

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**  
**КРИВОРІЗЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ПЕДАГОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**  
Факультет природничий  
Кафедра хімії та методики її навчання

«Допущено до захисту»

Завідувач кафедри

\_\_\_\_\_ Старова Т. В.

«\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ р.

Реєстраційний № \_\_\_\_\_

«\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ р.

**УЖИТКОВИЙ ХІМІЧНИЙ ЕКСПЕРИМЕНТ ПРИ ВИВЧЕННІ ТЕМИ**  
**«ОКСИГЕНОВМІСНІ ОРГАНІЧНІ СПОЛУКИ» В 10-Х КЛАСАХ**  
**ПРОФІЛЬНОГО РІВНЯ**

Кваліфікаційна робота студентки групи ХІм-22  
ступінь вищої освіти «магістр»  
спеціальності 014.06 «Середня освіта (Хімія)»  
Кушнірової Олександри Денисівни

Керівник:

Кандидат педагогічних наук, доцент кафедри  
хімії та методики її навчання

Нечипуренко П. П

Оцінки:

Національна шкала \_\_\_\_\_

Шкала ECTS \_\_\_\_ Кількість балів \_\_\_\_\_

Голова ЕК \_\_\_\_\_

Члени ЕК \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

## ЗАПЕВНЕННЯ

Я, Кушнірова Олександра Денисівна, розумію і підтримую політику Криворізького державного педагогічного університету з академічної доброчесності. Запевняю, що ця кваліфікаційна робота виконана самостійно, не містить академічного плагіату, фабрикації, фальсифікації. Я не надавала і не одержувала недозволену допомогу під час підготовки цієї роботи. Використання ідей, результатів і текстів інших авторів мають покликання на відповідне джерело. Із чинним Положенням про запобігання та виявлення академічного плагіату в роботах здобувачів вищої освіти Криворізького державного педагогічного університету ознайомена. Чітко усвідомлюю, що в разі виявлення у кваліфікаційній роботі порушення академічної доброчесності робота не допускається до захисту або оцінюється незадовільно.

## ЗМІСТ

Зміст.....	3
Вступ.....	4
Розділ 1 Ужитковий експеримент як особливий вид навчального хімічного експерименту.....	7
1.1. Сутність та різновиди ужиткового хімічного експерименту .....	7
1.2. Аналіз застосування ужиткового хімічного експерименту та його організація.....	14
Висновки до розділу 1 .....	22
Розділ 2 Методика використання ужиткового хімічного експерименту при вивченні теми «Оксигеновмісні органічні сполуки» у 10-х класах .....	24
2.1. Методичний аналіз теми «Оксигеновмісні органічні сполуки» у 10-х класах хімічного профілю.....	24
2.2. Використання ужиткового хімічного експерименту у вивченні оксигеновмісних органічних сполук.....	27
Висновки до розділу 2 .....	32
Висновки .....	33
Список використаних джерел.....	35
Додаток А.....	40
Додаток Б .....	42

## ВСТУП

Концепція «Нової української школи» визначає нові пріоритети у цілях загальної середньої освіти, спрямовані на виховання особистості, що має бути конкурентноспроможною у сучасному світі. Учні мають здобувати не лише знання, але і уміння використовувати їх на практиці. У навчанні хімії одним із найважливіших методів навчання є навчальний хімічний експеримент, який забезпечує і формування відповідних компетентностей, і уміння застосовувати теоретичні знання на практиці. Але у останні роки з усіх видів хімічного експерименту для учнів українських закладів освіти доступні переважно віртуальний та уявний, а реальний хімічний експеримент майже не доступний.

Така ситуація стала продовженням умов нестачі хімічних реактивів та обладнання в школах, що також суттєво обмежувало використання навчального хімічного експерименту у навчанні хімії. Одним із можливих розв'язків цих багаторічних проблем є упровадження у практику навчання хімії навчального експерименту ужиткового характеру, що надає можливість не лише компенсувати відсутність оптимальних умов та матеріальних можливостей для здійснення реальних хімічних експериментів, але і збільшує цікавість учнів до вивчення хімії, показує її важливість та необхідність у повсякденному житті, та демонструє доступність хімічних знань. Експерименти ужиткового характеру застосовувались у навчанні хімії переважно у формі позакласної або самостійної роботи, здебільшого із обдарованими дітьми, що цікавляться хімією. Проте сучасні обставини виводять застосування хімічних експериментів ужиткового характеру на новий рівень – вони можуть відігравати провідну роль у формуванні експериментальних компетентностей учнів.

У побуті органічні сполуки, що містять атоми Оксигену є дуже поширеними: представники спиртів, фенолів, карбонових кислот, естерів, альдегідів, кетонів та вуглеводів оточують людину, виконуючи роль розчинників, антисептиків, поживних речовин, харчових добавок,

ароматизаторів, консервантів тощо. Вивченню оксигеновмісних органічних сполук присвячено великий розділ у навчальній програмі з хімії для 10-х класів.

Враховуючи необхідність активного та практичного вивчення цієї теми, ми вирішили детально дослідити підхід, який базується на широкому використанні ужиткового хімічного експерименту. Такий метод дозволяє не лише освоїти теоретичні аспекти, а й застосувати їх на практиці, спостерігаючи реальні хімічні процеси та отримуючи конкретні результати, причому не маючи доступу до багатьох хімічних реактивів. На наше переконання, навіть після повного повернення до очного навчання та вирішенні матеріальних проблем з реактивами та обладнанням, ужитковий хімічний експеримент буде корисним і ефективним у навчанні хімії за стандартами «Нової української школи».

Саме тому темою нашого дослідження визначена «Ужитковий хімічний експеримент при вивченні теми «Оксигеновмісні органічні сполуки» в 10-х класах профільного рівня».

Мета дослідження полягає у доборі, розробці та удосконаленні методик ужиткових хімічних експериментів, необхідних для забезпечення якісного вивчення теми «Оксигеновмісні органічні сполуки».

Відповідно до мети дослідження були поставлені такі завдання:

1. З'ясувати сутність та методичні аспекти використання ужиткового хімічного експерименту.
2. Визначити характерні особливості різних типів ужиткового хімічного експерименту та класифікувати їх.
3. Здійснити аналіз досвіду застосування ужиткового хімічного експерименту у навчанні хімії та вивченні теми «Оксигеновмісні органічні сполуки» зокрема.
4. Визначити перелік необхідних лабораторних експериментів, необхідних для опанування теми «Оксигеновмісні органічні сполуки» на профільному рівні.

5. Дібрати, удосконалити та створити методики ужиткових хімічних експериментів, необхідних для опанування теми «Оксигеновмісні органічні сполуки» на профільному рівні.

6. Експериментально перевірити ефективність та відтворюваність запропонованих методик ужиткових хімічних експериментів для вивчення властивостей оксигеновмісних органічних сполук.

7. Створити методичні рекомендації для використання комплексу методик ужиткових хімічних експериментів для вивчення теми «Оксигеновмісні органічні сполуки».

Об'єкт дослідження – ужитковий хімічний експеримент.

Предмет дослідження – процес використання ужиткового хімічного експерименту для вивчення властивостей оксигеновмісних органічних сполук у 10-х класах профільного рівня.

Для вирішення завдань використовувались такі методи дослідження:

1. аналіз літературних джерел;
2. екстраполяція;
3. хімічний експеримент;
4. порівняння та систематизація.

Практична значущість роботи полягає у створенні добірки перевірених методик здійснення ужиткових хімічних експериментів для вивчення властивостей оксигеновмісних органічних сполук у 10-х класах загальноосвітніх навчальних закладів (на рівні профільного вивчення хімії).

Структура роботи: робота складається з двох розділів (теоретичного та практичного), висновків до розділів та загальних висновків. Список використаної літератури містить 36 джерел.

## РОЗДІЛ 1

### УЖИТКОВИЙ ЕКСПЕРИМЕНТ ЯК ОСОБЛИВИЙ ВИД НАВЧАЛЬНОГО ХІМІЧНОГО ЕКСПЕРИМЕНТУ

#### 1.1. Сутність та різновиди ужиткового хімічного експерименту

Хімічний експеримент є надзвичайно важливим видом діяльності вчителя та учнів у процесі вивчення хімії, оскільки саме хімічний експеримент надає можливість встановити взаємозв'язок між теорією та реальними фактами: хімічними явищами та процесами [35, с. 64].

Хімічний експеримент може бути науковим та навчальним. Науковий хімічний експеримент має на меті здобути нові знання або перевірити істинність висунутих гіпотез, адекватність наукових теорій тощо. Тобто, науковий хімічний експеримент призводить до отримання об'єктивно нових знань з хімії. Натомість навчальний хімічний експеримент призначений для засвоєння суб'єктивно нових хімічних знань здобувачами освіти, тобто результат навчального експерименту уже відомий для тих, хто отримав хімічну освіту, проте є новим для тих, хто цю освіту здобуває.

Навчальний хімічний експеримент виконує три основні функції:

– пізнавальну – для засвоєння основ хімії, висунення й розв'язання практичних проблем, вивчення значення хімії в сучасному суспільстві (житті);

– виховну – для розкриття перед учнями низки положень, важливих у світоглядному відношенні: матеріальну єдність у різноманітності сполук, взаємозв'язки між ними, обумовленість перетворення речовин дією законів природи, пізнання хімічних явищ, роль практики у пізнанні; естетичне, екологічне, трудове виховання;

– розвивальну – для набування й вдосконалення загальнонаукових і практичних умінь і навичок, для розвитку розумових здібностей учнів та їх умінь користуватися логічними прийомами мислення тощо [17].

Класифікацій навчального хімічного експерименту за різними ознаками створено велику кількість. Проаналізував та узагальнив різноманітні варіанти класифікацій навчального хімічного експерименту знаний методист у галузі застосування хімічного експерименту у навчанні хімії в загальноосвітніх навчальних закладах – Андрій Кирилович Грабовий [17].

Зокрема, розрізняють такі види навчального хімічного експерименту:

- учительський та учнівський (за діяльністю вчителя та учнів);
- демонстраційний хімічний експеримент, лабораторні дослідження, практичні роботи (за формою організації);
- урочний та позаурочний (за організаційними формами навчання, де використовується хімічний експеримент);
- реальний, уявний та віртуальний (за способом виконання хімічних дослідів);
- дослідницький та ілюстративний (за способом керування самостійною роботою учнів) [17, с. 33-34].

Учительський навчальний хімічний експеримент здійснюється безпосередньо вчителем власноруч і тому може бути виключно демонстраційним, як урочним, так і позаурочним. Учніський навчальний хімічний експеримент виконується саме учнями, як правило, це лабораторні та практичні роботи, відповідно до навчальної програми. Також учнівський хімічний експеримент може бути як урочним, так і позаурочним [17, с. 34-36].

Ужитковий хімічний експеримент у класифікації визначається за окремою ознакою – використанням речовин і матеріалів, що використовуються у побуті [17, с. 34]. Ужитковий хімічний експеримент – це різновид навчального хімічного експерименту, «під час проведення якого використовуються речовини та матеріали побуту – харчові продукти, лікарські препарати, речовини особистої гігієни, засоби прання, миття та чищення» [18].

Хімічний експеримент ужиткового характеру, якщо проаналізувати його з точки зору інших ознак класифікації навчальних хімічних експериментів, зазначених вище, може бути:

- учительським, якщо виконується вчителем для учнівської аудиторії, при цьому він водночас буде демонстраційним;
- учнівським, якщо його виконують учні власноруч, при цьому він може бути лабораторним експериментом або частиною практичної роботи;
- як урочним, так і позаурочним, незалежно від того, хто його виконує: вчитель чи учні;
- реальним, тобто із безпосереднім залученням речовин ужиткового характеру для здійснення хімічних перетворень у класі (лабораторії) або вдома;
- уявним, якщо під час уроку вчитель звертається до життєвого досвіду учнів щодо використання певних речовин у побуті для ілюстрації їх властивостей або перебігу хімічних процесів;
- віртуальним, якщо відповідна модель або віртуальна хімічна лабораторія застосовують у якості об'єкту моделювання хімічний продукт, що застосовується в побуті;
- дослідницьким, якщо має на меті дослідження властивостей речовин ужиткового характеру, які є маловідомими;
- ілюстративним, якщо має на меті дослідження властивостей речовин ужиткового характеру, у якості підтвердження вивчених раніше фактів, закономірностей тощо.

Обмежена кількість об'єктів, які можна використати для проведення ужиткового хімічного експерименту повинна зменшити його застосування у практиці. Проте, в наш час людину в побуті оточують тисячі хімічних продуктів різного хімічного складу, причому цей хімічний склад може бути з'ясований або за етикеткою, або за інформацією з офіційних джерел мережі Інтернет. Велику частину цих хімічних продуктів можна застосувати для проведення ужиткового хімічного експерименту і це робить тематику його застосування достатньо різноманітною.

Зокрема, А. К. Грабовим виокремлюються головні групи реактивів для організації та проведення ужиткового експерименту:

- речовини особистої гігієни;
- смакові речовини та харчові продукти;
- речовини медичного призначення;
- господарські речовини [19].

Хоча речовини ужиткового характеру найчастіше являють собою багатокомпонентні суміші, проте на відміну від лабораторних реактивів вони є більш доступними та більш цікавими для дослідження, оскільки є не черговою абстракцією з підручника чи робочого зошита з хімії, а об'єктами важливими для добробуту учнів.

Таким чином, під ужитковим хімічним експериментом ми маємо на увазі навчальний хімічний експеримент, що передбачає використання у якості об'єкту дослідження та реактивів речовин і матеріалів, доступних у побуті.

Ганна Лашевська зазначає, що інтерес учнів до вивчення хімії пов'язаний, насамперед, із хімічним експериментом [27]. У працях Грабового А. К. зазначається, що використання ужиткового експерименту може не лише збільшити інтерес до вивчення хімії, але і надає змогу учням здобути більш міцні та глибокі знання з хімії [20].

Метою ужиткового експерименту з хімії є перевірка та підтвердження теоретичних знань, набутих у процесі навчання хімії шляхом проведення практичних досліджень, фіксування та аналізу конкретних результатів.

Завданнями з ужиткового експерименту в хімії можуть бути:

- підтвердження теоретичних знань та закономірностей на практиці;
- вивчення хімічних властивостей, взаємодій та реакцій речовин і сумішей, що оточують людину у побуті, а також є об'єктом вивчення на уроках хімії;
- здобуття нових знань про хімічні аспекти оточуючого світу;
- визначення складу і властивостей речовин.

Ужитковий хімічний експеримент також виконує низку важливих функцій у навчанні хімії:

- методологічну – через поглиблення знань учнів про загальнонаукові, насамперед, експериментальні методи пізнання;
- освітню – через надання учням інформації про властивості хімічних сполук та особливості перебігу хімічних реакцій;
- виховну – через розкриття ролі практики у пізнанні, про пізнаваність хімічних явищ на побутовому рівні тощо;
- розвивальну – через розвиток в учнів креативності, спостережливості, умінь аналізувати та узагальнювати, робити висновки;
- евристичну – через формування хімічних понять та встановлення нових фактів;
- коригувальну – через контроль отриманих знань, виправлення помилок учнів у процесі набуття ними експериментальних умінь та навичок;
- узагальнювальну – через створення передумов для формулювання висновків та узагальнень;
- дослідницьку – через розвиток конструкторських умінь, навичок з аналізу та синтезу хімічних речовин, дослідницьких умінь тощо [19].

На думку А. К. Грабового, ужитковий хімічний експеримент має низку переваг у порівнянні з традиційним:

1. реактиви і матеріали є доступними та переважно безпечними, що розширює можливості проведення дослідів і розв'язує проблему дефіциту необхідних реактивів;
2. створюються проблемні ситуації близькі до реального життя, що демонструє значущість та важливість знання хімії;
3. формує навички екологічно грамотної поведінки у побуті та довкіллі, позбавляє «хемофобії»;
4. посилює мотивацію до вивчення хімії через застосування предметних знань щодо звичайних речовин та матеріалів [17, с. 112-113; 19].

До цього переліку переваг ми вважаємо за доцільне додати:

1. задовольняє інтерес і цікавість учнів, робить хімічні знання більш близькими та простими для сприйняття;

2. надає можливість забезпечити якісний навчальний процес в умовах дистанційного навчання та недоступності навчальної хімічної лабораторії.

Г. А. Лашевська до можливих переваг ужиткового експерименту додає: передумови до застосування міжпредметних зв'язків (з фізикою, біологією, основами безпеки життєдіяльності); виховання культури споживання тощо [28].

Також, ужитковий експеримент може бути застосований у впровадженні проєктної діяльності учнів на уроках хімії, що, зокрема, позитивно впливає на формування експериментальних умінь та навичок здобувачів освіти, їхніх предметних компетентностей, а також сприяє реалізації та урізноманітненню експериментальної складової програми з хімії для загальноосвітніх навчальних закладів [18]. Причому виконання дослідів ужиткового характеру формує в учнів уміння: усвідомлювати своє незнання і переборювати когнітивний дисонанс; зіставляти отриманий практичний досвід і теоретичні знання; оцінювати здобуті знання тощо [27].

Ужитковий експеримент надає можливість здобувачам освіти побачити та відчути, як насправді працюють теорія та практика хімії, а також відчути роль хімії в нашому повсякденному житті.

На думку Лашевської Г. А., використання ужиткового хімічного експерименту може не лише розвинути експериментальні уміння учнів, допомогти їм з'ясувати роль хімічних знань у розв'язанні реальних життєвих ситуацій та набути життєвого досвіду, але і може зорієнтувати їх на вибір відповідного профілю для подальшого навчання [27].

Ще один вид навчального хімічного експерименту у якості об'єктів вивчення використовує речовини та матеріали, що доступні у побуті – це домашній хімічний експеримент.

Домашній хімічний експеримент О. Авдєєва визначає як вид позакласної роботи, який учні під наглядом батьків індивідуально виконують у домашніх умовах. Домашній хімічний експеримент є потужним засобом формування

гностичних та експериментальних умінь учнів, збудження інтересу учнів до хімії та пізнання оточуючого світу в цілому [8].

Домашній хімічний експеримент також розглядається як особливий вид самостійної роботи учнів, що виконується ними у домашніх умовах за завданням вчителя та під наглядом батьків [9].

У той же час, О. В. Бардадим, наводячи у своїй статті приклади методик домашніх хімічних експериментів, зазначає, що лише деякі з них вимагають здійснення під наглядом батьків [13].

Домашній хімічний експеримент визначено одним з основних видів експериментів, які використовуються в практиці навчання відповідно до нових навчальних програм. Також, домашній хімічний експеримент є важливою складовою позакласної роботи з хімії [9].

На думку Г. В. Мартинюк, домашній учнівський експеримент – це і особливий вид самостійної роботи учнів, і форма позакласної роботи з хімії водночас. При цьому, домашній хімічний експеримент як вид самостійної роботи учнів недостатньо методично розроблений: бракує визначених критеріїв відбору домашніх експериментів та методики їх організації [29].

Бардадим О. В. зазначає, що впровадження у навчальний процес домашнього хімічного експерименту надає можливість не лише зацікавити учнів, але і дослідити ті хімічні явища, на які не вистачає часу на уроці. Також, в процесі виконання домашнього хімічного експерименту учні мають можливість самостійно планувати та виконувати альтернативні варіанти здійснення експерименту, що додатково розвиває їх творчі здібності та уміння робити висновки [13].

Грабовий А. К. зазначає, що «домашній хімічний експеримент передбачає самостійне виконання учнями дослідів у домашніх умовах за завданням учителя з використанням ужиткових речовин (речовин особливої гігієни, смакових та харчових продуктів, речовин медичного призначення)» [21].

Тобто в процесі здійснення домашнього хімічного експерименту можуть застосовуватись виключно ужиткові речовини та матеріали. На нашу думку, це є підставою вважати домашній хімічний експеримент одним із видів навчального хімічного експерименту ужиткового характеру.

У такому разі, ужитковий хімічний експеримент є більш широкою категорією, оскільки для його проведення можуть залучатись приміщення, обладнання та хімічний посуд навчальної хімічної лабораторії; він може бути урочним та позаурочним, учительським (демонстраційним) та учнівським (лабораторним, практичним або домашнім). Домашній хімічний експеримент може бути виключно учнівським, позаурочним та проводиться без залучення спеціалізованого приміщення, обладнання та хімічного посуду.

Таким чином, можна сформулювати таке визначення домашнього хімічного експерименту – це навчальний хімічний експеримент ужиткового характеру, що здійснюється учнями самостійно у домашніх умовах, у довільний час відповідно до інструкцій, у окремих випадках під наглядом дорослих.

У такому випадку, мета, завдання, переваги та недоліки ужиткового та домашнього хімічних експериментів збігаються практично повністю.

## **1.2. Аналіз застосування ужиткового хімічного експерименту та його організація**

Бурхливий розвиток хімії та хімічної технології на початку ХХ століття спричинив хімізацію практично усіх галузей народного господарства та побуту. Оскільки успіхи хімічної промисловості робили асортимент доступних у побуті хімікатів все більш широким, а практичну спрямованість хімічних знань все більш очевидною, з'явилися передумови застосування саме побутових хімічних речовин у процесі навчання хімії. Це мало б продемонструвати практичну цінність хімічних знань та сприяти зацікавленості учнів у вивченні хімії.

Домашній хімічний експеримент було включено до радянських підручників хімії у якості одного із видів домашнього завдання [34; 36] ще у 1960-х роках. Частина запропонованих авторами підручників експериментів пропонувалось виконати в домашніх умовах. А у 1977 році виходить посібник для вчителів [12], присвячений організації домашнього хімічного експерименту. Грабовий А. К. пов'язує впровадження у практику навчання хімії в школі домашнього експерименту із збільшенням частки самостійної роботи учнів [17].

За кордоном навчання в аналогах нашої середньої школи, зазвичай, передбачає вивчення інтегрованого курсу «Science» – «Природничих наук», тобто окремого шкільного курсу хімії не передбачено. Проте програма курсу «Science» насичена експериментами ужиткового характеру, які заплановані практично у кожній темі, а інструкції з їх виконання подано у підручниках [5]. Науково-популярне видання «Хімія для допитливих» насичене не лише теоретичним матеріалом, але і рекомендаціями щодо проведення експериментів, значна частина яких пропонується саме як ужиткові та домашні [6].

Ужитковий та домашній експерименти були не лише методом навчання, але і засобом популяризації науки. Прикладом такої популяризації є телевізійні шоу Дональда «Містера Чарівника» Герберта, яке у різних форматах транслювалось на телебаченні США з 1951 по 2000 роки – особливістю цих шоу була демонстрація саме експериментів ужиткового характеру, переважно загальнонаукових [4].

Тривалий час ужитковий хімічний експеримент розглядався лише у якості доповнення стандартного набору навчальних хімічних експериментів у курсі хімії, а також засобом зацікавлення учнів та ілюстрацією прикладного застосування та важливості хімічних знань. Застосовували його переважно при роботі з учнями середньої та старшої школи.

У підручнику з методики навчання хімії, який вважається класичним [15] немає згадки ні про домашній експеримент, ні про

експеримент ужиткового характеру. Але у 2009 році вже активно просувається теза, що включення ужиткових експериментів до підручників з хімії є доцільним, доповнює та збагачує традиційний хімічний експеримент, а також сприяє формуванню природничо-наукової грамотності та предметних і ключових компетентностей здобувачів освіти [28].

Пандемія COVID-19, що навесні 2020 року практично паралізувала освітній процес у світовому масштабі знову активізувала інтерес викладачів хімії до можливості включення домашнього хімічного експерименту для забезпечення дослідно-експериментальної підготовки здобувачів освіти навіть на рівні коледжу та університету [1; 4; 3].

Як зазначає О. В. Анічкіна: «у останні роки, існує тенденція відмови вчителів середніх загальноосвітніх шкіл використовувати хімічний експеримент в навчальній діяльності або заміни реального хімічного експерименту – віртуальним» [10]. При переході на дистанційне навчання в умовах пандемії та повномасштабної агресії РФ такі тенденції тільки посилюються.

На разі, мова йде про ізолювання учнів від закладів освіти, реалізацію освітнього процесу переважно лише у дистанційному форматі, невизначеністю стосовно формату провадження освітнього процесу у наступні роки [2].

У результаті виникає ситуація, коли майже 43% випускників закладів загальної середньої освіти не бачили реального хімічного експерименту, а ще майже 40% випускників – мали можливість переглянути демонстраційні дослідження у виконанні вчителя, але не завжди якісно: без пояснень перебігу та отриманих результатів [7, с. 307]. На тлі впровадження Нової української школи [26] та Концепції розвитку природничо-математичної освіти (STEM-освіти) [31], які акцентують увагу на розвитку дослідницьких та винахідницьких компетентностей здобувачів освіти, така ситуація виглядає катастрофічною.

Значною мірою описані вище тенденції обумовлені не лише нестачею реактивів та обладнання, але і неготовністю вчителів хімії застосовувати ужитковий хімічний експеримент на уроках та у позаурочний час. Зокрема, опитування вчителів, описане у роботі [7, с. 306-310], засвідчує незначну увагу до домашнього хімічного експерименту з боку вчителів практиків – лише близько 21% з них розглядають можливість формування експериментальних умінь учнів на основі такого виду експериментів, лише 12% намагались виконувати досить складні експерименти у домашніх умовах, і тільки близько 6% готові виконувати їх регулярно. При цьому, понад 42% учнів виявили цікавість до здійснення дослідів ужиткового характеру, а майже 40% заявили, що хоча б раз виконали домашній хімічний експеримент [7, с. 306-307]. У підготовці сучасних вчителів хімії має бути закладено формування умінь здійснювати ужитковий експеримент, замінювати ним хімічні досліди зі шкільної програми та використовувати його у якості потужного засобу підвищення інтересу учнів до здобуття хімічних знань [10].

Нестача практичної експериментальної діяльності учнів породжує проблему несформованості у них раціонального ставлення та використання хімічних речовин як у професійній, так і у побутовій діяльності. Хімія, що і так є наукою, що насичена абстрактними поняттями, втрачає свою привабливість – результати досліджень ставлення до хімії показують, що у дітей до 10 років хімія викликає інтерес та позитивне ставлення, а більшість дорослих, чия професійна діяльність не пов'язана із хімією, вважають хімію джерелом небезпеки, погіршення якості життя та забруднення довкілля. Однією з найімовірніших причин такої зміни ставлення є вивчення хімії відірвано від практики, від цілеспрямованого спостереження хімічних процесів у побуті [11].

Таким чином, використання домашніх експериментів для дослідження хімічних явищ у процесі навчання хімії є вимушеним, але припустимим способом формування експериментальних умінь здобувачів освіти [11].

Для ефективного застосування ужиткового хімічного експерименту у навчанні хімії необхідно дотримуватись принципів його добору:

- єдності ужиткового експерименту з навчальним матеріалом уроку;
- екологічної грамотності;
- технічної простоти (досліди мають бути досить простими і не вимагати застосування складного обладнання);
- наочності;
- чинника часу (ужитковий експеримент має бути досить швидкоплинним і не вимагати значних зусиль на його підготовку);
- надійності (або відтворюваності);
- стимулювання пізнавальних інтересів учнів;
- мінімізації (за допомогою одного ужиткового експерименту формувати різні поняття);
- фундаменталізму (ужитковий хімічний експеримент має сприяти формуванню головних понять шкільного курсу хімії) [19].

В ідеалі, ужитковий хімічний експеримент має відповідати всім принципам добору, проте на практиці інколи доводиться оптимізувати ті експерименти ужиткового характеру, які не підходять за одним чи кількома вище зазначеними принципами (чинник часу, простота, мінімізація тощо).

Вимоги до методики та техніки проведення ужиткового хімічного експерименту містять: необхідність тісного взаємозв'язку ужиткового експерименту із темою уроку, його органічне включення у структуру уроку; наочність; підготовленість учнів, яка реалізується через акцентування уваги учнів на меті ужиткового експерименту; простоту і безпечність; надійність, що вимагає попереднього проведення досліду та визначення не лише оптимальних умов його проведення і можливих джерел похибок, але і хронометраж, доступність та якість всіх реактивів та матеріалів тощо; необхідність пояснення і повторення експерименту [19].

Основними вимогами до організації домашнього хімічного експерименту є:

- простота виконання, що обумовлена використанням виключно підручних приладів та посуду;

- безпека виконання, обумовлена проведенням домашнього експерименту в житлових приміщеннях, не розрахованих на проведення вогнебезпечних та небезпечних з точки зору токсикології експериментів, відсутністю нагляду з боку досвідченого керівника;

- помітний зовнішній ефект реакції, обумовлений неможливістю застосовувати речовини та розчини у концентраціях більших за ті, що доступні у побуті, та використанням посуду, що не призначений (на відміну від лабораторного) для виконання спостережень за змінами під час реакції;

- висока відтворюваність, обумовлена відсутністю методичного супроводу з боку вчителя та метою сформувати позитивне ставлення до хімічного експерименту через створення «ситуації успіху» [2].

Відповідно до мети виконання можна виокремити три види домашнього хімічного експерименту:

- експерименти, що додатково візуалізують та розкривають досліди, які були продемонстровані учням на уроці (у вигляді віртуальної моделі або відеозапису), що надає можливість закріпити та розширити отримані знання, з'ясувати побутове значення певних хімічних процесів тощо;

- експерименти прикладного характеру, що розкривають значення хімічних знань у побуті, промисловості та інших галузях людської діяльності, ознайомлюють із хімічними способами визначення якості оточуючих об'єктів;

- експерименти, що формують навчально-дослідницькі уміння здобувачів освіти, рекомендуються для поглибленого вивчення хімії учнями, що цікавляться хімією [2].

Домашні хімічні експерименти усіх трьох груп розвивають експериментальні та конструкторські компетентності учнів. Також, всі вище зазначені види домашніх хімічних експериментів можна використати для заміни дослідів, передбачених навчальною програмою з хімії, але які неможливо здійснити з об'єктивних причин.

Для ефективного здійснення домашнього хімічного експерименту необхідні чіткі письмові або усні інструкції вчителя щодо всіх етапів підготовки та виконання дослідів. Інструктування може здійснюватися як на уроці, так і у позаурочний час. Для учнів з недостатньо розвиненими навичками організації самостійної роботи, це особливо характерно для учнів 7-8 класів, необхідно надавати більш деталізовані інструкції [21].

Ускладнює контроль з боку вчителя за виконанням домашнього хімічного експерименту його асинхронний характер – учні працюють індивідуально та незалежно, отже проводять дослід у різний час, що практично унеможлиблює їх дистанційне консультування вчителем хімії.

У зв'язку з цим, на нашу думку, вчитель під час інструктажу має акцентувати увагу на джерела можливих похибок та неточностей, що можуть спотворити результати домашнього хімічного експерименту. Також, можна окреслити ті фактори, які учень може змінювати самостійно для отримання більш оптимальних результатів експерименту.

Оскільки ґрунтовних методичних рекомендацій щодо проведення домашнього хімічного експерименту не так багато, то вчитель має знайти перевірені методики та власноруч відтворити їх кілька разів для усвідомлення рівня надійності експерименту та можливих джерел похибок при його виконанні. І лише після цього рекомендувати дослід до виконання, максимально деталізувавши інструкції.

На думку Г. Мартинюк, вчитель перед початком навчального року має сформулювати перелік експериментів, виконання яких планується із використанням із залученням речовин та обладнання ужиткового характеру, перевіряє доступність та складність відповідних дослідів, планує форму учнівських звітів про виконання. У її роботі також наводяться приклади інструктивних карток до проведення домашнього експерименту [29].

Оскільки одні й ті самі діючі речовини можуть міститись у різних препаратах, то на етапі підготовки до проведення ужиткового та домашнього експерименту добір необхідних речовин здійснюється виходячи з їх наявності

та доступності, що надає можливість виявляти певну навчально-дослідницьку активність – у разі відсутності передбаченого інструкціями до досліду препарату самостійно здійснюється пошук його аналогів або інших сумішей, що містять речовини, схожі за властивостями на діючу речовину відсутнього препарату. Після цього висувається припущення щодо можливості застосування таких заміників для проведення експерименту. Це припущення перевіряється експериментально.

Зокрема, вчитель практик може створювати для себе перелік речовин, що можна рекомендувати учням для застосування у «домашній лабораторії» та навіть прорахувати її вартість, а також вести облік перевірених та найбільш вдалих методик проведення ужиткових експериментів [7; 22; 10].

Звісно, найважче забезпечити точність та відтворюваність саме домашнього хімічного експерименту, оскільки ці показники суттєво залежать від наявності необхідних приладів, а також від якості хімічних речовин, що використовуються. Проте, практика засвідчує, що можна організувати навіть досить складні хімічні експерименти (і не лише шкільної програми) у якості домашніх.

Ендрюс Дж. зі співавторами описали досвід організації практикуму із загальної хімії для студентів першого курсу бакалаврату Університету Південної Каліфорнії, необхідність якого була викликана локдауном навесні 2020 року. Запропонований студентам практикум включав набір дослідів з таких тем: «Реакція нейтралізації», «Титрування», «Вимірювання рН», «Приготування буферних розчинів», «Вимірювання буферної ємності розчинів», «Вимірювання розчинності», «Дослідження термодинамічних параметрів розчинності», причому принципи організації такого домашнього практикуму були співзвучні із зазначеними вище: 1) безпечність; 2) не потребує спеціального лабораторного обладнання; 3) забезпечує досвід реального експериментального дослідження; 4) чітко відповідає теоретичному матеріалу курсу. Відгуки студентів по завершенню блоку домашніх хімічних експериментів були різними, проте більшість позитивно оцінили отриманий

досвід, що спонукало авторів запланувати подібні експерименти на постійній основі, розширивши їх перелік, та покращивши інструкції щодо виконання [1].

До аналогічних висновків прийшли і викладачі Хьюстонського університету. Особливістю організації серії домашніх експериментів у їх виконанні стали відеоінструкції, які викладачі записували, виконуючи домашні експерименти власноруч. Також, вони зазначили, що «експерименти мають бути простими, захоплюючими та безпечними, але це не означає їх полегшення – вони зберігають наукову строгість лабораторних досліджень» [4].

Інші автори знаходять перевагу у організації домашнього хімічного експерименту у розширенні можливостей учнів імпровізувати, планувати свій час та дії, працювати у команді, що, на думку авторів, можна використати як підставу для глибоких змін у підходах до організації природничо-наукової освіти [3].

## **Висновки до розділу 1**

Ужитковий хімічний експеримент відрізняється від інших видів навчального хімічного експерименту використанням у якості необхідних речовин хімікати, що доступні у побуті: речовини медичного та харчового призначення, особистої гігієни та господарські речовини.

Ужитковий хімічний експеримент виконує у навчанні хімії практично ті самі функції, що й інші види навчального хімічного експерименту. Причому ужитковий експеримент має певні переваги: доступність та безпечність необхідних речовин, створює проблемні ситуації близькі до повсякденного життя, демонструє важливість та затребуваність хімічних знань, формує навички грамотного поводження із хімічними речовинами, які оточують учнів у побуті.

Домашній хімічний експеримент можна розглядати як різновид ужиткового із обмеженням у використанні речовин та матеріалів, що можна

знайти виключно вдома. Також, домашній експеримент кваліфікують як різновид самостійної та позакласної роботи учнів з хімії.

До ужиткового та домашнього хімічного експериментів висувається рід вимог, яким вони мають відповідати. Особливо складно дібрати та організувати домашній хімічний експеримент, оскільки він буде виконуватись учнями самостійно без супроводу вчителя.

Ужитковий та домашній хімічний експеримент не є новими у методиці навчання хімії. Збільшення уваги до них у світі у останні кілька років пов'язане із ускладненнями у організації лабораторних робіт традиційним способом через пандемію COVID-19. У окремих випадках домашній хімічний експеримент залишався єдиною можливістю здійснення реального навчального хімічного експерименту взагалі.

Практика використання домашнього хімічного експерименту для організації складних дослідів показала, що цей вид експерименту має величезний потенціал, що обумовлено збільшенням хімізації побуту.

## РОЗДІЛ 2

### МЕТОДИКА ВИКОРИСТАННЯ УЖИТКОВОГО ХІМІЧНОГО ЕКСПЕРИМЕНТУ ПРИ ВИВЧЕННІ ТЕМИ «ОКСИГЕНОВМІСНІ ОРГАНІЧНІ СПОЛУКИ» У 10-Х КЛАСАХ

#### **2.1. Методичний аналіз теми «Оксигеновмісні органічні сполуки» у 10-х класах хімічного профілю**

Тема "Оксигеновмісні органічні сполуки" займає важливе місце у шкільному курсі хімії для 10-х класів хімічного профілю. Ця тема є частиною вивчення органічної хімії, яка передбачає вивчення сполук, що містять карбоновий скелет та оксигеновмісні функціональні групи, такі як гідроксильна, карбонільна та карбоксильна.

Вивчення цієї теми надає учням уявлення про будову, властивості та реакційну здатність оксигеновмісних органічних сполук. Учні ознайомляться з різними оксигеновмісними групами, їх впливом на хімічні властивості сполук, методами отримання та використання таких сполук у побуті та промисловості.

Під час вивчення теми "Оксигеновмісні органічні сполуки", учні ознайомлюються з основними класами сполук, такими як спирти, альдегіди та кетони, феноли, карбонові кислоти, естери та вуглеводи. Вони вивчають номенклатуру, будову та фізичні властивості цих сполук, а також їх хімічні властивості та закономірності перебігу хімічних реакцій за їх участю [14].

Ця тема також має практичне значення, оскільки учні вивчають методи отримання та застосування оксигеновмісних органічних сполук у житті. Вони дізнаються про використання спиртів у медицині та промисловості, роль альдегідів та кетонів у органічних синтезах, а також важливість карбонових кислот та їх похідних у харчовій та фармацевтичній промисловості.

Методичний аналіз теми "Оксигеновмісні органічні сполуки" має включати пояснення основних понять, демонстрацію структурних формул та

властивостей сполук, проведення лабораторних робіт та хімічних досліджень, а також спільну роботу учнів у групах для розв'язання завдань та вирішення проблемних ситуацій. Застосування сучасних навчальних технологій, таких як використання комп'ютерних програм та моделей молекул, може допомогти учням краще зрозуміти матеріал та зацікавитися предметом.

Загалом, тема "Оксигеновмісні органічні сполуки" важлива для розуміння органічної хімії та має практичне значення у різних галузях життя. Вивчення цієї теми допомагає учням розвинути аналітичне та логічне мислення, сприяє розвитку наукової креативності та формуванню загального хімічного світогляду.

Тема "Оксигеновмісні органічні сполуки" у 10-х класах хімічного профілю включає знаннєвий, діяльнісний та ціннісний компоненти.

Знаннєвий компонент полягає у розумінні будови молекул оксигеновмісних органічних речовин, будови функціональних груп, взаємозв'язку між наявністю функціональної групи та фізичними і хімічними властивостями речовин [14].

Діяльнісний компонент передбачає уміння класифікувати, розрізняти та порівнювати оксигеновмісні органічні сполуки за будовою молекул та властивостями; визначати дослідним шляхом представників різних класів оксигеновмісних органічних сполук; використовувати хімічний посуд та обладнання, дотримуючись правил техніки безпеки; розв'язувати експериментальні та розрахункові задачі, пояснюючи хід розв'язку [14].

Ціннісний компонент передбачає усвідомлення зв'язку властивостей оксигеновмісних органічних сполук та їх застосування і впливу на довкілля; знання біологічної ролі оксигеновмісних органічних сполук, оцінює вплив оксигеновмісних органічних сполук на здоров'я людини та якість довкілля [14].

При вивченні теми «Оксигеновмісні органічні сполуки» на рівні стандарту у порівнянні з профільним рівнем, значно менше часу відведено на вивчення теоретичних питань та різноманіття представників класів

оксигеновмісних органічних сполук. Зокрема, не вивчаються кетони, значно менша увага приділяється різноманіттю хімічних реакцій за участю оксигеновмісних органічних сполук тощо [24].

Практична частина вивчення теми «Оксигеновмісні органічні сполуки» включає розрахункові задачі; демонстраційні досліди (18 – у програмі профільного рівня, та 7 – у програмі за рівнем стандарту); лабораторні досліди (5 – у програмі профільного рівня, та 2 – у програмі за рівнем стандарту); практичні роботи (3 – у програмі профільного рівня, та 1 – у програмі за рівнем стандарту); навчальні проєкти [14; 24]. Також, слід зазначити, що більшість демонстрацій у програмі рівня стандарту плануються як віртуальний хімічний експеримент [24].

Під час вивчення теми "Оксигеновмісні органічні сполуки" у 10-х класах головною методичною проблемою є формування поняття про функціональну групу та її значення, оскільки у темах, що вивчались раніше («Вуглеводні», «Гетероциклічні сполуки» та «Природні джерела вуглеводнів та їх переробка») таке поняття було відсутнім. Також, вивчається новий тип ізомерії – ізомерія положення функціональної групи, поглиблюється (а на рівні стандарту розпочинає вивчатись) міжкласова ізомерія органічних сполук; з'являється поняття старшинства функціональних груп та питання номенклатури і властивостей сполук, що містять кілька різних функціональних груп.

Окрім цього можуть виникати деякі інші методичні труднощі:

1. Абстрактність та складність понять: учням може бути важко зрозуміти абстрактні поняття, таких як оксигеновмісні функціональні групи, їх взаємний вплив на інші структурні елементи молекули та одна на одну, їх вплив на властивості сполук. Для подолання цієї проблеми використовують конкретні приклади, демонстрації та візуалізації, такі як молекулярні моделі, діаграми та реальні об'єкти.

2. Великий обсяг нової інформації: вимагається запам'ятовування великої кількості інформації про назви, особливості структури та реакції

оксигеновмісних органічних сполук. Для подолання цієї труднощі використовують систематичні методи, такі як навчання за допомогою мнемотехніки, скорочень та асоціацій.

3. Недостатня практична підготовка: учні можуть мати обмежений доступ до практичних досліджень та демонстрацій оксигеновмісних сполук. Для покращення практичної підготовки учнів використовують відео-матеріали, симуляції, віртуальні лабораторії та спонукають учнів до проведення власних досліджень (ужитковий та домашній експерименти).

4. Відсутність мотивації: учні можуть не бачити безпосереднього застосування вивченого теоретичного матеріалу або не розуміти практичної значущості знань із цієї теми. Для підвищення мотивації використовують реальні приклади застосування оксигеновмісних органічних сполук у побуті, промисловості та медицині.

Важливо створити стимулююче та сприятливе навчальне середовище з використанням різноманітних методів навчання, інтерактивності та практичних занять. Доступ до додаткових матеріалів, таких як підручники, роздатковий матеріал, онлайн-ресурси та додаткові завдання, також може допомогти учням усвідомити та засвоїти тему "Оксигеновмісні органічні сполуки" більш ефективно.

Слід зазначити, що виконання домашніх хімічних експериментів при вивченні теми «Оксигеновмісні органічні сполуки» не передбачено ані програмою рівня стандарт [24], ні програмою профільного рівня [14], що досить дивно виходячи із поширеності цих речовин у побуті.

## **2.2. Використання ужиткового хімічного експерименту у вивченні оксигеновмісних органічних сполук**

Як було з'ясовано раніше, практична частина теми «Оксигеновмісні органічні сполуки» у програмі профільного навчання хімії значно ширша за аналогічну складову у програмі рівня стандарту. Тому при розробці

рекомендацій щодо застосування ужиткового експерименту для організації експериментальної роботи учнів при вивченні цієї теми ми орієнтувались саме на програму профільного рівня.

Навчальна програма з хімії для 10-х класів закладів загальної середньої освіти профільного рівня містить 18 демонстраційних дослідів, які виконуються у вигляді учительського (або учнівського, у разі залучення учнів) урочного експерименту, що може бути як реальним, так і віртуальним:

1. Порівняння властивостей спиртів у гомологічному ряді (розчинність у воді, горіння).
2. Взаємодія етанолу з натрієм.
3. Взаємодія етанолу з гідроген бромідом.
4. Взаємодія гліцеролу з натрієм.
5. Розчинність фенолу у воді за кімнатної температури та при нагрівання.
6. Добування натрій феноляту.
7. Витіснення фенолу з натрій феноляту дією вуглекислого газу.
8. Взаємодія фенолу у водному розчині з ферум(III) хлоридом.
9. Окиснення метанолу (етанолу) амоніачним розчином аргентум(I) оксиду.
10. Взаємодія метанової кислоти з амоніачним розчином аргентум(I) оксиду.
11. Добування естеру.
12. Ознайомлення зі зразками естерів.
13. Омилення жирів. Добування мила.
14. Доведення ненасиченого характеру рідких жирів (віртуально).
15. Взаємодія глюкози з амоніачним розчином аргентум(I) оксиду.
16. Гідроліз сахарози.
17. Взаємодія сахарози з гідроксидами металічних елементів.
18. Гідроліз крохмалю (целюлози).

Також навчальна програма містить 5 лабораторних дослідів, які плануються у формі учнівського урочного експерименту, що може бути як реальним, так і віртуальним:

1. Окиснення метанолу (етанолу) купрум(II) гідроксидом.
2. Окиснення спирту до альдегіду.
3. Відношення олеїнової кислоти до бромної води та розчину калій перманганату (віртуально).
4. Розчинність жирів у воді та органічних розчинниках.
5. Окиснення глюкози купрум(II) гідроксидом

Практичні роботи містять експериментальні задачі, у яких задіяні ті хімічні реакції, що й у демонстраційних та лабораторних дослідах, та роботу із синтезу етилетаноату. Практичні роботи виконуються учнями як у формі реального, так і уявного експерименту.

Аналіз підручників та посібників [16; 30; 25] надав можливість створити перелік хімічних реактивів, необхідних для виконання перелічених вище навчальних хімічних експериментів. Перелік подано у таблиці 2.1.

*Таблиця 2.1.*

Перелік реактивів, необхідних для забезпечення експериментальної діяльності при вивченні теми «Оксигеновмісні органічні сполуки»

№	Реактив	№	Реактив
1	Метанол	15	Аргентум нітрат
2	Етанол	16	Амоніак (водний розчин)
3	Сульфатна кислота (конц.)	17	Мідь
4	Натрій бромід	18	Метанова кислота
5	Гліцерол	19	Етанова кислота
6	Натрій	20	Купрум(II) сульфат
7	Пентанол	21	Олія
8	Фенол	22	Етилетаноат
9	Натрій гідроксид	23	Бром (водний розчин)
10	Натрій карбонат	24	Сахароза
11	Ферум(III) хлорид	25	Глюкоза
12	Метаналь	26	Олеїнова кислота
13	Етаналь	27	Бензен
14	Калій перманганат	28	Тверді жири

Слід зазначити, що демонстраційні експерименти 13 та 14, а також лабораторний дослід 4 є ужитковими за умовчанням, оскільки використовують не лабораторний реактив, а ужитковий: жири, олію тощо. Так само ужитковими можуть вважатись демонстраційні досліди 1 та 16, оскільки етанол та сахарозу переважно використовують у формі фармацевтичного препарату та цукру відповідно.

Демонстраційний дослід 14 та лабораторний дослід 3 плануються як віртуальні через необхідність використання особливо небезпечної речовини (бromу) та забороненої речовини (калій перманганату).

Нами було здійснено пошук речовин, ужиткового характеру, які могли б повністю або частково замінити необхідні реактиви, а також наявних методик ужиткових хімічних експериментів з теми «Оксигеновмісні органічні речовини» [22; 25; 33; 23; 32; 6]. У результаті було створено перелік реактивів, необхідних для проведення експериментів з цієї теми (див. Додаток А).

Частина реактивів, перерахованих у Додатку А, замінюють лабораторні препарати повністю та без особливих проблем, оскільки містять незначну кількість домішок або є достатньо чистими фармацевтичними препаратами. Наприклад, етанол, пропан-2-ол (ізопропанол), етилацетат, глюкоза, купрум сульфат пентагідрат тощо.

Деякі речовини, на кшталт, фенолу входять до складу кількох фармацевтичних препаратів, що являють собою складні багатокомпонентні суміші («Фукорцин», «Орасепт»). Вміст фенолу в них незначний – достатній для якісного виявлення (демонстраційний дослід 8), але непридатний для визначення розчинності фенолу, реакції з натрій гідроксидом тощо. До того ж, ці препарати містять барвники та інші компоненти, через що вилучити із них фенол фактично неможливо.

Тому, для здійснення деяких експериментів відповідну речовину слід спробувати замінити аналогом: фенол – ваніліном або саліциловою кислотою (речовинами, що містять фенольну групу); бром – йодом; натрій – літієм тощо.

Окремі речовини, необхідно попередньо синтезувати, якщо не вдалось замінити їх на аналог, наприклад, ферум(III) хлорид, етилацетат тощо.

I, нарешті, є речовини, які заміни яким речовинами ужиткового характеру не знайшлось. Синтез їх також недоречний у домашніх умовах: калій перманганат та аргентум нітрат. Джерелом аргентум(I) нітрату могли б стати так звані «ляпісні олівці», які використовуються для видалення бородавок та папілом, а також для перевірки якості сплавів золота. Проте їх ціна дуже висока, а також дуже обмежений продаж як через небезпеку для здоров'я, так і через інші причини юридичного характеру. Існує можливість замінити реакцію «срібного дзеркала» з реактивом Толленса на реакцію «мідного дзеркала» із сполуками Купруму(II), але ця реакція ненадійна – не завжди утворюється потрібний ефект, і відбувається вона тільки з формальдегідом [25, с. 152-153].

Таким чином, демонстраційні досліди 10 та 15, а також лабораторний дослід 3 неможливо на даний момент відтворити у формі експерименту ужиткового характеру. Всі інші досліди можуть бути відтворені як ужитковий або домашній хімічний експеримент, з деякими відхиленнями від класичних методик та з певними змінами у результатах спостережень.

Відповідні методики проведення дослідів описані у додатку Б.

На нашу думку, досліди, що є досить безпечними, а також такі, що не вимагають застосування спеціальних приладів та хімічного посуду, можна рекомендувати до виконання у домашніх умовах (бажано під наглядом дорослих). Це демонстраційні досліди за навчальною програмою для 10-х класів 1, 5, 6, 8, 12, 13, 14, 17, 18, та лабораторні досліди: 1, 2, 4 та 5.

У процесі створення переліку рекомендованих ужиткових експериментів для застосування при вивченні теми «Оксигеновмісні органічні сполуки», частина методик була уточнена щодо умов проведення, частина – створена і перевірена. У деяких експериментів існує кілька можливих варіантів проведення, і у додатку Б вони перелічені не всі – можливості застосування різних речовин для проведення одного й того ж дослідів

розкриває широке поле для експериментів, у тому числі і самими учнями, тому всіх можливих варіантів описати наразі неможливо, і навряд чи така потреба існує.

## **Висновки до розділу 2**

Тема «Оксигеновмісні органічні сполуки» в 10-х класах хімічного профілю є однією з найбільш об'ємних, включаючи у себе вивчення кількох надзвичайно важливих класів органічних сполук: спиртів, альдегідів, кетонів, карбонових кислот, естерів та жирів, вуглеводів.

Під час вивчення теми «Оксигеновмісні органічні сполуки» відбувається знайомство учнів з поняттям «функціональна група», поглиблюються уявлення про явище міжкласової ізомерії та про взаємний вплив різних груп атомів у молекулах, у тому числі різних функціональних груп.

Під час вивчення фізичних та хімічних властивостей оксигеновмісних органічних сполук, учні оволодівають знаннями про взаємні перетворення та генетичні зв'язки між окремими класами оксигеновмісних органічних речовин, про значення їх у природі та побуті, про способи виявлення окремих представників цих сполук.

Навчальна програма передбачає значну кількість навчальних хімічних експериментів при вивченні теми «Оксигеновмісні органічні сполуки»: 18 демонстраційних експериментів, 5 лабораторних та 3 практичні роботи.

Широка розповсюдженість оксигеновмісних органічних речовин у побуті робить їх доступними об'єктами для дослідження, тому частина запланованих навчальною програмою експериментів є ужитковою, оскільки в основу покладено дослідження побутових об'єктів (олій, жирів, спирту, цукру). Більшість інших дослідів також можна реалізувати в ужитковому варіанті, а також у формі домашнього експерименту.

## ВИСНОВКИ

1. Сутність ужиткового експерименту полягає у застосуванні у якості об'єктів дослідження, або у якості реактивів, необхідних для здійснення хімічного експерименту, речовин та матеріалів, які доступні у побуті. Ужитковий експеримент застосовується у тих же темах та розділах, що і звичайні, проте, на відміну від звичайних хімічних експериментів, надає можливість збільшити інтерес до вивчення хімії та продемонструвати учням важливість хімічних знань, зекономити або замінити відсутні реактиви, через залучення речовин, якими учні користуються у побуті, та провести експеримент у домашніх умовах.

2. Ужитковий експеримент може проводитись у шкільній навчальній лабораторії із залученням хімічного посуду, обладнання та деяких реактивів, і проводитись як у якості демонстраційного, так і у якості учнівського. Домашній хімічний експеримент можна вважати окремим видом ужиткового експерименту, що є учнівським, здійснюється у домашніх умовах із використанням підручних матеріалів та посуду, саморобних приладів, за інструкціями вчителя та під наглядом дорослих.

3. Через широке поширення оксигеновмісних органічних сполук у природі та побуті, ужитковий хімічний експеримент досить давно застосовується при вивченні теми «Оксигеновмісні органічні сполуки». Його застосування спрямоване на ілюстрацію практичної важливості знань про оксигеновмісні органічні сполуки та уміння застосовувати отримані теоретичні знання на практиці. Ситуація у хімічній освіті України з нестачею реактивів спонукає до більш широкого застосування ужиткового хімічного експерименту, а ситуація з багаторічним дистанційним навчанням – до використання домашнього хімічного експерименту.

4. Здійснивши аналіз програми для 10 класів профільного рівня було визначено перелік хімічних експериментів, необхідних для опанування цієї теми – переважна більшість експериментів може бути реалізована саме у

форматі ужиткового та домашнього хімічного експерименту, без суттєвої втрати якості та дидактичної цінності.

5. Навчальна програма передбачає значну кількість навчальних хімічних експериментів при вивченні теми «Оксигеновмісні органічні сполуки»: 18 демонстраційних експериментів, 5 лабораторних та 3 практичні роботи. Літературні джерела містять досить розрізнені дані щодо використання експериментів ужиткового характеру при вивченні теми «Оксигеновмісні органічні сполуки», а спроб повністю замінити відповідні хімічні експерименти на домашні та ужиткові не виявлено. Тому нами відібрано, удосконалено, а у окремих випадках створено методики проведення ужиткових експериментів, що відтворюють практично весь набір запланованих дослідів.

6. На підставі експериментальної перевірки придатності методик ужиткового хімічного експерименту для забезпечення проведення демонстраційних дослідів та лабораторних робіт з теми «Оксигеновмісні органічні сполуки» сформовано методичні рекомендації щодо використання ужиткового хімічного експерименту для вивчення теми «Оксигеновмісні органічні сполуки» із зазначенням умов проведення дослідів та можливих джерел помилок.

**СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ**

1. Andrews J. L., de Los Rios J. P., Rayaluru M., Lee S., Mai L., Schusser A., Mak C. H. Experimenting with At-Home General Chemistry Laboratories During the COVID-19 Pandemic. *Journal of Chemical Education*. 2020. Vol. 97. Is. 7. P. 1887–1894.
2. Anichkina Olena, Romanyshyna Liudmyla, Avdieieva Olha, Titov Yuri, Vilensky Volodymyr. Possibilities of using a home experiment in distance learning of chemistry in institutions of general secondary education. *Proceedings of XIX International Scientific and Practical Conference «Trends in science and practice of today»*, 2022. P. 154-161.
3. Caruana D. J., Salzmann C. G., Sella A. Practical science at home in a pandemic world. *Nature Chemistry*. 2020. Vol. 12. P. 780–783.
4. Emery M. At-Home Chemistry Experiments Support UHD Students' Learning Experiences During Pandemic: University of Houston. 2021. URL: <https://news.uhd.edu/at-home-chemistry-experiments-support-uhd-students-learning-experiences-during-pandemic/> (дата звернення: 23.11.2023р.)
5. Glencoe Science. Level Red, Student Edition. Glencoe Division Macmillian/McGraw-Hill, 2007. 772 p.
6. Grosse E., Weissmantel C. *Chemie selbst erlebt Experimentierbuch*. Berlin: Junge Chemiker, 1968. 371 s.
7. Trends of modern science and practice : Proceedings of the V International Scientific and Practical Conference. International Science Group, 2022. 652 p. URL: <https://books.google.com.ua/books?id=rONeEAAAQBAJ&lpg=PA305&ots=HubTloeknL&lr&hl=uk&pg=PA305#v=onepage&q&f=false> (дата звернення: 22.11.2023р.)
8. Авдєєва О. Ю. Домашній хімічний експеримент як засіб позакласної роботи. *Проблеми освіти*, 2017, Вип. 87, С. 19–23.
9. Авдєєва, О. Ю. Домашній хімічний експеримент як засіб позакласної роботи. *Проблеми освіти*, 2017. Вип. 87, с. 19–23.

10. Анічкіна О. В. Використання домашнього експерименту з хімії у підготовці майбутніх вчителів. Житомирські хімічні читання: тези доп. регіональної наук.-практ. конф. Житомир: ЖДУ ім. І. Франка, 2016. С. 108–112.
11. Анічкіна О. В., Листван В. В., Віленський В. О., Писаренко С. В., Лисецька Ю. В. Реалізація експерименту з органічними речовинами як чинник мотивації до вивчення хімії. Наука і освіта : Науково-практичний журнал Південного наукового центру НАПН України, 2023. №1. с. 3-10.
12. Балаев И. И. Домашний эксперимент по химии : пособие для учителей. Из опыта работы. Москва : Просвещение, 1977. 127 с.
13. Бардадим, О. В. Домашній хімічний експеримент. Педагогічний вісник, 2019. № 1. с. 56-59.
14. Бобкова О.С., Бухтіяров В.К., Валюк В.Ф., Величко Л.П., Дубовик О.А., Павленко В.О., Пугач С.В. Хімія. 10-11 класи. Профільний рівень : Навчальна програма для закладів загальної середньої освіти. URL : <https://mon.gov.ua/storage/app/media/zagalna%20serednya/programy-10-11-klas/2018-2019/ximiya-10-11-profilnij-riven.docx> (дата звернення 10.11.2023 р.)
15. Буринська Н. М. Методика викладання хімії (теоретичні основи). Київ: Вища школа, 1987. 255 с.
16. Величко Л. П. Хімія. 10 клас : підручник для 10 класу закладів загальної середньої освіти: профільний рівень. Київ : Школяр, 2018. 295 с.
17. Грабовий А. К. Теоретико-методичні засади навчального хімічного експерименту в загальноосвітніх навчальних закладах : монографія. Черкаси: ЧНУ імені Богдана Хмельницького, 2012. 376 с.
18. Грабовий А. К. Ужитковий хімічний експеримент як чинник проектної діяльності учнів з хімії в загальноосвітніх навчальних закладах. Science and Education a New Dimension, 2018, VI(153)(63), с. 24–27. <https://doi.org/10.31174/send-pp2018-153vi63-05>
19. Грабовий А. К. Хімічний експеримент ужиткового характеру // Біологія і хімія в сучасній школі, 2013. № 3, С. 32–34.

20. Грабовий, А. 2013. Хімічний експеримент ужиткового характеру. Біологія та хімія в сучасній школі. № 3, с. 32–34.
21. Грабовий, А. К. Дослідницька діяльність учнів з хімії в загальноосвітніх навчальних закладах. Рідна школа, 2014, № 7. с. 52–57.
22. Гречихіна Г. В. Ужитковий хімічний експеримент як засіб формування ключових компетентностей учнів : презентація [online]. URL : <https://naurok.com.ua/metodichn-irekomendaci-uzhitkoviy-himichniy-eksperiment-yak-zasib-formuvannya-klyuchovih-kompetentnostey-uchniv-19313.html> (дата звернення 15.11.2023 р.)
23. Дробишев, Є. Ю. Хімічне шоу в школі. Х. : Видавнича група "Основа", 2015. 112 с. (Бібліотека журналу "Хімія" ; вип. 10).
24. Дубовик О.А., Бобкова О.С., Вороненко Т.І., Глазунов М. М., Іваха Т. С., Рогожнікова О.В. Хімія. 10-11 класи. Рівень стандарту : Навчальна програма для закладів загальної середньої освіти. URL : <https://mon.gov.ua/storage/app/media/zagalna%20serednya/programy-10-11-klas/2018-2019/ximiya-10-11-riven-standartu.docx> (дата звернення 10.11.2023 р.)
25. Євсєєв Р. Усі цікаві досліди. Хімія. 10-11 класи. Х.: Торсінг Плюс, 2007. 220с.
26. Концепція «Нова українська школа» [online]. Режим доступу: <https://mon.gov.ua/storage/app/media/zagalna%20serednya/nova-ukrainska-shkola-compressed.pdf> (дата звернення: 21.11.23р.)
27. Лашевська Г. Ужитковий експеримент як складова допрофесійної підготовки з хімії // Біологія і хімія в школі. 2009. №6. С. 13–14.
28. Лашевська, Г. А. Про ужитковий експеримент у змісті підручників хімії для основної школи // Проблеми сучасного підручника : збірник наукових праць. Вип. 9. С. 411-417.
29. Мартинюк Г. В. Шкільний учнівський експеримент та методика його організації. Наукові записки. Серія: Проблеми методики фізико-математичної і технологічної освіти, Кіровоград: РВВ КДПУ ім. В. Винниченка, 2011,. Вип. 2. С. 67-72.

30. Попель П. П., Крикля Л. С. Хімія (рівень стандарту) : підруч. для 10 кл. закладів загальної середньої освіти. Київ : ВЦ «Академія», 2018. 256 с.

31. Про схвалення Концепції розвитку природничо-математичної освіти (STEM-освіти) [online]. Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/960-2020-%D1%80#Text> (дата звернення: 21.11.23р.)

32. Різванов А. К. Хімічний експеримент у школі : методичний посібник. Харків : Ранок, 2002. 128с.

33. Ужитковий хімічний експеримент у сучасній школі : Методичні рекомендації для студентів та вчителів хімії. Укладачі: Томіліна Л. І., Карпенко Л. О., Нечипуренко П. П. Кривий Ріг, 2015. 41 с.

34. Цветков Л. Органічна хімія підручник для середньої школи. К: Рад. школа, 1968.

35. Чайченко Н. Н. Сучасна методика формування у школярів теоретичних знань з основ хімії. Суми : Нота Бене, 2001. 163 с.

36. Шелінський Г. І., Смірнов А. Д. Хімія : підручник для 8 кл. : пер. з рос. вид. К. : Радянська школа, 1963. 120 с.

## **ДОДАТКИ**

## ДОДАТОК А

Таблиця А.1.

Перелік реактивів рекомендованих до використання в ужиткових хімічних експериментах до теми «Оксигеновмісні органічні сполуки»

Код	Діюча речовина (реактив)	Застосування, форма застосування, склад	Місце продажу
С1	Етанол	Аптечний препарат “Септол” (розчин етанолу, $\varphi = 96,4$ або	Аптека
С2	Пропан-2-ол (ізопропанол, ізопропіловий спирт)	Побутовий розчинник	Будівельні магазини
С3	Гексадекан-1-ол (цетиловий спирт, пальмітиновий спирт)	Інгредієнт для виготовлення домашнього мила	Інтернет-магазини для домашнього миловаріння
Б1	Гліцерол	Аптечний препарат	Аптека
Б2	Етандіол	Компонент антифризу (розчин понад 90% мас.)	Магазини автомобільних товарів
Б3	Сорбітол (сорбіт)	Фармацевтичний препарат, штучний підсолоджувач	Аптека, продуктові магазини
Б4	Ксилітол (ксиліт)	Штучний підсолоджувач	Продуктові магазини
Ф1	Фенол	Препарат «Фукорцин» (39 мг/мл фенолу, + борна кислота, фуксин, резорцин)	Аптека
		Препарат “Орасепт” (14 мг/мл фенолу, + гліцерол, ароматизатор вишневий, сахарин натрію, барвник FD & C красний № 40 (E 129)	
		Зовнішній препарат “Ферезол” (60% фенол, 40% трикрезол)	
Ф2	Ванілін	Харчова приправа	Продуктові магазини
Ф3	Саліцилова кислота	Фармацевтичний препарат (1% або 2% спиртовий розчин)	Аптека
		“Аспірин”, “Ацетилсаліцилова кислота” (для добування саліцилової кислоти)	Аптека
А1	Метаналь	«Формалін» – розчин для дезінфекції та консервації (розчин формальдегіду, $w =$	Аптека, ветеринарна аптека

K1	Етанова (ацетатна) кислота	Столовий оцет (9% розчин етанової кислоти)	Продуктові магазини
K2	Лимонна кислота	Харчова добавка	Продуктові магазини
E1	Етилацетат	Розчинник	Магазини будівельних та господарчих товарів
E2	Бутилацетат	Розчинник	Магазини будівельних та господарчих товарів
B1	Глюкоза	Аптечний препарат (40% розчин або пігулки, що можуть містити наповнювачі)	Аптека
B2	Фруктоза	Харчовий продукт	Продуктові магазини
P1	Сульфатна кислота	Електроліт для акумуляторів (водний розчин сульфатної кислоти, w = 30...45%)	Магазини будівельних та господарчих товарів
P2	Хлоридна кислота	Засіб для регулювання рН води "рН-мінус" (водний розчин хлоридної кислоти, w = 10%)	Магазини будівельних та господарчих товарів
P3	Йод	Аптечний препарат "Розчин йоду спиртовий" (5% спиртовий розчин йоду)	Аптека
P4	Купрум(II) сульфат	Засіб захисту рослин "Мідний купорос"	Магазини товарів для догляду за рослинами
P5	Ферум(II) сульфат	Засіб захисту рослин "Залізний купорос"	Магазини товарів для догляду за рослинами
P6	Натрій гідроксид	Засіб для чищення труб, "Кріт" (40-60% розчин натрій гідроксиду)	Магазини будівельних та господарчих товарів
P7	Амоніак	Аптечний препарат "Нашатирний спирт" (розчин амоніаку, w = 10%)	Аптека
P8	Гідроген пероксид	Аптечний препарат "Перекис водню" (розчин з w = 3%)	Аптека
P9	Літій	Компонент акумуляторів побутової техніки	
P10	Гас	Розчинник	Магазини будівельних та господарчих товарів

## ДОДАТОК Б

### Методичні рекомендації щодо проведення ужиткових хімічних експериментів до теми «Оксигеновмісні органічні сполуки»

#### Дослід 1. Порівняння властивостей спиртів у гомологічному ряді

Реактиви та матеріали: етанол (C1), пропан-2-ол (C2), гексадекан-1-ол (C3), вода, гас, вогнетривка поверхня, металева ложка (або інша металева ємність), фарфоровий тигель (за наявності), піпетка, склянки або пробірки (у шкільній лабораторії).

Теоретична частина: із збільшенням довжини карбонового ланцюга у молекулі спиртів змінюються їх фізичні властивості: зростають температури плавлення та кипіння, зменшується розчинність у воді тощо. Саме тому агрегатний стан спиртів з нерозгалуженим карбоновим ланцюгом із кількістю атомів Карбону понад 12 за кімнатної температури є кристалічним. Значно нижча леткість високомолекулярних спиртів, ніж у низькомолекулярних, визначає відсутність у них запаху.

1.1. Визначаємо зовнішній вигляд трьох зразків спиртів: колір, запах, швидкість випаровування (можна визначити за швидкістю висихання та ступенем охолодження непошкодженої шкіри, після нанесення на неї кількох краплин різних спиртів та розтирання).

1.2. Визначаємо розчинність спиртів у воді: наливаємо у ємність близько 10 мл чистої води кімнатної температури і додаємо піпеткою по 1 мл етанолу та ізопропілового спирту. У третю ємність з водою вносимо кілька шматочків цетилового спирту. Вміст усіх ємностей перемішуємо. Цей же дослід можна повторити, використавши гарячу воду – у ємності наливаємо окріп і одразу ж додаємо відповідні порції спиртів.

1.3. Розчинність у гасі або бензині.

У три склянки наливаємо по 10 мл гасу або бензину. Потім обережно додаємо піпеткою по 1 мл етанолу та пропан-2-олу – кожну порцію у свою

склянку. У третю склянку вносимо кілька шматочків гексадекан-1-олу. Третю склянку можна обережно нагріти на водяній бані, яка нагрівається електричною плиткою із закритою спіраллю. Роблять висновки про розчинність різних спиртів у неполярних органічних розчинниках.

1.4. Металеву ємність або фарфоровий тигель ставимо на вогнетривку поверхню і вносимо в неї не більше 1 мл спирту піпеткою. Обережно підпалюємо. Спостерігаємо за кольором полум'я. Також можна у 2-3 см над полум'ям потримати порцелянову чашку або блюдце аби зафіксувати утворення кіптяви (сажі) або його відсутність. У випадку цетилового спирту необхідно у металеву ємність внести кілька шматочків цієї речовини і занурити туди підпалений сірник – гексадеканол плавиться та майже не горить без постійного джерела відкритого полум'я (так само як і парафін у свічці). Перевіряють наскільки кіптявим є полум'я, у якому згоряє гексадеканол.

#### Дослід 2. Взаємодія етанолу з літієм

Реактиви та матеріали: етанол (С1), мідний купорос (Р4), літій (Р9), вогнетривка поверхня, спиртівка або електропіч, порцелянова випарювальна чашка (або порцелянове блюдце), пісочна баня, піпетка, склянки та пробірки, дерев'яні скіпки.

Теоретична частина: спирти виявляють властивості дуже слабких кислот, тому можуть вступати у реакцію заміщення з найбільш активними (лужними) металами – Гідроген гідроксильної групи заміщується атомом металу. При цьому утворюється водень та розчин алкоголяту відповідного металу. Вода набагато легше вступає у хімічну взаємодію з лужними металами і також із виділенням водню. Тому реакцію треба проводити лише із зневодненими спиртами. Зневоднення спиртів проводиться речовинами, що здатні вбирати воду, не розчиняючись у спиртах та не вступаючи з ними у хімічну реакцію. Одним із найкращих осушувачів спиртів є купрум(II) сульфат.

2.1. Підготовчий етап. Пісочну баню ставимо на електропіч і вмикаємо нагрів. У випарювальну чашку (або на блюдце) вносимо невелику кількість (1-

2 г) кристалів мідного купоросу і розподіляємо по поверхні тонким шаром. Ставимо випарювальну чашку на пісочну баню і нагріваємо вміст, постійно перемішуючи кристали, поки не почнеться їх знебарвлення, що супроводжується легким потріскуванням. З цього моменту нагрівання ведуть дуже обережно або припиняють. Кристали повинні набути білого або ледь сірого кольору – не можна допустити їх почорніння, бо це свідчить про розклад купрум(II) сульфату на купрум(II) оксид, сульфур(IV) оксид і кисень.

У склянку наливаємо 6-8 мл етанолу і додаємо охолоджений купрум(II) сульфат. Перемішуємо кілька хвилин, спостерігаючи зміну кольору порошку купрум (II) сульфату та накриваємо склянку склом або шматком харчової плівки.

2.2. Зневоднений спирт обережно зливаємо у суху пробірку або склянку так, щоб кристали купрум(II) сульфату не потрапили туди разом з рідиною. Вносимо у зневоднений спирт невеликий шматочок (3×3 мм) літію, який попередньо здобули із відпрацьованої літій-йонної акумуляторної батарейки (ця операція небезпечна, її треба виконувати лише досвідченому дорослому із дотриманням вимог пожежної та хімічної безпеки). Спостерігаємо за перебігом хімічної реакції. Пробірку з реакційною сумішшю можна обережно підігріти, зануривши у гарячу воду – швидкість реакції зростає. У випадку з пропан-2-олом реакція більш повільна, шматочок літію може вкриватись білою плівкою гідроксиду та карбонату через тривалий контакт із повітрям в ході реакції. Зазвичай водню виділяється не так багато, щоб довести його наявність характерним вибухом його суміші з повітрям при піднесенні палаючої скіпки до отвору пробірки. При нагріванні водню виділяється більше, проте при піднесенні палаючої скіпки можуть спалахнути пари спирту, тому довести наявність водню все одно не вдається.

### Дослід 3. Взаємодія гліцеролу з літієм

Реактиви та матеріали: літій (P9), гліцерол (B1), фарфорова чашка.

Теоретична частина: гліцерол реагує з лужними металами більш активно, ніж одноатомні спирти. Висока в'язкість гліцеролу погіршує процеси

перемішування та відведення тепла, тому реакція з натрієм завершується спалахом та обвугленням гліцеролу. Реакція з літієм протікає набагато більш спокійно, проте помітно швидше, ніж реакція літію з одноатомними спиртами (дослід 2).

3.1. На дно чашки поміщаємо шматочок літію. На нього наливаємо 5-7 мл гліцеролу. За кілька секунд спостерігаємо виділення бульбашок газу – водню. Якщо обережно нагріти посудину, реакція суттєво пришвидшується – гліцерол починає жовтіти та диміти. Подальше нагрівання може призвести до дегідратації гліцеролу з утворенням небезпечної сполуки – акролеїну, тому далі нагрівати не варто.

Дослід 4. Розчинність фенолу у воді за кімнатної температури та при нагріванні

Реактиви та матеріали: фенол (Ф1), ванілін (Ф2), вода, склянки або пробірки (у шкільній лабораторії).

Теоретична частина: фенол та його похідні (до яких належить, зокрема, ванілін) внаслідок своєрідної будови молекул – гідрофобна частина представлена бензеновим ядром та гідрофільна частина у вигляді полярної гідроксильної групи – мають вельми змінну розчинність у воді. За кімнатної температури ця розчинність дуже низька, але при нагріванні різко збільшується, сягаючи при певній температурі стану необмеженої змішуваності.

4.1. Вносимо у склянку близько 7-10 мл чистої води і кілька краплин фенольних сполук (препарат «Ферезол»). Розмішуємо та спостерігаємо, чи вдасться повністю розчинити цю кількість фенолів? Після цього нагріваємо склянку на водяній бані. Через певний час спостерігається повне розчинення краплинок фенолів.

4.2. Вносимо у склянку близько 7-10 мл чистої води і невелику кількість (на кінчику чайної ложки) кристалів ваніліну. Розмішуємо та спостерігаємо, чи вдасться повністю розчинити цю кількість ваніліну? Після цього нагріваємо

склянку на водяній бані. Спостерігаємо спочатку плавлення кристалів ваніліну на дні, коли вони збираються у прозорі кульки, а потім повне їх розчинення.

#### Дослід 5. Взаємодія фенольних сполук з лугами

Реактиви та матеріали: фенол(Ф1), ванілін (Ф2), вода, засіб для чищення труб («Кріт»)(Р6), склянки або пробірки (у шкільній лабораторії), піпетки.

Теоретична частина: фенол та його похідні виявляють властивості слабких кислот (сильніших за аліфатичні спирти та воду), тому можуть взаємодіяти не лише з лужними металами (реакція заміщення), а й з розчинами лугів (реакція обміну, реакція нейтралізації). Оскільки феноли є слабкими кислотами, то їх солі у водних розчинах підлягають сильному гідролізу – реакцію між фенолами та лугами слід проводити у якомога більш концентрованих розчинах. Солі, що утворюються внаслідок нейтралізації фенолів лугами, значно краще розчинні у воді, ніж самі феноли.

5.1. У невелику кількість води (2-3 мл) додаємо піпеткою декілька краплин суміші фенолів (препарат «Ферезол») і перемішуємо. Потім обережно відбираємо піпеткою засіб для очищення труб і по краплинам додаємо до суміші води і фенолів. Через деякий час феноли розчиняються утворивши відповідні солі – фенолят та крезолат натрію, які добре розчиняються у воді.

5.2. До невеликої кількості води (3-5 мл) додаємо невелику кількість (на кінчику чайної ложки) кристалів ваніліну і перемішуємо. Потім обережно відбираємо піпеткою засіб для очищення труб і по краплинам додаємо до суміші води і ваніліну. Через деякий час весь ванілін розчиняється, оскільки утворюється добре розчинна сіль – ванілат натрію.

#### Дослід 6. Витіснення фенолів із їх солей

Реактиви та матеріали: розчин натрієвих солей фенолу та крезолу із дослідів 5.1, розчин натрій ванілату із дослідів 5.2, вода, оцет (К1) або лимонна кислота (К2), склянки або пробірки (у шкільній лабораторії), піпетки, корк, газовідвідна трубка, скляна трубка (у шкільній лабораторії), гумова кулька, полімерна трубка, нитки.

Теоретична частина: фенол та його похідні виявляють властивості слабких кислот сильніших за аліфатичні спирти та воду, але слабших за інші кислоти, зокрема, за карбонатну. Тому карбонатна кислота вступає у реакцію обміну із солями фенольних сполук, витісняючи їх. Проте ванілін, через наявність альдегідної групи, що впливає на сусідню фенольну групу, є значно більш сильною кислотою, ніж фенол. Ванілін є дещо більш сильною кислотою, ніж карбонатна. Проте він значно слабший за інші органічні кислоти – ацетатну, лимонну тощо.

6.1. У пробірку або невелику колбу вносимо 3-4 г соди та близько 3 г лимонної кислоти. Готуємо корок з газовідвідною трубкою. У колбу піпеткою вносимо кілька мілілітрів води і швидко закриваємо корком з газовідвідною трубкою. Кінець газовідвідної трубки опускаємо у ємність з розчином солей фенолу та крезолу (з досліду 5.1). Через деякий час прозорий розчин починає мутніти – карбонатна кислота витісняє фенол та крезол з їх солей, а оскільки розчинність фенолів значно менша за розчинність їхніх солей, то ми і спостерігаємо утворення емульсії.

6.2. Вдома можна змішати соду (10-15 г) і лимонну кислоту (7-9 г) у пластиковій пляшці невеликого об'єму (до 0,5 л). Після додавання 5-10 мл води одягнути на горло пляшки гумову кульку. Почекати поки кулька надується вуглекислим газом. Після цього кульку обережно зняти з пляшки. У ємність з розчином солей фенолу та крезолу (з досліду 5.1) помістити один кінець трубки (наприклад, від крапельниці), а інший кінець трубки – вставити у отвір кульки, притискаючи пальцями (або зав'язавши отвір з трубкою нитками) так, щоб газ із кульки потрапляв лише у трубку і його потік не був дуже сильним. Через деякий час спостерігаємо ефект аналогічний досліду 6.1.

6.3. У ємність з розчином натрій ванілату (з досліду 5) додаємо близько 2 г кристалічної лимонної кислоти і розмішуємо. Через деякий час прозорий розчин починає мутніти – лимонна кислота витісняє ванілін з його солі, а оскільки розчинність ваніліну значно менша за розчинність ванілату натрію, то ми і спостерігаємо випадання ваніліну в осад. Ванілін, очевидно, схильний

до утворення пересичених розчинів, тому випадіння кристалів ваніліну після додавання кислоти не завжди відбувається.

Можна використати насичений розчин лимонної кислоти, для чого близько 2 г її кристалів розчиняють при нагріванні у 3 мл води і охолоджують. Також, можна використати 9%-й розчин ацетатної кислоти – столовий оцет – об'ємом 8-10 мл. Але таким чином, розчин ваніліну досить сильно розбавляється, тому кристали ваніліну можуть не утворитись.

#### Дослід 7. Взаємодія фенолів у водному розчині з ферум(III) хлоридом.

Реактиви і матеріали: фенол (Ф1), ванілін (Ф2), гідроген пероксид (P8), фільтр від кавомашини, вода, хлоридна кислота (P2), іржавий цвях, пінцет, склянка або пробірка, піпетка (у шкільній лабораторії).

Теоретична частина: взаємодія фенолів з ферум(III) хлоридом представляє собою реакцію комплексоутворення, що відбувається у водному середовищі. Феноли (ароматичні сполуки, що містять гідроксильну групу (-ОН) прикріплену до ароматичного ядра) можуть реагувати з йонами Феруму(3+). Ці взаємодії можуть відбуватися за декількома механізмами: з утворенням інтенсивно забарвлених комплексних сполук, та часткового окиснення фенолів.

7.1. Підготовчий етап: приготування розчину ферум(III) хлориду. У склянку наливаємо 2-3 мл розчину хлоридної кислоти і 1-2 мл 3%-го розчину гідроген пероксиду. В утворену суміш поміщаємо невеликий і бажано іржавий цвях. Приблизно за годину цвях витягаємо пінцетом, а утворений розчин фільтруємо, якщо він містить нерозчинні домішки.

7.2. До розчину фенолу (будь-який препарат, що містить фенол) додаємо кілька краплин утвореного розчину ферум(III) хлориду. У випадку інтенсивно забарвленого препарату («Фукорцин») зміни забарвлення майже не помітно – змінюється лише відтінок розчину, тому його застосовувати не рекомендується.

7.3. До приблизно 10 мл води додаємо невелику кількість (на кінчику ножа) кристалів ваніліну і нагріваємо до повного їх розчинення. Після цього

утворений розчин ваніліну охолоджуємо. До охолодженого розчину додаємо кілька краплин розчину ферум(III) хлориду – спостерігаємо утворення тьмяного зелено-синього забарвлення.

7.4. Розчин саліцилової кислоти можна використати для виявлення фенольної групи у складі саліцилової кислоти. У ємність вносимо піпеткою 1 мл спиртового розчину саліцилової кислоти і розбавляємо 20-30 мл дистильованої води. До утвореного розчину іншою піпеткою додаємо 4-5 крапель розчину ферум(III) хлориду. Спостерігаємо появу інтенсивного фіолетового забарвлення.

З цією ж метою можна використати розчин саліцилової кислоти (з домішками ацетатної кислоти), отриманий у досліді 12.1. Для цього до кількох мілілітрів розчину саліцилової кислоти додаємо 3-4 краплини розчину ферум(III) хлориду.

#### Дослід 8. Добування естеру

Реактиви та матеріали: сода, оцет (K1), етанол (C1), розчин сульфатної кислоти (P1), склянки або пробірки (у шкільній лабораторії), піпетки.

Теоретична частина: процес добування естерів називається естерифікацією і відбувається в результаті хімічної реакції між кислотою і спиртом. За звичайних умов ця реакція є повільною, але застосування каталізаторів, таких як кислоти, може значно пришвидшити процес. Вода є не лише продуктом реакції, але й реагентом у зворотному до естерифікації процесі – гідролізу. Тому, з метою зрушення рівноваги реакції у бік утворення естеру воду намагаються видаляти або обмежувати її утворення. Саме тому реакція між розбавленим розчином ацетатної кислоти та спиртом навіть у присутності каталізатору не призведе до утворення помітних кількостей естеру.

8.1. Підготовчий етап: синтезуємо безводний натрій ацетат, для чого у склянку наливаємо 18 мл 9%-го розчину оцту і додаємо маленькими порціями при перемішуванні 2,1 г харчової соди (натрій гідрогенкарбонату). Після додавання останньої порції соди нагріваємо розчин до кипіння і кип'ятимо,

поки не википить вся рідина – сіль, що залишається у склянці є безводним натрій ацетатом.

8.2. Проведення синтезу етилацетату. Отриманий у досліді 8.1. безводний натрій ацетат, маса якого становить близько 2 г поміщаємо у пробірку або іншу невелику за розміром достатньо вузьку посудину. Додаємо до натрій ацетату близько 4 мл розчину сульфатної кислоти (P1) і перемішуємо кілька хвилин – утворюється концентрований розчин ацетатної кислоти. Після цього додаємо 2 мл етанолу, ретельно перемішуємо суміш, закриваємо її та залишаємо на кілька годин. Або занурюємо у водяну баню, нагріту до 60-70°C на 30-40 хвилин. По завершенні реакції у пробірці чітко видно два шари: верхній шар естеру, та нижній – водний розчин натрій сульфату, сульфатної кислоти та залишків ацетатної кислоти та спирту. Верхній естерний шар можна акуратно всмоктати піпеткою Пастера та перенести до іншої посудини, де дослідити фізичні властивості отриманого естеру (слід розуміти, що естер може містити певні кількості домішок: води, етанолу тощо).

### Дослід 9. Ознайомлення зі зразками естерів

Реактиви та матеріали: етилацетат (E1), бутилацетат (E2), склянки або пробірки (у шкільній лабораторії), піпетки.

Теоретична частина: естери – безбарвні леткі речовини з приємним у невеликих концентраціях запахом, погано розчинні у воді (зі збільшенням кількості атомів Карбону у молекулі розчинність зменшується). Використовуються у якості розчинників.

9.1. Наливаємо по 2 мл кожного з естерів у пробірку або іншу ємність, та фіксуємо колір та запах. До кожного з естерів додаємо 4-5 мл води та струшуємо: етилацетат частково розчиняється у воді, а бутилацетат – практично не розчиняється. Обидва утворюють прозорий шар над водною частиною розчину, з чого можна зробити висновок про густину естерів. Енергійне струшування сумішей створюють нестійкі емульсії, які досить швидко розшаровуються.

9.2. Заливаємо половину чайної ложки порошку куркуми склянкою окропу та даємо охолонути. Відбираємо близько 15 мл утвореного жовтого розчину у ємність та додаємо приблизно 10 мл етилацетату (можна використати етилацетат, добутий у досліді 8.2.) і струшуємо. Після розшарування спостерігаємо забарвлення естерного шару і знебарвлення водного. Дослід демонструє явище екстракції: органічний жовтий барвник куркумін, молекули якого слабкополярні, розподіляється між розчинниками нерівномірно – більша його концентрація створюється у такому ж малополярному етилацетаті, натомість у сильнополярному розчиннику – воді – його концентрація сильно знижується.

#### Дослід 10. Омилення жирів. Добування мила.

Реактиви та матеріали: олія, натрій гідроксид (Р6), піпетки, пластикові склянки, вода.

Теоретична частина: омилення жирів є однією з ключових реакцій в хімії, пов'язаною з отриманням мила з природних жирів або олій. Цей процес відбувається через хімічну реакцію, відому як гідроліз тригліцеридів, що є основними компонентами жирів. Тригліцериди є основними складовими жирів і є естерами жирних кислот та триатомного спирту гліцеролу. Процес гідролізу тригліцеридів включає взаємодію тригліцеридів з лугами (наприклад, гідроксидами натрію або калію) у присутності води. Це призводить до розщеплення тригліцеридів на гліцерин та солі жирних кислот.

10.1. До 5 мл олії у пластиковій склянці обережно додаємо 15 мл рідкого засобу для очищення труб (Р6). Обережно перемішуємо вміст склянки і розміщуємо її на водяній бані, яку доводимо до слабкого кипіння не припиняючи перемішування суміші у склянці. Продовжуємо кип'ятити близько 20 хвилин при перемішуванні, доливаючи воду до початкового рівня об'єму суміші. Спостерігаємо за змінами, що відбуваються. До вмісту склянки додаємо близько 100 мл води. Спостерігають майже повне розчинення продуктів реакції та появу на поверхні розчину мильних бульбашок, піни.

#### Дослід 11. Доведення ненасиченого характеру рідких жирів

Реактиви та матеріали: олія, розчин йоду (P3), піпетки, пластикові склянки, вода, крохмаль.

Теоретична частина: рідкі жири, також відомі як ненасичені жири, відрізняються від насичених тим, що у їхніх молекулах присутні подвійні зв'язки між атомами Карбону у складі залишків карбонових кислот. Як і всі ненасичені сполуки, вони схильні до реакцій приєднання. Особливо легко приєднуються галогени. Йод досить малоактивний галоген, тому його приєднання відбувається повільно та за специфічних умов. У результаті утворюються йодопохідні жирних кислот, що вже не містять подвійних зв'язків. Перебіг реакції можна відслідкувати за витратою йоду – після завершення реакції весь Йод входить до складу органічних молекул, а тому його проста речовина не виявляється у розчині.

11.1. У пробірку або пластикову ємність з кришкою вносимо 2 мл олії та 2 краплини спиртової настоянки йоду і розмішуємо. Потім додаємо 10 мл води, закриваємо кришку та енергійно струшуємо 2-3 хвилини. Даємо відстоятись суміші, відкриваємо кришку і перевіряємо наявність йоду у суміші, додавши кілька краплин крохмалевого клейстеру та інтенсивно перемішавши її. Відсутність синього кольору вказує на відсутність йоду, оскільки він був витрачений у реакції приєднання. Олія також змінила зовнішній вигляд – стала непрозорою, більш густою та забарвленою у бежевий колір.

#### Дослід 12. Гідроліз та омилення ацетилсаліцилової кислоти (естеру)

Реактиви та матеріали: ацетилсаліцилова кислота («Аспірин»), вода, сода, розчин сульфатної (P1) або хлоридної кислот (P2), склянки або пробірки (у шкільній лабораторії), піпетки.

Теоретична частина: ацетилсаліцилова кислота являє собою естер, утворений за рахунок взаємодії гідроксильної групи саліцилової кислоти та карбоксильної групи ацетатної кислоти. При тривалому нагріванні розбавленого водного розчину ацетилсаліцилової кислоти відбувається

помітний гідроліз цієї сполуки. Додаванням лугу до такого розчину можна провести омилення ацетилсаліцилової кислоти.

12.1. Розтираємо пігулку ацетилсаліцилової кислоти масою 0,5 г та вносимо її у склянку, куди додаємо близько 50 мл води, малюємо на стінці склянки мітку, що позначатиме початковий рівень рідини у склянці, і починаємо нагрівати, помішуючи суміш. Після повного розчинення речовини (розчин може бути дещо каламутний, оскільки пігулка може містити нерозчинні у воді домішки – наповнювачі) розчин витримуємо біля точки кипіння близько години, час від часу доливаючи воду до досягнення початкового об'єму. Відчуваємо запах оцтової кислоти, що утворюється внаслідок гідролізу аспірину і випаровується. Після цього розчин охолоджуємо до кімнатної температури і спостерігаємо випадіння білих голчастих кристалів саліцилової кислоти, розчинність якої у прохолодній воді значно нижча, ніж у ацетилсаліцилової кислоти.

Утворений розчин саліцилової кислоти можна використати для проведення досліду 7.4.

12.2. Розтираємо пігулку ацетилсаліцилової кислоти масою 0,5 г та вносимо її у склянку, куди додаємо близько 50 мл води і додаємо луг: близько 0,25 г натрій гідроксиду (сухого засобу для чищення труб); або близько 1,5 мл розчину натрій гідроксиду (рідкого засобу для чищення труб); або близько 0,5 г натрій гідрогенкарбонату (харчової соди). Потім починаємо нагрівати, помішуючи, суміш. Доведемо розчин майже до кипіння і витримаємо за такої температури близько 5 хвилин, після чого охолодимо розчин до кімнатної температури. Осад не повинен утворюватись, оскільки у розчині знаходяться дві добре розчинні солі: натрій саліцилат та натрій ацетат. До охолодженого розчину додаємо невеликими порціями розчин сульфатної або хлоридної кислоти, перемішуючи суміш. Спостерігаємо утворення білих кристалів саліцилової кислоти – результату реакції обміну з сильною мінеральною кислотою.

Дослід 13. Взаємодія сахарози з гідроксидами металічних елементів.

Реактиви та матеріали: цукор, натрій гідроксид (P6), мідний купорос (P4), піпетки, пробірки або склянки, вода, водяна баня.

Теоретична частина: сахароза, або цукор, є дисахаридом, складеним з молекул глюкози та фруктози. За хімічною структурою молекула сахарози є багатоатомним спиртом, що містить 10 гідроксильних груп. При взаємодії сахарози з гідроксидами металів відбувається утворення водорозчинних комплексних сполук – сахаратів. Аналогічні комплексні сполуки утворюють інші багатоатомні спирти (етандіол, гліцерол, інші вуглеводи тощо).

13.1. Приготуємо цукровий сироп (насичений розчин сахарози), для чого у половині склянки теплої води розчинятимемо цукор доти, доки він перестане розчинятись. Потім кілька кристаликів мідного купоросу розчинимо у 5 мл води і додамо до блакитного розчину 1-2 мл засобу для чищення труб. Випадає синій осад купрум(II) гідроксиду. До нього додаємо цукровий сироп при постійному перемішуванні, поки осад не розчиниться з утворенням темно-синього розчину. Після цього швидко нагріваємо розчин до кипіння – змін не відбувається, отже сахароза розчиняє осад купрум(II) гідроксиду, але не відновлює сполуки Купруму(2+) до сполук Купруму(1+).

#### Дослід 14. Гідроліз сахарози.

Реактиви та матеріали: цукор, лимонна кислота (K2), натрій гідроксид (P6), мідний купорос (P4), сульфатна (P1) або хлоридна кислоти (P2), піпетки, пробірки або склянки, вода, водяна баня.

Теоретична частина: гідроліз сахарози – це хімічна реакція, під час якої сахароза (дисахарид) розкладається на свої складові мономерні – глюкозу і фруктозу. Каталізатором цієї реакції виступають катіони Гідрогену, тобто будь-які достатньо сильні кислоти. Утворені моносахариди мають різну будову та властивості: фруктоза – багатоатомний кетонспирт, а глюкоза – багатоатомний альдегідспирт. Обидві сполуки, як і сахароза, розчиняють гідроксид купруму(II) у лужному середовищі, але глюкоза (на відміну від фруктози та сахарози) ще й відновлює його до сполук купруму(I).

14.1. До порції цукрового сиропу, який виготовили для досліду 13, додаємо декілька кристаликів лимонної кислоти (або 0,2-0,3 мл розчину сульфатної або хлоридної кислоти) і нагріваємо до кипіння. Кип'ятимо розчин близько 5 хвилин і охолоджуємо його. Готуємо суспензію купрум(II) гідроксиду так, як описано у досліді 13. Додаємо цукровий сироп і нагріваємо утворений темно-синій розчин. Спостерігаємо помутніння розчину та зміну забарвлення спочатку на зелене, а потім на помаранчеве. Утворення помаранчевого осаду  $\text{Cu}_2\text{O}$  свідчить про те, що у розчині присутня сполука, яка відновлює сполуки Купруму(2+) до сполук Купруму(1+). Нею є глюкоза, яка утворилась у якості продукту гідролізу сахарози.

#### Дослід 15. Гідроліз крохмалю.

Реактиви та матеріали: крохмаль, розчин сульфатної кислоти (P1), спиртовий розчин йоду (P3), піпетки, пробірки або склянки, вода, водяна баня.

Теоретична частина: гідроліз крохмалю – це процес розкладання крохмалю на його складові мономерні, якими є молекули глюкози. Крохмаль є полісахаридом, який складається із полімерних молекул із залишків глюкози, що існують у двох формах – амілопектину та амілози. Процес гідролізу крохмалю зазвичай відбувається за допомогою катіонів Гідрогену, які каталізують розщеплення глікозидних зв'язків між глюкозними молекулами.

15.1. Приготуємо суспензію крохмалю, для чого приблизно 0,1 – 0,2 г крохмалю заллємо 100 мл окропу і розмішаємо. Відберемо у окрему склянку 20 мл утвореної суспензії – це буде контрольний розчин. До іншої частини суспензії крохмалю додаємо близько 5-6 мл розчину сульфатної кислоти, розмішуємо і нагріваємо на киплячій водяній бані близько 30 хвилин. Після цього відбираємо 20 мл суспензії у іншу склянку, а залишок продовжуємо нагрівати ще 30 хвилин. Знову відбираємо 20 мл суспензії крохмалю в чисту склянку, а залишок нагріваємо на киплячій водяній бані ще на 30 хвилин, після чого останню порцію також переливаємо у чисту склянку і чекаємо, поки вона охолоне. Таким чином, ми отримали ряд однакових за об'ємом порцій суспензії крохмалю, в першій з яких окрім води і крохмалю інших речовин

немає. В інших 4-х порціях присутня сульфатна кислота, причому із цих 4-х порцій одна нагрівалась 30 хвилин, друга – 60 хвилин, третя – 90 хвилин і остання – 2 години. До кожної з 5 порцій додаємо по 1 краплині спиртового розчину йоду і відмічаємо утворене забарвлення.

Перед додаванням крохмалю, відбираємо 3-4 мл останньої порції суміші і проводимо визначення у ній глюкози так, як це описано у досліді 20.

Синє забарвлення сполуки йоду з крохмалем вказує на його присутність у першій (контрольній) склянці. Інші відтінки забарвлення у склянках 2-4 вказують на зміни, що відбуваються з молекулами крохмалю – частковий гідроліз призводить до утворення менш полімеризованих молекул. У останній склянці крохмаль не виявляється реакцією з йодом, проте у цьому розчині можна виявити глюкозу.

#### Дослід 16. Окиснення метаналю купрум(II) гідроксидом

Реактиви та матеріали: розчин метаналю (A1), натрій гідроксид (P6), мідний купорос (P4), піпетки, пробірки або склянки, вода, водяна баня.

Теоретична частина: у цій реакції купрум(II) гідроксид окислює метаналь до форміату, при цьому сам Купрум може відновлюватись до металічної міді («реакція мідного дзеркала», що є якісною реакцією на альдегіди).

16.1. Кілька кристаликів мідного купоросу розчинимо у 5 мл води і додамо до блакитного розчину 1-2 мл засобу для чищення труб та перемішаємо. Випадає синій осад купрум(II) гідроксиду. До нього додаємо 1-2 мл формаліну і після цього нагріваємо розчин до кипіння – розчин стає каламутним та зеленого кольору. Після чого утворюється осад жовто-гарячого кольору  $\text{Cu}_2\text{O}$ , що утворився унаслідок відновлення купрум(II) гідроксиду. За певних умов на стінках пробірки може утворитись оранжевий наліт з металевим блиском, що пояснюється утворенням металевої міді («реакція мідного дзеркала») – атоми Купруму(2+) відновились до простої речовини.

#### Дослід 17. Окиснення спирту до альдегіду.

Реактиви та матеріали: етанол (C1), мідний дріт, пробірки або склянки, газовий пальник або спиртівка.

Теоретична частина: при окисненні спирти перетворюються на карбонільні сполуки – альдегіди або кетони. Для здійснення такої реакції підходить широкий спектр окисників, одним з яких є купрум(II) оксид за підвищеної температури. Купрум(II) оксид отримують реакцією міді з киснем при нагріванні, а потім, поки купрум(II) оксид іще гарячий, занурюють його у спирт. Внаслідок хімічної взаємодії частина спирту окиснюється до альдегіду.

17.1. Шматок мідної дротинки довжиною 15 см скручуємо у вигляді спіралі приблизно на половину його довжини, а потім беремо пінцетом і прожарюємо у полум'ї пальника або спиртівки. У склянку або іншу невелику ємність наливаємо 4-5 мл етанолу. Прожарену дротинку, поверхня якої має чорний колір через утворений купрум(II) оксид, поки вона залишається гарячою занурюють у спирт. Витягнувши дротинку зі спирту, фіксують оранжево-червоний блискучий колір її поверхні, що свідчить про перебіг реакції: відновлення міді з оксиду, та окиснення спирту до альдегіду. Повторюють цю дію 3-4 рази, після чого фіксують запах рідини: поряд із запахом спирту відчувається запах квашених яблук, який має ацетальдегід у невеликій концентрації.

#### Дослід 18. Розчинність жирів у воді та органічних розчинниках

Реактиви та матеріали: етанол (C1), вода, бензин, пробірки або склянки, газовий пальник або спиртівка.

Теоретична частина: жири краще розчиняються у неполярних розчинниках (таких як бензин) порівняно з полярними (такими як вода).

18.1. Наливаємо у три пробірки по 1-2 мл води, етанолу та бензину, і додаємо у кожную з них по 2-3 краплини рідкого жиру. Перемішуємо вміст пробірок та робимо висновок про розчинність жирів у неполярних та полярних розчинниках. Пробірку з водою та жиром обережно нагріваємо – спостерігаємо, чи змінюється розчинність жиру із температурою.

#### Дослід 19. Окиснення глюкози купрум(II) гідроксидом

Реактиви та матеріали: розчин глюкози (B1), фруктоза (B2), натрій гідроксид (P6), мідний купорос (P4), піпетки, пробірки або склянки, вода, водяна баня.

Теоретична частина: глюкоза взаємодіє з купрум(II) гідроксидом, при цьому утворюється комплексна сполука, яка має темно-синій колір. Нагрівання розчину призводить до відновлення комплексної сполуки, внаслідок чого утворюються осад жовто-гарячого кольору  $\text{Cu}_2\text{O}$  (оксид міді(I)), а глюкоза перетворюється на глюконову кислоту. Ця реакція широко використовується для визначення вмісту глюкози та інших сполук, що мають альдегідну функціональну групу.

19.1. Кілька кристаликів мідного купоросу розчинимо у 5 мл води і додамо до блакитного розчину 1-2 мл засобу для чищення труб та перемішаємо. Випадає блакитний осад купрум(II) гідроксиду. До нього додаємо 1 мл розчину глюкози (використовуємо або готовий розчин глюкози, або кілька пігулок глюкози розчиняємо у теплій воді та фільтруємо утворений розчин). Спостерігаємо розчинення осаду з утворенням темно-синього розчину. Після цього нагріваємо розчин до кипіння, помістивши його на киплячу водяну баню. Розчин стає каламутним та зеленого кольору, після чого утворюється осад жовто-гарячого кольору  $\text{Cu}_2\text{O}$  – продукт відновлення купрум(II) гідроксиду.

19.2. Аналогічний дослід проводимо із розчином фруктози (для приготування її розчину візьміть приблизно 2-3 грама фруктози на 10 мл води). Осад купрум(II) гідроксиду розчиняється, але нагрівання не викликає подальших перетворень, оскільки молекула фруктози не має альдегідної групи і не є сильним відновником.

#### Дослід 20. Взаємодія багатоатомних спиртів з купрум(II) гідроксидом

Реактиви та матеріали: гліцерол (B1), етандіол (B2), сорбітол (B3), ксилітол (B4), натрій гідроксид (P6), мідний купорос (P4), піпетки, пробірки або склянки, вода, водяна баня.

Теоретична частина: взаємодія багатоатомних спиртів з нерозчинним у воді купрум(II) гідроксидом призводить до утворення добре розчинних комплексних сполук, у яких молекули спиртів відіграють роль лігандів.

20.1. Кілька кристаликів мідного купоросу розчинимо у 5 мл води і додамо до блакитного розчину 1-2 мл засобу для чищення труб та перемішаємо. Випадає блакитний осад купрум(II) гідроксиду. До нього додаємо 1 мл гліцеролу і перемішуємо. Спостерігаємо розчинення осаду з утворенням темно-синього розчину. Після цього повторюємо дослід із розчинами етандіолу, сорбітолу або ксилітолу (зважайте на те, що доступний розчин етандіолу містить барвник та інші додаткові компоненти, що можуть дещо змінити очікуваний візуальний ефект реакції).