Урок. Нітроген. Амоніак. Нітратна кислота

комбінований урок засвоєння нових знань · 45 хв

«Усе — отрута, усе — ліки; те й інше визначає доза» — Парацельс

Проблемне питання уроку: Чому одна й та сама речовина, амоніак, у складі аптечного 10%-го водного розчину застосовується для долікарської допомоги, а концентрований амоніак і його великі кількості є небезпечними?

Мета

Знаннєві	Діяльнісні	Ціннісні
• учень/учениця записує формули азоту, амоніаку, йона амонію та нітратної кислоти • називає фізичні властивості амоніаку (газ із різким запахом, дуже добре розчинний у воді) і нітратної кислоти (летка, отруйна, спричиняє опіки) • називає галузі застосування азоту, амоніаку й нітратної кислоти	• складає рівняння реакцій амоніаку з кислотами та нітратної кислоти з металами й основами • порівнює фізичні властивості азоту й амоніаку • пояснює утворення йона амонію за донорно-акцепторним механізмом • судить про продукти реакції нітратної кислоти з металами за концентрацією кислоти й активністю металу	• оцінює небезпеку нітратної кислоти й амоніаку для здоров'я та обґрунтовує правила безпечного поводження • оцінює роль зв'язування атмосферного азоту для сільського господарства і людства

Базові поняття і терміни

азот, амоніак, йон амонію, нашатирний спирт, нітратна кислота, пасивація, каталізатор.

Форми роботи

- фронтальна
- робота в парах
- робота з текстом підручника
- віртуальний дослід (відео)

Обладнання та реактиви

- підручник (Григорович, 11 клас)
- проєктор для схем і відео дослідів
- аптечний нашатирний спирт (10% розчин амоніаку)
- побутовий мийний засіб для очищення скла з амоніаком
- герметичний пакет чипсів
- червоний лакмусовий індикаторний папір
- добриво-селітра (калій нітрат) у пакунку
- роздрукована опора для диференціації

Демонстрації

- Аптечний нашатирний спирт + вологий червоний лакмусовий папір — папір синіє, учні бачать основні властивості водного розчину амоніаку
- Мийний засіб для скла з амоніаком — учні переконуються, що амоніак використовують у побутовій хімії; запах безпосередньо не вдихають
- Пакет чипсів із зазначенням E941 — учні бачать приклад використання азоту для наповнення герметичної упаковки харчового продукту
- Пакунок добрива з калій нітратом — учні бачать приклад нітратного добрива

Міжпредметні зв'язки

- Біологія — Нітроген є складовою білків і нуклеїнових кислот, в організмі людини близько 1,8 кг атомів Нітрогену
- Основи здоров'я — застосування 10%-го водного розчину амоніаку для долікарської допомоги та правила безпеки з агресивними речовинами
- Географія — поклади чилійської селітри $NaNO_3$ у високогірній пустелі Південної Америки й калійної селітри KNO_3 в Індії

Місце уроку в темі

Попередній урок: Попередній урок: сульфатна кислота та сульфати, її сильні окисні властивості й взаємодія з металами, на це спираємося, порівнюючи кислоти

Наступний урок: Наступний урок: Фосфор, його алотропні модифікації та властивості

Безпека

- Заборонено самостійно відкривати й пробувати на смак будь-які речовини, що демонструються, а також нахилятися над посудиною з амоніаком і вдихати його
- Запах амоніаку під час уроку безпосередньо не вдихають; демонстрацію виконують за інструкцією вчителя або замінюють відео
- Концентрована нітратна кислота у шкільному кабінеті учням не видається: реакції з нею дивимося лише на відео, навіть розбавлена кислота спричиняє хімічні опіки

шкіри й залишає жовті плями
- При потраплянні розчину амоніаку на шкіру промити великою кількістю води; при потраплянні кислоти на шкіру негайно промити водою і повідомити вчителя
- Бром і натрій у кабінеті не використовують, жодних дослідів з ними на уроці не проводять

Структура уроку

1. Організаційний момент — 1 хв
2. Актуалізація — 5 хв
3. Мотивація — 3 хв
4. Вивчення нового — 21 хв
5. Закріплення — 9 хв
6. Рефлексія — 4 хв
7. Домашнє завдання — 2 хв

Ілюстрації до уроку



Схема 1. Ланцюжок перетворень від атмосферного азоту до нітратної кислоти та добрива

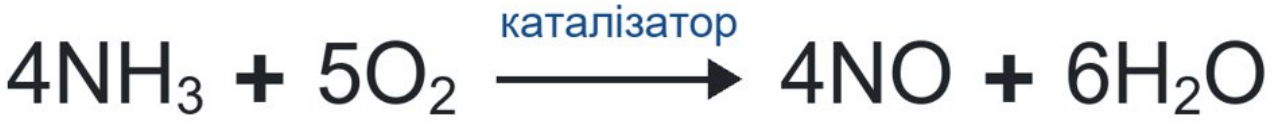


Схема 2. Ланцюжок каталітичного окиснення амоніаку до нітратної кислоти

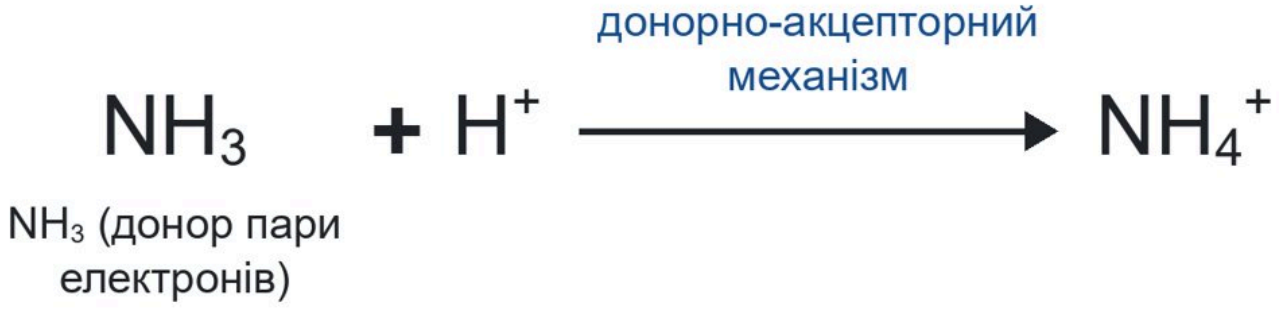


Схема 3. Будова йона амонію, утворення четвертого зв'язку за донорно-акцепторним механізмом

Хід уроку

Організаційний момент — 1 хв

Учитель: Вітає, перевіряє готовність класу, повідомляє, що сьогодні об'єднаємо три параграфи в один ланцюжок перетворень.

Учні: Готуються до роботи, записують тему уроку.

Учитель: «Сьогодні ви простежите шлях від повітря, яким ми дихаємо, до добрива на дачній ділянці. На уроці звучатиме одне проблемне питання, яке ви розв'яжете наприкінці».

Актуалізація — 5 хв

Учитель: Проводить мозковий штурм до попередньої теми про сульфатну кислоту та властивості кислот. Пропонує кожному письмово в зошиті одним рядком відповісти на 5 коротких запитань, потім фронтально озвучуємо відповіді.

Учні: Письмово одним рядком відповідають у зошитах, потім озвучують відповіді, виправляють помилки.

Запитання з очікуваними відповідями. 1) «Сульфатна кислота — сильний чи слабкий електроліт?» (Сильний електроліт, у розбавлених розчинах дисоціює повністю). 2) «Які частинки зумовлюють окисні властивості концентрованої сульфатної кислоти?» (Сульфатна кислота як окисник у концентрованому розчині; йони Гідрогену зумовлюють кислотні, а не специфічні окисні властивості). 3) «З якими металами концентрована сульфатна кислота не реагує?» (Із золотом і платиною, а холодна концентрована кислота пасивує залізо й алюміній). 4) «Що спостерігаємо при взаємодії міді з концентрованою сульфатною кислотою?» (Виділення газу з різким запахом, розчин набуває синього кольору). 5) «Складіть рівняння реакції сульфатної кислоти з натрій гідроксидом» ($H_2SO_4 + 2NaOH \rightarrow Na_2SO_4 + 2H_2O$).

Мотивація — 3 хв

Учитель: Показує готову виставку: аптечний нашатирний спирт, мийний засіб для скла, пакет чипсів, пакунок добрива з калій нітратом. Пропонує прочитати епіграф на дошці і ставить проблемне питання уроку, відповідь на яке знаходимо в кінці.

Учні: Розглядають об'єкти виставки, висловлюють припущення, записують проблемне питання в зошит.

Учитель читає епіграф: «Усе — отрута, усе — ліки; те й інше визначає доза» (Парацельс). Потім ставить проблемне питання: «Чому одна й та сама речовина, амоніак, у складі аптечного 10%-го водного розчину застосовується для долікарської допомоги, а концентрований амоніак і його великі кількості є небезпечними?» Очікувані припущення учнів: «Справа в концентрації», «Речовина може бути корисною в малих кількостях і шкідливою у великих». Учитель: «Перевіримо це припущення всім ходом уроку».

Вивчення нового — 21 хв

Учитель: Проводить три активності. 1) Організовує роботу з текстом підручника: три групи коротко працюють з § 23 (с. 118–121), § 24 (с. 122–126) і § 25 (с. 127–130), кожна виписує головне про свою речовину: будову, фізичні властивості, добування, застосування, вплив на організм. 2) У парах учні заповнюють порівняльну таблицю «Азот, амоніак, нітратна кислота» за запропонованими рядками. 3) Демонструє Схему 1 і Схему 2 з ланцюжком перетворень, під час розгляду схем синтезу амоніаку та окиснення амоніаку згадує українського хіміка Івана Ададурова, який удосконалив

технології виробництва амоніаку і нітратної кислоти (с. 129), потім запускає відео дослідів (горіння амоніаку, окиснення амоніаку з каталізатором, взаємодія міді з концентрованою нітратною кислотою) і ставить питання для спостереження. Під час розповіді показує побутові об'єкти з виставки: лакмусовий папір біля розчину амоніаку синіє, на упаковці чипсів розглядають призначення газового наповнення, добриво містить нітрат.

Учні: Працюють з текстом підручника, виписують головне, у парах заповнюють таблицю, дивляться Схему 1, Схему 2 і Схему 3, слухають історичну довідку про Івана Ададурова, дивляться відео дослідів і фіксують спостереження, беруть участь у демонстраціях.

Ключовий зміст, який учитель розкриває по ходу. Азот: елемент 2-го періоду, VA групи, максимальна валентність IV, ступені окиснення від −3 до +5; молекула N_2 має потрійний зв'язок із найбільшою енергією серед відомих зв'язків, тому азот хімічно інертний; добування амоніаку $N_2 + 3H_2 \rightleftarrows 2NH_3$ за 200 атм., 400 °C і наявності каталізатора — заліза; азот зареєстрований як добавка E941, ним наповнюють герметичні пакети з їжею, рідкий азот використовують для заморожування їжі (с. 118–120). Амоніак: безбарвний газ із різким запахом, 700 л розчиняється в 1 л води за 20 °C, водний розчин називають нашатирним спиртом; добра розчинність пояснюється водневими зв'язками; $NH_3 + H_2O \rightleftarrows NH_3{\cdot}H_2O \rightleftarrows NH_4^+ + OH^-$, амоніак — слабка основа, близько 2 % молекул перетворюються на йони; з кислотами утворює солі амонію, горить блідо-жовтим полум'ям; 10%-й водний розчин застосовують у медицині для надання долікарської допомоги, а концентрований амоніак і його великі кількості небезпечні (с. 122–125). Демонстрація: учні бачать, як вологий червоний лакмусовий папір біля аптечного розчину амоніаку синіє, і роблять висновок про основні властивості розчину. Нітратна кислота: летка безбарвна рідина, на світлі жовтіє через розкладання $4HNO_3 \rightarrow 4NO_2\uparrow + 2H_2O + O_2\uparrow$; сильний електроліт $HNO_3 \rightleftarrows H^+ + NO_3^-$; виявляє загальні властивості кислот, а з металами взаємодіє особливо, оскільки окисниками можуть бути йони Гідрогену та нітрат-іони; з міддю концентрована кислота дає бурий NO_2, розбавлена — NO; кислота отруйна, навіть розбавлена спричиняє опіки шкіри з жовтими плямами; залізо, хром і алюміній на холоді пасивуються, тому концентровану кислоту можна перевозити у сталевих цистернах; застосування: добрива, вибухові речовини, барвники, ліки (с. 127–130). Історична довідка: український хімік Іван Євграфович Ададуров (1879–1938) удосконалив технології виробництва амоніаку і нітратної кислоти (с. 129 підручника). Відео окиснення амоніаку з каталізатором, питання для спостереження: «Що відбувається з розпеченою спіраллю платини під час окиснення амоніаку?» Очікувана відповідь: спіраль розжарюється, бо реакція окиснення амоніаку відбувається з виділенням теплоти, а каталізатор прискорює її. Відео взаємодії міді з концентрованою нітратною кислотою, питання: «Який колір газу виділяється?», очікувана відповідь: бурий нітроген(IV) оксид. Учні розглядають Схему 1 і Схему 2 і записують у зошит ланцюжок $N_2 \rightarrow NH_3 \rightarrow NO \rightarrow NO_2 \rightarrow HNO_3$, а Схему 3 використовують, щоб пояснити утворення йона амонію за донорно-акцепторним механізмом.

Закріплення 9 хв

Учитель: Організовує виконання чотирьох завдань: перші два фронтально, рівняння учні записують самостійно в зошиті, потім взаємоперевірка в парах за відповідями на дошці. Слідкує за часом.

Учні: Виконують завдання з розділу нижче, перевіряють роботу партнера, виправляють помилки.

Рефлексія 4 хв

Учитель: Пропонує усно одним реченням завершити фрази «Мене здивувало...» і «Тепер я розумію, що доза...», після цього просить письмово в зошиті дати відповідь на проблемне питання уроку, використовуючи не менше трьох термінів з переліку на дошці.
Учні: Усно продовжують фрази, потім письмово відповідають на проблемне питання уроку в зошиті, двоє-троє озвучують відповіді.

Домашнє завдання 2 хв
Учитель: Коментує базове і вибіркове завдання, нагадує про правила безпеки в міні-проєкті, пояснює диференціацію.
Учні: Записують завдання у щоденники, ставлять запитання.

Завдання для закріплення

1. Серед формул N_2, NH_3, HNO_3, NH_4NO_3 назвіть речовину, у молекулі якої існує потрійний зв'язок, і речовину, що є сильною кислотою з окисними властивостями завдяки нітрат-іону.
Відповідь: Потрійний зв'язок у молекулі азоту N_2, саме тому він хімічно інертний. Сильною кислотою, окисні властивості якої зумовлені, зокрема, нітрат-іоном, є нітратна кислота HNO_3.

2. Поясніть, чому водний розчин амоніаку змінює забарвлення індикатора, хоча амоніак не є гідроксидом металу.
Відповідь: Молекули амоніаку утворюють з водою гідрат $NH_3{\cdot}H_2O$, який частково дисоціює за схемою $NH_3 + H_2O \rightarrow NH_3{\cdot}H_2O \rightleftarrows NH_4^+ + OH^-$. Через наявність гідроксид-іонів розчин виявляє основні властивості; амоніак є слабкою основою, на йони перетворюється лише близько 2 % молекул.

3. Складіть рівняння реакції амоніаку з хлоридною кислотою та назвіть продукт.
Відповідь: $NH_3 + HCl \rightarrow NH_4Cl$. Продукт — амоній хлорид, сіль амонію; реакція ілюструє основні властивості амоніаку.

4. Складіть рівняння реакції міді з концентрованою нітратною кислотою, назвіть бурий газ, що виділяється.
Відповідь: $Cu + 4HNO_3(конц.) \rightarrow Cu(NO_3)_2 + 2NO_2\uparrow + 2H_2O$. Бурий газ — нітроген(IV) оксид NO_2; окисником є нітрат-іон NO_3^-.

Диференціація

Сильним: Додаткове завдання для сильних учнів: скласти рівняння всіх стадій ланцюжка перетворень $N_2 \rightarrow NH_3 \rightarrow NO \rightarrow NO_2 \rightarrow HNO_3 \rightarrow NH_4NO_3$ (за зразком Схем 1 і 2, останню стадію виконати самостійно як нейтралізацію).

Підтримка: Опора для слабших учнів на окремій картці із зразком на іншій реакції: «Приклад: $H_2SO_4 + 2NaOH \rightarrow Na_2SO_4 + 2H_2O$. Кислота + основа дає сіль і воду. Виконайте самостійно: $HNO_3 + NaOH \rightarrow$?» та зразок «$NH_3 + H_2SO_4 \rightarrow NH_4HSO_4$. Кислота + газувата основа дає сіль амонію. Виконайте самостійно: $NH_3 + HNO_3 \rightarrow$?»

Домашнє завдання

Базове: Прочитати § 23–25, усно відповісти на контрольні запитання 327, 339, 356, письмово виконати завдання 342 (а, б) і 360.

За вибором: За вибором: міні-проєкт 353, дослідження властивостей нашатирного спирту з дотриманням правил безпеки, або комплексне завдання 367 про масу нітратної кислоти з амоніаку об'ємом 5,6 л.

Рефлексія

Усно одним реченням завершіть фрази «Мене здивувало...» і «Тепер я розумію, що доза...». Потім письмово в зошиті відповідайте на проблемне питання уроку: чому одна й та сама речовина у складі аптечного 10%-го водного розчину застосовується для долікарської допомоги, а концентрований амоніак і його великі кількості є небезпечними? Використайте не менше трьох термінів: амоніак, нашатирний спирт, слабка основа, отруйний, концентрація. Очікувана відповідь: у складі 10%-го водного розчину (нашатирного спирту) амоніак у разі правильного застосування використовується для долікарської допомоги, а концентрований амоніак або великі його кількості отруйні й небезпечні; отже, як каже Парацельс, те й інше визначає доза.

Історична довідка

Український хімік Іван Євграфович Ададуров (1879–1938) удосконалив технології виробництва амоніаку і нітратної кислоти (с. 129 підручника)

Джерела:

- Хімія (Григорович) 11 клас, с. 118
- Хімія (Григорович) 11 клас, с. 118, 119
- Хімія (Григорович) 11 клас, с. 119, 120
- Хімія (Григорович) 11 клас, с. 120, 121
- Хімія (Григорович) 11 клас, с. 121
- Хімія (Григорович) 11 клас, с. 121, 122
- Хімія (Григорович) 11 клас, с. 122, 123
- Хімія (Григорович) 11 клас, с. 123
- Хімія (Григорович) 11 клас, с. 123, 124
- Хімія (Григорович) 11 клас, с. 124, 125
- Хімія (Григорович) 11 клас, с. 125, 126
- Хімія (Григорович) 11 клас, с. 126
- Хімія (Григорович) 11 клас, с. 127
- Хімія (Григорович) 11 клас, с. 127, 128
- Хімія (Григорович) 11 клас, с. 128, 129
- Хімія (Григорович) 11 клас, с. 129, 130
- Хімія (Григорович) 11 клас, с. 130
- Хімія (Григорович) 11 клас, с. 130, 131