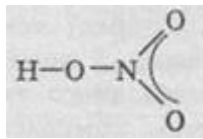


12.02.2021 р.

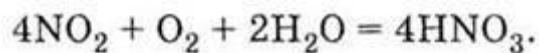
## Тема заняття: Нітратна кислота та нітрати. Кислотні дощі

Найважливішою сполукою Нітрогену є **нітратна кислота  $\text{HNO}_3$** . У ній Нітроген проявляє свій вищий ступінь окиснення +5, як і у відповідному кислотному оксиді  $\text{N}_2\text{O}_5$ , але при цьому проявляє валентність, що дорівнює 4. Будова молекули нітратної кислоти зображена нижче.



Пунктиром показана валентність, розподілена між двома атомами Оксигену й атомом Нітрогену; отже, електрони при утворенні зв'язку розподілені не між двома атомами, а між трьома.

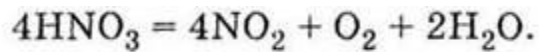
Для одержання нітратної кислоти у промисловості використовують реакцію:



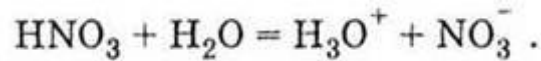
### **Фізичні властивості нітратної кислоти**

Нітратна кислота за нормальних умов являє собою безбарвну, важку димну рідину ( $\rho = 1,52 \text{ г/см}^3$ ), яка кристалізується при температурі  $-42 \text{ }^\circ\text{C}$ , а кипить при температурі  $+83 \text{ }^\circ\text{C}$ . Ця кислота має їдкий характерний запах. У твердому стані  $\text{HNO}_3$  є безбарвною кристалічною масою. При температурі близько  $+25 \text{ }^\circ\text{C}$  вона набуває червоного забарвлення унаслідок виділення бурого газу  $\text{NO}_2$ . Нітратна кислота змішується з водою в будь-яких співвідношеннях. Як і сульфатна кислота, вона енергійно поглинає вологу, тобто проявляє гігроскопічні властивості.

На відміну від сульфатної кислоти, її молекули неміцні, і вона досить швидко розпадається (на світлі, у присутності домішок) за реакцією, оборотною до її одержання, а саме:



У водних розчинах, однак, вона досить стійка (її можна кип'ятити без розкладу). Це можна пояснити тим, що  $\text{HNO}_3$  — сильна кислота і її молекул у розведених розчинах немає: вона повністю дисоціює:



$\text{HNO}_3$  — летка кислота, тому вона може бути витіснена зі своїх солей — нітратів нелеткою кислотою, наприклад  $\text{H}_2\text{SO}_4$ .

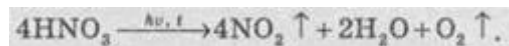
Нітратна кислота, як і будь-яка кислота, реагує з основними оксидами й основами.

Це звичайні реакції нейтралізації, в результаті яких утворюється сіль і вода. Але з металами нітратна кислота реагує інакше, ніж решта кислот.

Під час дії нітратної кислоти на метал водень не виділяється.

### **Хімічні властивості нітратної кислоти**

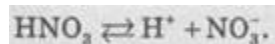
Нітратна кислота — нестійка сполука. Якщо концентровану кислоту опромінювати денним світлом або нагрівати, то вона стає червоною. Це відбувається за рахунок розкладання кислоти й утворення нітроген діоксиду:



Нітратна кислота вступає у взаємодію з іншими речовинами по-різному, залежно від концентрації кислоти, від температури суміші й від ступеня роздрібнювання кристалічних речовин.

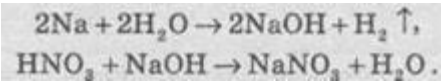
### **Взаємодія з металами**

Нітратна кислота — дуже сильна кислота. У водних розчинах вона повністю дисоціює за такою схемою:

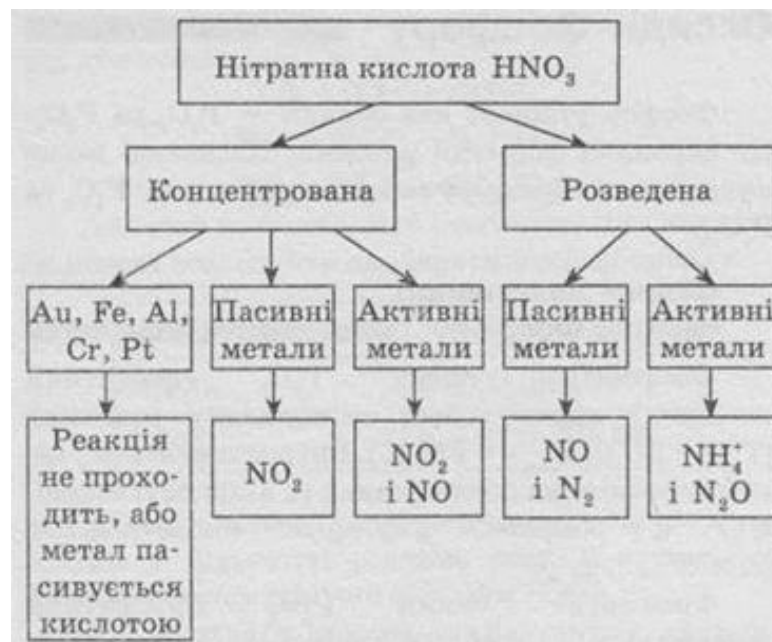


При взаємодії нітратної кислоти з металами водень виділяється тільки тоді, коли нітратна кислота дуже розведена (близько 1 %) й

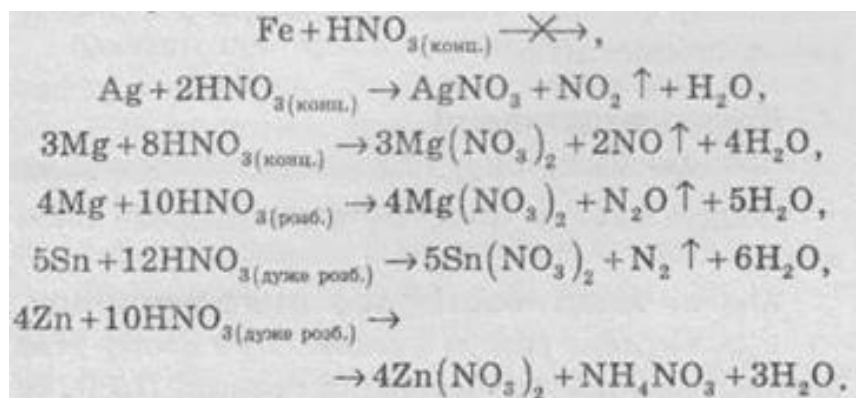
реагує з лужними металами. При цьому спочатку відбувається реакція взаємодії металу з водою, а вже потім нейтралізація утвореного луку кислотою:

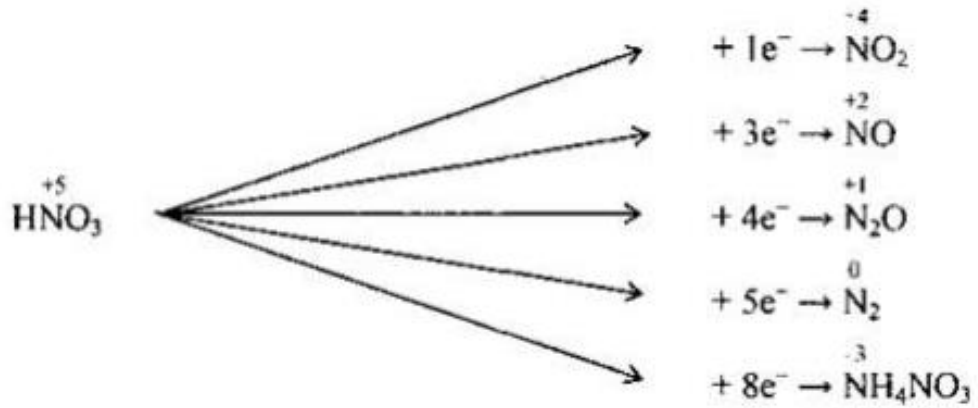


В інших випадках утворюється нітрат металу а нітратна кислота відновлюється до різних продуктів. Продукти взаємодії показані на схемі:



Завдяки тому, що концентрована нітратна кислота пасивує металічне залізо, її транспортують у сталевих бочках і цистернах. Нижче наведені приклади реакцій нітратної кислоти різної концентрації з деякими металами:





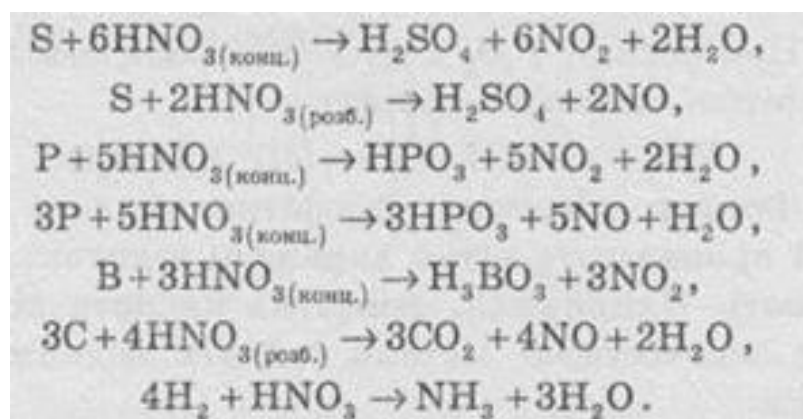
Насправді при відновленні нітратної кислоти утворюється не якийсь конкретний продукт, а суміш усіляких продуктів відновлення — амоніаку, азоту, оксидів Нітрогену та водню. У рівняннях реакції записують продукт, який переважає.

Відео. Окислювальні властивості азотної кислоти  
[https://www.youtube.com/watch?v=JOX6Z9nWDog&feature=emb\\_logo](https://www.youtube.com/watch?v=JOX6Z9nWDog&feature=emb_logo)

Відео. Взаємодія заліза з концентрованими кислотами  
[https://www.youtube.com/watch?v=DoIdaMmmhIQ&feature=emb\\_logo](https://www.youtube.com/watch?v=DoIdaMmmhIQ&feature=emb_logo)

### **Взаємодія з неметалами**

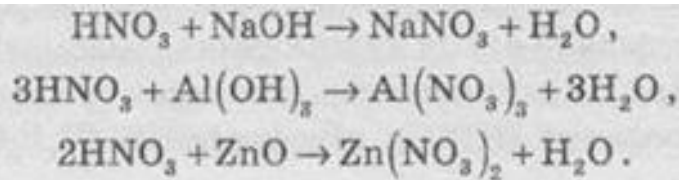
Нітратна кислота взаємодіє з багатьма неметалами. При цьому концентрована кислота відновлюється до нітроген діоксиду  $\text{NO}_2$ , а розведена — до нітроген монооксиду  $\text{NO}$ :



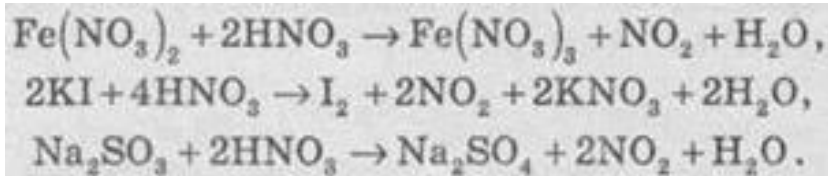
Відео. Взаємодія нітратної кислоти з фосфором  
[https://www.youtube.com/watch?v=n6RERI5txTw&feature=emb\\_logo](https://www.youtube.com/watch?v=n6RERI5txTw&feature=emb_logo)

### Взаємодія зі складними сполуками

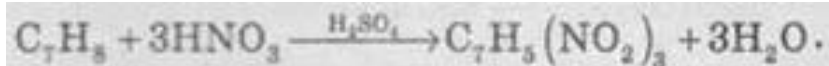
Нітратна кислота вступає у взаємодію з різними складними сполуками. За рахунок проявлення кислотних властивостей,  $\text{HNO}_3$  реагує з основами та основними оксидами:



Нітратна кислота як окисник взаємодіє з багатьма сполуками, які здатні до окиснення:

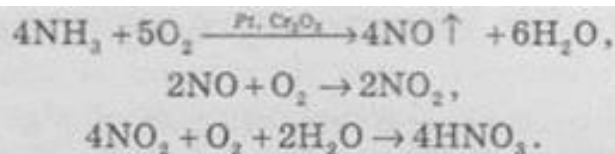


Чисту  $\text{HNO}_3$  або в суміші з концентрованою сульфатною кислотою використовують як гарний нітрувальний агент для добування нітрогеновмісних органічних сполук. Наприклад, для виробництва тротилу (або тринітротолуєну) використовують суміш сульфатної та нітратної кислот:

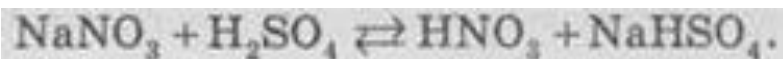


### Методи добування нітратної кислоти

У промисловості нітратну кислоту добувають розчиненням нітроген діоксиду у воді в присутності надлишку кисню.  $\text{NO}_2$  добувають каталітичним окисненням амоніаку:



Невеликі кількості нітратної кислоти в лабораторіях добувають за такою реакцією:

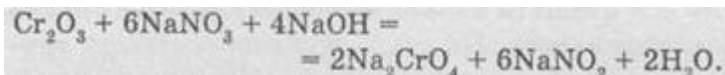


## Застосування нітратної кислоти

Нітратну кислоту застосовують у багатьох галузях промисловості. Одне з головних застосувань  $\text{HNO}_3$  — це добування нітратних добрив. Нітратну кислоту також використовують для виготовлення різних вибухових речовин (порох, тротил, нітрогліцерин тощо), лікарських препаратів, яскравих барвників, штучних волокон (наприклад, нітроцелюлози, або «штучного шовку»). Її також застосовують як окисник ракетного палива.

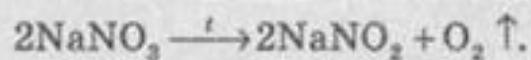
## Нітрати

Нітрати — гарні окисники. Наприклад, така інертна речовина, як хром(III) оксид при сплавці з натрій нітратом утворює натрій хромат:



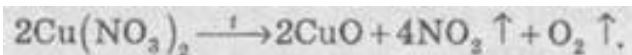
Нітрати широко використовують у народному господарстві. Амоній нітрат  $\text{NH}_4\text{NO}_3$  застосовують як азотне добриво та при виробництві вибухових речовин (він входить до складу амоналу); калій нітрат  $\text{KNO}_3$  (калійна селітра) застосовують при виготовленні пороху (у чорному поросі міститься близько 75%  $\text{KNO}_3$ ) і як добриво, а ще в харчовій промисловості та при виробництві скла. Багато інших нітратів застосовують як добрива в сільському господарстві.

Усі нітрати при нагріванні розкладаються. Однак, залежно від активності металу, розклад може проходити в різних напрямках. Наприклад, нітрати металів, що перебувають в електрохімічному ряді напруг правіше магнію (літій Li, калій K, барій Ba, кальцій Ca і натрій Na), розкладаються на нітрит і кисень:

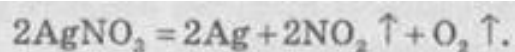


Нітрати, утворені металами середньої активності, що розташовані між міддю та магнієм включно (магній Mg, алюміній Al, марганець Mn, хром Cr, цинк Zn, залізо Fe, кобальт Co, нікель Ni,

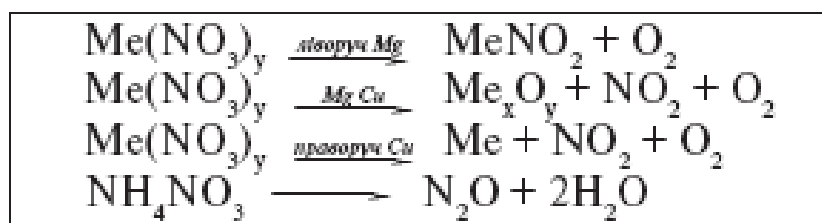
олово Sn, свинець Pb і мідь Cu), розкладаються на оксиди металів, нітроген діоксид та кисень:



Нітрати малоактивних металів (ртуть Hg срібло Ag, платина Pt та золото Au) розкладають ся на чистий метал, нітроген діоксид та кисень:



Нітрати розкладаються залежно від того, яким металом утворені.

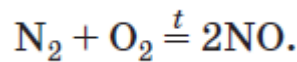


### Кислотні опади

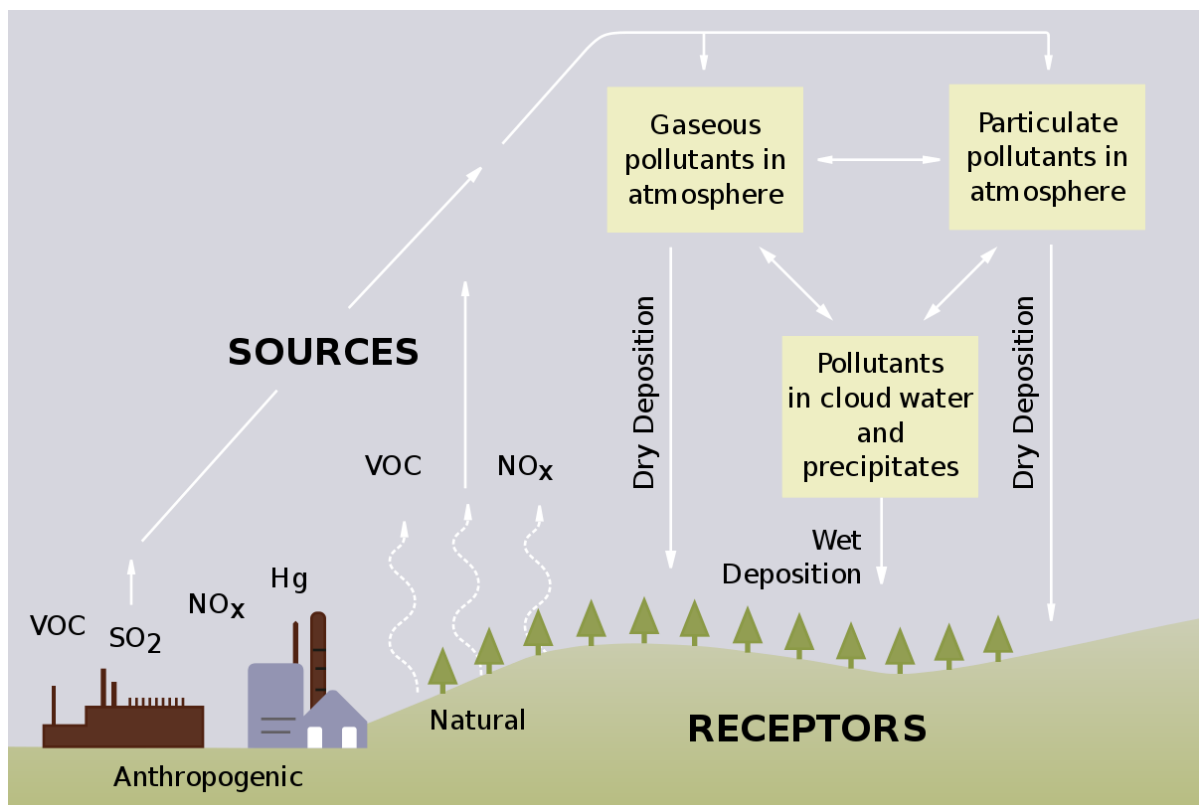
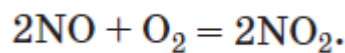
Кислотні опади в кінці ХХ і на початку ХХІ ст. стали істотними компонентами атмосфери. Вони випадають у країнах Європи, Північної Америки, а також у районах найбільших агломерацій Азії і Латинської Америки. Головна причина кислотних опадів — надходження сполук сірки і азоту в атмосферу при спаленні викопного палива в стаціонарних установках і двигунах транспорту. Кислотні опади завдають шкоди будівлям, пам'ятникам і металевим конструкціям, викликають дигресію і загибель лісів, знижують урожай багатьох сільськогосподарських культур, погіршують родючість ґрунтів, що мають кислу реакцію, і стан водних екосистем.

Звичайний дощ є якоюсь мірою кислотним, оскільки вбирає з повітря певну кількість карбон(IV) оксиду або вуглекислого газу. Однак дощ може мати більшу кислотність, ніж звичайний, якщо містить ще й інші гази, зокрема, оксиди Сульфору та оксиди Нітрогену. Такий дощ – кислотний.

За високої температури, яка досягається при згорянні палива і пального, починають взаємодіяти головні компоненти повітря – азот і кисень:

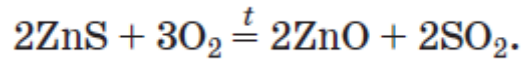


Нітроген (II)оксид реагує з киснем за звичайних умов:

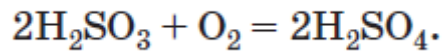


Сульфур (IV) оксид потрапляє в повітря при спалюванні вугілля, а також із газовими викидами під час випалювання сульфідних руд.





Оксиди  $\text{NO}_2$  і  $\text{SO}_2$  взаємодіють з водою, краплі якої наявні в атмосфері. Продуктами цих реакцій є нітратна, нітритна і сульфітна кислоти, а остання ще й окиснюється киснем у сульфатну кислоту:



Звичайно, деяка кількість цих кислот разом із дощем і снігом потрапляє на земну поверхню.

