Урок. Сульфур. Гідроген сульфід. Сульфатна кислота

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

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

Проблемне питання уроку: Чому сірководень, який отруйний уже в мізерних кількостях, входить до складу лікувальних мінеральних вод, і що насправді визначає, коли речовина лікує, а коли отруює?

Мета

Знаннєві	Діяльнісні	Ціннісні
• учень/учениця записує формули гідроген сульфіду, сульфідної та сульфатної кислот, сульфідів, гідрогенсульфідів і сульфатів • учень/учениця називає ступені окиснення Сульфуру (-2, +4, +6) і три алотропні модифікації сірки • учень/учениця називає фізіологічну дію сірководню на нервову та серцево-судинну системи і ГДК 0,01 мг/л	• учень/учениця складає рівняння реакцій сірки з металами, сульфідної кислоти з лугами, розбавленої та концентрованої сульфатної кислоти з металами • учень/учениця порівнює сульфідну й сульфатну кислоти за силою, видами солей і окисними властивостями • учень/учениця пояснює правило розбавлення сульфатної кислоти, спираючись на тепловий ефект розчинення	• учень/учениця оцінює небезпеку сірководню та концентрованої сульфатної кислоти для життя і здоров'я • учень/учениця обґрунтовує власну позицію щодо безпечного поводження з отруйними речовинами у побуті та лабораторії, посилаючись на поняття дози

Базові поняття і терміни

алотропні модифікації, ступінь окиснення, гідроген сульфід (сірководень), сульфідна кислота, сульфіди та гідрогенсульфіди, сульфатна кислота, сульфати та гідрогенсульфати.

Форми роботи

- фронтальна бесіда
- робота в парах
- робота з текстом підручника
- віртуальний дослід (відеодемонстрація)
- письмовий мозковий штурм у зошитах

Обладнання та реактиви

- підручник Григоровича, §20–22, с. 105–117
- проєктор і відео обвуглювання цукру концентрованою сульфатною кислотою
- виставка побутових об'єктів: аптечна сірчана мазь, мінеральна вода «Нафтуся», свинцевий акумулятор (фото або макета), цукор
- розчини для демонстрації: сульфатна кислота (розбавлена), барій хлорид
- Схеми 1–3 (слайди)
- зошити, картки з завданнями закріплення

Демонстрації

- Виставка побутових об'єктів зі Сульфуром: аптечна сірчана мазь, мінеральна вода «Нафтуся», цукор — учні переконуються, що сполуки Сульфуру є в ліках і продуктах, і шукають їхні формули на етикетках
- Якісна реакція на сульфат-іони: до розбавленої сульфатної кислоти додають розчин барій хлориду — спостерігаємо білий осад $BaSO_4$, що не розчиняється в кислотах
- Відео (віртуальний дослід) обвуглювання цукру концентрованою сульфатною кислотою — спостерігаємо чорну пористу масу, що росте з посудини: кислота віднімає воду, обвуглюючи цукор

Міжпредметні зв'язки

- Біологія — Сульфур є біогенним елементом: входить до складу амінокислот цистеїну та метіоніну, дисульфідних містків білків, вітамінів біотину й тіаміну; організм містить близько 2 г Сульфуру на 1 кг маси
- Географія — Україна за розвіданими запасами сірки посідає одне з перших місць у світі (родовища Львівської та Івано-Франківської областей); сірководневі джерела Закарпаття та Прикарпаття; Чорне море на глибині 150–200 м майже без життя через сірководень
- Основи здоров'я — гранично допустима концентрація сірководню в повітрі 0,01 мг/л, дія отрути на нервову та серцево-судинну системи, правила надання допомоги при контакті з кислотою

Місце уроку в темі

Попередній урок: Попередній урок: Кисень та Оксигенові сполуки, будова атома елементів VIA групи, поняття електронного аналога (учні порівнювали Оксиген і Сульфур за положенням у періодичній системі).

Наступний урок: Наступний урок: ланцюжки перетворень сполук Сульфуру та узагальнення теми «Неорганічні речовини і їхні властивості».

Безпека

- Заборонено самостійно працювати з концентрованою сульфатною кислотою: дослід обвуглювання цукру дивимося лише у відео, бо кислота спричиняє сильні опіки й обвуглює шкіру
- Заборонено нахилятися над посудиною та нюхати речовини глибоким вдихом; газ визначають лише легким спрямуванням повітря рукою від посудини до себе
- У разі потрапляння кислоти на шкіру її обережно вбирають сухою ганчіркою, залишки змивають струменем води і промивають місце розбавленим розчином питної соди
- Сірководень у кабінеті не добувають: він дуже отруйний, роботи з ним замінено демонстраціями готових розчинів і відео
- Після демонстрацій розчини зливають лише у спеціальний посуд, не у раковину

Структура уроку

1. Організаційний момент — 1 хв
2. Актуалізація (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

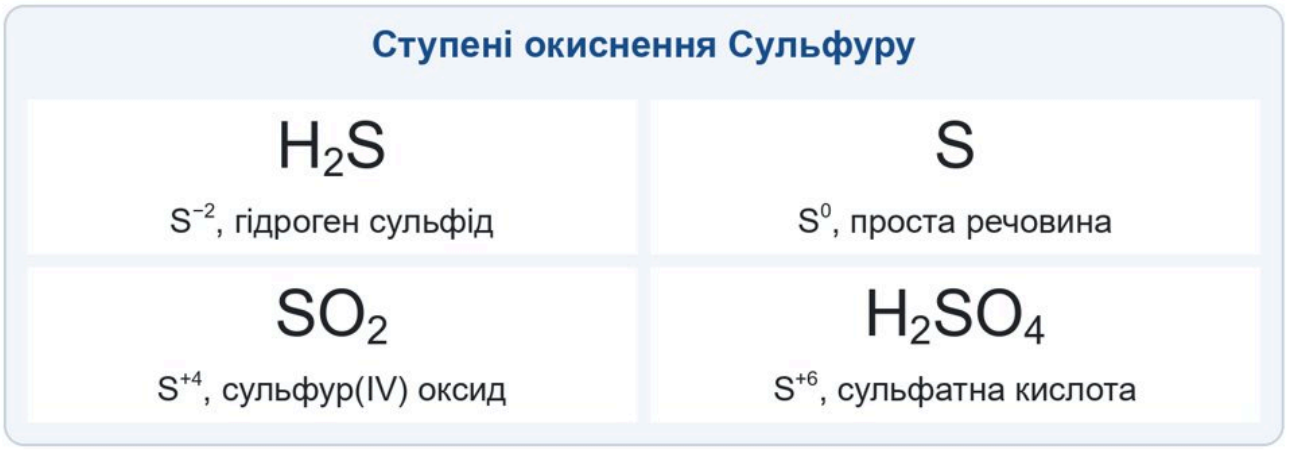


Схема 1. Ступені окиснення Сульфуру в ключових сполуках: гідроген сульфід (S^{-2}), проста речовина (S^{0}), сульфур(IV) оксид (S^{+4}), сульфатна кислота (S^{+6})





Схема 2. Реакція міді з концентрованою сульфатною кислотою: окисником виступає не Гідроген, а Сульфур у ступені окиснення +6, тому виділяється SO_2, а не H_2

Хід уроку

Організаційний момент 1 хв

Учитель: Вітає, перевіряє готовність класу, на столі біля дошки заздалегідь виставлено закриту виставку побутових об'єктів (сірчана мазь, «Нафтуся», цукор), оголошує, що сьогодні один елемент об'єднає всі ці речовини.

Учні: Готуються до роботи, звертають увагу на виставку, записують дату й тему.

Учитель: «Сьогодні ми зустрінемо один хімічний елемент одразу у вазі з маззю з аптеки, у пляшечці мінеральної води та в шматочку цукру. Спробуємо зрозуміти, як це можливо».

Актуалізація (мозковий штурм) 5 хв

Учитель: Пропонує п'ять коротких запитань до попередньої теми, кожен учень письмово відповідає в зошиті одним рядком, далі фронтально звіряють відповіді.
Учні: Пишуть відповіді одним рядком у зошиті, потім самоперевіряють за відповідями на дошці.

Запитання з очікуваними відповідями: 1) «Яке положення Сульфуру в періодичній системі?» (3 період, VIA група). 2) «Скільки електронів бракує атому Сульфуру до октету?» (два, тому він приймає $2e^-$ і набуває ступеня окиснення -2). 3) «Який ступінь окиснення Оксигену в сполуках майже завжди?» (-2). 4) «Назвіть спільне між атомами Сульфуру й Оксигену» (вони електронні аналоги, мають 6 електронів на зовнішньому рівні). 5) «Які два ступені окиснення може виявляти Сульфур без розпарювання електронних пар?» (-2 та +2).

Мотивація (проблемне питання) 3 хв

Учитель: Відкриває виставку: аптечна сірчана мазь, мінеральна вода «Нафтуся», цукор, фото свинцевого акумулятора. Пропонує прочитати етикетки і знайти спільний елемент. Зачитує епіграф Парацельса і ставить проблемне питання уроку, фіксує його на дошці.
Учні: Розглядають об'єкти, знаходять на етикетках згадку сірки і сірководню, пропонують перші гіпотези, записують проблемне питання.

Учитель: «Перед вами мазь, яку призначають при захворюваннях шкіри, і мінеральна вода з курортного Трускавця. Обидві містять сполуки Сульфуру, а сірководневі джерела України відвідують заради лікування. Але той самий сірководень, за даними підручника, дуже отруйний: він уражає нервову та серцево-судинну системи. Проблемне питання уроку: чому речовина, яку застосовують у ліках, вважають отруйною, і що насправді визначає, коли вона лікує, а коли отруює?»

Вивчення нового матеріалу 21 хв

Учитель: Проводить три активності: 1) робота з текстом підручника; 2) заповнення порівняльної таблиці в парах; 3) демонстрації та відео з питаннями для спостереження. Між активностями показує Схеми 1–3.
Учні: Читають текст, виписують головне, заповнюють таблицю в парах, спостерігають демонстрації й фіксують висновки, використовують терміни уроку.

Активність 1, робота з текстом (близько 7 хв). Учні читають §20 (с. 105–106, положення Сульфуру, ступені окиснення, алотропні модифікації та фізичні властивості сірки) і §21, перші абзаци (с. 110–111, фізичні властивості гідроген сульфіду). Продукт: у зошиті короткий запис «Валентні стани Сульфуру». Учитель показує Схему 1, учні розглядають її і переносять у зошит чотири сполуки зі ступенями окиснення від -2 до +6. Ключове з тексту: сірка утворює ромбічну, моноклінну і пластичну модифікації; гідроген сульфід є безбарвним газом, важчим за повітря, із запахом тухлих яєць, дуже отруйний, негативно діє на нервову та серцево-судинну системи. Активність 2, таблиця в парах (близько 7 хв). Пари заповнюють таблицю «Сульфідна кислота vs сульфатна кислота» за текстом с. 110–115: склад і назва (H_2S розчин, H_2SO_4), сила (дуже слабка, лише 0,2% молекул дисоціює за першою стадією, проти сильного електроліту), види солей (сульфіди й гідрогенсульфіди проти сульфатів і гідрогенсульфатів), поведінка з металами (розділ «Взаємодія з металами», с. 114–115). Учитель показує Схему 2: $Cu + 2H_2SO_4(конц.) = CuSO_4 + SO_2\uparrow + 2H_2O$, учні пояснюють, чому тут окисник не йони Гідрогену, а Сульфур S^{+6}. Додатково фіксують, що концентрована кислота пасивує залізо й алюміній за звичайної температури. Активність 3, демонстрації та відео (близько 7 хв). Спершу учні розв'язують питання добування: з тексту с. 110–111 дізнаються, що майже 98% світового гідроген сульфіду використовують для одержання сірки, а в ланцюжку $Fe \rightarrow FeS \rightarrow H_2S$ (с. 111–112) добувають сірководень дією кислоти на сульфід заліза. Далі демонстрація якісної реакції: учитель додає розчин барій хлориду до розбавленої сульфатної кислоти, учні фіксують білий осад $BaSO_4$ і записують $BaCl_2 + H_2SO_4 = BaSO_4\downarrow + 2HCl$. Потім

відео обвуглювання цукру концентрованою кислотою з питаннями: «Що ви бачите замість білого цукру?», «Яку властивість кислоти це доводить?» (віднімання води, обвуглювання цукру, паперу та деревини, с. 115). Наприкінці активності учитель показує Схему 3 з ланцюжком $H_2S \rightarrow S \rightarrow SO_2 \rightarrow H_2SO_4 \rightarrow BaSO_4$ і коротко прогнозує разом з учнями, якими реакціями його можна пройти, готуючи ґрунт для закріплення. Завершують прочитанням про біологічне значення (с. 108–109): Сульфур входить до амінокислот цистеїну та метіоніну, вітамінів біотину й тіаміну, організм містить близько 2 г Сульфуру на 1 кг маси. Продукт активності: три записи в зошиті з висновками про кожну демонстрацію.

Закріплення 9 хв

Учитель: Роздає завдання або відкриває їх на слайді, показує Схему 3, за якою учні відтворюють ланцюжок перетворень, організовує самостійну роботу, після виконання організовує взаємоперевірку за готовими відповідями.

Учні: Виконують чотири завдання зростаючої складності, спираючись на Схему 3 у завданні 3, обмінюються зошитами для взаємоперевірки, виправляють помилки.

Рефлексія 4 хв

Учитель: Повертається до проблемного питання на дошці, пропонує прийом «Верджі»: учні письмово відповідають на проблемне питання одним реченням, далі двоє-троє озвучують відповідь, клас жестами показує згоду.

Учні: Письмово формулюють відповідь на проблемне питання, зачитують її вголос, усно називають один момент уроку, який здивував.

Домашнє завдання 2 хв

Учитель: Записує на дошці базове завдання за підручником і два завдання за вибором, коротко пояснює відмінність між ними.

Учні: Записують домашнє завдання, ставлять уточнювальні запитання.

Завдання для закріплення

1. Упізнавання. Випишіть з переліку формули речовин, які вивчали сьогодні, і підпишіть назви: H_2S, HNO_3, Na_2SO_4, H_2SO_4, K_2CO_3, $NaHS$, $CaSO_4$.

Відповідь: Сполуки Сульфуру: H_2S, гідроген сульфід; H_2SO_4, сульфатна кислота; Na_2SO_4, натрій сульфат; $NaHS$, натрій гідрогенсульфід; $CaSO_4$, кальцій сульфат. HNO_3 і K_2CO_3 не підходять.

2. ГДК сірководню в повітрі 0,01 мг/л, він уражає нервову та серцево-судинну системи. Поясніть одним реченням, чому сірководневі джерела України (Синяк, Черч, Немирів) все ж мають лікувальну дію.

Відповідь: Лікувальний ефект визначає доза: у природних мінеральних водах сірководень міститься в малих, контрольованих кількостях, тому діє як ліки, тоді як небезпечна концентрація в повітрі набагато вища за допустиму.

3. Складіть рівняння реакцій для здійснення ланцюжка: $H_2S \rightarrow S \rightarrow SO_2 \rightarrow H_2SO_4 \rightarrow BaSO_4$ (Схема 3).

Відповідь: Можливий варіант: $2H_2S + O_2 = 2S + 2H_2O$ (або $H_2S + I_2 = S + 2HI$); $S + O_2 = SO_2$; далі окиснення SO_2 до SO_3 ($2SO_2 + O_2 = 2SO_3$, за нагрівання, каталізатор) і взаємодія $SO_3 + H_2O = H_2SO_4$; $H_2SO_4 + BaCl_2 = BaSO_4\downarrow + 2HCl$. Осад білий, нерозчинний у кислотах.

4. Складіть рівняння реакції міді з концентрованою сульфатною кислотою, складіть електронний баланс, укажіть окисник і відновник.
Відповідь: $Cu + 2H_2SO_4(конц.) = CuSO_4 + SO_2\uparrow + 2H_2O$. Баланс: $Cu^0 - 2e^- \rightarrow Cu^{+2}$, процес окиснення, мідь — відновник; $S^{+6} + 2e^- \rightarrow S^{+4}$, процес відновлення, сульфатна кислота — окисник. Електронів порівну, коефіцієнти 1 : 1 для міді й продукту відновлення.

Диференціація

Сильним: Додаткове завдання сильним: складіть рівняння реакції цинку з концентрованою сульфатною кислотою, у якій утворюється сірка ($3Zn + 4H_2SO_4 = 3ZnSO_4 + S\downarrow + 4H_2O$), з електронним балансом, і поясніть, чому продукти відновлення кислоти з цинком і з міддю різні (залежно від активності металу, концентрації кислоти й температури утворюються SO_2, сірка або гідроген сульфід).

Підтримка: Опора для слабших учнів, картка-зразок на ІНШІЙ реакції: «Зразок: $Zn + 2HCl = ZnCl_2 + H_2\uparrow$. Тут $H_2SO_4(розб.) + Me \rightarrow MeSO_4 + H_2\uparrow$, де Me — елемент, що в ряду активності стоїть лівіше від Гідрогену. Спробуй сам за цим зразком: $Fe + H_2SO_4(розб.) \rightarrow ?$» Правило-підказка: якщо елемент стоїть у ряду активності лівіше від Гідрогену, виділяється H_2, а кислота окиснює за рахунок йонів H^+.

Домашнє завдання

Базове: Прочитати §20–22 (с. 105–117). Виконати завдання 286 (с. 107, рівняння і баланс реакції сірки з цинком), 299 (а) (с. 110, реакція H_2S з йодом з балансом), 302 (с. 112, відносна густина гідроген сульфіду за повітрям).

За вибором: За вибором: 1) розв'язати комплексне завдання 303 про кількість молекул сірководню в 1 $м^3$ повітря за ГДК; 2) підготувати коротке повідомлення про сірководневі курорти України (Синяк, Черч, Брусниця, Немирів) і про те, чому в Чорному морі на глибині 150–200 м майже відсутнє життя.

Рефлексія

Прийом «Верджі»: учні письмово відповідають одним реченням на проблемне питання уроку «Чому сірководень, який отруйний уже в мізерних кількостях, входить до складу лікувальних мінеральних вод, і що насправді визначає, коли речовина лікує, а коли отруює?» Очікуваний підсумок: «Ліки чи отруту визначає доза, як казав Парацельс, тож сірководень у малих дозах у мінеральних водах лікує, а у великих отруює». Далі усно двоє-троє учнів зачитують відповіді, клас жестами (великий палець угору) показує згоду, наприкінці кожен одним словом називає, що його здивувало на уроці. Укладається у 4 хвилини.

Джерела:

- Хімія (Григорович) 11 клас, с. 105
- Хімія (Григорович) 11 клас, с. 105, 106
- Хімія (Григорович) 11 клас, с. 106, 107
- Хімія (Григорович) 11 клас, с. 107, 108
- Хімія (Григорович) 11 клас, с. 108
- Хімія (Григорович) 11 клас, с. 108, 109
- Хімія (Григорович) 11 клас, с. 109, 110
- Хімія (Григорович) 11 клас, с. 110
- Хімія (Григорович) 11 клас, с. 110, 111
- Хімія (Григорович) 11 клас, с. 111, 112
- Хімія (Григорович) 11 клас, с. 112
- Хімія (Григорович) 11 клас, с. 113
- Хімія (Григорович) 11 клас, с. 113, 114
- Хімія (Григорович) 11 клас, с. 114
- Хімія (Григорович) 11 клас, с. 115
- Хімія (Григорович) 11 клас, с. 115, 116
- Хімія (Григорович) 11 клас, с. 116, 117
- Хімія (Григорович) 11 клас, с. 117