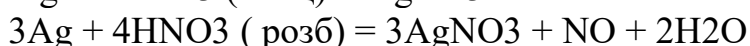
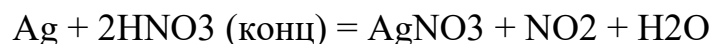
Дослід 2. Взаємодія розведеної нітратної кислоти з міддю.

Циліндр з розчином нітратної кислоти (1:5) заповнюємо вуглекислим газом для попередження небажаної реакції – окиснення нітроген оксиду, який утворюється в циліндрі з киснем повітря. В розчин занурюємо мідний дріт, циліндр закриваємо ватним тампоном. Спостерігаємо повільне виділення білих бульбашок газу і забарвлення розчину в блакитний колір.



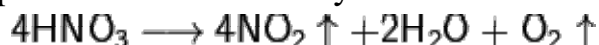
Для утилізації нітратної кислоти, яка не вступила в реакцію, в розчин додають купрум (II) гідроксид і залишають під тягою для повільного протікання реакції. Через деякий час утворюється розчин купрум (II) нітрат темно-синього кольору, який можна використовувати для проведення дослідів.

Для удосконалення навичок по складанню рівнянь і підбору коефіцієнтів методом електронного балансу необхідно включити реакції нітратної кислоти з одно і трьохзарядними важкими металами – сріблом, залізом. (Завдання додому)



2. Окисно-відновні властивості нітратної кислоти на основі реакції її розкладу.

Нітратна кислота термічно нестійка сполука.



Наявність атомів Оксигену в продуктах розкладу пояснює її окисні дії на речовини.

Дослід.

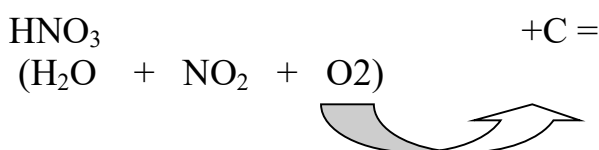
Підпалюємо скіпку та даємо їй прогоріти.. На кінчику скіпки утворилося вугілля. В циліндр з 1-2мл концентрованої нітратної кислоти занурюємо кусочок тліючого вугілля. і закриваємо ватним тампоном, зволженим розчином соди. Спостерігаємо бурхливу реакцію: переміщення вугілля по поверхні розчину і утворення бурого газу. ..

Увагу звертаємо на складання складних для учнів рівнянь окисно-відновних реакцій і розстановку коефіцієнтів методом електронного балансу. Заповнити таблицю і зробити висновок.

№	Рівняння хімічної реакції	Спостереження	Висновок
1	$C + HNO_3$ (конц) =		
2			
3			
Загальний висновок:			

Пояснення написання реакції.

Після запису формул реагентів під формулою нітратної кислоти записуємо формули трьох продуктів її розкладу. Потім дугою сполучаємо O_2 і C , щоб показати причину утворення карбон(IV) оксиду.



Наявність вуглекислого газу можна доказати, якщо газову суміш пропустити крізь розчин води. Бурий газ перетвориться в безбарвний нітроген (IV) оксид. Далі суміш газів пропускаємо через вапняну воду. Спостерігаємо утворення каламуті, яка свідчить про наявність вуглекислого газу.



Дослід. Взаємодія сірки з нітратною кислотою (концентрованою)

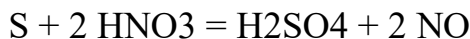
В пробірці нагріваємо до кипіння 2—3 мл концентрованої HNO_3 з невеликою кількістю сірки.



Пояснення: При цьому нітратна кислота ввідновлюється до NO_2 , а сірка окислюється до сульфатної кислоти. Наявність іона SO_4^{2-} відкриваємо іонами Ba^{2+} (який міститься в розчині барій хлориду)

Дослід. Взаємодія сірки з нітратною кислотою (розбавленою)

В пробірці нагріваємо до кипіння 2—3 мл HNO_3 з невеликою кількістю сірки.



Пояснення: в реакціях неметалів (S , C , P) з розбавленою нітратною кислотою продуктом реакції є нітроген (II) оксид.

При складанні рівнянь необхідно дотримуватися етапів:

- записуємо формули двох основних продуктів
- знаходять додаткові множники і розставляють коефіцієнти
- Тільки після цього становиться зрозуміло, треба дописувати певне число молекул води і в яку частину рівнянь.

Завдання : Для продовження формування вмінь складати іонні рівняння подібних реакцій можна пропанувати написати хімічні рівняння взаємодії нітратної кислоти концентрованої і розбавленої з фосфором.

З повагою,

Козлова Лілія Вікторівна

Вчитель хімії УФМЛ КНУ імені Тараса Шевченка

Спеціаліст вищої категорії, вчитель – методист.

099)292-20-36