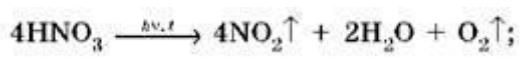
ТЕМА: Нітратна кислота

Фізичні властивості нітратної кислоти

• Летка безбарвна рідина, під час зберігання на світлі розкладається з утворенням нітроген(IV) оксиду, набуваючи жовтуватого кольору:



$$4HNO_3 \xrightarrow{h\nu,t} 4NO_2\uparrow + 2H_2O + O_2\uparrow;$$

• необмежено розчинна у воді;

• $t_{кип.}$ = +83 °C, $t_{пл.}$ = -42 °C;

• густина 1,52 г/см^3;

• має різкий їдкий запах;

• гігроскопічна, енергійно поглинає вологу з повітря;

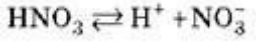
• дуже небезпечна, отруйна; навіть розбавлена кислота спричиняє хімічні опіки шкіри, залишає на ній характерні жовті плями.

Поводитися з нітратною кислотною потрібно дуже обережно!

Чисту (безводну) нітратну кислоту називають димлячою через те, що над відкритою посудиною виникає туман. У лабораторній практиці частіше використовують 68%-й розчин нітратної кислоти, зазвичай саме за такої концентрації її випускають у промисловості.

Хімічні властивості нітратної кислоти

1. Електролітична дисоціація. Нітратна кислота — сильний електроліт. Вона змінює забарвлення індикаторів, у розбавлених розчинах повністю дисоціює на йони:



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

2. Реакції обміну. Нітратна кислота виявляє всі загальні властивості кислот, тобто взаємодіє з:

• основними оксидами: $2HNO_3 + MgO = Mg(NO_3)_2 + H_2O$;

• амфотерними оксидами та гідроксидами: $2HNO_3 + Zn(OH)_2 = Zn(NO_3)_2 + 2H_2O$;

• основами: $HNO_3 + NaOH = NaNO_3 + H_2O$;

• солями слабких кислот: $2HNO_3 + BaCO_3 = Ba(NO_3)_2 + CO_2\uparrow + H_2O$.

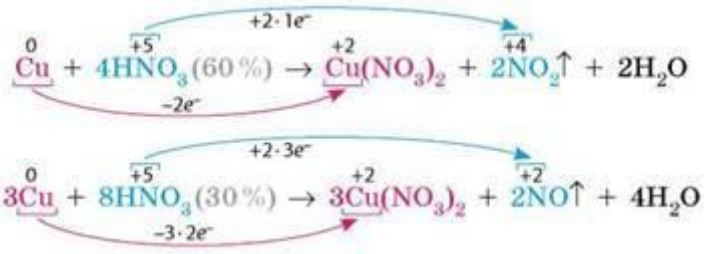
3. Взаємодія з металами. Як і сульфатна, нітратна кислота є сильним окисником: по-перше, через наявність у розчинах йонів Гідрогену H^+, по-друге, через сильніший окисник нітрат-іон NO_3^-. Це зумовлює особливості її взаємодії з металами.

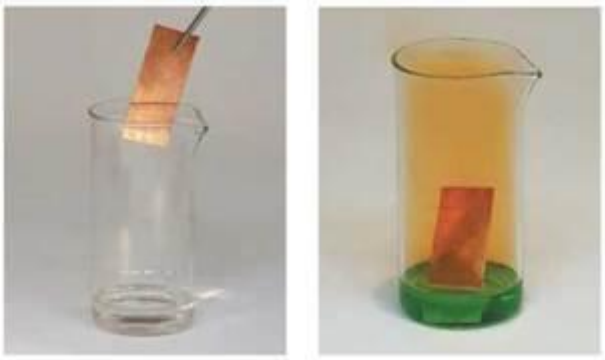
Нітратна кислота взаємодіє майже з усіма металами за винятком золота, платини й деяких інших. У більшості випадків окрім солей утворюються різні продукти відновлення нітрат-іонів (NO_2, NO, N_2O, N_2, NH_4^+). Це залежить від концентрації кислоти та активності металу: чим активніший метал і менша концентрація кислоти, тим сильніше відбувається відновлення.

Переважний продукт відновлення HNO_3

Метали можуть витісняти водень із розчинів нітратної кислоти, але часто він утворюється разом з іншими продуктами відновлення Нітрогену.

У разі додаванні міді до концентрованої нітратної кислоти починається активна реакція з виділенням бурого газу — нітроген(IV) оксиду (мал. 25.1). Мідні ошурки повністю розчиняються в кислоті, а розчин набуває темно-зеленого кольору:





Мал. 25.1. Взаємодія міді з концентрованою нітратною кислотою

В обох випадках окисником є нітрат-іон, що відновлюється до оксидів Нітрогену NO і NO_2.

Активніші метали можуть відновити нітратну кислоту до нітроген(I) оксиду, азоту N_2 або навіть до амоніаку:

$$3Zn + 8HNO_3(30\ \%) = 3Zn(NO_3)_2 + 2NO\uparrow + 4H_2O$$

$$4Zn + 10HNO_3\ (20\ \%) = 4Zn(NO_3)_2 + N_2O\uparrow + 5H_2O$$

$$5Mg + 12HNO_3\ (10\ \%) = 5Mg(NO_3)_2 + N_2\uparrow + 6H_2O$$

$$4Mg + 10HNO_3\ (3\ \%) = 4Mg(NO_3)_2 + NH_4NO_3 + 3H_2O$$

Залізо, хром і алюміній на холоді з концентрованою нітратною кислотою не взаємодіють унаслідок утворення на їхній поверхні тонкого шару хімічно стійкого оксиду. Про цей процес говорять, що нітратна кислота пасивує ці метали. Завдяки цьому концентровану нітратну кислоту можна перевозити у сталевих цистернах.

Іван Євграфович Ададуров (1879-1938)

Український хімік. Удосконалив технології виробництва амоніаку і нітратної кислоти

Застосування нітратної кислоти

Нітратна кислота — один із найважливіших продуктів хімічної промисловості. Обсяги її виробництва та використання можуть конкурувати лише із сульфатною кислотою.

• Найважливіше застосування нітратної кислоти — одержання азотних та комбінованих мінеральних добрив.

• У суміші з концентрованою сульфатною кислотою (нітруюча суміш) нітратну кислоту використовують для добування поширених вибухових речовин — тринітротолуену, тринітрогліцеролу, піроксиліну, гексогену тощо.

• Нітратну кислоту використовують для виробництва ортофосфатної кислоти з фосфору, а в металургії — для розділення суміші золота й срібла.

• Так звану червону димлячу нітратну кислоту використовують як окисник ракетного палива в деяких моделях рідинних реактивних двигунів.

• Більшість яскравих барвників для тканин, пластмас, паперу — це складні нітрогеновмісні органічні сполуки. Їхній синтез неможливий без використання нітратної кислоти як нітруючого агента. Крім того, її застосовують у виробництві ліків, пластмас і волокон.

Ключова ідея

Особливості електронної будови атомів та високій ступінь окиснення Нітрогену зумовлюють сильні окисні властивості концентрованої нітратної кислоти.

Контрольні запитання

355. Схарактеризуйте фізичні властивості нітратної кислоти.

356. Порівняйте хімічні властивості нітратної та сульфатної кислот.

357. Як залежать продукти взаємодії нітратної кислоти з металами від активності металів і концентрації кислоти?

358. Схарактеризуйте застосування нітратної кислоти.

Завдання для засвоєння матеріалу

359. Ртуть взаємодіє з концентрованою й розбавленою нітратною кислотами подібно до міді. Запишіть рівняння реакцій.

360. Запишіть рівняння реакцій нітратної кислоти з купрум(II) гідроксидом, магній оксидом і натрій карбонатом у молекулярній і йонно-молекулярній формі.

361. З якими речовинами, наведеними в переліку, нітратна кислота взаємодіє як окисник, а з якими — як сильна кислота?

Мідь, купрум(II) оксид, ферум(III) гідроксид, вуглець, кальцій карбонат.

362. Запишіть рівняння реакцій для здійснення перетворень:

а) $N_2 \rightarrow NH_3 \rightarrow NO \rightarrow NO_2 \rightarrow HNO_3 \rightarrow NH_4NO_3$;

б) $KNO_3 \rightarrow HNO_3 \rightarrow NO \rightarrow NO_2 \rightarrow NaNO_2 + NaNO_3$;

в) $Cu \rightarrow NO_2 \rightarrow HNO_3 \rightarrow Ba(NO_3)_2 \rightarrow KNO_3$.

363. Із тексту параграфа випишіть рівняння окисно-відновних реакцій та складіть для них електронний баланс. Укажіть окисник та відновник.

364. Амоніак можна одержати нагріванням амоній ортофосфату. А для добування його з амоній хлориду останній необхідно попередньо змішати з лугом. Як ви вважаєте, чому? Складіть рівняння реакції розкладання амоній ортофосфату.

Комплексні завдання

365. Обчисліть масу натрій нітрату, що можна одержати нейтралізацією розчину натрій гідроксиду масою 200 г із масовою часткою лугу 4 % нітратною кислотою.

366. Сплав золота зі сріблом називають електрумом. Зразок такого сплаву масою 1,5 г обробили концентрованою нітратною кислотою. При цьому виділився нітроген(IV) оксид об'ємом 89,6 мл (н. у.). Обчисліть масову частку золота в цьому зразку електруму.

367. Обчисліть масу нітратної кислоти, яку низкою перетворень можна добути з амоніаку об'ємом 5,6 л (н. у.), якщо відносний вихід продукту реакції становить 78 %.

368. Змішали розчин нітратної кислоти масою 48 г із розчином калій гідроксиду масою 56 г, де масові частки розчинених речовин дорівнюють 26,25 % і 16 %, відповідно. Обчисліть маси розчинених речовин в отриманому розчині.