

**Міністерство освіти і науки України
Тернопільський національний педагогічний університет
імені Володимира Гнатюка**

**Хіміко-біологічний факультет
Кафедра хімії та методики її навчання**

**Кваліфікаційна робота
на тему:**

**ФОРМУВАННЯ ПОНЯТТЯ ПРО
ОКИСНО-ВІДНОВНІ ПРОЦЕСИ В КУРСІ ХІМІЇ
СЕРЕДНЬОЇ ШКОЛИ**

**Спеціальність 014.06 Середня освіта (Хімія)
Освітньо-професійна програма «Середня освіта (Хімія, біологія
та здоров'я людини)», другий (магістерський) рівень**

Здобувачка другого (магістерського)
рівня вищої освіти, ОПП «Середня освіта
(Хімія, біологія та здоров'я людини)»
Карачевської Оксани Степанівни

Науковий керівник: М.М. ГЛАДЮК, канд.
пед. наук, доцент

Рецензент: О.А. БЛАЖКО,
доктор педагогічних наук, професор кафедри
хімії та методики навчання хімії Вінницького
державного педагогічного університету
імені Михайла Коцюбинського

Національна шкала _____
Кількість балів _____ Оцінка ECTS _____

Тернопіль, 2025 року

Зміст

ВСТУП	3	
РОЗДІЛ I. ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ ФОРМУВАННЯ ПОНЯТЬ ПРО ХІМІЧНУ РЕАКЦІЮ		
1.1. Знання, що утворюють систему понять про хімічну реакцію в науці.....	6	
1.2. Внутрішні і зовнішні взаємозв'язки системи понять про хімічну реакцію	14	
РОЗДІЛ II. МЕТОДИКА ФОРМУВАННЯ ПОНЯТТЯ ПРО ХІМІЧНУ РЕАКЦІЮ		
2.1. Загальна характеристика процесу формування поняття про хімічну реакцію	18	
2.1.1. Формування початкової системи понять про хімічну реакцію на основі атомно-молекулярного вчення.....	23	
2.1.2. Вивчення енергетики хімічних процесів.....	24	
2.1.3. Формування понять про кінетику хімічних реакцій і хімічну рівновагу.....	27	
2.1.4. Розвиток понять про хімічну реакцію при вивченні теми "Розрахунки за рівняннями хімічних реакцій"	30	
РОЗДІЛ III. ФОРМУВАННЯ ПОНЯТТЯ ПРО ОКИСНО- ВІДНОВНІ РЕАКЦІЇ		33
3.1. Формування поняття про окисно-відновні реакції на основі електронної теорії.....	33	
3.2. Методика організації пізнавальної діяльності учнів у процесі засвоєння поняття про окисно-відновні процеси.....	40	
3.3. Тестові завдання для здійснення учнями самоконтролю	45	
3.4. Педагогічний експеримент та його результати.....	55	
ВИСНОВКИ	62	
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	64	

Вступ

Мета навчання в сучасній школі – дати учням усвідомлені, систематичні і міцні знання [29]. Дослідженнями багатьох методистів-хіміків відкрито основну методичну закономірність усвідомленого і міцного засвоєння знань. Вона полягає в планомірному утворенні і розвитку понять в учнів у процесі навчання. Знання складається з понять про суттєві ознаки і властивості речей та явищ, процеси і зв'язки між ними, які встановлює наука. Поняття допомагають людині в її поступальному русі пізнання світу.

Формування хімічних понять – важливе навчальне завдання шкільного курсу хімії. Оскільки вони відображають хімічну картину світу, ці поняття є основою, на якій формується науковий світогляд учнів.

При вивченні хімії в учнів формуються поняття про окремі хімічні явища (горіння водню, розклад кальцій карбонату, полімеризацію етилену та ін.), виникають знання про типи і види перетворень речовин, розвивається загальне поняття про хімічну реакцію.

Загальне поняття про реакцію можна формувати на уроках хімії тільки на основі вивчення окремих хімічних явищ. В свою чергу це поняття необхідно школярам для ознайомлення з різноманітними хімічними перетвореннями неорганічних та органічних речовин, для розуміння багатьох законів і теорій хімії. Формування загального поняття про хімічну реакцію важливе також для виникнення в учнів правильного уявлення про сам предмет хімії, політехнічної підготовки учнів, створення умов для активізації пізнавальної діяльності учнів при вивченні хімії. За останні роки суттєвих змін зазнала структура шкільного курсу хімії, змістились пріоритети в підготовці школярів, не проводились системні дослідження з проблем формування поняття в учнів знань про хімічну реакцію (останні монографії датуються 80-ми роками минулого століття [31; 32]). Це й зумовило **актуальність** обраної нами теми роботи.

Об'єкт дослідження – навчально-виховний процес з хімії в загальноосвітній школі.

Предметом дослідження є дидактичні завдання для формування в учнів знань про окисно-відновні реакції та методика їх використання на уроках хімії.

Мета роботи полягає у розробці та апробації комплексу дидактичних завдань для формування в учнів знань про окисно-відновні реакції.

Відповідно до поставленої мети були сформульовані наступні завдання дослідження:

1. На основі аналізу навчально-методичної літератури з'ясувати значення та місце знань про хімічну реакцію в загальній структурі хімічних знань учнів загальноосвітньої школи.
2. На основі аналізу методичної літератури виявити основні підходи до формування знань про хімічну реакцію на різних етапах навчання.
3. Встановити умови, що забезпечують ефективне формування в учнів знань про хімічну реакцію в цілому та окисно-відновні процеси зокрема.
4. Розробити комплекс дидактичних завдань для формування в учнів знань про окисно-відновні процеси.
5. Апробувати розроблену систему завдань в умовах реального навчально-виховного процесу.

Для розв'язання поставлених завдань дослідження використовувались такі методи: теоретичний аналіз психолого-педагогічної і методичної літератури; порівняльно-співставний метод у процесі аналізу навчальних програм та підручників хімії для загальноосвітньої школи; вивчення педагогічного досвіду в плані формування в учнів поняття про хімічну реакцію; метод моделювання навчального процесу з хімії в середній загальноосвітній школі; педагогічний експеримент, якісний та кількісний аналіз його результатів.

В педагогічному експерименті взяло участь 54 учні 9-х класів СЗОШ №22 м. Тернопіль (2024-25 та 2025-26 навч. рік). Всі учні становили експериментальну групу, в якій навчальному процесі використовувались розроблений нами комплекс дидактичних завдань.

Оцінка результатів експериментального навчання проведена на основі:

а) спостереження за процесом навчання та відзивів вчителів-експериментаторів;

б) особистої участі в конструюванні пізнавальних завдань та впровадженню їх в процес навчання учнів неорганічної хімії.

б) якісного та кількісного аналізу результатів тестування учнів, проведеного після апробації розробленого комплексу пізнавальних завдань.

Практична значущість магістерської роботи полягає в тому, що розроблені завдання для забезпечення формування в учнів знань про хімічну реакцію можуть бути використані в практичній діяльності вчителів, а також для підготовки методичних посібників та розробки рекомендацій для вчителів хімії відповідно до чинної програми з хімії [36], а також підручників та посібників з хімії для учнів Тернопільської середньої загальноосвітньої школи I–III ступенів №22.

Робота викладена на 66 сторінках, містить 3 таблиці, 2 схеми, 1 рисунок, список з 42 джерел використаної літератури, додаток, анотацію.

РОЗДІЛ I. ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ ФОРМУВАННЯ ПОНЯТТЯ ПРО ХІМІЧНУ РЕАКЦІЮ

Початкові знання про хімічну реакцію з'явилися у людей дуже давно, а подальше збагачення цих знань привело до того, що на сьогодні загальне поняття про хімічну реакцію є системою понять. Знання, які як елементи входять в цю систему, називають частковими поняттями про хімічну реакцію. До них відносяться, наприклад, знання про умови хімічного перетворення, його швидкість, напрям, хімічну рівновагу.

Загальне поняття про хімічну реакцію можна розглядати як систему понять тому, що воно, по-перше, цілісний комплекс взаємозв'язаних елементів (груп часткових понять про ті чи інші сторони хімічного перетворення), по-друге, елемент іншої, більш ширшої системи, тобто всієї системи хімічних знань, а часткові поняття, що входять до нього є системами більш нижчого порядку.

Будь-яку систему утворюють дві сукупності: елементів і зв'язків (структура). Тому, щоб охарактеризувати систему понять про хімічну реакцію, необхідно, по-перше, розглянути, які елементи, тобто групи часткових понять про хімічну реакцію, її утворюють, і, по-друге, з'ясувати, які зв'язки є між цими елементами.

1.1. Знання, що утворюють систему понять про хімічну реакцію в науці

На сучасному етапі розвитку науки хімічну реакцію розглядають як одну з форм неперервного руху матерії, що здійснюється в природі і підпорядковується загальному закону збереження матерії і її руху (енергії).

При виявленні понять про хімічну реакцію потрібно не обмежуватись аналізом лише досягнутого в науці рівня знань, а простежувати ті важливі етапи, які пройшов розвиток цих понять в історії хімічної науки. Звернення

до історії науки при вирішенні питань методики вивчення хімії важливо ще й тому, що не можна дати учням одночасно ті чи інші поняття на рівні сучасних уявлень і теорій, а потрібно вести учнів до них, по можливості уникаючи переучування.

Отже, переходячи до виявлення тих часткових понять про хімічне перетворення речовин, які входять в дану систему знань, ми будемо розглядати їх окремими групами, а в кожній групі в тій послідовності, в якій вони виникали в історії науки.

Дуже важливими поняттями є ті, які дають можливість оцінити суть хімічного явища, врахувати його характерні особливості, що дозволяють відрізнити його від інших явищ, наприклад, фізичних. Адже, поняття – одна з форм відображення світу в мисленні, з допомогою якої пізнається суть явищ, процесів, узагальнюються їх важливі сторони та ознаки.

Ще до виникнення науки хімії з'явилось уявлення про те, що хімічна реакція – перетворення одних речовин в інші. Подальші пояснення в світлі теорій про будову речовини, що таке хімічна реакція, все більше поглиблюють знання про її суть. Таке поглиблення має три основних рівні: 1) в світлі атомно-молекулярної теорії хімічна реакція – зміна складу і будови молекул вихідних речовин і утворення на цій основі молекул нових речовин; 2) в світлі електронної теорії будови атома – перетворення вихідних речовин в нові (не тільки молекулярної будови) в результаті зміни хімічних зв'язків, але зі збереженням атомних ядер; 3) на основі квантово-механічних уявлень – кулонівська взаємодія ядер з делокалізованою електронною хмарою, що належить всій системі взаємодіючих атомів.

Суть хімічної реакції все більш глибоко розкривається в історії науки із з'ясуванням питання, як проходить хімічна взаємодія, тобто з вивченням механізму хімічних реакцій. Якщо в давні часи люди могли тільки констатувати перетворення одних речовин в інші, але не могли пояснити, як таке перетворення відбувається, то в подальшому робились спроби все

глибше і різнобічно вникати в процеси, що проходять при хімічних реакціях. В зв'язку з цим послідовно виникали наступні поняття про механізм хімічного перетворення: про розрив всіх зв'язків між атомами в молекулах вихідних речовин і виникнення нових зв'язків після перегрупування атомів; про появу при реакції проміжних сполук; про виникнення ланцюгів із елементарних хімічних перетворень; про утворення при хімічній реакції перехідного стану (активного комплексу). Поняття перехідного стану відноситься вже до рівня розгляду хімічних явищ на основі квантової хімії. Активний комплекс не можна вважати просто проміжною сполукою так як він "залишається все ж перехідним станом, тобто мостом між двома хімічними речовинами" [35].

Важливе місце в системі знань про хімічну реакцію займають поняття про умови реакції, що включаються в групу понять про початковий стан тих речовин, які будуть брати участь в хімічному перетворенні. В хімії з давніх давен виникло уявлення про необхідність для взаємодії речовин значних енергетичних впливів. Далі вчені звернули увагу на використання розчинення речовин для їх реакції при низьких температурах. При вивченні хімічних реакцій, що проходять між двома і більше речовинами виникло поняття про необхідність для хімічної взаємодії безпосереднього зіткнення цих речовин, що створює умови для зіткнення реагуючих молекул.

Наступна виділена нами група понять про хімічну реакцію – поняття про її швидкість. При розвитку в науці знань про швидкість хімічної реакції виникали поняття про протікання хімічних реакцій в часі; про вплив на швидкість хімічної реакції різних фізичних умов і присутність каталізатора; про їх залежність від природи реагуючих речовин (їх складу), від кількості молекул, що взаємодіють між собою в елементарному хімічному акті, від механізму хімічної реакції, від форми частин речовин, які беруть участь в найповільнішій стадії хімічного перетворення.

В групі понять, серед яких ми знаходимо поняття про хімічну рівновагу, знання розвивались в науці в такій послідовності: на місці початкових уявлень про повне перетворення вихідних речовин в продукти реакції виникло поняття про такі реакції, які не йдуть до кінця, з'явилися знання про оборотність реакцій, про виникнення стану хімічної рівноваги, про вплив умов, при яких проходить взаємодія речовин, на зміщення хімічної рівноваги, про те, що каталізатор, не змінюючи хімічної рівноваги, сприяє швидшому її досягненні.

До наступної групи понять відносять такі, які характеризують напрям хімічної реакції. Разом з появою знань про оборотність хімічних реакцій виникло поняття про можливість одночасного протікання реакцій в двох протилежних напрямках, а при вивченні різноманітних хімічних перетворень – про те, що з одних і тих же вихідних речовин в ряді випадків отримують то одні, то інші продукти (речовини можуть реагувати в двох чи декількох розгалужених напрямках). Виникло поняття про те, що всі процеси в природі йдуть в напрямі досягнення мінімуму енергії, тобто самовільно можуть проходити тільки екзотермічні реакції. Самий важливий висновок про напрямленість хімічних перетворень зроблений на основі термодинамічних уявлень: хімічна реакція протікає самостійно в сторону зменшення термодинамічного потенціалу (ізобарного при постійному тиску або ізохорного при постійному об'ємі).

Крім вище названих, в систему понять про хімічну реакцію входить ще група тих знань, що необхідні для оцінки результатів хімічної реакції. Це знання про кінцевий стан реагуючої суміші. Сюди відносяться поняття про виникнення під час хімічної реакції нових речовин (продуктів реакції); про зникнення взятих речовин; про сумісну присутність в реагуючій суміші і вихідних речовин, і продуктів реакції (якщо хімічне перетворення оборотне). Сюди ж необхідно віднести поняття про енергетичні результати хімічної реакції; про можливість отримання при хімічному перетворенні теплової,

світлової, електричної і механічної енергії за рахунок зменшення запасу внутрішньої енергії у речовин; про можливість накопичення цього запасу внутрішньої енергії за рахунок хімічного перетворення; про тепловий ефект хімічної реакції.

В результаті аналізу знань, накопичених при розвитку хімічної науки, М.М. Савчин виділяє наступні групи понять про хімічну реакцію: її суть, механізм хімічного перетворення, початковий стан реагуючої суміші, швидкість хімічної реакції, її напрямленість, хімічна рівновага, кінцевий стан реагуючої суміші [37].

За Н.М. Буринською, в курсі хімії середньої школи чітко виділяють шість компонентів поняття “хімічна реакція”. Вони формуються поступово і розглядаються в єдності: 1) ознаки, суть і механізми реакцій; 2) закономірності виникнення і перебігу; 3) кількісні характеристики; 4) класифікація; 5) практичне використання; 6) методи дослідження [7].

За О.Г. Ярошенко, суттєвими ознаками і сторонами загального поняття про хімічну реакцію є наступні блоки знань: 1) ознаки та умови протікання реакцій; 2) енергетика; 3) кінетика; 4) хімічна рівновага; 5) закономірності протікання хімічних реакцій [42].

Поняття про хімічну реакцію складне і багатогранне. Це, як і поняття про речовину, цілі система понять, що має власну структуру. На основі аналізу сучасного курсу хімії середньої школи чітко розрізняються шість компонентів поняття "хімічна реакція", які розглядаються в єдності і формуються поступово:

- 1) ознаки, сутність і механізм реакцій;
- 2) закономірності виникнення і перебігу;
- 3) кількісні характеристики;
- 4) класифікація;
- 5) практичне застосування;
- 6) методи дослідження (схема 1.1.)

Схема 1.1.

Структура понять про хімічну реакцію.



Поєднання цих шести блоків не лише визначає систему знань, але й дає змогу розрити філософську сутність поняття "хімічна реакція", дозволяє виявити діалектичну єдність всіх його сторін. Хімічна реакція повинна характеризуватись з позицій всіх шести блоків змісту поняття. Кожний з них має власну структуру, як, наприклад, структура змісту понять про класифікацію хімічних реакцій, наведену в таблиці 1.1.

Таблиця 1.1.

Класифікація хімічних реакцій

Принципи класифікації	Характеристика реакцій	Приклади реакцій
1	2	3
Вихідний стан реагуючої системи	Гомогенні Гетерогенні	Взаємодія азоту з киснем Взаємодія оксиду кальцію з оксидом карбону (IV)
Наявність окисно-відновного процесу	Окисно-відновні Реакції, що проходять без зміни ступенів окиснення елементів	Взаємодія цинку з хлоридною кислотою Розкладання карбонату кальцію з утворенням оксиду кальцію і оксиду карбону (IV)
Участь каталізатора	Каталітичні Некаталітичні	Взаємодія азоту з воднем Взаємодія оксиду сульфуру(IV) з водою
Оборотність реакції	Оборотні Необоротні	Взаємодія оксиду сульфуру(IV) з водою Розкладання дихромату амонію
Енергетичний ефект реакції	Екзотермічні Ендотермічні	Горіння магнію Розкладання оксиду меркурію(II)
Співвідношення числа вихідних і добутих речовин	Сполучення Розкладання Заміщення Обміну	Взаємодія оксиду кальцію з водою Розкладання води під дією струму Взаємодія заліза з хлоридом купруму(II) Взаємодія хлориду барію і сульфату натрію
Реакції, що проходять без зміни якісного складу простих і складних речовин	Алотропні перетворення Ізомеризація	Перетворення кисню в озон Утворення ізобутану з бутану

Такими повинні бути знання учнів про класифікацію хімічних реакцій, після вивчення шкільного курсу хімії.

Система понять про суть, механізми і ознаки хімічної реакції може бути представлена двома сторонами: поняттями про зовнішні ознаки і внутрішню сутність реакцій. Між ними існує причинно-наслідковий зв'язок.

Поняття про внутрішню сутність реакцій розвивається поступово, ускладнюючись при переході від теорії до теорії. У атомно-молекулярному вченні суть хімічної реакції пояснюється як перегруповування атомів. При вивченні електронної будови речовин хімічні реакції розглядаються як процес розриву одних зв'язків і утворення інших, на рівні теорії електролітичної дисоціації — як взаємодія іонів, а при вивченні теорії будови органічних речовин аналізується механізм протікання хімічної реакції.

Закономірності виникнення і протікання хімічних реакцій в шкільному курсі хімії виражені окремими взаємозв'язаними поняттями: про енергетику, швидкість хімічної реакції, каталіз і хімічну рівновагу. У розділах про енергетику хімічних реакцій дані поняття про екзо- і ендотермічні реакції, тепловий ефект хімічних реакцій, а також про енергію активації. Швидкість хімічної реакції розглядається як зміна концентрації речовин за одиницю часу. Формула закону дії мас дається без урахування стехіометричних коефіцієнтів як показників степеня; розглядається тільки приклад, коли кожен коефіцієнт дорівнює 1. Хімічна рівновага вивчається як рівність швидкостей прямої і зворотної реакцій, вказуються способи зміщення рівноваги (якісний аспект).

Кількісна сторона хімічних реакцій відображена в розрахунках кількісних відношень речовин в хімічних реакціях і простих термохімічних розрахунках на основі:

- 1) закону збереження маси речовини при хімічних реакціях;
- 2) молярних співвідношень реагуючих речовин при хімічних реакціях (масові відношення, об'ємні відношення);

3) термохімічних розрахунків.

Розвиток цих понять виражається в поступовому ускладненні розрахунків, наприклад, розрахунків практичного виходу продукту: якщо одна з вихідних речовин дана в надлишку; якщо одна з речовин містить домішки; якщо вихідні речовини дані у вигляді певної масової частки в розчині і т.д.

При вивченні методів дослідження хімічних процесів учні знайомляться з хімічним посудом, реактивами, матеріалами і обладнанням хімічної лабораторії, освоюють прийоми роботи з хімічним обладнанням, оволодівають методами складання хімічних рівнянь і іншими способами моделювання хімічних процесів, осягаючи загальнонауковий підхід до вивчення хімічних реакцій.

1.2. Внутрішні і зовнішні взаємозв'язки системи понять про хімічну реакцію

Не маючи необхідності в даній роботі розглядати взаємозв'язки в системі понять про хімічну реакцію дуже широко, ми обмежились виявленням лише найважливіших з них.

Всебічний розгляд хімічної реакції з позицій аналізу зазначених груп понять дає можливість розкрити філософську суть поняття “хімічна реакція”, виявити діалектичну єдність всіх його сторін, виходячи з того, що кожне поняття пов'язане певним чином з усіма іншими.

Досить вдало схематично зобразила систему понять про хімічну реакцію Т.З. Савич [25]. На цій схемі названі вище групи понять зображені у вигляді кола та еліпсів. Причому найбільш важливі взаємозв'язки, що існують між групами понять, передаються через таке розміщення фігур, при якому вони перекриваються (Рис. 1).

Поняття про суть хімічної реакції являє собою ніби серцевину системи, що розглядається (коло А). Зображуючи реакції хімічними рівняннями

(молекулярними, йонними або електронними), ми оцінюємо початковий і кінцевий стан речовин, що перетворюються, а також кількісні відношення між цими речовинами. Глибокий аналіз змін, що відбуваються при хімічній реакції, приводить до виявлення механізму реакції (коло В). Оскільки розкриття механізму хімічної реакції пов'язане з глибоким аналізом суті хімічної реакції, коло В вписане в коло А.

Не слід ототожнювати поняття про суть хімічної реакції та її механізм. Учитель підкреслює, що при виявленні суті хімічної реакції встановлюються взаємозв'язки між вихідними речовинами і продуктами реакції. Ту чи іншу

Рис.1. Система понять про хімічну реакцію реакцію зображають хімічним рівнянням. Але таке рівняння не дає змогу виявити механізм реакції, відповісти на запитання, як одні речовини перетворюються в інші, з яких стадій складається цей процес. Останні групи понять зображені на цій схемі еліпсами: С – початковий стан реагуючої суміші; D – швидкість хімічної реакції; E – хімічна рівновага; F – напрямленість; K – кінцевий стан реагуючої суміші. Розміщення еліпсів передає взаємозв'язок цих понять одне з одним безпосередньо або через поняття “суть і механізм хімічних реакцій”. Між групами понять розглядаються і суттєві зв'язки, які відображені в законах хімічної взаємодії. На схемі вони зображені фігурою L, що охоплює кола А, В та еліпси С, D, E, F, K. Це стосується насамперед закону збереження хімічного елемента при хімічних реакціях, що дає можливість відрізнити хімічні реакції від ядерних; закону збереження маси і збереження енергії при хімічних перетвореннях як випадку прояву загального закону збереження матерії та її енергії; закону діючих мас, який пов'язує не лише поняття про швидкість хімічної реакції, а й поняття про умови хімічної рівноваги; правила Вант-Гоффа. На схемі є й заштрихована частина кола. Це умовне зображення того, що хімічне перетворення не лише речовинно-корпускулярне, але й енергетичне явище.

Поняття про хімічну реакцію як систему розгорнутих часткових понять, входить як нерозчленований елемент в загальну систему хімічних знань, зв'язуючись в ній (як показано на схемі 2) із загальними поняттями про речовину, про хімічний елемент, про типи, види хімічних реакцій та про окремі хімічні перетворення.

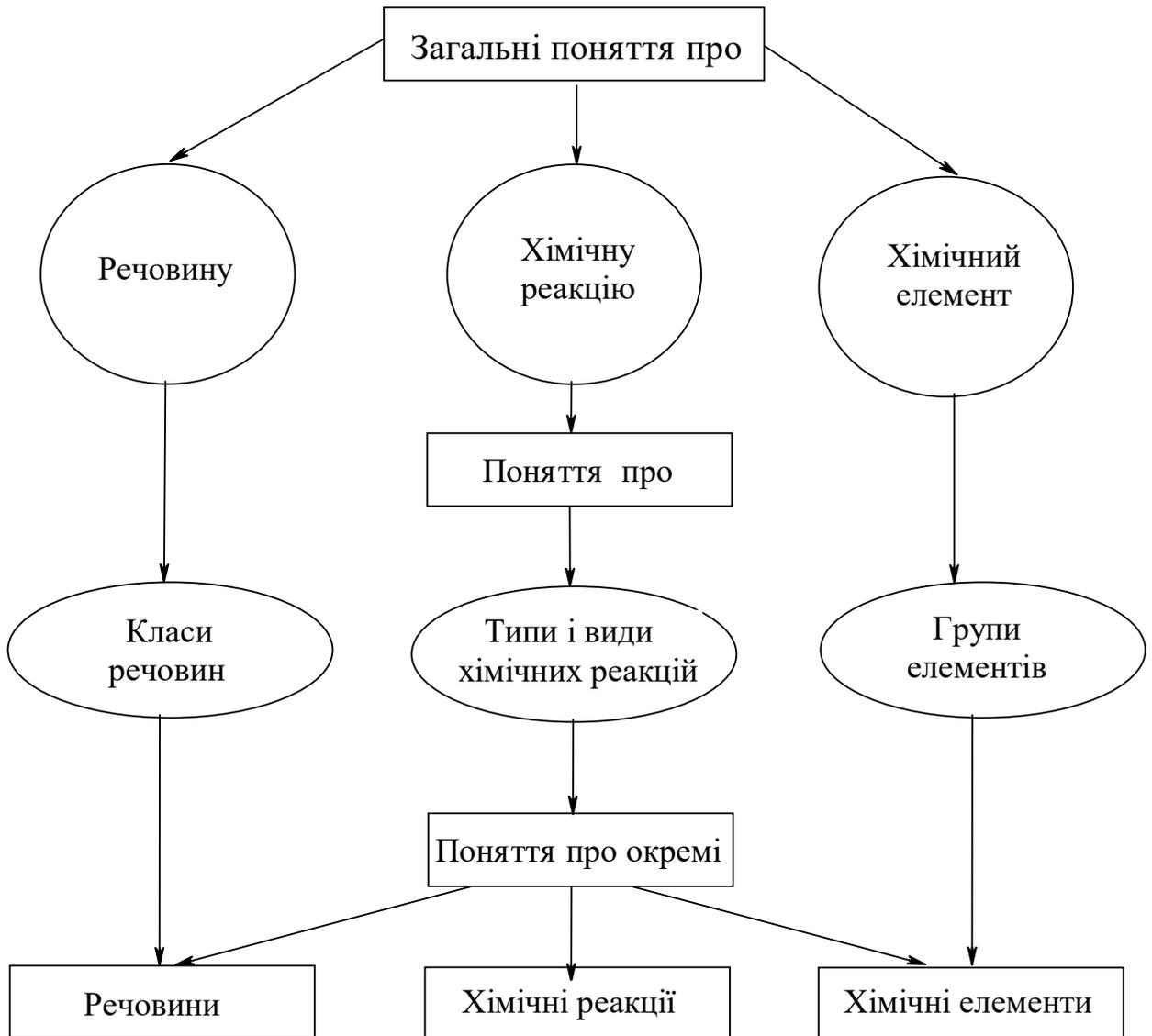


Схема 2. Місце загального поняття про хімічну реакцію в системі хімічних знань

Титаренко Н.В. [28] відмічає, що не тільки загальне поняття про хімічну реакцію, що в нього входить, тісно пов'язані з іншими поняттями всієї системи хімічних знань, особливо про речовину та її будову. Тому суть і механізм хімічної реакції в історії науки розкривались при поясненні якісних

змін речовин спочатку в світлі атомно-молекулярного вчення, а потім теорії електронної будови атомів.

Без використання понять про речовину та її будову не можна розглядати групу понять про початковий стан реагуючої суміші. Адже це – суміш речовин, яка складається з частинок, що мають той чи інший склад, ту чи іншу будову. Важливі умови виникнення і протікання реакції, особливо орієнтація частин, що беруть участь у хімічній взаємодії, можуть бути усвідомлені на основі достатньо глибоких уявлень про будову речовин.

Поняття про швидкість хімічної реакції та про умови, що впливають на неї, також пов'язані з поняттями про будову речовини. Тільки при їх використанні можна пояснити протікання хімічної реакції з певною швидкістю і вплив на цю швидкість концентрації реагуючих речовин, температури та інших умов. В методиці хімії дану проблему розробляв А.І. Шаповалов.

Продовжуючи детальний аналіз, можна знайти зв'язки і між іншими групами часткових понять про хімічне перетворення речовин (про напрямленість хімічного перетворення, хімічну рівновагу, кінцевий стан реагуючої суміші).

Таким чином, необхідно зробити висновок, що поняття про хімічну реакцію мають різноманітні і багаточисельні зв'язки не тільки між собою, але й з іншими поняттями всіх систем хімічних знань.

РОЗДІЛ II. МЕТОДИКА ФОРМУВАННЯ ПОНЯТЬ ПРО ХІМІЧНУ РЕАКЦІЮ

2.1. Загальна характеристика процесу формування поняття про хімічну реакцію

Формування системи понять про хімічну реакцію йде в тісному взаємозв'язку з вивченням речовин і носить наскрізний динамічний характер, що відображає її діалектичний розвиток по спіралі. Аналіз навчальної програми [36] та методичної літератури [8; 13; 18; 37] засвідчує, що цей процес здійснюється в декілька етапів :

1. Формування початкової системи понять про хімічну реакцію на основі атомно-молекулярного вчення (7-8 класи).
 2. Вивчення енергетики хімічних процесів (8 клас).
 3. Формування понять про кінетику хімічних реакцій і хімічну рівновагу (частково у 8 класі, без виведення кінетичного рівняння).
 4. Розвиток поняття про хімічну реакцію при вивченні теми "Розрахунки за хімічними рівняннями" (у всіх класах упродовж всього терміну вивчення курсу хімії)
 5. Формування поняття про окисно-відновні реакції на основі електронної теорії (9-10 класи).
 6. Вивчення особливостей протікання реакцій обміну між електролітами у водних розчинах (9 клас).
 7. Хімічні реакції за участю органічних сполук (10-11 класи).
 - 8 Узагальнення знань про хімічну реакцію (11 клас).
- З огляду на широту проблеми та можливості організації педагогічного експерименту в своїй роботі ми детально зупинились лише на етапах, які охоплюють основну школу.

Послідовність формування поняття "хімічна реакція"

Поняття "хімічна реакція" формується на декількох рівнях [7; 15; 32; 37; 38].

Рівень 1. Поняття про хімічну реакцію починає формуватися з найперших уроків. Спочатку дають поняття про хімічне явище, оскільки термін "явище" більш знайомий учням, а потім повідомляють, що хімічне явище — це і є хімічна реакція. На цьому етапі опора робиться на знання, одержані в процесі вивчення фізики. На рівні атомно-молекулярного роз'яснюють, як можна за зовнішніми ознаками виявити хімічну реакцію (утворення осаду, зміна забарвлення, виділення газу, виділення або поглинання теплоти і т. д.).

З умов протікання хімічної реакції дається загальне поняття про енергію активації, про роль нагрівання (на прикладі реакції горіння), подрібнення і перемішування (збільшення поверхні реагуючих речовин), поняття про екзо- і ендотермічні реакції.

Класифікація хімічних реакції дається на рівні порівняння числа вихідних і одержаних речовин. При цьому учні використовують такі розумові прийоми: порівняння, аналіз, синтез, узагальнення. Все ці відомості про хімічну реакцію включені в тему "Початкові хімічні поняття". Далі всі сторони системи понять про хімічну реакцію повинні розширюватися і доповнюватися новими даними, тобто після етапу узагальнення знову розпочинається етап накопичення.

Закономірності протікання реакцій розбираються при вивченні умов виникнення і припинення горіння. Новими тут є поняття про каталізатор і перші, найпростіші, уявлення про швидкість хімічної реакції, про окиснення як сполучення з киснем. На цьому рівні дається поняття про реакцію обміну на прикладі взаємодії кислот з оксидами, про реакцію нейтралізації кислоти основою, про відновлення як різновид реакції заміщення і як про процес від'єднання Оксигену від речовини.

Рівень 2. Поняття про хімічну реакцію набуває подальшого розвитку. Зокрема, починають формуватися енергетичні уявлення про хімічні процеси. Розглядається поняття про екзотермічні і ендотермічні реакції, вводиться якісно нове поняття про тепловий ефект хімічних реакцій, термохімічні рівняння. Розкривається на хімічному матеріалі найважливіший закон природи — закон збереження і перетворення енергії. Так з'являється можливість знову показати, що всі хімічні процеси мають дві сторони — якісну і кількісну.

При вивченні енергетики хімічної реакції вчитель обов'язково повинен встановити міжпредметний зв'язок з фізикою на основі закону збереження і перетворення енергії. Це створить умови для формування науково-матеріалістичного світогляду, ствердження ідеї про матеріальну єдність світу і дасть змогу згадати про нову форму енергії — енергії, що виділяється при хімічних реакціях. Кількісні відношення речовин трактуються як молярні відношення реагуючих речовин і продуктів реакції. За допомогою відповідного перерахунку ці відношення можна виразити як масові або об'ємні відношення (якщо йдеться про газу).

Рівень 3. Поняття про хімічну реакцію зазнає якісних змін в темі "Хімічний зв'язок. Будова речовини". Хімічна реакція починає трактуватися як руйнування одних зв'язків і утворення нових. Розглядається це на прикладі окисно-відновних реакцій. Механізм реакції окиснення і відновлення пояснюють з погляду переходу електронів, підіймаючись на вищий теоретичний рівень.

На основі нового поняття "ступінь окиснення" аналізують відомі таким, що вчиться реакції різних типів, доводячи, що серед реакцій будь-якого типу можна знайти окисно-відновні. Отже, ступінь окиснення елемента — це, як правило, ще один критерій класифікації хімічних реакцій. Тут з'являється можливість продемонструвати учням діалектичний характер

окисно-відновних процесів (єдність і боротьба протилежностей), поняття про якісну реакцію на прикладі хлоридної кислоти і хлоридів.

У темі "Підгрупа Оксигену" вводиться новий тип реакцій — алотропні перетворення на прикладі оксигену та озону, сірки.

Рівень 4. У деяких підручниках збережена тема "Закономірності хімічних реакцій", але якщо її немає, то відомості про ці закономірності розподілені по інших темах."

У темі дається поняття про швидкість хімічної реакції і про чинники, що впливають на швидкість (природа реагуючих речовин, їх концентрація, поверхня зіткнення, температура, наявність каталізатора), розглядається питання про каталіз і каталізатор, повідомляється про енергію активації. У цій же темі розглядається поняття про оборотні реакції і хімічну рівновагу. Це питання дуже важливе для формування світогляду учнів, для ілюстрації закону діалектики про єдність і боротьбу протилежностей. Необхідно підкреслити динамічний характер хімічної рівноваги, чинники, що спричинюють зсув хімічної рівноваги. Оборотність реакцій є ще одним принципом класифікації хімічних реакцій, поняття про динамічну рівновагу доповнює картину про механізм хімічної реакції.

Таким чином, в цій темі розвивається і узагальнюється поняття про хімічну реакцію.

Рівень 5. Тема "Теорія електролітичної дисоціації", крім світоглядного значення (ілюстрація єдності протилежних процесів — дисоціації і моляризації), вносить багато нового в пояснення механізму реакції. На базі поняття про оборотність реакцій можна пояснити суть процесу дисоціації, а також гідролізу солей. Гідроліз розглядається тільки в йонній формі, щоб не вводити поняття про гідроксосолі. Гідроліз — дуже важливе теоретичне поняття, яке розвивається в наступних темах і в органічній хімії. Його слід вивчати з використанням поняття про хімічну рівновагу.

Далі вивчення хімічних реакцій відбувається дедуктивно. Знання, сформовані на базі перерахованих теорій, застосовуються для пояснення фактів і явищ і прогнозування протікання процесів.

Рівень 6. Подальший розвиток поняття "хімічна реакція" здійснюється в курсі органічної хімії. Поняття про класифікацію хімічних реакцій доповнюється і розширюється. В курсі органічної хімії вводиться новий тип реакції — ізомеризація. Початкова класифікація реакцій на типи набуває якісно нового, глибшого змісту. Наприклад, реакція заміщення — галогенування алканів призводить не до утворення нової простої і нової складної речовини, а до утворення двох складних речовин. Реакція сполучення включає цілу систему понять органічного синтезу: гідрування, гідратацію, полімеризацію, фотосинтез та ін. Реакція розкладання об'єднує таку систему понять, як крекінг, риформінг, гідроліз (омилення) і т.д.

У органічній хімії вноситься якісно новий матеріал і в поняття про механізми реакцій [63, 28]. Вперше дається уявлення про вільнорадикальний механізм реакцій заміщення і полімеризації та іонний механізм реакцій приєднання. Вільнорадикальний механізм розглядають на прикладі реакцій заміщення (галогенування алканів), приєднання (полімеризація), відщеплення (крекінг вуглеводнів). У неорганічній хімії цей механізм не розглядають (ланцюгові реакції виключені з програми). Розширюється поняття про йонний механізм хімічної реакції: наводяться приклади приєднання неорганічних речовин до алкенів (симетричних і несиметричних), реакцій заміщення при гідролізі галогеналкілів.

Система понять про закономірності хімічних реакцій в органічній хімії наповнюється своїм особливим змістом. Наприклад, при розвитку поняття "швидкість хімічних реакцій", крім впливу вивчених раніше чинників, наголошується ще вплив енергії зв'язку, а також електронної і просторової будови на швидкість реакції. При вивченні каталізу в органічній хімії учнів повідомляють про теорію проміжних сполучень, про дію ферментів і т.д.

Рівень 7. У темі "Узагальнення знань з неорганічної та органічної хімії" завершується узагальнення поняття "хімічна реакція". В кінці навчання учень повинен зуміти охарактеризувати запропоновану йому як приклад хімічну реакцію у світлі компонентів змісту.

2.1.1. Формування системи понять про хімічну реакцію на основі атомно-молекулярного вчення

На початковому етапі вивчення хімічних реакцій важливо нагромадити фактологічний матеріал про зовнішні ознаки, умови виникнення і протікання реакцій, забезпечити створення наочних образів при вивченні реакцій на основі хімічного експерименту і спостережень, щоб потім, за допомогою атомно-молекулярного вчення і стехіометричних законів, пояснити їх суть, поєднати зовнішні ознаки з внутрішньою сутністю реакцій.

При спостереженні дослідів (обвуглення цукру, спалювання стрічки магнію) учнів підводять до висновку: фізичні явища обумовлюють зміни властивостей тіл (їх форми, агрегатного стану та ін.), хімічні явища – це перетворення одних речовин в інші з новими властивостями. Отже, фізичні явища проходять з тілами, хімічні – з речовинами.

Далі переходять до виявлення ознак, за якими можна встановити, що хімічна реакція відбулась. І переконуються, що цими ознаками є: зміна забарвлення, випадання осаду, виділення газу, поява запаху, виділення або поглинання теплоти, випромінювання світла.

Розглядаючи умови виникнення і перебігу хімічних реакцій експериментально підтверджують, що ними є: зіткнення молекул реагуючих речовин, подрібнення, механічне розчинення, перемішування, нагрівання, освітлення, електричний струм.

Атомно-молекулярне вчення використовується для пояснення суті хімічних реакцій, для вивчення деяких стехіометричних і термодинамічних

закономірностей їх протікання. Учитель вводить поняття про атоми і молекули використовуючи кулестержневі моделі і закріплює їх наступними завданнями.

Завдання для закріплення знань :

Завдання 1. Які з наведених явищ відносяться до фізичних, а які – до хімічних: 1) розжарення спіралі електроплитки; 2) іржавіння заліза; 3) гниття білка; 4) утворення води з льоду; 5) розтирання кристалів цукру в цукрову пудру; 6) скисання молока; 7) випаровування бензину; 8) спалювання бензину в двигуні.

Завдання 2. Під час горіння спиртівки спирт спочатку перетворюється в пару, яка потім горить. Поясніть, яке з цих явищ фізичне, а яке – хімічне ?

Завдання 3. Накип, який з'являється в чайнику після тривалого кип'ятіння води можна зчистити ножом. Але таким чином можна пошкодити чайник. Тому краще застосовувати оцтову чи соляну кислоту. Який із вказаних способів зняття накипу ґрунтується на використанні хімічного явища ? Поясніть чому ?

Завдання 4. Вказати ознаки таких реакцій : а) горіння дров; б) іржавіння заліза; в) протухання яєць.

Завдання 5. Навести три приклади відомих вам хімічних реакцій і вказати ознаки кожної з них.

Завдання 6. Обґрунтувати, чому подрібнення і перемішування речовин є умовою перебігу багатьох хімічних реакцій.

Впишіть слова "молекула" та "атом" у відповідному числі і відмінку в пропуски у наступних реченнях :

Завдання 7. При розкладі води молекули газоподібного кисню утворюються з тих _____ Оксигену, які входять до складу _____ води.

Завдання 8. Коли дві речовини реагують одна з одною, то до _____ утвореної речовини переходять ті _____, які знаходились до реакції в _____ вихідних речовин.

Розглянемо приклад конкретного уроку і покажемо деякі методичні прийоми і засоби узагальнення понять та встановлення між ними зв'язків і відношень (див. додатки).

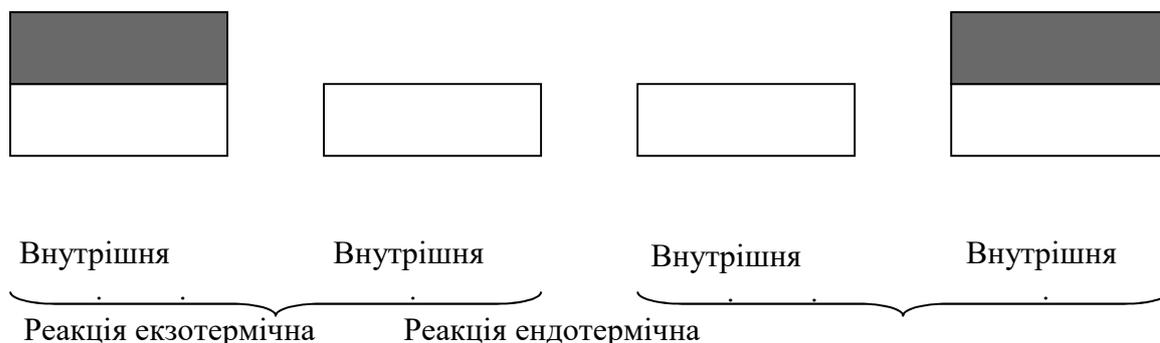
2.1.2. Вивчення енергетики хімічних процесів

При вивченні енергетики хімічних реакцій, спираючись на знання учнів про виділення або поглинання теплоти під час реакцій, учитель формує поняття про тепловий ефект як наслідок вияву однієї з основних закономірностей хімічних реакцій – збереження та перетворення енергії. З цією метою повторюється матеріал про ознаки хімічних реакцій та умови їхнього перебігу.

Демонструється горіння магнію та розклад купрум (II) гідроксиду (або розклад води), обговорюється енергетика цих процесів і у ході бесіди формулюються висновки :

1. Будь-яка хімічна реакція характеризується певним енергетичним ефектом, який є результатом зміни внутрішньої енергії речовин, що беруть участь у реакції.
2. Тепловий ефект хімічної реакції за умови постійного тиску визначається різницею значень внутрішньої енергії вихідних речовин і продуктів реакції
3. Хімічні реакції, що супроводжуються виділенням енергії, називаються екзотермічними, а поглинанням енергії – ендотермічними. Під час перебігу екзотермічних реакцій внутрішня енергія речовин зменшується, а в ендотермічних реакціях вона збільшується.

Учням можна запропонувати зобразити ці процеси у вигляді схеми так, як вони це розуміють. Наводимо одну з учнівських схем :



Далі потрібно ознайомити учнів з новим для них видом запису рівнянь – термохімічними рівняннями, в яких враховується кількість теплоти, витрачена на хімічну реакцію або виділена під час її перебігу.

Позначимо енергію вихідних речовин до реакції $H_{\text{поч}}$, а енергію кінцевого продукту $H_{\text{кін}}$. Тоді тепловий ефект реакції буде ΔH :

$$H_{\text{кін}} - H_{\text{поч}} = \Delta H$$

Пояснюється система знаків. Зазначається, що тепловий ефект для екзотермічних реакцій ($\Delta H < 0$) буде негативний, а для ендотермічних реакцій ($\Delta H > 0$) – позитивний. Далі проводяться найпростіші розрахунки за термохімічними рівняннями. Звертається увага учнів на те, що під час розрахунків теплового ефекту реакції треба враховувати кількість речовини, що витрачається, за коефіцієнтами, які стоять перед формулами відповідних речовин у рівнянні реакції.

Наведемо приклади.

Задача 1. Обчисліть за термохімічним рівнянням $C + O_2 = CO_2$,

$\Delta H = -394 \text{ кДж}$ кількість теплоти, що виділяється внаслідок згоряння 1 кг вуглецю.

Розв'язок :



$$M = 12 \text{ г/моль}$$

$$m = 12 \text{ г}$$

Внаслідок згорання 12 г вуглецю виділяється 394 кДж, а 1000 г – x кДж

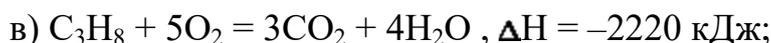
$$x = 32833 \text{ кДж}, \quad x = 32,8 \text{ МДж.}$$

Задача 2. Обчисліть (усно) кількість теплоти, добутої внаслідок окиснення 10 моль сульфур (IV) оксиду, за термохімічним рівнянням реакції:
 $2\text{SO}_2 + \text{O}_2 = 2\text{SO}_3, \Delta H = -234 \text{ кДж}$

Розв'язування: якщо окиснюється 2 моль сульфур (IV) оксиду, то виділяється 234 кДж теплоти, а якщо окиснюється 10 моль SO_2 , то й теплоти виділяється у 5 разів більше, тобто $234 \text{ кДж} \cdot 5 = 1170 \text{ кДж}$.

Завдання для закріплення вивченого :

Завдання 1. Які з наведених термохімічних рівнянь відповідають екзотермічним реакціям :



Завдання 2. За термохімічним рівнянням реакції горіння сірки $\text{S} + \text{O}_2 = \text{SO}_2, \Delta H = -297 \text{ кДж}$ обчислити, яка кількість теплоти виділиться при згорянні сірки : а) кількістю речовини 2 моль; б) масою 1 кг.

Завдання 3. За термохімічним рівнянням реакції горіння метану $\text{CH}_4 + 5\text{O}_2 = \text{CO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}, \Delta H = -802 \text{ кДж}$ обчислити об'єм метану (н.у.), який потрібно спалити, щоб виділилось 2005 кДж теплоти.

Завдання 4. Яка маса вуглецю згорає в кисні, якщо при цьому виділяється 2050 кДж теплоти ? Тепловий ефект реакції дорівнює 394 кДж.

Завдання 5. Під час взаємодії 21 г заліза із сіркою виділилось 26,54 кДж теплоти. Складіть термохімічне рівняння цієї реакції.

Завдання 6. При спалюванні магнію масою 30 г виділилось 751,5 кДж теплоти: а) складіть термохімічне рівняння реакції горіння магнію; б) розрахуйте масу магній оксиду, яка утворилась при реакції окиснення магнію, якщо при цьому виділилось 1500 кДж теплоти.

Завдання 7. Розрахуйте об'єм сірководню, який утворився при взаємодії сірки та водню, якщо при цьому утворилось 108 кДж теплоти. Теплота утворення сірководню становить $-20,9$ кДж.

2.1.3. Формування понять про кінетику хімічних реакцій і хімічну рівновагу

Під час формування поняття про швидкість хімічної реакції у вчителя виникають значні труднощі в умовах навчання хімії у масовій школі. Це пояснюється особливістю самого поняття, що відрізняється від поняття швидкості, яке учням знайоме на побутовому рівні або яким вони користувались, вивчаючи механіку. Тому пояснення слід починати з короткого повторення того, що учні знають із курсу фізики про швидкість руху тіл і в формулі швидкості на місце шляху (S) підставити зміну кількості речовини в об'ємі за певний проміжок часу. А учням запропонувати навести приклади реакцій, які відбуваються швидко та повільно.

Головна увага звертається на з'ясування чинників, від яких залежить швидкість реакції: а) природа реагуючих речовин; б) агрегатний стан; в) ступінь подрібнення; г) концентрація реагуючих речовин; д) тиск (для газів); е) температура; є) каталізатор.

Поняття про хімічну рівновагу та умови її зміщення досить складне для засвоєння, тому формувати його потрібно поступово, уникаючи спрощень, які далі заважатимуть набуванню повноцінних знань. Це поняття формується одночасно з поняттям про оборотні та необоротні реакції. Для прикладу розглядається окислення сульфур (IV) оксиду в сульфур (VI) оксид:



Звертається увага на умови перебігу цієї реакції. Потім зауважується, що процес складається з двох реакцій – прямої та зворотної, які за однакових умов одночасно протікають у протилежних напрямках, тобто є оборотними.

На основі цього хімічну рівновагу трактують як такий стан суміші реагуючих речовин за певних умов, коли швидкість прямої реакції дорівнює

швидкості зворотної. Важливо, щоб учні усвідомлювали, що хімічна рівновага – це динамічний процес, де весь час утворюються і розкладаються речовини.

Далі розглядають вплив на стан хімічної рівноваги різних чинників (температури, концентрації, тиску) і доходять узагальнюючого висновку : зовнішній вплив на систему, яка перебуває в стані рівноваги, сприяє перебігу тієї реакції, яка послаблює цей вплив.

Завдання для засвоєння понять про швидкість хімічної реакції і хімічну рівновагу:

Завдання 1. Аналізуючи причини різної швидкості хімічних реакцій, учень дійшов таких висновків: а) швидкість хімічної реакції зростає з підвищенням температури; б) швидкість хімічної реакції прямо пропорційна концентрації реагуючих речовин; в) з часом швидкість реакції зростає; г) швидкість хімічної реакції можна змінити застосовуючи каталізатор. В якому пункті учень помилився ?

Завдання 2. Які реакції називають оборотними? Навести приклади таких реакцій.

Завдання 3. Віднесіть наступні реакції до поданих нижче типів :

- 1) $\text{N}_2 + 3\text{H}_2 \rightarrow 2\text{NH}_3, \Delta\text{H} < 0;$ Типи реакцій :
- 2) $\text{NaOH} + \text{HCl} \rightarrow \text{NaCl} + \text{H}_2\text{O}, \Delta\text{H} < 0;$ а)обміну; б) ендотермічна;
- 3) $\text{CaCO}_3 \rightleftharpoons \text{CaO} + \text{CO}_2, \Delta\text{H} > 0;$ в) сполучення;
- г) екзотермічна; д) оборотна;
- е)каталітична; є)необоротна.

Завдання 4. Поясніть на прикладах схем реакцій, в який бік зміщується стан рівноваги зі зменшенням концентрації карбон (IV) оксиду в системі :



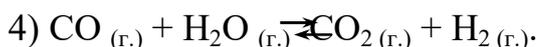
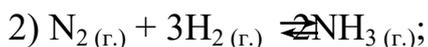
Завдання 5. В якому з наведених прикладів має місце каталітична реакція : а) швидкість реакції розкладу H_2O_2 зростає при додаванні манган (IV) оксиду; б) швидкість реакції горіння фосфору зростає при внесенні палаючого фосфору в атмосферу чистого кисню.

Завдання 6. Деякі реакції, почавшись, протікають з усе зростаючою швидкістю, що іноді призводить до вибуху (розкладу вибухових речовин). Вкажіть, які фактори можуть стати причиною такого явища.

Завдання 7. Чому для збереження продуктів харчування користуються холодильниками ?

Завдання 8. Хімічний процес відображає загальне рівняння : $\text{AB} + \text{CD} = \text{AD} + \text{CB}$, $\Delta\text{H} < 0$. В якому напрямку він буде протікати, якщо : а) виводити з реакційної суміші речовину CB ; б) виводити енергію реакції; в) нагрівати реакційну систему.

Завдання 9. Збільшення тиску в системі спричинить підвищення виходу продукту в реакції :



Завдання 10. Запропонуйте зміни, які потрібно внести в рівноважну систему : а) $2\text{NO}_{(г.)} \rightleftharpoons \text{O}_{2(г.)} + 2\text{NO}_{2(г.)}$, $\Delta\text{H} < 0$, щоб збільшити вихід нітроген (IV) оксиду; б) $\text{CO}_{2(г.)} + \text{C}_{(тв.)} \rightleftharpoons 2\text{CO}_{(г.)}$, $\Delta\text{H} > 0$, щоб зменшити кількість карбон (II) оксиду.

Завдання 11. Довести на конкретних прикладах вплив каталізатора на швидкість хімічних реакцій. Чи впливає каталізатор на стан хімічної рівноваги ? Чому ?

Завдання 12. Як буде зміщуватися рівновага в системі: $\text{H}_2\text{S}_{(г.)} + 3\text{O}_{2(г.)} \rightleftharpoons 2\text{H}_2\text{O}_{(р.)} + 2\text{SO}_{3(г.)}$, $\Delta\text{H} < 0$ при :

а) додаванні SO_3 ; б) підвищенні тиску; в) виведенні SO_3 із сфери реакції;

г) пониженні температури.

2.1.4. Розвиток понять про хімічну реакцію при вивченні теми "Розрахунки за рівняннями хімічних реакцій"

Ця невелика тема шкільного курсу хімії має велике значення для розвитку уявлень про кількісну сторону хімічних перетворень. На цих уроках закріплюються вміння учнів робити розрахунки за хімічними рівняннями. Оскільки ці уроки завершальні, доцільно брати приклади всіх видів розрахунків за хімічними рівняннями, які вивчались протягом року. Такий підхід дасть змогу закріпити вміння застосовувати набуті теоретичні знання для практичного розв'язування задач.

На основі хімічних рівнянь можна проводити різноманітні розрахунки : визначати відношення мас або об'ємів, в яких речовини вступають в реакцію; обчислювати масу або об'єм продукту реакції, які одержують з даної маси вихідної речовини; розраховувати масу чи об'єм вихідної речовини, з якої одержують відому кількість продукту реакції, а також розв'язувати задачі на об'ємні співвідношення газів у хімічних реакціях та інші.

Завдання на закріплення навичок розв'язування розрахункових задач за рівняннями хімічних реакцій :

Завдання 1. Обчислити масу солі, що утвориться в результаті взаємодії 4,55 г цинку з хлороводневою кислотою.

Завдання 2. Обчислити кількість теплоти, яка виділиться під час згоряння сірки масою 96 г, якщо тепловий ефект цієї реакції становить 297 кДж.

Завдання 3. Обчислити масу купрум (II) гідроксиду, що розклався, якщо маса утвореного купрум (II) оксиду становить 3,2 г.

Завдання 4. До розчину кальцій нітрату додали розчин, що містить натрій карбонат масою 6,36 г. Обчислити масу осаду, що утворився.

Завдання 5. У реакцію з фосфор (V) оксидом вступила вода масою 27 г. Яка маса фосфорної кислоти утворилась ?

Завдання 6. Який об'єм вуглекислого газу вбирає розчин, в якому міститься 6 г натрій гідроксиду, якщо продуктом реакції є середня сіль.

Завдання 7. Потрібно добути водень об'ємом 490 л (н. у.). Яку масу алюмінієвої стружки слід для цього затратити ? Які кислоти не придатні для цієї реакції ? (Об'єм газу не залежить від того, яка кислоту використовують).

Завдання 8. Яку масу купрум (II) нітрату можна добути в ході таких перетворень : купрум (II) хлорид; купрум (II) гідроксид; купрум (II) нітрат, якщо в реакцію вступає купрум (II) хлорид масою 27 г ?

Завдання 9. Розрахувати, чи вистачить водню, добутого при взаємодії цинку масою 1,95 г з хлороводневою кислотою, для відновлення заліза з ферум (III) оксиду масою 4 г.

Завдання 10. Через вапняну воду пропустили 1 л (н. у.) суміші карбон (II) оксиду і карбон (IV) оксиду. Осад, що випав при цьому, був відфільтрований і висушений – його маса становила 2,45 г. Обчисліть вміст газів у вихідній суміші (у % за об'ємом).

Завдання 11. Як одержати хлороводень з кухонної солі ? Напишіть рівняння відповідної реакції. Який об'єм хлороводню можна одержати з 1 моль кухонної солі ? З 20 г кухонної солі ?

Завдання 12. Розрахувати масу гакуватого водню, який виділиться при розчиненні 4,5 г алюмінію у хлороводневій кислоті. Яку масу цинку слід взяти для взаємодії з хлороводневою кислотою, щоб одержати стільки ж водню ?

Завдання 13. Спалили 20 л метану (CH_4) в кисні об'ємом 50 л (н. у.). Визначити : а) яка з вихідних речовин в надлишку; б) який об'єм карбон діоксиду утворився в результаті реакції; в) яка маса води утворилась ?

Завдання 14. Визначте, яку масу доломіту $\text{CaCO}_3 \cdot \text{MgCO}_3$ потрібно використати для добування 896 л (н. у.) карбон діоксиду. Відомо, що доломіт містить не карбонатні домішки, масова частка яких становить 10%.

Завдання 15. Весь кисень, одержаний при розкладанні 79 г калій перманганату, витратили на спалювання водню. Який об'єм води при цьому утворився ?

РОЗДІЛ III ФОРМУВАННЯ ПОНЯТТЯ ПРО ОКИСНО-ВІДНОВНІ РЕАКЦІЇ

3.1. Формування поняття про окисно-відновні реакції на основі електронної теорії

Формування поняття "окисно-відновна реакція" відбувається на основі знань про ступінь окиснення. Пояснюючи суть поняття про ступінь окиснення, вчитель наголошує, що воно формальне, хоча й зручне для використання. Учитель показує, як визначити ступінь окиснення елементів за формулами простих і складних речовин, і зупиняється на правилах, які слід пам'ятати під час обчислення ступенів окиснення (наведені у підручнику), після чого організовує роботу з формування вмінь визначати ступінь окиснення. Далі виконуються тренувальні вправи на визначення ступеня окиснення за формулами.

Далі вчитель зазначає, що ступінь окиснення може лягти в основу класифікації хімічних реакцій. Наводиться визначення, які реакції називаються окисно-відновними. З'ясовують, чим пояснюється зміна ступенів окиснення атомів (переходом або зміщенням електронів від одних частинок до інших). Звертається увага на суть процесів окиснення і відновлення, на суть понять "окисник" і "відновник".

Учням пояснюють, як підбирати коефіцієнти в рівняннях окисно-відновних реакцій й ознайомлюють з методом електронного балансу.

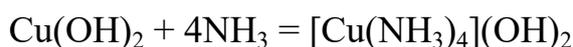
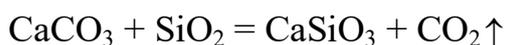
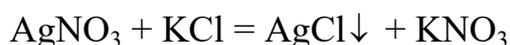
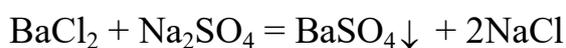
При узагальненні вивченого виділяють закономірності окисно-відновних реакцій :

1. Єдність, нерозривність окисно-відновного процесу.
2. Збереження числа електронів в системі (на цій закономірності ґрунтується операція розставлення коефіцієнтів методом електронного балансу).

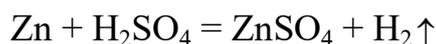
3. Протікання окисно-відновних реакцій в сторону утворення слабших окисників і відновників з більш сильніших (напр., взаємне витіснення галогенами один одного з їх сполук).

За зміною ступеня окиснення елементів, які входять до складу вихідних речовин та продуктів реакції, хімічні реакції можна поділити на дві групи.

До першої групи належать реакції, що відбуваються без зміни ступенів окиснення елементів. Це реакції подвійного обміну, або витіснення, комплексоутворення, деякі реакції розкладу, реакції ізомеризації, полімеризації, асоціації тощо:



До другої групи належать реакції, що відбуваються із зміною ступенів окиснення елементів реагуючих речовин та продуктів реакції. Такі реакції називаються окисно-відновними, наприклад:



У процесі цієї реакції ступінь окиснення Цинку змінюється від 0 до +2, а Гідрогену – від +1 до 0. Отже, це окисно-відновна реакція.

Окисно-відновні реакції – одне з найважливіших теоретичних питань, знання якого необхідне для вивчення основних розділів загальної, неорганічної, органічної, аналітичної та фізикоїдної хімії.

Окисно-відновні реакції мають величезне значення, особливо для підтримання життєдіяльності біологічних систем. Процеси фотосинтезу, дихання, травлення – все це ланцюги окисно-відновних реакцій.

В розробці теорії окисно-відновних реакцій значний внесок зробили українські вчені С.О. Даїн, Я.І. Михайленко, М.О. Шилов.

Під час складання рівнянь окисно-відновних реакцій потрібно визначити, скільки електронів приєднує окисник і скільки їх віддає відновник.

Умовно прийнято вважати, що під час окиснення відновник віддає електрони, а під час відновлення – окисник їх приєднує, тобто до уваги не береться будова частинок, природа хімічного зв'язку і механізм процесу. Для спрощення запису ступені окиснення зазначають лише для тих атомів, у яких вони змінюються.

Хоч поняття про ступінь окиснення є формальним і не завжди характеризує стан атомів у сполуках, ним зручно користуватися під час розгляду окисно-відновних реакцій та під час класифікації різних речовин.

Щоб скласти рівняння окисно-відновної реакції, потрібно знати хімічні формули вихідних речовин і продуктів реакції. Продукти реакції визначають експериментально; іноді їх можна передбачити, врахувавши властивості вихідних речовин. Якщо реакція відбувається в розчині, то в ній може брати участь вода.

Найпоширеніші два методи складання рівнянь окисно-відновних реакцій: метод електронного балансу та йонно-електронний метод. Обидва методи ґрунтуються на положенні, що в окисно-відновних процесах загальне число електронів, які віддає відновник, дорівнює загальному числу електронів, які приєднує окисник.

Речовини, до складу молекул яких входять атоми, здатні приєднувати електрони, тобто знижувати свій ступінь окиснення, називаються окисниками. До окисників належать кисень, вільні галогени, сірка, оскільки вони мають велику електронегативність. Окисниками є також різні сполуки галогенів з позитивними ступенями окиснення: HClO , HClO_2 , HClO_3 , HClO_4 , Cl_2O , ClO_2 , $(\text{ClO}_3)_2$, Cl_2O_7 .

До активних окисників належать також нітратна кислота, концентрована сульфатна кислота, солі металів із вищими ступенями

окиснення (KMnO_4 , Na_2MnO , $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$, $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ тощо), пероксиди (Na_2O_2 , KO_2), оксиди металів з вищими ступенями окиснення (PbO_2 , MnO_2 , Mn_2O_7 , CrO_3 тощо).

Речовини, до складу молекул яких входять атоми, здатні віддавати електрони, тобто підвищувати свій ступінь окиснення, називаються відновниками. До відновників належать вільні метали, оскільки вони здатні лише віддавати електрони. Чим активніший метал, тим активнішим відновником він є. Серед сполук металів відновниками є ті, в яких той або той метал виявляє нижчий ступінь окиснення. Так, відновниками можуть бути FeSO_4 , CuCl , SnCl_2 тощо.

Відновні властивості виявляють також галогеноводні та галогеніди, в яких ступінь окиснення галогенів дорівнює -1.

Речовини, що містять у своєму складі елементи з максимальним і мінімальним ступенями окиснення, можуть бути відповідно лише окисниками (наприклад, PbO_2 , HNO_3 , H_2SO_4 , $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$) або тільки відновниками (H_2S , NH_3 , тощо).

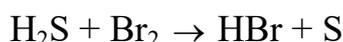
Речовини, що містять у своєму складі елементи з проміжним ступенем окиснення, можуть бути як окисниками (у разі взаємодії з активнішим, ніж вони, відновником), так і відновниками (у разі взаємодії з активнішим, ніж вони, окисником).

Процеси окиснення завжди супроводжуються процесами відновлення. Один процес не може відбуватися без другого, оскільки вони пов'язані лише з переміщенням матеріальних частинок – електронів, а не з їх знищенням або створенням. Тому в рівняннях окисно-відновних реакцій потрібно зрівнювати кількості відданих і приєднаних електронів відповідними коефіцієнтами.

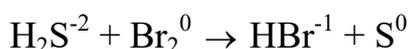
Складаючи рівняння окисно-відновних реакцій, насамперед, слід визначити ступені окиснення кожного з елементів, що входить до складу вихідних речовин і продуктів реакції, а потім зазначити ті атоми або йони.

ступінь окиснення яких змінюється, зазначити окисник і відновник (а в разі потреби і середовище). Після цього потрібно підібрати коефіцієнти в рівнянні реакції, пам'ятаючи, що загальне число відданих електронів повинно дорівнювати загальному числу приєднаних.

Простим прикладом окисно-відновної реакції може бути взаємодія сірководню з бромною водою, внаслідок якої утворюються вільна сірка і бромоводень. Спочатку записують схему рівняння реакції



Потім визначають ступені окиснення атомів елементів до реакції і після неї; ступені окиснення змінюються у Бромі і Сульфурі:

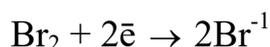


Ступінь окиснення Сульфурі змінюється від -2 до 0:



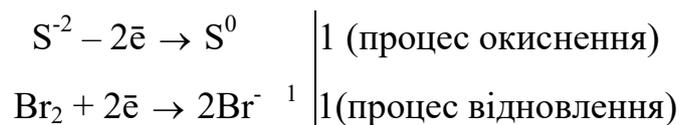
Процес віддавання електронів, що супроводжується підвищенням ступеня окиснення елемента, називається окисненням.

Електрони, які віддає Сульфур, приєднуються до атомів Бромі, ступінь окиснення Бромі в цьому разі змінюється від 0 до -1:



Процес приєднання електронів, що супроводжується зниженням ступеня окиснення елемента, називається відновленням.

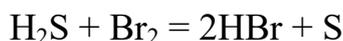
Наступний етап – підбирання стехіометричних коефіцієнтів для сполук, атоми яких змінюють ступені окиснення. Для цієї реакції баланс «електронного обміну» такий:



Враховуючи те, що кількість відданих відновником електронів повинна дорівнювати кількості електронів, приєднаних окисником, знаходять спільний множник для двох електронно-іонних рівнянь. У цьому разі таким

спільним множником буде 2. Отже, з однією молекулою H_2S реагує одна молекула броду.

Знайдені коефіцієнти підставляють у схему рівняння реакції і стрілку замінюють на знак дорівнює:

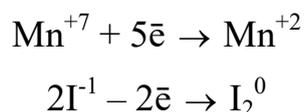


Розглянуте рівняння реакції є найпростішим прикладом окисно-відновного процесу. Ознайомимось із складнішими окисно-відновними процесами. Під час взаємодії перманганату калію з йодидом калію за наявності сульфатної кислоти малиновий розчин знебарвлюється і виділяється вільний йод. Ця реакція відбувається за схемою

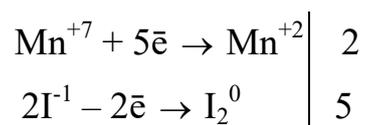


Встановлюємо, що ступінь окиснення Мангану змінився від +7 до +2, а Йоду – від -1 до 0, тобто Манган відновився (перманганат калію – окисник), а Йод – окиснився (йодид калію – відновник).

Щоб розрахувати коефіцієнти перед окисником і відновником, потрібно скласти рівняння електронного балансу:



Враховуючи те, що кількість електронів, відданих Йодом, повинна дорівнювати кількості електронів, приєднаних Манганом, знаходимо спільний множник для цих двох рівнянь. Ця рівність буде дотримана в тому разі, коли 10 йодид-іонів віддадуть 10 електронів, а два йони Мангану приєднують їх:



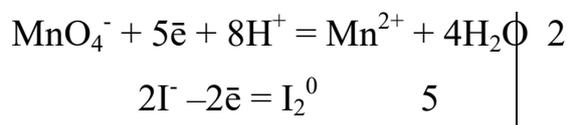
Отже, множники 2 і 5 є коефіцієнтами відповідно біля йонів Мангану та Йоду в рівнянні окисно-відновної реакції. Ці коефіцієнти проставляємо в молекулярному рівнянні біля відповідних сполук як основні. Розглянуту реакцію можна записати так:



I, нарешті, визначимо другорядні коефіцієнти, тобто ті, що повинні стояти біля формул сполук елементів, які не змінюють своїх ступенів окиснення. Потрібно зрівняти кількості йонів K^+ , SO_4^{2-} та атомів Оксигену. Сульфат-іони зв'язують не тільки йони Mn^{2+} , а й K^+ , а йони Гідрогену – вісім атомів Оксигену. Отже, рівняння матиме такий остаточний вигляд:

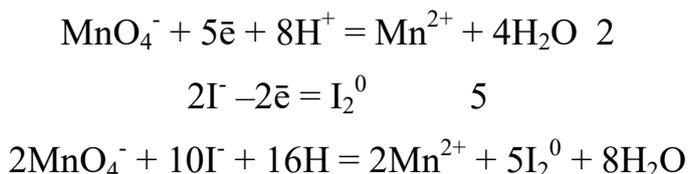


Для складання рівнянь окисно-відновних реакцій також застосовують йонно-електронний метод. Так, для розглянутої вище реакції йонно-електронні рівняння матимуть вигляд:



Перше рівняння процесу («напівреакція») – відновлення перманганат-іона – показує, що під час перетворення йона MnO_4^- на катіон Mn^{2+} повинні зв'язатися чотири атоми Оксигену з утворенням чотирьох молекул води. Для цього і потрібно вісім йонів Гідрогену. Друге рівняння процесу («напівреакція») – окиснення Йоду – показує, що цей процес відбувається без участі йонів Гідрогену.

Знайшовши спільний множник для цих двох йонно-електронних рівнянь (двох «напівреакцій»), додають рівняння процесів відновлення й окиснення, враховуючи множники 2 і 5, і дістають сумарне йонне рівняння даної окисно-відновної реакції:



Це рівняння реакції можна подати також і в молекулярному вигляді:



Отже, під час складання рівнянь окисно-відновних реакцій слід дотримуватись послідовності дій, наведених нижче.

1. Скласти схему рівняння реакції і зазначити вихідні речовини і продукти реакції.

2. Визначити ступені окиснення елементів, що входять до складу сполук у лівій і правій частинах схеми рівняння; виділити елементи, ступені окиснення яких змінюються.

3. Скласти йонно-електронні рівняння напівреакцій окиснення і відновлення; підібрати коефіцієнти до окисника і відновника для двох напівреакцій, зрівнюючи кількості відданих і приєднаних електронів.

4. Додати рівняння процесів окиснення і відновлення з урахуванням підібраних коефіцієнтів.

На процес окиснення – відновлення значною мірою впливають концентрації окисника і відновника. Із збільшенням концентрації окисника або зменшенням концентрації відновника окиснювальна здатність окисника зростає.

3.2. Методика організації пізнавальної діяльності учнів в процесі засвоєння понять „Ступінь окиснення. Окисно-відновні реакції”

В процесі вивчення теми „Хімічний зв'язок. Будова речовини” реалізується одна з провідних ідей курсу хімії: залежність властивостей простих і складних речовин від особливостей будови атомів і характеру хімічного зв'язку в молекулах і кристалах. Матеріал цієї теми дає змогу учням зрозуміти причини різноманітності хімічних сполук, механізм їх утворення, будову, реакційну здатність, дає змогу прогнозувати властивості речовин; набувають подальшого розвитку, поглиблюються та розширюються основні поняття курсу хімії: „хімічний елемент”, „речовина”, „хімічна реакція”, тому важливо конкретизувати вимоги до їх засвоєння.

На основі аналізу навчальної програми [43; 44], підручників [46] та методичної літератури [25; 28; 34; 39] ми визначили такі основні вимоги до оволодіння провідними поняттями.

Хімічний елемент:

- знати особливості будови і властивостей металів, неметалів та інертних елементів;
- знати визначення: „Електронегативність”, „Ступінь окиснення”;
- вміти порівнювати електронегативність атомів хімічних елементів;
- вміти розрізняти будову атомів та йонів відповідних елементів;
- вміти визначати заряд йонів за формулами йонних сполук.

Речовина:

- знати визначення: „Ковалентний зв’язок”, „Йонний зв’язок”, „Окисник”, „Відновник”;
- вміти визначати тип зв’язку в речовинах за їх формулами, наводити приклади речовин з різним типом хімічного зв’язку;
- знати приклади типових окисників та відновників;
- вміти зображати електронні схеми механізму утворення ковалентного полярного, ковалентного неполярного, йонного зв’язку в речовинах;
- знати типи кристалічних ґраток;
- вміти порівнювати вид хімічного зв’язку в речовинах, відмінних за складом, способу утворення, фізичними властивостями;
- вміти передбачати властивості речовин на основі причинно-наслідкових зв’язків: склад → особливості будови атомів → характер хімічного зв’язку в молекулах і кристалах → властивості.

Хімічна реакція

- знати визначення: „Окисно-відновна реакція”, „Окиснення”, „Відновлення”;
- розуміти сутність окисно-відновної реакції;
- вміти відрізняти окисно-відновні реакції від інших;
- вміти складати рівняння окисно-відновних реакцій на основі електронного балансу.

При складанні завдань важливо враховувати той факт, що тема „Хімічний зв'язок. Будова речовини” продовжує вивчення курсу неорганічної хімії 8 класу. Тому слід включати такі завдання, які дадуть змогу учням не лише оволодіти новими поняттями, а й закріпити знання, засвоєні раніше.

Таким чином, завдання для організації засвоєння навчального змісту теми „Хімічний зв'язок. Будова речовини” повинні спрямовуватись на досягнення таких цілей: 1) конкретизувати нові поняття теми, що вивчається, і сприяти виробленню в учнів вмінь їх використовувати; 2) закріпити і поглибити знання про періодичний закон, систему хімічних елементів і будову атома; 3) повторити характеристики деяких речовин, закріпити вміння складати рівняння хімічних реакцій, визначати їх тип; 4) здійснювати хімічний експеримент; 5) розвивати монологічне мовлення; 6) вдосконалювати навички розв'язування розрахункових задач; 7) здійснювати самоконтроль і самооцінку.

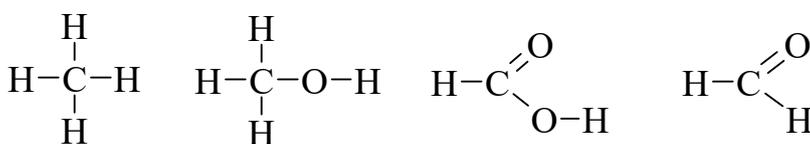
Завдання для організації пізнавальної діяльності учнів в процесі засвоєння понять „Ступінь окиснення. Окисно-відновні реакції”

Завдання 1. З переліку речовин випишіть ті, в яких атоми мають ступінь окиснення „0”: NaCl; H₂; KMnO₄; C; HCl; Ba; Al₂O₃; O₂; Cl₂; Fe(OH)₂.

Завдання 2. Визначте ступінь окиснення кожного хімічного елемента в таких сполуках: KCl; KClO₃; MgCl₂; Cl₂; KMnO₄; K₂MnO₄; H₃PO₄.

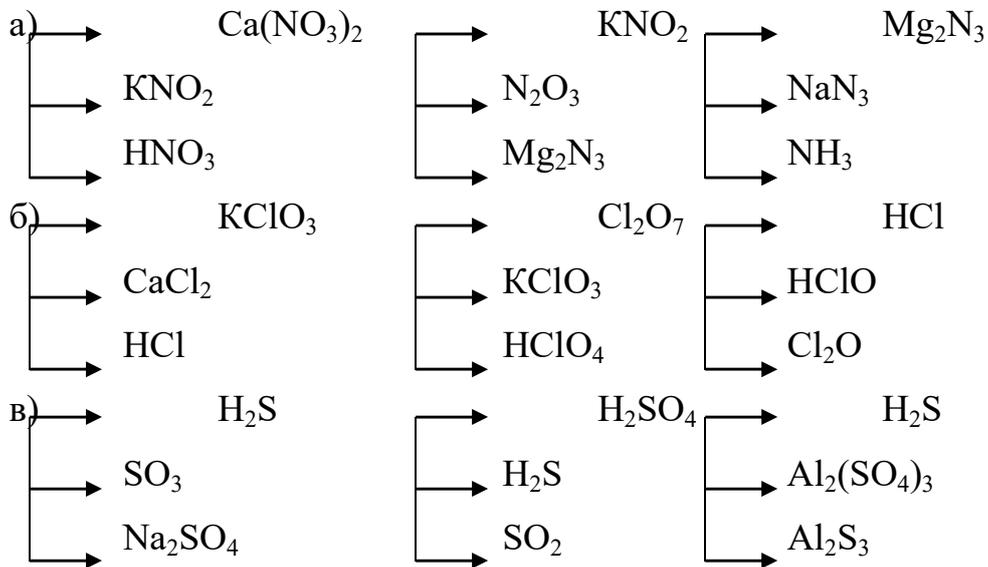
Завдання 3. Визначте ступінь окиснення Сульфуру в кристалах речовин, молекулах та йонах: Al₂(SO₄)₃; Na₂SO₄; H₂S; SO₂; SO₄²⁻; HSO₄⁻.

Завдання 4. Визначте валентність і ступінь окиснення Карбону за структурними формулами речовин:



Завдання 5. „Третій зайвий”.

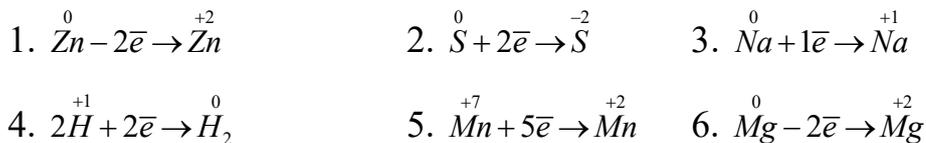
Використовуючи значення ступенів окиснення N, Cl, S визначте „зайвого”. Назвіть кожен речовину:



Завдання 6. Визначте ступінь окиснення Мангану і сполуках: KMnO_4 ; MnO_2 ; Mn_2O_7 ; Mn ; K_2MnO_4 ; MnO . Випишіть формули речовин, які є: а) лише окисниками; б) лише відновниками; в) тих, що можуть бути і окисниками, і відновниками.

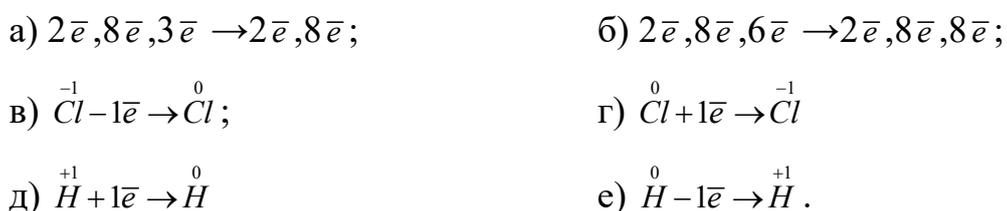
Завдання 7. Використовуючи дані про розподіл електронів в атомах, вкажіть частинки, здатні до окиснення: а) $+11\ 2\bar{e}, 8\bar{e}$; б) $+11\ 2\bar{e}, 8\bar{e}, 1\bar{e}$; в) $+17\ 2\bar{e}, 8\bar{e}, 7\bar{e}$; г) $+17\ 2\bar{e}, 8\bar{e}, 8\bar{e}$; д) $+1\ 1\bar{e}$; е) $+4\ 2\bar{e}, 2\bar{e}$.

Завдання 8. Які з наведених схем зображують процеси відновлення:



Чи може процес відновлення відбуватись без одночасного проходження процесу окиснення?

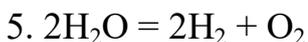
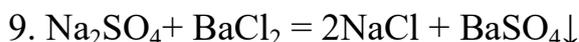
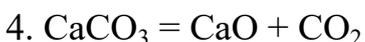
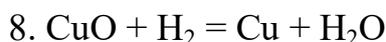
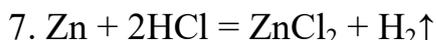
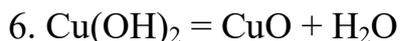
Завдання 9. Вкажіть, які процеси (окиснення, відновлення) відбуваються в кожному випадку:



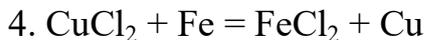
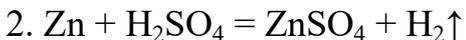
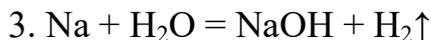
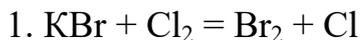
Завдання 10. З названих речовин виберіть: а) окисники; б) відновники: H_2 , KMnO_4 , CO , Zn , A , Cl_2 , O_2 , H_2S , HNO_3 , HClO , C .

Завдання 11. Складіть формули речовин, що містять хімічний елемент з вказаним ступенем окиснення: а) S^{+6} , S^{-2} ; б) Cl^{-1} , Cl^{+7} ; в) N^{+5} , N^{-3} . Вкажіть окисно-відновні властивості цих речовин.

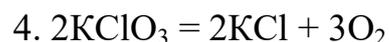
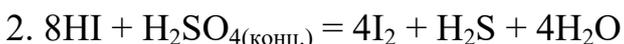
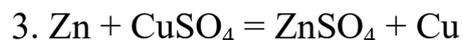
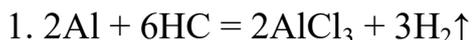
Завдання 12. Які із запропонованих реакцій є окисно-відновними?



Завдання 13. За методом електронного балансу підберіть коефіцієнти в схемах окисно-відновних реакцій:



Завдання 14. Вкажіть окисник і відновник в реакціях:



Завдання 15. У воду вмістили шматочок натрію масою 4 г, який прореагував повністю. Скільки молекул водню утворюється в результаті цієї реакції? В чому сутність даної реакції з погляду електронних уявлень?

Завдання 16. В результаті взаємодії 10 г двохвалентного металу з водою виділяється 0,25 моль водню і утворюється малорозчинна основа. Визначте цей метал, складіть рівняння реакції, вкажіть її сутність з погляду електронних уявлень.

Завдання 17. В результаті взаємодії водню з купрум(II) оксидом утворилось 0,1 моль міді. Вкажіть окисник і відновник і цій реакції і

обчисліть: а) масу міді, що утворилась; б) масу і кількість речовини купрум(II) оксиду.

Завдання 18. Визначте масу кальцій сульфїду, добутого в результаті окисно-відновної реакції між кальцієм масою 8 г і достатньою кількістю сірки.

Завдання 19. Закінчіть речення в аркуші розповіді „Окисно-відновні реакції” і перекажіть його.

1. Ступінь окиснення елемента – це 2. Ступінь окиснення дорівнює нулю в 3. В сполуках сум а ступенів окиснення дорівнює 4. Окисно-відновні реакції – це 5. Всі реакції заміщення є 6. Окиснення – це 7. Ступінь окиснення атомів в процесі їх окиснення 8. Відновники – це 9. Відновлення – це 10. Ступінь окиснення атомів в процесі їх відновлення 11. Окисники – це 12. Окиснення і відновлення – це 13. Метали, водень, CO, FeSO₄, H₂S, C – це 14. Неметали, розчини кислот (H⁺), H₂SO_{4(конц.)}, HNO₃, Fe₂(SO₄)₃, KMnO₄ – це 15. Порядок складання рівнянь окисно-відновних реакцій такий:

Завдання 20. Використовуючи формули речовин, наведених в карті, за завданням вчителя виконайте один з вказаних варіантів (один горизонтальний або вертикальний рядок).

Варіант	1	2	3	4	5
А	H ₂	NaOH	HCl	CuO	SO ₂
Б	PCl	O ₂	CO ₂	Ca(OH) ₂	Mg
В	CuCl ₂	Fe	KOH	H ₂	H ₃ PO ₄
Г	Ba(OH) ₂	HCl	CuO	H ₂ O	H ₂
Д	Zn	Ca(OH) ₂	C	H ₂ IO ₄	CuO

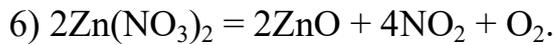
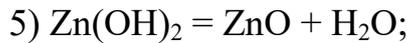
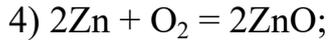
1. Вкажіть речовини: а) з ковалентним неполярним зв'язком; б) з ковалентним полярним зв'язком; в) з йонним зв'язком. 2. Складіть рівняння реакцій між речовинами, вказаними у вашому варіанті. 3. Визначте

речовини-окисники і речовини-відновники серед запропонованих у вашому варіанті речовин. 4. Складіть рівняння окисно-відновних реакцій, використовуючи речовини, вказані у вашому варіанті. В чому сутність цих реакцій? Як можна визначити окисно-відновні реакції серед інших?

3.3. Тестові завдання для здійснення учнями самоконтролю

Тестові завдання склалися таким чином, щоб можна було закріпити або перевірити володіння базовими поняттями, визначеними в розділі 2.2.2. для теми „Окисно-відновні реакції”.

- ВКАЖІТЬ СТУПІНЬ ОКИСНЕННЯ СУЛЬФУРУ В СПОЛУЦІ СКЛАДУ SCl_2 :
1. +5. 2. +4. 3. -2 4. +2.
- СТУПІНЬ ОКИСНЕННЯ НІТРОГЕНУ В АМОНІЙ ХЛОРИДІ:
1. 0 2. +3 3. +5 4. -3
- СТУПІНЬ ОКИСНЕННЯ СУЛЬФУРУ В НАТРІЙ ГІДРОГЕНСУЛЬФАТІ:
1. 0 2. -2 3. +2 4. +6
- СТУПІНЬ ОКИСНЕННЯ ФОСФОРУ В КАЛІЙ ДИГІДРОГЕНФОСФАТІ:
1. -3 2. 0 3. +1 4. +5
- НІТРОГЕН МАЄ СТУПІНЬ ОКИСНЕННЯ -3 В СПОЛУЦІ:
1. N_2O_3 2. NH_4Cl 3. HNO_2 4. N_2
- СПОЛУКА, В ЯКІЙ НІТРОГЕН МАЄ НИЖЧИЙ СТУПІНЬ ОКИСНЕННЯ– ЦЕ:
1. HNO_2 2. N_2O 3. NH_4Cl 4. NOF_3 .
- СПОЛУКА, В ЯКІЙ КАРБОН МАЄ ВИЩИЙ СТУПІНЬ ОКИСНЕННЯ– ЦЕ:
1. CO_2 2. C_2H_2 3. CO 4. CH_4
- В РЕЗУЛЬТАТІ ПЕРЕТВОРЕННЯ $\text{CuS} \rightarrow \text{CuSO}_4$ СТУПІНЬ ОКИСНЕННЯ ОДНОГО З ЕЛЕМЕНТІВ ПІДВИЩУЄТЬСЯ (ВІД \rightarrow ДО):



1. 1, 5, 6;

2. 2, 4, 6; 3. 2, 3, 5;

4. 1, 3,

4

26. ЩО ЗМІНЮЄТЬСЯ ПРИ УТВОРЕННІ ХЛОРИДУ АМОНІЮ З АМІАКУ і ХЛОРОВОДНЮ?

1. Ступінь окиснення Нітрогену 2. Валентність атома Нітрогену 3.

Ступінь окиснення і валентність атома Нітрогену

27. ЯКА ІЗ СПЛУК ПРОЯВЛЯЄ ЛИШЕ ОКИСНІ ВЛАСТИВОСТІ?

1. Сульфатна кислота; 2. Сульфітна кислота; 3.

Сірководень;

4. Сірка.

28. ЛИШЕ ОКИСНИКОМ МОЖУТЬ БУТИ:

а) HNO_3 б) K_2SO_3 в) O_2 г) H_2 д) FeCl_3 ж) FeCl_2 .

1. а 2. в 3. а і в 4. а, в, д

29. ЛИШЕ ВІДНОВНИКОМ МОЖУТЬ БУТИ:

а) O_2 б) H_2 в) HNO_3 г) PH_3 д) FeCl_3 е) K_2SO_3 ж)

FeCl_2 .

1. а 2. г 3. а і в 4. б, е

30. ЛИШЕ ОКИСНИКАМИ МОЖУТЬ БУТИ РЕЧОВИНИ:

а) H_2O_2 б) С в) KMnO_4 г) NH_3 д) $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ ж)

H_2S .

1. а 2. в 3. а і в 4. в, д

31. ПЕРЕХІД $\text{Cr}_2\text{O}_3 \rightarrow \text{CrO}_3$ – ЦЕ ПРОЦЕС:

1. Окиснення 2. Відновлення 3. Обмінний

32. ПЕРЕХІД $\text{H}_2\text{O}_2 \rightarrow \text{O}_2$ – ЦЕ ПРОЦЕС:

1. Окиснення 2. Відновлення 3. Обмінний

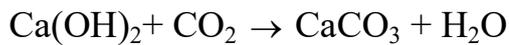
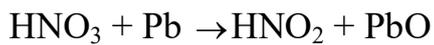
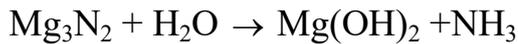
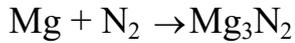
33. ПЕРЕХІД $\text{H}_2\text{O}_2 \rightarrow \text{OH}^-$ – ЦЕ ПРОЦЕС:

1. Окиснення 2. Відновлення 3. Обмінний

44. НАЙНИЖЧИЙ СТУПІНЬ ОКИСНЕННЯ НІТРОГЕНУ В СПОЛУЦІ:

- 1) N_2O 2) NO 3) KNO_2 4) NH_4Cl

45. В НАВЕДЕНИХ НИЖЧЕ СХЕМАХ РЕАКЦІЙ



ЗАГАЛЬНЕ ЧИСЛО ПРОЦЕСІВ, ЩО ВІДНОСЯТЬСЯ ДО ОКИСНО-ВІДНОВНИХ ДОРІВНЮЄ:

- 2 3 4 5

46. В СХЕМАХ ПРОЦЕСІВ, ЩО СУПРОВОДЖУЮТЬСЯ ЗМІНОЮ СТУПЕНІВ ОКИСНЕННЯ ЕЛЕМЕНТІВ,



ЧИСЛО ПРОЦЕСІВ ВІДНОВЛЕННЯ ДОРІВНЮЄ:

- 2 3 4 5

47. СЕРЕД СПОЛУК НІТРОГЕНУ NH_3 , KNO_2 , N_2 , HNO_3 , NO_2 , NO , NH_2OH ЧИСЛО РЕЧОВИН, ЗДАТНИХ ВІЯВЛЯТИ І ОКИСНІ, І ВІДНОВНІ ВЛАСТИВОСТІ, ДОРІВНЮЄ:

- 2 3 4 5

48. НАЗВА ПРОЦЕСУ І ЧИСЛО ПЕРЕДАНИХ ЕЛЕКТРОНІВ В РЕАКЦІЇ, ЩО ОПИСУЄТЬСЯ СХЕМОЮ $\text{Cl}_2 \rightarrow 2\text{Cl}^-$

Відновлення, $1e^-$

Окиснення, $2e^-$

Відновлення, $2e^-$

Окиснення, $1e^-$

49. ЕЛЕМЕНТ, СТУПІНЬ ОКИСНЕННЯ ЯКОГО В СПОЛУКАХ МОЖЕ ДОРІВНЮВАТИ -1 :



50. ВИЩИЙ СТУПІНЬ ОКИСНЕННЯ МАНГАНУ ${}_{25}\text{Mn}$ В СПОЛУКАХ ДОРІВНЮЄ:



51. НАЙНИЖЧЕ ЗНАЧЕННЯ СТУПЕНЯ ОКИСНЕННЯ СУЛЬФУРУ В СПОЛУКАХ ДОРІВНЮЄ:



3.4. Педагогічний експеримент та його результати

Самоконтроль – один із способів активізації процесу навчання. Самоконтроль виконує відповідальну функцію: він регулює процес виконання навчальної роботи, дає змогу учням встановити, що ними не зроблено або зроблено не так, як слід, провести коригування виконаної роботи. Він дає змогу підтримувати інтерес учнів до предмета, впливає на поліпшення якостей знань. Самоконтроль, як один з компонентів повноцінної пізнавальної діяльності, займає особливе місце в її структурі: дії контролю спрямовані на саму діяльність і фіксують ставлення учнів до себе як до її суб'єкта. Однак самоконтролю слід навчати учнів спеціально: інструктувати їх щодо вимог до роботи, що виконується, та її частин, знайомити із способами здійснення самоконтролю, виконувати вправи на засвоєння і застосування цих способів.

Як зазначає Р.Г. Іванова, самоконтроль і оцінка учнями результатів виконаної роботи не лише повинні бути виділені як спеціальна ланка в структурі пізнавальної діяльності – вони повинні здійснюватись по ходу її з самого початку і до кінця [23]. На початковому етапі формування прийомів самоконтролю і на етапі використання учнями способів навчальної

діяльності для контролю своїх дій доцільно виділити самоконтроль в самостійну ланку навчального процесу, організовуючи його у формі тестових завдань.

Під час складання і застосування тестових завдань ми враховували такі моменти:

1. Зміст завдань повинен відповідати вимогам до результатів навчання з теми.
2. Слід передбачити таку різноманітність завдань, щоб учні могли проводити контроль, оцінку і облік навчальної діяльності на різних етапах уроку, а під час здійснення самоконтролю застосовували різноманітні його способи.
3. Важливо забезпечити корекцію самоконтролю на основі оцінки його об'єктивності (наприклад, можливості використання рейтингового балу).

Виконання тестових завдань виконується по-різному. Для ознайомлення учнів їх способами виконання тестових завдань ми використовували їх в парній роботі зі здійсненням взаємоконтролю. Для цієї мети підходять тести відповідності і логічного ранжирування.

Надалі тести виконуються індивідуально, а для перевірки вчитель організовує фронтальне обговорення відповідей, що дає змогу виділити способи здійснення самоконтролю і розвивати в учнів монологічне мовлення – необхідну умову його формування.

Оволодівши вмінням виконувати тестові завдання, учні можуть для самооцінки підраховувати рейтинговий бал. Це тести, як правило, з вибором відповіді. Порядок здійснення самоконтролю в цьому разі такий:

В педагогічному експерименті взяло участь 54 учні 9-х класів СЗОШ №22 м.Тернополя (2024-25, та 2025-26 навч. рік). Всі учні становили експериментальну групу, в якій навчальному процесі використовувались розроблений нами комплекс дидактичних завдань.

З метою перевірки рівня сформованості основних понять змісту курсу хімії – про хімічний елемент, речовину та хімічну реакцію – в кінці навчального року у 10 класі проводилось тестування.

Кожне тестове завдання розраховане на 45 хв. і складається з двох варіантів. Кожний з варіантів включає в себе 18 завдань з вибором відповіді.

Зміст завдань викладено в двох частинах. Тому поряд з позначенням варіанту проставлено номер частини: I-01, де I – номер варіанту, 01 – перша частина, 02 – друга частина.

Перша частина кожного варіанту містить 9 завдань, за допомогою яких перевіряється засвоєння учнями знань **про речовину**, її будову і властивості. Цими завданнями перевіряється виконання учнями таких обов'язкових вимог [24; 25; 40]:

- складати схеми будови атомів хімічних елементів;
- характеризувати властивості хімічних елементів та їх сполук на основі розміщення в періодичній системі хімічних елементів та будови їх атомів;
- визначати валентність та ступінь окиснення хімічних елементів у сполуках;
- визначати тип хімічного зв'язку між атомами в типових випадках;
- називати речовини за хімічними формулами;
- називати властивості вивчених речовин;
- визначати за хімічними формулами належність речовин до певного класу;
- проводити обчислення кількості речовини (маси або об'єму) за кількістю речовини (масою) за хімічною формулою.

Друга частина кожного варіанту також включає в себе 9 завдань, які перевіряють засвоєння знань **про хімічну реакцію**. Основними вимогами, виконання яких перевіряється цим блоком знань, є:

- називати ознаки хімічних реакцій і визначати їх тип;
- складати рівняння хімічних реакцій і визначати їх тип;

- розставляти коефіцієнти в рівняннях хімічних реакцій;
- складати рівняння хімічних реакцій, що підтверджують взаємозв'язок речовин вивчених класів;
- визначати продукти хімічної реакції за формулами вихідних речовин;
- називати загальні хімічні властивості: а) розчинних у воді кислот; б) лугів.

Під час виконання кожного із завдань учню необхідно вибрати лише одну правильну відповідь, тобто букву, якою ця відповідь позначена.

За правильне виконання 11-13 завдань ставилось “4-6 балів”, 14-16 завдань – “7-9”, 17-18 завдань – “10-12”.

Варіант I-01

1. Яка з електронних формул відповідає хімічному елементу, формули сполук якого RH_3 і R_2O_5 :

- А. $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2$; Б. $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^3$; В. $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^1$;
Г. $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^1$; Д. $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^5$?

2. В якого з елементів металічні властивості виражені найяскравіше:

- А. Натрій; Б. Літій; В. Калій; Г. Магній; Д. Алюміній.

3. Вкажіть ступінь окиснення Сульфуру в сполуці складу SCl_2 :

- А. + 5; Б. +4; В. –2; Г. +6; Д. +2.

4. Вкажіть тип хімічного зв'язку в молекулі бромоводню:

- А. йонний; Б. ковалентний неполярний; В. металічний;
Г. ковалентний полярний; Д. жодний з названих.

5. Вкажіть формулу сульфату купруму (II):

- А. Cu_2S ; Б. $CuSO_3$; В. CuS ; Г. $CuSO_4$; Д. Cu_2SO_4 .

6. Сполука, формула якої $Cu(OH)_2$ називається:

- А. оксид купруму (II); Б. гідроксид купруму (I); В. основа купруму; Г. сіль купруму; Д. гідроксид купруму (II).

7. Яка з вказаних пар речовин відноситься до основ:

- А. K_2SO_4 і KOH ; Б. $Ca(OH)_2$ і $CaCl_2$; В. $Al(OH)_3$ і $NaOH$;

Г. Fe_2O_3 і $\text{Fe}(\text{OH})_3$; Д. ZnCl_2 і ZnO ?

8. Взаємодією якої з вказаних пар речовин можна добути сульфатну кислоту:

А. H_2O і SO_2 ; Б. H_2 і SO_3 ; В. SO_3 і H_2O ;

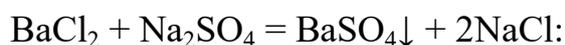
Г. SO_3 і Na_2O ; Д. SO_3 і KOH ?

9. В результаті окиснення 192 г сульфїду купруму (II) утворився оксид купруму (II):

А. 0,5 моль; Б. 1 моль; В. 2 моль; Г. 1,5 моль; Д. 0,1 моль.

Варіант I-02

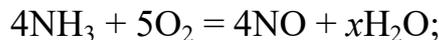
1. До якого типу відноситься реакція, що протікає за рівнянням:



А. сполучення; Б. розкладу; В. заміщення;

Г. обміну; Д. ні до якого з названих?

2. Чому дорівнює коефіцієнт x в рівнянні реакції



А. 3; Б. 5; В. 4; Г. 6; Д. 2?

3. Основа утворюється в результаті взаємодії пари речовин:

А. H_2O і SO_3 ; Б. BaCl_2 і H_2SO_4 ; В. CuSO_4 і NaOH ;

Г. CO_2 і $\text{Ca}(\text{OH})_2$; Д. H_2SO_4 і NaOH .

4. Необоротна хімічна реакція відбувається в результаті зливання розчинів:

А. ZnSO_4 і KCl ; Б. KOH і NaCl ; В. MgCl_2 і HNO_3 ;

Г. $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ і $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$; Д. ZnCl_2 і KOH .

5. Яка пара йонів не може одночасно перебувати у водному розчині:

А. H^+ і CO_3^{2-} ; Б. K^+ і OH^- ; В. Al^{3+} і Cl^- ;

Г. Na^+ і SO_4^{2-} ; Д. Cu^{2+} і NO_3^- .

6. Рівнянню реакції $2\text{NO} + \text{O}_2 = 2\text{NO}_2$ відповідає схема перетворення:

А. $\text{N}^{+4} \rightarrow \text{N}^0$; Б. $\text{N}^{+2} \rightarrow \text{N}^{+5}$; В. $\text{N}^{+2} \rightarrow \text{N}^{+4}$;

Г. $\text{N}^{+4} \rightarrow \text{N}^{+5}$; Д. $\text{N}^{-3} \rightarrow \text{N}^{+2}$.

7. Дано ліві частини рівнянь хімічних реакцій:

1. $\text{Ca} + \text{S} \rightarrow$; 2. $\text{Ca}(\text{OH})_2 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow$; 3. $\text{CaO} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow$;
4. $\text{Ca} + \text{O}_2 \rightarrow$; 5. $\text{Ca}(\text{OH})_2 + \text{H}_2\text{SO}_3 \rightarrow$.

Які з них відповідають схемі хімічних перетворень речовин: кальцій \rightarrow оксид кальцію \rightarrow гідроксид кальцію \rightarrow сульфат кальцію:

- А. 3,4,5; Б. 4,5,3; В. 2,5,1; Г. 4,2,5; Д. 4,3,5.

8. Яка з речовин може бути використана для добування гідроксиду феруму (II) реакцією обміну:

- А. $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$; Б. FeS ; В. FeSO_4 ; Г. FeCO_3 ; Д. $\text{Fe}_3(\text{SO}_4)_2$.

9. ..Яка маса Феруму в 0,1 моль Fe_2O_3 :

- А. 112 г; Б. 56 г; В. 5,6 г; Г. 11,2 г; Д. 1,6г.

Варіант II-01

1. Електронна формула хімічного елемента $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^5$. Вкажіть хімічний знак елемента, формули його легкої сполуки з Гідрогеном і вищого оксиду:

- А. S, H_2S , SO_3 ; Б. P, PH_3 , P_2O_5 ; В. Cl, HCl , Cl_2O_7 ;

- Г. C, CH_4 , CO_2 ; Д. Si, SiH_4 , SiO_2 .

2. В якого з елементів найяскравіше виражені неметалічні властивості:

- А. Хлор; Б. Іод; В. Флуор; Г. Гідроген; Д. Бром.

3. Вкажіть формулу сполуки, в якій ступінь окиснення Купруму +1:

- А. $\text{Cu}(\text{OH})_2$; Б. CuO ; В. Cu_2S ; Г. CuCl_2 ; Д. CuSO_4 .

4. Вкажіть формулу сполуки з йонним зв'язком:

- А. SO_2 ; Б. H_2 ; В. LiCl ; Г. H_2O ; Д. SiH_4 .

5. Вкажіть формулу оксиду нітрогену (II):

- А. N_2O ; Б. NO_2 ; В. N_2O_3 ; Г. NO ; Д. N_2O_5 .

6. Сполука, формула якої $\text{Al}(\text{OH})_3$, виявляє властивості:

- А. кислотні; Б. амфотерні; В. основні; Г. індиферентні; Д. лужні.

7. Яка з вказаних пар речовин відноситься до кислот:

А. SO_3 і Na_2SO_4 ; Б. AgCl і HCl ; В. NaNO_3 і HNO_3 ;

Г. HCl і CH_3COOH ; Д. H_2SO_3 і CaSO_3 ?

8. Взаємодією якої з вказаних пар речовин можна добути гідроксид купруму (II):

А. Cu і H_2O ; Б. CuO і H_2O ; В. CuCl_2 і $\text{Fe}(\text{OH})_3$;

Г. CuSO_4 і NaOH ; Д. $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$ і H_2O ?

9. Яка кількість речовини оксиду кальцію необхідна для добування 14,8 г гідроксиду кальцію:

А. 0,3 моль; Б. 0,2 моль; В. 0,5 моль; Г. 1 моль; Д. 1,5 моль.

Варіант II-02

1. Яке рівняння відповідає реакції розкладання:

А. $\text{Fe}_2\text{O}_3 + 3\text{H}_2 = 2\text{Fe} + 3\text{H}_2\text{O}$;

Б. $\text{BaCl}_2 + \text{Na}_2\text{SO}_4 = \text{BaSO}_4\downarrow + 2\text{NaCl}$;

В. $\text{Fe} + \text{CuCl}_2 = \text{FeCl}_2 + \text{Cu}$;

Г. $\text{SiO}_2 + \text{CaO} = \text{CaSiO}_3$;

Д. $2\text{KMnO}_4 = \text{K}_2\text{MnO}_4 + \text{MnO}_2 + \text{O}_2\uparrow$?

2. Чому дорівнює коефіцієнт x в рівнянні реакції $3\text{Ca}(\text{OH})_2 + 2\text{H}_3\text{PO}_4 = \text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2 + x\text{H}_2\text{O}$:

А. 2; Б. 4; В. 6; Г. 8; Д. 5.

3. Гідроксид натрію і водень утворюються в результаті взаємодії речовин:

А. Na і H_2SO_4 ; Б. Na_2O і H_2O ; В. Na і H_2O ;

Г. NaOH і HCl ; Д. Na і HCl .

4. Необоротна хімічна реакція відбувається в результаті зливання розчинів:

А. MgCl_2 і NaNO_3 ; Б. FeSO_4 і NaCl ; В. FeCl_2 і KNO_3 ;

Г. FeSO_4 і KOH ; Д. CuCl_2 і KNO_3 .

5. Яка пара йонів не може одночасно перебувати у водному розчині:

А. Ba^{2+} і CO_3^{2-} ; Б. Fe^{2+} і SO_4^{2-} ; В. Na^+ і OH^- ;

Г. Cu^{2+} і NO_3^- ; Д. K^+ і SO_4^{2-} ?

6. Процесу окиснення Сульфуру відповідає схема:

А. $\text{S}^{+6} \rightarrow \text{S}^0$; Б. $\text{S}^{+6} \rightarrow \text{S}^{+4}$; В. $\text{S}^0 \rightarrow \text{S}^{+6}$;

Г. $\text{S}^{+4} \rightarrow \text{S}^0$; Д. $\text{S}^0 \rightarrow \text{S}^{-2}$.

7. Дано ліві частини рівнянь хімічних реакцій:

1. $\text{SO}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow$; 2. $\text{Ba} + \text{S} \rightarrow$; 3. $\text{SO}_2 + \text{O}_2 \rightarrow$;

4. $\text{SO}_2 + \text{Ba}(\text{OH})_2 \rightarrow$; 5. $\text{BaCl}_2 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow$.

Які з них відповідають схемі хімічних перетворень речовин: оксид сульфуру (IV) \rightarrow оксид сульфуру (VI) \rightarrow сульфатна кислота \rightarrow сульфат барію:

А. 3,1,4; Б. 3,1,5; В. 1,3,5; Г. 3,4,1; Д. 4,3,5?

8. Яка з речовин не може бути використана для виявлення в розчині карбонат-йонів:

А. $\text{Ca}(\text{OH})_2$; Б. H_2SiO_3 ; В. BaCl_2 ; Г. H_2SO_4 ; Д. PbCl_2 .

9. Маса заліза, добутого в результаті взаємодії 0,5 моль оксиду феруму (III) з воднем, дорівнює:

А. 5,6 г; Б. 56 г; В. 28 г; Г. 2,8 г; Д. 11,2 г.

Коди відповідей на завдання тесту

Варіант I

Варіант	1	2	3	4	5	6	7	8	9
I-01	Б	В	Д	Г	Г	Д	В	В	В
I-02	Г	Г	В	Д	А	В	Д	В	Г

Варіант II

Варіант	1	2	3	4	5	6	7	8	9
II-01	В	В	В	В	Г	Б	Г	Г	Б
II-02	Д	В	В	Г	А	В	Б	Б	Б

Всього в тестуванні взяло участь 52 учнів 9 класів (класи, в яких педагогічний експеримент тривав в 2025-2026 навч. році).

Зведені результати тестування подано в таблиці 2.8.2.

Таблиця 3.4.1.

Зведені результати тестування учнів 9 класів

Число правильно виконаних завдань	Результати тестування		
	Бал		
		учнів	%
менше 11	1–3	2	3,8
11-13	4–6	18	34,6
14-16	7–9	27	51,9
17-18	10–12	5	9,6

Порівняно з результатами, показаними тими самим учнями у 9 класі на початку вивчення курсу, спостерігається певний спад, зниження рівня успішності. Однак, вести мову про неефективність обраної методики немає підстав. Адже тестові завдання складені таким чином, що водночас з перевіркою засвоєння досить значного масиву нових знань (електронні формули, періодичний закон, теорія електролітичної дисоціації, йонні рівняння, окисно-відновні реакції та ін.) здійснювався контроль залишкових знань змісту курсу хімії 8 класу. Можливо, однією з причин дещо нижчого рівня знань є фактор часу – тобто віддаленість в часі етапу засвоєння знань і етапу контролю.

Водночас, допущені помилки не є принциповими, тобто такими, без ліквідації яких неможливий подальший процес навчання. Це, як правило, помилки в визначенні ступенів окиснення елементів, розстановки коефіцієнтів у рівняннях окисно-відновних реакцій, знання хімічних властивостей конкретних сполук. Названі елементи змісту на прикладі речовин, що вивчатимуться в інших темах, можуть бути повторені, узагальнені і таким чином виявлені прогалини у знаннях ліквідуються.

В цілому ж, результати анкетування засвідчують, що учні 9 класу володіють обсягом хімічних знань про хімічну реакцію, визначених навчальною програмою та для даної вікової категорії учнів.

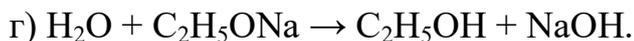
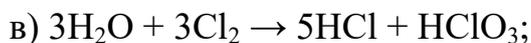
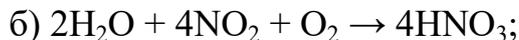
Контрольний тест для перевірки сформованості знань про хімічну реакцію для 11 класу складений нами для підготовки учнів до зовнішнього тестування (в педагогічному експерименті використовувались лише окремі завдання).

Правильні відповіді відзначені значком (*).

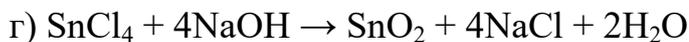
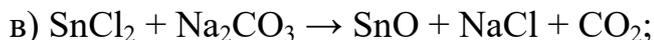
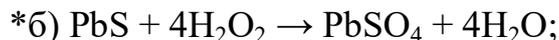
1. Вкажіть тип такої реакції: $2\text{KClO}_3 \rightarrow 2\text{KCl} + 3\text{O}_2$: (1 – окисно-відновна, 2 – розкладання, 3 – екзотермічна, 4 – каталітична, 5 – оборотна, 6 – гетерогенна).

а) 1, 2, 6 б) 1, 2, 3, 5 в) 1, 2, 4 *г) 1, 2, 4, 6

2. Яка з наведених реакцій є практично необоротною?:



3. З наведених нижче реакцій вкажіть окисно-відновну:



4. Закінчіть рівняння окисно-відновної реакції і вкажіть суму коефіцієнтів в ньому: $\text{NaIO}_3 + \text{HCl} \rightarrow \text{I}_2 + \text{Cl}_2 + \dots + \dots$

а) 20 *б) 28 в) 27 г) 25

5. Який максимальний об'єм ацетилену (н.у.) можна добути з кальцій карбідом масою 100 кг?

а) $1,6 \text{ м}^3$; б) $22,4 \text{ м}^3$; в) 32 м^3 ; *г) 25 м^3 .

6. Вкажіть кількість речовини ортофосфатної кислоти, яку може нейтралізувати 0,03 моль натрій гідроксиду з утворенням середньої солі.

- а) 0,04 моль; б) 0,03 моль; в) 0,02 моль; *г) 0,01 моль

7. Яка кількість речовини ферум(III) гідроксиду випаде в осад в результаті взаємодії 2,6 моль калій гідроксиду і 0,4 моль ферум(III) сульфату?

- а) 0,4 моль; *б) 0,8 моль; в) 1 моль; г) 1,2 моль.

8. Який з наведених процесів супроводжується виділенням тепла:

- а) $\text{Cl}_2 \rightarrow 2\text{Cl}$; б) $1s^2 2s^2 2p^1 \rightarrow 1s^2 2s^1 2p^2$;
*в) $2\text{SO}_2 + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{SO}_3$ г) $\text{N}_2 + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{NO}$?

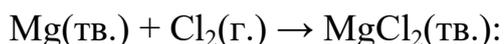
9. Які з наведених монобромпохідних можна добути в результаті бромовання 2-метилпропану:

- а) 1,2 *б) 2, 3 в) 1, 3 г) 1, 2, 3

10. Яку масу хлороводню можна добути з 420 кг магній хлориду, якщо вихід його становить 82%?

- *а) 264,6 кг; б) 132,3 кг; в) 161,4 кг; г) 322,8 кг.

11. Виберіть правильну словесну інтерпретацію для реакції



- а) 1 атом Mg реагує з однією молекулою Cl_2 з утворенням 1 молекули MgCl_2 ;
*б) 1 моль Mg реагує з 1 моль Cl_2 з утворенням 1 моль MgCl_2 ;
в) 1 атом Mg реагує з двома атомами Cl з утворенням 1 молекули MgCl_2 ;
г) 1 молекула Mg реагує з 1 молекулою Cl_2 з утворенням 1 молекули MgCl_2 .

Висновки

В роботі зроблено спробу вирішити деякі питання, пов'язані з формуванням в учнів знань про хімічну реакцію класі в цілому та окисно-відновні процеси зокрема. Головним завданням було – розробити та апробувати в умовах реального навчального процесу комплекс дидактичних завдань. В процесі дослідження одержано такі результати :

1. Система понять про хімічну реакцію – це дуже загальна, багатопланова, різнокомпонентна система. Цим ускладнено узагальнення знань, виділення інваріанта даної системи понять.
2. Аналіз наукової та методичної літератури засвідчив, що поняття "хімічна реакція" тісно пов'язане з поняттям "речовина" та "хімічний елемент". Це є відображенням діалектичного зв'язку виду матерії з формою її руху. В ході хімічної реакції здійснюється перетворення речовин та хімічних елементів. Хімічними реакціями називають явища, при яких змінюється склад, структура і властивості хімічних сполук – одні речовини перетворюються в інші.
3. На основі аналізу літератури встановлено, що методика формування системи понять про хімічну реакцію включає декілька етапів: формування початкових знань про хімічну реакцію на основі атомно-молекулярного вчення; вивчення енергетики, кінетики хімічних реакцій та хімічної рівноваги; розрахунки за хімічними рівняннями; формування понять про окисно-відновні реакції та реакції між електролітами у водних розчинах на основі електронної теорії. Одним з провідних блоків знань, що формуються упродовж всього періоду вивчення курсу хімії в школі, є поняття про окисно-відновні реакції. Дані елементи підсистеми понять про хімічну реакцію знаходять своє логічне продовження під час вивчення органічної хімії.
4. На основі аналізу змісту шкільного підручника, з врахуванням вимог до підготовки учнів з хімії нами розроблено комплекс дидактичних завдань,

спрямованих на успішне формування поняття про окисно-відновні процеси, який займає центральне місце поряд із завданнями на закріплення знань про речовину та хімічний елемент.

5. За характером пізнавальної діяльності розроблені дидактичні завдання охоплюють діяльність від репродуктивної до дослідницької, за способом реалізації – логічні та експериментальні.
6. Результатом апробації розроблених нами завдань є більш якісні знання учнів з курсу хімії класу та успішне оволодіння способами їх здобування.

Дослідження та розробка нових дидактичних завдань, зокрема для курсу органічної хімії, в якому окисно-відновним характеристикам речовин приділяється занадто мало уваги, для реалізації міжпредметних зв'язків, вивчення специфіки узагальнення знань про хімічну реакцію як для класів з поглибленим вивченням хімії, так і для гуманітарних, є, на нашу думку, актуальними темами для подальших досліджень.

Список використаної літератури

1. Артеменко А.І. Основи теорії неорганічної хімії. К.:Академія. 2018. 160 с.
2. Базелюк І.І. Самостійна робота учнів на уроках неорганічної хімії: Метод, посібник. К.: ІЗМН, 2006. 92 с.
3. Базелюк І.І. та ін. Довідкові матеріали з хімії / І.І. Базелюк, Л.П. Величко, Н.В. Титаренко. Київ; Ірпінь: ВТФ „Перун”, 1998. 224 с.
4. Базелюк І.І., Величко Л.П. Дидактичні матеріали з хімії: 9 клас. К.: Пед. преса, 2018. 80 с.
5. Березан О. Збірник різнорівневих завдань з хімії. 10 клас. Тернопіль: Підручники і посібники, 2003. 128 с.
6. Березан О.В. Хімія: Тести для школярів і вступників у ВНЗ Тернопіль: Підручники і посібники, 2021. 304 с.
7. Блажко О. А. Методика навчання хімії на профільному рівні: навчальний посібник для студентів предметної спеціальності 014.06 Середня освіта (Хімія) / автор-укладач О.О. А. Блажко; Вінницький держ. пед. ун-т імені Михайла Коцюбинського. Вінниця, 2023. 156 с.
8. Буринська Н. М. Методика викладання хімії (теоретичні основи). К.: Вища школа, 1987. 255 с.
9. Буринська Н.М. Викладання хімії у 8-9 класах загальноосвітньої школи: Метод. пос. для вчителів. К.: Перун, 2013. 144 с.
10. Буринська Н.М., Величко Л.П. Викладання хімії у 10-11 класах загальноосвітніх навчальних закладів: Метод. пос. для вчителів. К., Ірпінь: Перун, 2002. 240 с.
11. Василега М.Д. Окислювально-відновні реакції: Посіб. для вчителів. 2-е вид., перероб. і доп. К.: Освіта., 2007. 152с.
12. Величко Л.П., Ярошенко О.Г., Бондарчук О.Г. Дидактичний матеріал із загальної хімії. К.: Освіта., 2019. 80 с.
13. Гиря О.О. Змістовно-методичне забезпечення вивчення теми „Основні поняття хімії”: Навчально-методичний посібник // Бібліотечка „Все для вчителя”. 2004. №24. 63 с.
14. Гладюк М. М. Дидактичні матеріали з хімії. 10 клас. Тернопіль : Підручники і посібники, 2013. 80 с.

- 15.Гладюк М.М. Дидактичні матеріали з хімії. 9 кл. Тернопіль: Підручники і посібники, 2013. 96 с.
- 16.Горбовий П.М., Столяр О.Б., Барановський В.С. Хімія окисно-відновних процесів. Тернопіль: Астон, 1998. 127с.
- 17.Гранкіна Т.М., Григорович О.В. Хімія. 9 клас.: Плани-конспекти уроків. Харків: Ранок, 2013. 300 с.
- 18.Григорович О.В. Збірник різнорівневих задач і вправ з хімії. 9 клас: Для поточного та тематичного контролю. Харків: Веста: Видавництво „Ранок”, 2002. 96 с.
- 19.Гузик М.П. Дванадцятибальна система: шляхи реалізації // Завуч. № 20-21, липень 2002. 118 с.
- 20.Дидактика сучасної школи /За ред. В. А. Онищука. К. :Вища школа, 2007. 351 с.
- 21.Діагностично-тренувальні та контрольні-оцінювальні завдання. 9 клас. Львів: ВНТЛ-Класика, 2004. 336 с
- 22.Закон України «Про загальну середню освіту» // Законодавство України про загальну середню освіту. Бюлетень законодавства і юридичної політики України. К., 1999. №9. С.31–54.
- 23.Іванова Р.Г., Осокіна Г.Н. Вивчення хімії в 9-10 класах: Посібник для вчителів. К.: Рад. школа, 1985. 296 с.
- 24.Критерії оцінювання навчальних досягнень учнів у системі загальноосвітньої середньої освіти. К.; Ірпінь, 2004. 176 с.
- 25.Методика викладання шкільного курсу хімії / Н.М.Буринська, Л.П.Величко, Л.А.Липова та ін.; За ред. Н.М.Буринської. К.: Освіта, 1991. 350 с.
- 26.Методика навчання хімії в 10-11 класах закладів загальної середньої освіти: навчально-методичний комплект: навчально-методичний посібник / Укладач П. В. Самойленко. Чернігів : НУЧК імені Т.Г. Шевченка, 2023. 168 с.
- 27.Михалічко Б.М. Курс загальної хімії. Теорет.основи: Навч. посіб. К.: Знання, 2009. 548 с.
- 28.Навчання хімії в старшій школі на академічному рівні: монографія / Величко Л.П., Буринська Н.М., Вороненко Т.І., Лашевська Г.А., Титаренко Н.В. К.: Педагогічна думка, 2013. 216 с.

29. Олійник І.В., Кучер Л.Є. Уроки хімії. 9 клас: Посібник для вчителя. Тернопіль: Навчальна книга - Богдан, 2004. 144 с.
30. Онищук В.О. Урок в сучасній школі: Пос. для вчит. К.: Освіта, 1996. 163 с.
31. Основи загальної хімії: Підр./ В.С. Телегус, О.І. Бодак, О.С. Зеречнюк, В.В. Кінжибало. Ред. В.С. Телегус. Л.: Світ, 2000. 424с.
32. Попель П.П. Найважливіші хімічні терміни й поняття у шкільному курсі хімії // Педагогічні науки: Зб. наук. пр. Суми, СумДПУ ім. А.С.Макаренка. 2005. С. 23-28.
33. Савчин М.М. Збірник задач та вправ з неорганічної хімії. Для загальноосвітніх шкіл, ліцеїв та гімназій. 8-10 класи. Львів: ВНТЛ-Класика, 2004. 160 с.
34. Староста В. І. Складаємо завдання з хімії. Рівняння хімічних реакцій // Біологія і хімія в школі. 2001. №6. С. 5-8.
35. Сударева Г.Ф., Депутат В.М., Чайченко Н.Н. Зошит для практичних робіт з хімії. 7 кл. середньої загальноосвітньої школи / За ред. Н.Н. Чайченко. Суми: Нота Бене, 2008. 28 с.
36. Форми навчання в школі: Кн. для вчителя / Ю.І. Мальований, В.Є. Римаренко, Л.П. Вороніна та ін.; За ред. Ю.І. Мальованого. К: Освіта, 1992. 160 с.
37. Шарко В.Д. Сучасний урок: технологічний аспект: Посібник для вчителів і студентів. К., 2005. - 220 с.
38. Школи нового типу в Україні: Метод, посібник /В.Ф. Паламарчук, І.Г. Єршов, Г.М. Ісаєва. К.: ІСДО, 1996. 120 с.
39. Ярошенко О. Г. Методика вивчення окисно-відновних процесів // Біологія і хімія в школі. 2019. №5. С. 18-24.

Інформаційні ресурси

40. Держаний стандарт базової і повної загальної середньої освіти. [Електр. ресурс]. Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/13922011-%D0%BF#n9>
41. Закон України про повну загальну середню освіту. [Електр. ресурс]. Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/main/463-20>
42. Конспекти уроків. Режим доступу: [Електр. ресурс]. https://naurok.in.ua/conspect.html?cid=32&gclid=EAIaIQobChMIvr_dtpLA6AIViw8YCh1EdAEjEA M

YASAAEgIARPD_BwE

43. Навчальні програми 10-11 класів. [Електр. ресурс]. Режим доступу: <https://mon.gov.ua/ua/osvita/zagalna-serednyaosvita/navchalni-programi/navchalniprogrami-dlya-10-11-klasiv>
44. Навчальні програми 5-9 класів, 2017 рік. [Електр. ресурс]. Режим доступу: <https://mon.gov.ua/ua/osvita/zagalna-serednyaosvita/navchalni-programi/navchalniprogrami-5-9-klas>
45. Наказ МОН № 371 від 05.05.2008 р. “Про затвердження критеріїв оцінювання навчальних досягнень учнів у системі загальної середньої освіти”. [Електр. ресурс]. – режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/ru/v0371290-08>
46. Хімія. Електронні версії підручників для учнів 10-х класів. [Електр. ресурс]. Режим доступу: <https://pidruchnyk.com.ua/10klas/himija10/> 18
47. Проєкт Державного стандарту профільної середньої освіти <https://mon.gov.ua/storage/app/media/gromadske-obgovorennya/2023/10/30/НО-royekt.Derzhstandartu.profilnoyi.serednoyi.osvity-30.10.2023.pdf>
48. Реалізація технологій профільного навчання в закладах загальної середньої освіти: методичний посібник / О. В. Малихін, Н. О. Арістова, Л. В. Шелестова, О. В. Барановська, В. І. Кизенко, О. П. Кравчук, С. Е. Трубочева, О. В. Черноус [Електронне видання]. Київ : КОНВІ ПРІНТ, 2021. 197 с.
49. Індивідуалізація навчання в умовах змішаної форми організації освітнього процесу у профільній старшій школі: методичний посібник. [Електронне видання] / Топузов О. М., Малихін О. В., Алексеєва С. В., Арістова Н. О. Київ : Видавничий дім «Освіта», 2024. 99 с. <https://osvita.ua/doc/files/news/589/58907/ximiya-10-11-riven-standartu.docx>
50. Гриневич Л., Божинський В., Крижановська В. Перезавантаження реформи «Нова українська школа»: впровадження нового змісту базової середньої освіти : Аналітична записка. Серія «Освіта України під час війни». Київ: Київський столичний університет імені Бориса Грінченка, 2024. 17 с. URL: <https://osvitanalityka.kubg.edu.ua/NUSH>.

Анотація

Карачевська О.С. Формування поняття про окисно-відновні процеси в курсі хімії середньої школи: Кваліфікаційна робота / Карачевська Оксана Степанівна; ТНПУ імені Володимира Гнатюка, хім.-біол. ф-т, кафедра хімії та методики її навчання; наук. кер. Гладюк М.М. Тернопіль, 2025. 66 с.

Магістерська робота присвячена актуальному питанню методики хімії – формуванню одного з провідних понять – поняття про хімічну реакцію, зокрема про окисно-відновні процеси – в процесі вивчення курсу хімії в 9 класі.

Предметом роботи є розробка дидактичних завдань для формування в учнів знань про хімічну реакцію, окисно-відновні процеси та методика їх використання у 9 класі.

Впровадження в практику роботи школи розробленого комплексу завдань засвідчує їх високу навчальну ефективність.

Ключові слова: "поняття про хімічну реакцію", "дидактичні завдання", "методика формування понять", "окисно-відновні реакції".

Kharachevska O. Formation of the concept of redox processes in the high school chemistry course: Master's thesis / Kharachevska Orsana; Ternopil Volodymyr Hnatiuk National Pedagogical University, chem-bio.dept, Department of Chemistry and Methods of Teaching; supervisor Hladiuk M.M.: Ternopil, 2025. 66 p.

The master's thesis is devoted to the topical issue of chemistry methodology – the formation of one of the leading concepts - the concept of chemical reaction, in particular about redox processes - in the process of studying the course of chemistry in 9th grade.

The subject of the work is the development of didactic tasks for the formation of students' knowledge about the chemical reaction and methods of their use in the 9th grade.

The introduction of the developed set of tasks into the practice of the school's work testifies to their high educational efficiency.

Keywords: "concept of chemical reaction", "didactic tasks", "methods of concept formation", "redox reactions".