Урок. Гідроліз солей. Кислотність розчинів солей

урок засвоєння нових знань (комбінований, НУШ) · 45 хв

Проблемне питання уроку: Чому кухонна сіль і питна сода є солями, утвореними кислотою та основою, які нібито нейтралізували одну одну, але розчин однієї з них не змінює колір індикатора, а розчин іншої показує лужне середовище?

Мета

Знаннєві	Діяльнісні	Ціннісні
• учень/учениця називає види гідролізу (оборотний і необоротний, за катіоном, за аніоном, за катіоном й аніоном одночасно) • учень/учениця формулює визначення гідролізу солей • учень/учениця називає чотири типи солей за силою кислоти й основи, що їх утворили, і середовище розчину кожного типу	• учень/учениця складає молекулярні та скорочені йонні рівняння гідролізу солей, за потреби за першою стадією • учень/учениця порівнює силу утворених електролітів і прогнозує pH розчину солі • учень/учениця класифікує солі із переліку на ті, що гідролізують оборотно, необоротно або не гідролізують	• учень/учениця оцінює, чому не можна визначати «безпечність» побутової хімії за смаком чи кольором, і пояснює небезпеку потрапляння лужних розчинів на шкіру й в очі • учень/учениця обґрунтовує значення контролю pH ґрунтів для рослинництва

Базові поняття і терміни

гідроліз солей, середні, кислі та основні солі, гідроліз за катіоном, гідроліз за аніоном, ступінчастий гідроліз, необоротний гідроліз, pH середовища.

Форми роботи

- фронтальна
- робота в парах
- робота з текстом підручника
- демонстраційний експеримент
- віртуальний дослід

Обладнання та реактиви

- штатив із пробірками, піпетки
- універсальний індикатор (розчин або паперові смужки) з еталонною шкалою
- розчини: питна сода $NaHCO_3$, кухонна сіль NaCl, розчин амонію хлориду (шкільний реактив)
- підручник Хімія 11 клас (Григорович), § 13, с. 65–72
- презентація зі схемами 1–3
- відео фрагмент лабораторного досліду № 1 або віртуальна лабораторія

Демонстрації

- Розчини питної соди $NaHCO_3$, кухонної солі NaCl і амонію хлориду з універсальним індикатором — учні бачать різні кольори індикатора в трьох розчинах солей: зелений (нейтральне середовище) у NaCl, синьо-зелений (лужне) у соді та жовтогаряче-червоний (кислотне) в NH_4Cl
- Відео або віртуальний дослід «Визначення pH середовища водних розчинів солей за допомогою індикаторів» (лабораторний дослід № 1) — за еталонною шкалою видно, що розчини натрій етаноату й натрій карбонату дають лужне середовище, амоній хлориду й цинк хлориду кислотне, амоній етаноату й натрій хлориду нейтральне

Міжпредметні зв'язки

- Біологія — значення pH середовища для живих організмів і ґрунтів, на яких ростуть рослини
- Основи здоров'я — побутове застосування солей із різною реакцією розчину (питна сода, кухонна сіль) і безпечне поводження з ними

Місце уроку в темі

Попередній урок: Хімічна рівновага і принцип Ле Шательє (Савчин, § 11): сьогодні пояснюємо необоротність гідролізу Al_2S_3 через зміщення рівноваги

Наступний урок: § 14. Хімічні джерела електричного струму: гальванічний елемент

Безпека

- Заборонено пробувати реактиви й розчини солей на смак та підносити їх близько до обличчя
- Реактиви беремо в невеликих кількостях (1–2 мл), стежимо, щоб вони не потрапили на шкіру, в очі, на одяг
- У разі потрапляння їдкої речовини на шкіру змиваємо її великою кількістю води й протираємо ушкоджене місце розведеним розчином боратної кислоти

- Фенол, бром, металічний натрій і концентровані луги в кабінеті не використовуємо; за потреби показуємо лише відео або віртуальну демонстрацію

Структура уроку

1. Організаційний момент — 1 хв
2. Актуалізація опорних знань (мозковий штурм) — 5 хв
3. Мотивація. Проблемне питання — 3 хв
4. Вивчення нового матеріалу — 21 хв
5. Закріплення — 9 хв
6. Рефлексія — 4 хв
7. Домашнє завдання — 2 хв

Ілюстрації до уроку

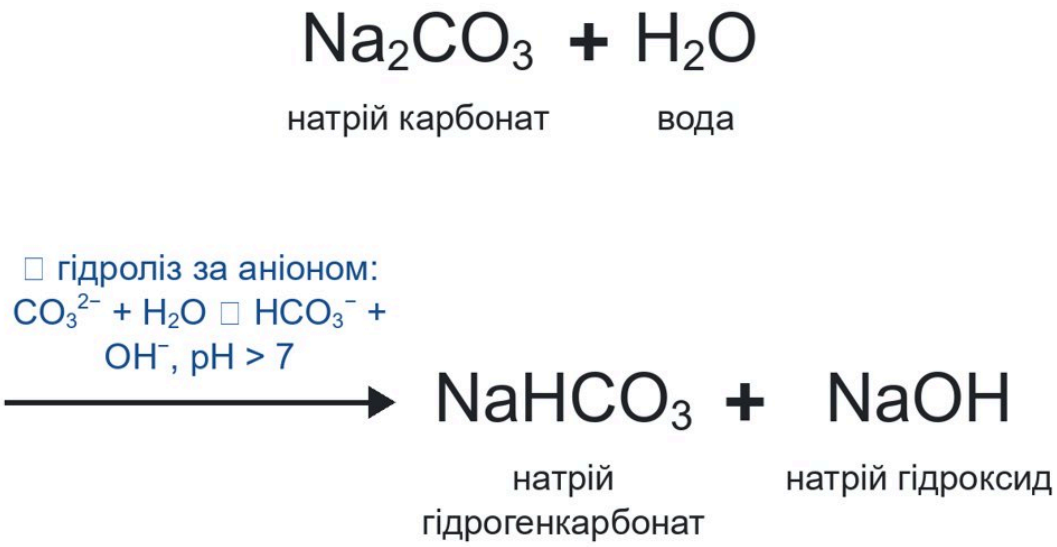


Схема 1. Гідроліз натрій карбонату за аніоном (перша стадія), середовище лужне

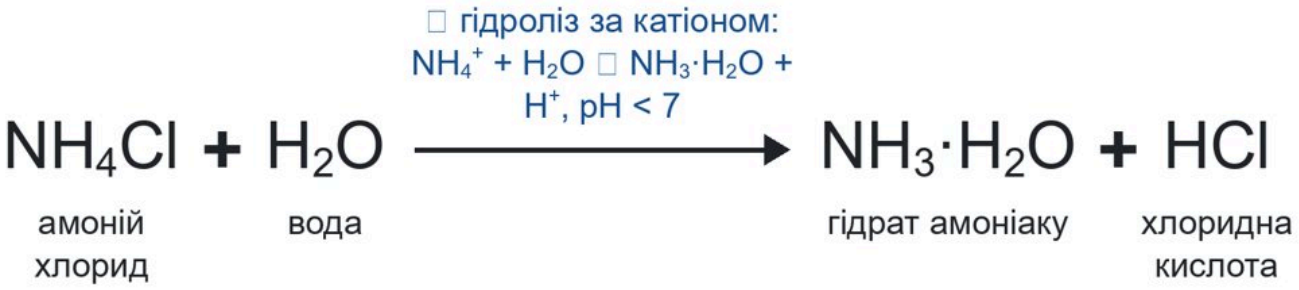


Схема 2. Гідроліз амонію хлориду за катіоном, середовище кислотне

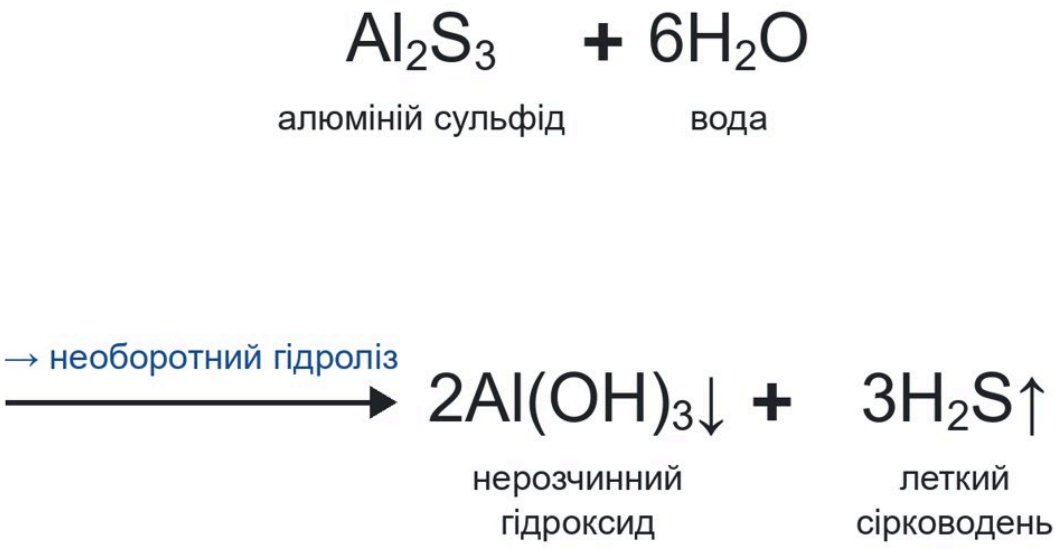


Схема 3. Необоротний гідроліз алюміній сульфіду, обидва продукти виводяться з розчину

Хід уроку

Організаційний момент 1 хв

Учитель: Вітається, перевіряє готовність класу, оголошує тему і користь уроку: сьогодні навчимося передбачати реакцію розчину солі, не пробуючи її на смак.

Учні: Готують зошити, записують дату і тему уроку.

Тема уроку: «Гідроліз солей. Кислотність розчинів солей». На дошці записана проблема, яку ми розв'яжемо до кінця уроку.

Актуалізація опорних знань (мозковий штурм) 5 хв

Учитель: Пропонує п'ять швидких запитань, кожен учень письмово відповідає одним рядком у зошиті, далі фронтальна звірка відповідей.

Учні: Пишуть відповіді одним рядком, потім озвучують і виправляють.

Запитання 1. Назвіть сильні кислоти. Відповідь: H_2SO_4, HNO_3, HCl, HBr, HI. Запитання 2. Які основи є сильними? Відповідь: гідроксиди лужних та лужноземельних елементів (NaOH, KOH, $Ca(OH)_2$, $Ba(OH)_2$). Запитання 3. Яка основа утворює розчин амоніаку і чи сильна вона? Відповідь: гідрат амоніаку $NH_3{\cdot}H_2O$, слабка основа. Примітка: у рівняннях гідролізу запис NH_4OH трапляється як шкільне умовне позначення гідрату амоніаку, науково точніша форма — $NH_3{\cdot}H_2O$ або $NH_3(aq)$. Запитання 4. Що міститься в кислотному розчині в надлишку, а що в лужному? Відповідь: у кислотному надлишок йонів H^+, у лужному надлишок OH^-. Запитання 5. Сформулюйте принцип Ле Шательє. Відповідь: якщо на систему в стані рівноваги діяти зовні, рівновага зміщується в бік, що послаблює цю дію; виведення продукту з розчину зміщує рівновагу в бік продуктів.

Мотивація. Проблемне питання 3 хв

Учитель: Показує виставку: пачка питної соди, кухонна сіль, добриво (амоній сульфат чи амоніачна селітра). Пропонує подумати, що спільного в цих речовин, і ставить проблемне питання.

Учні: Розглядають виставку, висловлюють припущення, чому розчини двох солей по-різному діють на індикатор.

Запитання вчителя. Що спільного в питної соди, кухонної солі й добрива? Очікувана відповідь: усі це солі. Проблемне питання уроку. Чому кухонна сіль і питна сода утворені кислотою та основою, які нібито нейтралізували одну одну, але розчин кухонної солі не змінює колір індикатора, а розчин соди показує лужне середовище? Учні фіксують питання в зошиті, відповідь шукатимемо весь урок.

Вивчення нового матеріалу 21 хв

Учитель: Проводить три активності. Активність 1 (близько 7 хв): робота з текстом підручника § 13, с. 65–67. Учень і учениця читають класифікацію солей і визначення гідролізу, учитель просить виписати в зошит означення гідролізу й по одному прикладу середньої, кислої та основної солі, ставить перевіральні запитання. Активність 2 (близько 7 хв): заповнення в парах таблиці чотирьох типів солей; учитель координує, потім фронтальна перевірка, супроводжує показом Схеми 1 і Схеми 2. Активність 3 (близько 7 хв): демонстрація з побутовими розчинами й індикатором, далі відео або віртуальний дослід лабораторного досліду № 1; учитель організовує спостереження за питаннями, підсумовує, показує Схему 3 і пояснює необоротний гідроліз через принцип Ле Шательє.

Учні: Активність 1: читають текст, виписують означення й приклади солей, відповідають. Активність 2: у парах заповнюють таблицю (тип солі, приклад, гідроліз за катіоном/аніоном/обома, середовище), озвучують результати. Активність 3: спостерігають за кольором індикатора в трьох пробірках, записують спостереження, дивляться відео, називають, які солі гідролізують, і записують приклад необоротного гідролізу.

Активність 1, запитання за текстом. Які солі називають середніми? Очікувана відповідь: складаються тільки з катіонів металічних елементів та аніонів повністю дисоційованих кислот, наприклад K_2CO_3 та Na_2SO_4. Чим кислі солі відрізняються від середніх? Очікувана відповідь: наявністю Гідрогену, аніон утворений від багатоосновної кислоти, наприклад $KHSO_4$; у назві префікс «гідроген». Що таке гідроліз солей? Очікувана відповідь: хімічна взаємодія йонів солі з водою, у результаті якої утворюється слабкий електроліт. Активність 2, таблиця (учні заповнюють, перевіряємо): сіль сильної основи і слабкої кислоти, приклад Na_2CO_3, гідроліз за аніоном, $CO_3^{2-} + H_2O \rightleftharpoons HCO_3^- + OH^-$, середовище лужне, pH > 7; сіль слабкої основи і сильної кислоти, приклад NH_4Cl, гідроліз за катіоном, $NH_4^+ + H_2O \rightleftharpoons NH_3{\cdot}H_2O + H^+$, середовище кислотне, pH < 7; сіль слабкої основи і слабкої кислоти, приклад CH_3COONH_4, гідроліз за катіоном й аніоном, $CH_3COONH_4 + H_2O \rightleftharpoons CH_3COOH + NH_3{\cdot}H_2O$, середовище визначає сильніший електроліт, в амоній етаноату сила електролітів майже однакова і середовище нейтральне, хоча гідроліз відбувається (близько 3 % солі); сіль сильної основи і сильної кислоти, приклад NaCl, гідролізу не піддається, середовище нейтральне, pH = 7. Додаткове пояснення вчителя: у підручнику продукти гідролізу амонійних солей записано як NH_4OH, це умовне позначення гідрату амоніаку, точніше писати $NH_3{\cdot}H_2O$; гідроліз солей багатоосновних кислот є ступінчастим, у Na_2CO_3 перша стадія $CO_3^{2-} + H_2O \rightleftharpoons HCO_3^- + OH^-$ охоплює близько 2 % солі, друга $HCO_3^- + H_2O \rightleftharpoons H_2CO_3 + OH^-$ менше 0,01 %, тому ефективніша перша стадія; для багатозарядних катіонів, наприклад у $CuCl_2$, зазвичай відбувається лише перша стадія: $Cu^{2+} + H_2O \rightleftharpoons CuOH^+ + H^+$. Активність 3, питання для спостереження. Який колір індикатора в розчині питної соди, кухонної солі, амонію хлориду? Очікувана відповідь: сода дає лужне середовище, сіль нейтральне, амоній хлорид кислотне. Які розчини солей у відео мали pH > 7, pH < 7, pH = 7? Очікувана відповідь: лужне у натрій етаноату й натрій карбонату, кислотне в амоній хлориду й цинк хлориду, нейтральне в амоній етаноату й натрій хлориду. Чому гідроліз Al_2S_3 є необоротним? Очікувана відповідь: обидва продукти, нерозчинний $Al(OH)_3$ і леткий H_2S, виводяться з розчину, і за принципом Ле Шательє рівновага зміщується в бік продуктів.

Закріплення 9 хв

Учитель: Організовує виконання чотирьох завдань: перше разом усім класом, друге в парах, третє і четверте самостійно з подальшою звіркою. Відповіді розбирає за розділом нижче.
Учні: Виконують завдання в зошитах, звіряють відповіді, виправляють помилки.

Рефлексія 4 хв
Учитель: Повертається до проблемного питання, пропонує письмово відповісти на нього одним реченням у зошиті, далі усно збирає кілька відповідей і пропонує усне завершення фраз.
Учні: Письмово відповідають на проблемне питання, зачитують відповіді, усно продовжують фрази рефлексії.

Домашнє завдання 2 хв
Учитель: Пояснює базове і завдання за вибором, звертає увагу, що вдома будуть нові солі, які на уроці не розглядали.
Учні: Записують домашнє завдання у щоденники, ставлять запитання.

Завдання для закріплення

1. Задача на упізнавання. Із переліку Na_2SO_4, K_2SO_3, KBr, $AlCl_3$, Al_2S_3 випишіть окремо солі, які піддаються оборотному гідролізу, необоротному гідролізу та не піддаються гідролізу.
Відповідь: Оборотний гідроліз: K_2SO_3 (сильна основа KOH і слабка H_2SO_3), $AlCl_3$ (слабка основа і сильна HCl). Необоротний гідроліз: Al_2S_3 (летка слабка кислота H_2S і нерозчинний гідроксид $Al(OH)_3$). Не гідролізують: Na_2SO_4 і KBr, обидва утворені сильною кислотою і сильною основою.

2. Прогнозування середовища. Визначте, яким буде середовище (кислотне, лужне, нейтральне) у розчинах K_3PO_4, $ZnCl_2$, $Ba(NO_3)_2$. Відповідь поясніть.
Відповідь: K_3PO_4 утворений сильною основою KOH і слабкою ортофосфатною кислотою, гідролізує за аніоном, середовище лужне, pH > 7. $ZnCl_2$ утворений слабкою основою $Zn(OH)_2$ і сильною HCl, гідролізує за катіоном, середовище кислотне, pH < 7. $Ba(NO_3)_2$ утворений сильною основою $Ba(OH)_2$ і сильною HNO_3, не гідролізує, середовище нейтральне, pH = 7.

3. Складіть молекулярне і скорочене йонне рівняння гідролізу натрій етаноату CH_3COONa та вкажіть колір фенолфталеїну в цьому розчині.
Відповідь: Молекулярне рівняння: $CH_3COONa + H_2O \rightleftharpoons CH_3COOH + NaOH$. Скорочене йонне: $CH_3COO^- + H_2O \rightleftharpoons CH_3COOH + OH^-$. Гідроліз за аніоном, у розчині надлишок OH^-, середовище лужне, тому фенолфталеїн набуває малинового кольору.

4. Складіть рівняння гідролізу кальцій карбіду CaC_2 та поясніть, чому цю реакцію можна віднести до необоротного гідролізу.
Відповідь: $CaC_2 + 2H_2O \rightarrow Ca(OH)_2 + C_2H_2\uparrow$. Етин можна розглядати як дуже слабку летку кислоту, а кальцій гідроксид малорозчинний; газ і малорозчинна речовина виводяться зі сфери реакції, тому зворотна взаємодія не відбувається і процес є необоротним.

Диференціація

Сильним: Сильним учням додаткове завдання: амоній силікат піддається необоротному гідролізу, але не відповідає опису солей, наведеному в параграфі (основа не є нерозчинним гідроксидом). Складіть рівняння реакції та поясніть необоротність. Орієнтовна відповідь: $(NH_4)_2SiO_3 + 2H_2O \rightarrow 2NH_3{\cdot}H_2O + H_2SiO_3\downarrow$; гідрат амоніаку нестійкий і розкладається з виділенням леткого амоніаку $NH_3\uparrow$, крім того утворюється нерозчинна кремнієва кислота $H_2SiO_3\downarrow$; обидва продукти виводяться зі сфери реакції, тому за принципом Ле Шательє рівновага зміщується в бік продуктів і гідроліз є необоротним.

Підтримка: Слабшим учням опора-картка з алгоритмом і зразком на іншій солі. Алгоритм: 1) знайди кислоту й основу, що утворили сіль; 2) визнач, чи сильний кожен електроліт; 3) сильна основа + слабка кислота: гідроліз за аніоном, лужне середовище; слабка основа + сильна кислота: за катіоном, кислотне; обидва сильні: гідролізу немає. Зразок (інша речовина): $NaF + H_2O \rightleftharpoons NaOH + HF$, скорочене йонне $F^- + H_2O \rightleftharpoons OH^- + HF$, бо NaOH сильна основа і HF слабка кислота, середовище лужне. Завдання для самостійного застосування: $K_2S + H_2O$, скласти рівняння за першою стадією і визначити середовище.

Домашнє завдання

Базове: Прочитати § 13 (с. 65–72), вивчити визначення гідролізу і таблицю чотирьох типів солей; виконати завдання 184 (розподілити солі за видом гідролізу) і 185 (скласти рівняння гідролізу за першою стадією та визначити кислотність розчинів).

За вибором: Завдання 186: за таблицею розчинності знайти принаймні три солі з необоротним гідролізом, скласти для них рівняння і пояснити причину необоротності; або завдання 188: скласти рівняння реакцій під час зливання розчинів ферум(III) хлориду з натрій силікатом, натрій карбонатом і калій сульфітом.

Рефлексія

Письмово (2 хв): одним-двома реченнями в зошиті відповісти на проблемне питання уроку. Очікувана відповідь: розчин кухонної солі нейтральний, бо NaCl утворений сильною кислотою і сильною основою і не гідролізує, а розчин соди показує лужне середовище, бо вона утворена сильною основою і слабкою кислотою і гідролізує за аніоном з утворенням надлишку OH^-. Усно (2 хв): продовжте фрази «Сьогодні я зрозумів(ла), що кислотність розчину солі залежить від…», «Найкраще я тепер вмію…», «Мене здивувало…».

Історична довідка

Назву процесу складено з грецьких слів: hydro означає «вода», lysis — «розкладання». Отже, гідроліз буквально означає «розкладання водою», і це точно відображає суть процесу, адже молекули води взаємодіють з йонами солі.

Джерела:

- Хімія (Григорович) 11 клас, с. 67
- Хімія (Григорович) 11 клас, с. 67, 68
- Хімія (Григорович) 11 клас, с. 68, 69
- Хімія (Григорович) 11 клас, с. 69, 70
- Хімія (Григорович) 11 клас, с. 70, 71
- Хімія (Григорович) 11 клас, с. 71
- Хімія (Григорович) 11 клас, с. 71, 72
- Хімія (Григорович) 11 клас, с. 72, 73
- Хімія (Григорович) 11 клас, с. 73
- Хімія (Григорович) 11 клас, с. 73, 74
- Хімія (Григорович) 11 клас, с. 74
- Хімія (Григорович) 11 клас, с. 74, 75