$N_2 \cdot NH_3 \cdot HNO_3$



Картинки згодом додадуться

Нітроген, амоніак і нітратна кислота

Азот повітря людина перетворює на амоніак і нітратну кислоту, сировину для добрив, барвників і ліків

Загадка про елемент повітря

1

У Всесвіті четвертий після Гідрогену, Гелію та Оксигену

2

Входить до складу білків, у тілі людини близько 1,8 кг

3

Проста речовина не горить і не підтримує горіння

4

Простої речовини елемента в повітрі 78 % за об'ємом

Назвіть елемент і його просту речовину

підказки відкривайте по черзі

Будова атома Нітрогену і молекули азоту

Молекула азоту N_2



три спільні електронні пари, потрійний зв'язок

Електронна формула

$N^0\ 1s^2 2s^2 2p^3$

Валентність

III, четвертий зв'язок за донорно-акцепторним механізмом, максимальна IV

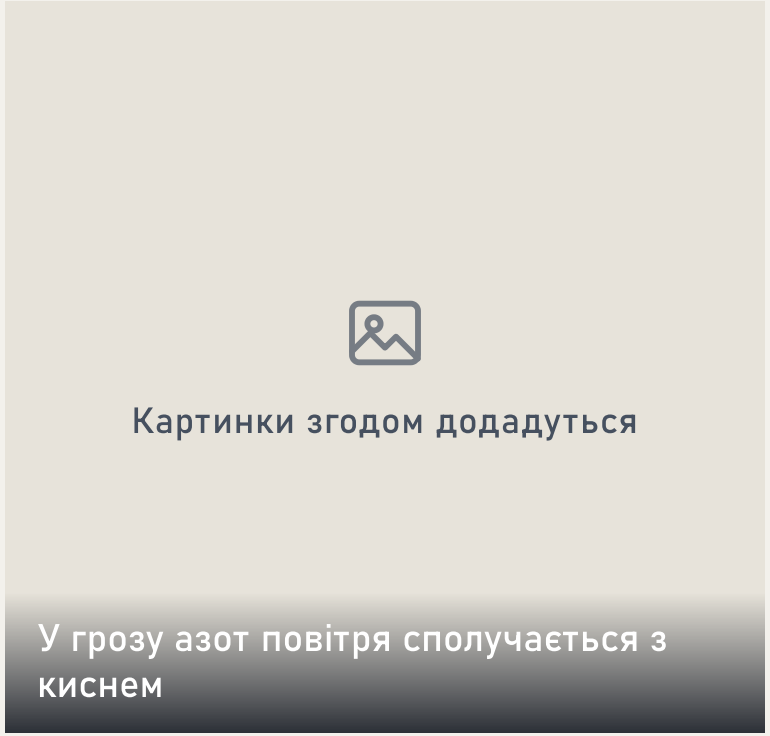
Ступені окиснення

від -3 (NH_3) до $+5$ (HNO_3)

Азот і кисень реагують у грозу

$N_2 + O_2 \rightarrow 2NO$ нітроген(II) оксид





Потрібен розряд або температура понад 2000 °C

У промисловості цей шлях нерентабельний

Азот зв'язують воднем, $N_2 + 3H_2 \rightarrow 2NH_3$

Сполуки Нітрогену в земній корі

ПІВДЕННА АМЕРИКА, ВИСОКОГІРНА ПУСТЕЛЯ



Картинки згодом додадуться

Чилійська селітра

$NaNO_3$, натрієва селітра

ІНДІЯ, В УКРАЇНІ КРИМСЬКИЙ ПІВОСТРІВ



Картинки згодом додадуться

Індійська селітра

KNO_3, калійна селітра

ЄГИПЕТ



Картинки згодом додадуться

Нашатир

NH_4Cl, амоній хлорид

ЗАДАЧА

Скільки Нітрогену в селітрі й нашатирі

1. Обчисліть молярну масу чилійської селітри $M(NaNO_3) = ?$
2. Обчисліть молярну масу нашатирю $M(NH_4Cl) = ?$
3. Знайдіть масову частку Нітрогену в кожній сполуці $w(N) = 14 / M(\text{сполуки})$
4. Порівняйте, у якій сполуці частка Нітрогену більша

ПІДКАЗКА

Масова частка елемента дорівнює відношенню маси його атомів в 1 моль сполуки до молярної маси сполуки. Ar(Na) = 23, Ar(N) = 14, Ar(O) = 16, Ar(H) = 1, Ar(Cl) = 35,5.

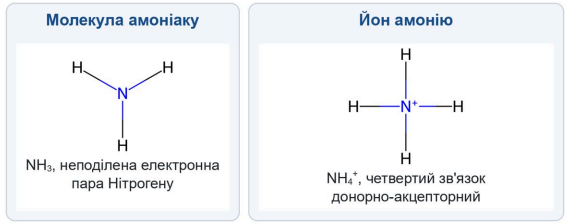
Фізичні властивості азоту й амоніаку

Властивість	Азот N_2	Амоніак NH_3
Запах	без запаху	різкий характерний
Температура кипіння	−196 °C	−33 °C
Температура плавлення	−210 °C	−78 °C
Густина за н. у.	1,251 г/л	0,76 г/л
Розчинність в 1 л води за 0 °C	23 мл	1200 л

> Обидва гази безбарвні. Амоніак кипить вище навіть за метан CH_4 (−162 °C), бо між його молекулами є водневі зв'язки.

Амоніак і луг, спільне й відмінне

$NH_3 + H_2O \rightarrow NH_3 \cdot H_2O \rightleftarrows NH_4^+ + OH^-$ У розчині з масовою часткою близько 0,2 % на йони перетворюються лише близько 2 % молекул амоніаку, тому амоніак є слабкою основою.



Ознака	Амоніак NH_3	Натрій гідроксид NaOH
Розчин змінює забарвлення індикаторів	так	так
У розчині є гідроксид-іони OH^-	так	так
Реагує з кислотами, утворюючи солі	так	так
Є гідроксидом металічного елемента	ні	так
Є сильним електролітом	ні	так

З кислотами амоніак утворює солі амонію. $NH_3 + HCl \rightarrow NH_4Cl$



Картинки згодом додадуться

Як виявити амоніак

Вологий індикаторний папір змінює колір у газуватому амоніаку. А ще амоніак легко впізнати за різким запахом.

Горіння амоніаку в кисні

$$4NH_3 + 3O_2 \rightarrow 2N_2 + 6H_2O$$ азот і вода

4 NH_3 + **3** O_2 ⟶ **2** N_2 + **6** H_2O

амоніак, Нітроген −3

азот, Нітроген 0

Картинки згодом додадуться

Амоніак горить у кисні блідо-жовтим полум'ям

Горить лише в кисні або збагаченому киснем повітрі

Амоніак є відновником, Нітроген −3 → 0

З каталізатором Pt чи Cr_2O_3 утворюється NO

Від повітря до нітратної кислоти

Азот повітря і водень

N_2 + $3H_2$ → $2NH_3$

за 200 атм, 400 °C, каталізатор Fe

Кисень повітря

окиснює амоніак на каталізаторі Pt або Cr_2O_3

$NH_3 \rightarrow NO \rightarrow NO_2$

$4NH_3 + 5O_2 \rightarrow 4NO + 6H_2O$, потім $2NO + O_2 \rightarrow 2NO_2$

HNO_3

нітратна кислота

Останню ланку дає реакція $4NO_2 + O_2 + 2H_2O \rightarrow 4HNO_3$. Близько 80 % амоніаку переробляють на нітратну кислоту, тому заводи амоніаку й нітратної кислоти будують поруч.

Іван Ададуров (1879–1938)

український хімік, удосконалив виробництво амоніаку і нітратної кислоти

Картинки згодом додадуться



Картинки згодом додадуться



Картинки згодом додадуться

Свіжа нітратна кислота

Після зберігання на світлі

Чому одна й та сама кислота в одній склянці безбарвна, а в іншій жовтувата?

В обох склянках нітратна кислота. Друга склянка довго стояла на світлі.

Фізичні властивості нітратної кислоти

+83 °C	−42 °C	1,52 г/см³
температура кипіння	температура плавлення	густина

- Летка безбарвна рідина з різким їдким запахом
- Необмежено розчиняється у воді, гігроскопічна
- У лабораторії частіше беруть 68 % розчин
- Безводну кислоту називають димлячою, над нею виникає туман

На світлі або при нагріванні кислота розкладається, $4HNO_3 \rightarrow 4NO_2\uparrow + 2H_2O + O_2\uparrow$.

Картинки згодом додадуться

Обережно, кислота й амоніак

68 %
розчин кислоти, з яким працюють у лабораторії

10 %
розчин амоніаку, нашатирний спирт

жовті плями
слід хімічного опіку кислотою на шкірі

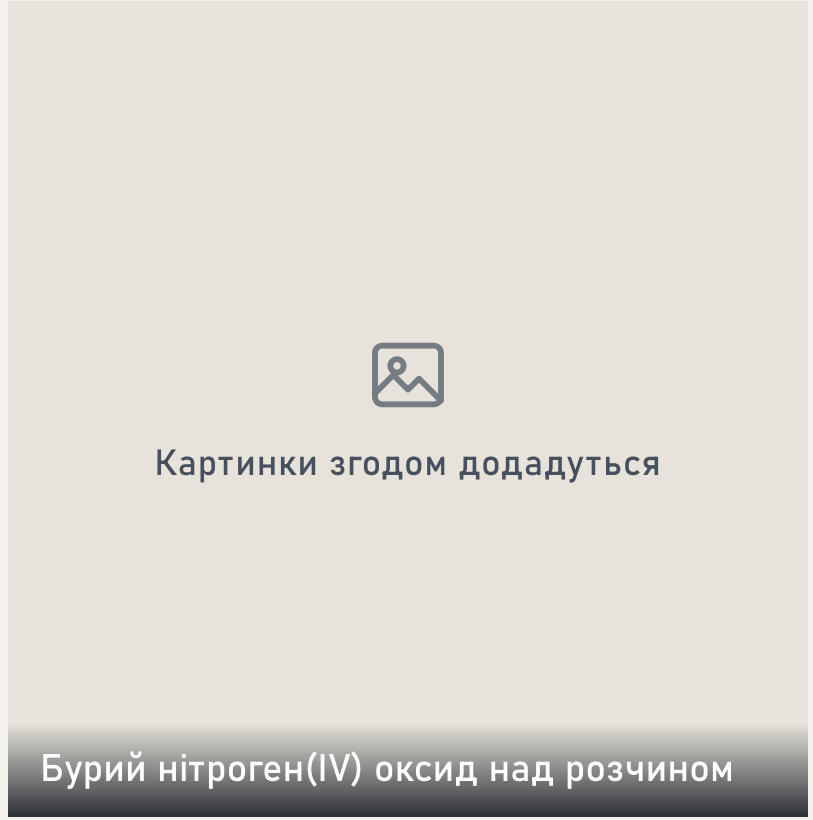
- Нітратна кислота дуже небезпечна й отруйна
- З кислотою поводяться дуже обережно, лише в присутності вчителя
- Досліди з розчином амоніаку виконують за правилами безпеки
- Навіть розбавлена кислота спричиняє хімічні опіки шкіри
- Нашатирний спирт нюхають лише обережно, не нахиляючись над посудиною

Мідь у концентрованій нітратній кислоті

$$Cu + 4\,HNO_3 \longrightarrow Cu(NO_3)_2 + 2\,NO_2 + 2\,H_2O$$

мідь, Cu^0 — нітратна кислота, N^{+5}

купрум(II) нітрат, Cu^{+2} — нітроген(IV) оксид, N^{+4}



Бурий нітроген(IV) оксид над розчином

$Cu + 4HNO_3\ (конц.) \rightarrow Cu(NO_3)_2 + 2NO_2\uparrow + 2H_2O$

Мідні ошурки повністю розчиняються, розчин стає темно-зеленим, виділяється бурий NO_2. Окисником є нітрат-іон, тому водень не виділяється.

Від чого залежить продукт відновлення

Концентрація кислоти

чим менша концентрація, тим сильніше відновлення

Активність металу

чим активніший метал, тим сильніше відновлення

Нітрат-іон NO_3^-

відновлюється до NO_2, NO, N_2O, N_2 або NH_4^+

Залізо пасивується — **КОНЦ.**

на холоді Fe, Al і Cr вкриваються тонким шаром стійкого оксиду

Цинк дає N_2O — **20 %**

$4Zn + 10HNO_3 \rightarrow 4Zn(NO_3)_2 + N_2O\uparrow + 5H_2O$

Магній дає амоній нітрат — **3 %**

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

Де використовують азот, амоніак і кислоту

Азот N_2

Сировина для синтезу амоніаку, ним заповнюють лампи, шини й пакети з чипсами (Е941).

Рідкий азот

Холодоагент для швидкого заморожування їжі й зберігання крові. Застосовують і в системах пожежогасіння.

Амоніак NH_3

Сировина для нітратної кислоти, добрив (сечовина, солі амонію) і капрону. 10 % розчин у медицині, рідкий амоніак як холодоагент.

Нітратна кислота HNO_3

Добрива, вибухові речовини, барвники й ліки, окисник ракетного палива.

Перевір себе

Чому концентровану нітратну кислоту можна перевозити у сталевих цистернах?

А Залізо, як золото й платина, з нітратною кислотою не реагує

Б Залізо стоїть у ряду активності після водню

В Кислота на холоді вкриває залізо тонким шаром стійкого оксиду

Г Сталь є сплавом, а сплави з кислотами не реагують

Перевір себе за фото

Картинки згодом додадуться

Скільки літрів кисню потрібно, щоб спалити 4 л амоніаку без каталізатора, як на фото?

А 5 л

Б 4 л

В 2 л

Г 3 л

Підсумок уроку

N

Нітроген, ступені окиснення від −3 до +5

Азот N_2, Нітроген 0

інертний через міцний потрійний зв'язок

$$N_2 + 3H_2 \rightarrow 2NH_3$$

Амоніак NH_3, Нітроген −3

слабка основа і відновник

$$NH_3 + HCl \rightarrow NH_4Cl$$

Нітратна кислота HNO_3, Нітроген +5

сильна кислота і сильний окисник

$$2HNO_3 + MgO \rightarrow Mg(NO_3)_2 + H_2O$$

Ланцюг $N_2 \rightarrow NH_3 \rightarrow NO \rightarrow NO_2 \rightarrow HNO_3$ пов'язує три речовини. Високий ступінь окиснення Нітрогену робить концентровану нітратну кислоту сильним окисником.

Домашнє завдання

- Опрацювати § 23–25 підручника
- Скласти рівняння реакцій NaOH з $(NH_4)_2SO_4$ і $Ca(OH)_2$ з NH_4NO_3
- Записати рівняння реакцій ртуті з концентрованою і розбавленою нітратною кислотою
- Здійснити перетворення $N_2 \rightarrow NH_3 \rightarrow NO \rightarrow NO_2 \rightarrow HNO_3 \rightarrow NH_4NO_3$
- Обчислити об'єм амоніаку з 6 л водню і 3 л азоту

Джерело. Григорович О. В. Хімія, 11 клас, 2019, § 23–25