

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
КРИВОРІЗЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ПЕДАГОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Природничий факультет

Кафедра хімії та методики її навчання

«Допущено до захисту»

Завідувач кафедри

\_\_\_\_\_ Старова Т.В.

« \_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ р.

Реєстраційний № \_\_\_\_\_

« \_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ р.

ВІРТУАЛЬНІ ХІМІЧНІ ЛАБОРАТОРІЇ ЯК ЗАСІБ ПІДТРИМКИ  
НАВЧАЛЬНО-ДОСЛІДНИЦЬКОЇ ДІЯЛЬНОСТІ УЧНІВ З ХІМІЇ ПРИ  
ВИВЧЕННІ ТЕМИ «РОЗЧИНИ»

Кваліфікаційна робота  
студентки групи XI-14-м  
ступінь вищої освіти «магістр»  
спеціальності 014.06 «Середня освіта  
(Хімія)»  
Євангеліст Ольги Олегівни

Керівник:

Кандидат педагогічних наук,  
старший викладач кафедри хімії та методики  
її навчання  
Нечипуренко П. П.

Оцінка:

Національна шкала \_\_\_\_\_

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

Голова ЕК\* \_\_\_\_\_ Столяренко В.Г.

Члени ЕК\* \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\* - заповнити відповідно до наказу ДЕК перед друком

## ЗМІСТ

<b>ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНИХ СКОРОЧЕНЬ .....</b>	<b>4</b>
<b>ВСТУП.....</b>	<b>5</b>
<b>РОЗДІЛ 1 НАВЧАЛЬНО-ДОСЛІДНИЦЬКА ДІЯЛЬНІСТЬ УЧНІВ З ХІМІЇ ПРИ ВИВЧЕННІ ТЕМИ «РОЗЧИНИ» .....</b>	<b>9</b>
1.1. Структура та види навчально-дослідницької діяльності учнів з хімії..	9
1.2. Особливості навчально-дослідницької діяльності учнів з хімії при вивченні теми «Розчини».....	20
Висновки до розділу 1.....	27
<b>РОЗДІЛ 2 МЕТОДИЧНІ ОСНОВИ ВИКОРИСТАННЯ ВІРТУАЛЬНИХ ХІМІЧНИХ ЛАБОРАТОРІЙ, ЯК ЗАСОБУ ПІДТРИМКИ НАВЧАЛЬНО-ДОСЛІДНИЦЬКОЇ ДІЯЛЬНОСТІ УЧНІВ З ХІМІЇ ПРИ ВИВЧЕННІ ТЕМИ «РОЗЧИНИ» .....</b>	<b>30</b>
2.1. Віртуальні хімічні лабораторії як засіб навчання хімії .....	30
2.2. Методичні аспекти використання віртуальних хімічних лабораторій як засобу підтримки навчально-дослідницької діяльності учнів з хімії у темі «Розчини» .....	38
Висновки до розділу 2.....	43
<b>РОЗДІЛ 3 ОРГАНІЗАЦІЯ ПІДТРИМКИ НАВЧАЛЬНО - ДОСЛІДНИЦЬКОЇ ДІЯЛЬНОСТІ УЧНІВ З ХІМІЇ ПРИ ВИВЧЕННІ ТЕМИ «РОЗЧИНИ» ЗА ДОПОМОГОЮ ВІРТУАЛЬНИХ ХІМІЧНИХ ЛАБОРАТОРІЙ.....</b>	<b>45</b>
3.1. Створення комплекту віртуальних лабораторних робіт для організації навчально-дослідницької діяльності учнів з хімії при вивченні теми «Розчини» .....	45
3.2. Впровадження створеного комплекту віртуальних лабораторних робіт з теми: «Розчини» у навчальний процес школи .....	57

Висновки до розділу 3.....	76
<b>ВИСНОВКИ</b> .....	78
<b>СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ</b> .....	81
<b>ДОДАТКИ</b> .....	88
Додаток А .....	88
Додаток Б .....	90
Додаток В.....	91
Додаток Г .....	92
Додаток Д.....	93
Додаток Е .....	94

## **ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНИХ СКОРОЧЕНЬ**

ВХЛ – віртуальні хімічні лабораторії

ЗВО – заклади вищої освіти

ІКТ – інформаційно-комунікаційні технології

КЗШ – Криворізька загальноосвітня школа

## ВСТУП

**Актуальність.** Основними завданнями Національної стратегії розвитку освіти в Україні на період до 2021 року в загальній середній освіті є оновлення змісту, форм і методів організації навчально-виховного процесу; створення умов для посилення професійної орієнтації учнівської молоді, забезпечення індивідуальної освітньої траєкторії розвитку учнів відповідно до їхніх особистісних потреб, інтересів і здібностей; підвищення ефективності навчально-виховного процесу на основі впровадження досягнень психолого-педагогічної науки, педагогічних інновацій, інформаційно-комунікаційних технологій (ІКТ) [48].

Сучасний навчальний процес неможливо уявити без застосування інноваційних технологій. Освіта, як й інші сфери людської діяльності, перебуває на шляху переходу до інформаційної стадії розвитку суспільства.

Причому такий перехід означає не лише збільшення ролі інформаційно-комунікаційних технологій у повсякденному житті та навчальному процесі. Для ефективної діяльності у інформаційному суспільстві людина повинна уміти здійснювати пошук, обробку та інтерпретацію даних, оскільки їх кількість є величезною і щороку примножується; розуміти механізми отримання цих даних та висновків з них, критично оцінювати їх достовірність та важливість; уміти здійснювати діяльність пов'язану із отриманням нових даних та прагнення до навчання і самовдосконалення протягом усього життя.

Формування перелічених вище умінь найбільш ефективно здійснюється у процесі навчально-дослідницької діяльності учнів. Характеристиці структури, видів, форм та методів навчально-дослідницької діяльності учнів приділяється значна увага у працях Г. Лиходєєвої [36], Н. Недодатко [39], І. Клещової [28], С. Антонової [10], В. Дударєвої [23], Г. Пустовіт [49], І. Дементьєвої [20], М. Кривої [31] та інших. З них випливає важливий висновок, що навчально-дослідницька діяльність є дуже важливим інструментом для збільшення ефективності процесу навчання, а тому вона не має бути прерогативою окремої

категорії учнів (зазвичай, тих, що називають обдарованими), а повинна носити якомога більш загальний характер, бути доступною для усіх учнів без винятку.

Тема «Розчини» є однією з ключових у змісті шкільного курсу хімії, оскільки знання та уміння, що формуються під час її вивчення є необхідними як для вивчення більшості інших тем шкільного курсу хімії, так і для використання у побуті. Окрім того, тема «Розчини» надає широких можливостей для проведення різноманітних хімічних експериментів, що робить її дуже зручною та важливою для розвитку дослідницьких компетентностей учнів у процесі здійснення навчально-дослідницької діяльності.

Навчально-дослідницька діяльність з хімії пов'язана із значними витратами хімічних реактивів та часу, з потребами у наявності хімічного посуду та специфічного обладнання, з наявністю ризику для здоров'я учнів та вчителя тощо. Перелічені особливості навчально-дослідницької діяльності з хімії аж ніяк не є її недоліками, проте саме вони до певної міри стримують впровадження навчально-дослідницької діяльності учнів у навчальний процес більшості шкіл.

Віртуальні лабораторії, на нашу думку, мають значний потенціал у якості засобу вирішення протиріччя між необхідністю якомога більш широкого впровадження навчально-дослідницької діяльності у навчальний процес та дією факторів, що стримують це впровадження, сприяючи залученню всіх учасників навчального процесу в активну навчально-дослідницьку діяльність, спонукаючи учнів до самовираження та самореалізації, розвиваючи критичне й асоціативне мислення, уяву, вміння аналізувати, наводити приклади, обстоювати власні думки.

Саме тому темою нашого дослідження було визначено як **«Віртуальні хімічні лабораторії як засіб підтримки навчально-дослідницької діяльності учнів з хімії при вивченні теми «Розчини».**

**Метою магістерського дослідження є аналіз можливостей віртуальних хімічних лабораторій та перевірка їх ефективності як засобу підтримки навчально-дослідницької діяльності учнів при вивченні теми «Розчини».**

Відповідно до мети дослідження були поставлені такі **дослідницькі завдання:**

– здійснити аналіз поняття «навчально-дослідницька діяльність» та з'ясувати значення і місце навчально-дослідницької діяльності у шкільному курсі хімії;

– визначити особливості навчально-дослідницької діяльності учнів з хімії при вивченні теми «Розчини»;

– проаналізувати зміст поняття «віртуальні хімічні лабораторії» та схарактеризувати можливості використання віртуальних хімічних лабораторій у навчанні хімії;

– визначити методичні аспекти використання віртуальних хімічних лабораторій як засобу підтримки навчально-дослідницької діяльності учнів з хімії у темі «Розчини»;

– з'ясувати переваги і недоліки використання дистанційної віртуальної хімічної лабораторії та віртуальної хімічної лабораторії VLab у якості засобів підтримки навчально-дослідницької діяльності учнів з хімії у темі «Розчини»;

– створити комплект віртуальних лабораторних робіт підтримки навчально-дослідницької діяльності учнів з хімії у темі «Розчини»;

– впровадити створений комплект віртуальних лабораторних робіт у навчальний процес шкіл та ЗВО.

**Об'єкт дослідження:** процес застосування віртуальних хімічних лабораторій у навчанні хімії.

**Предмет дослідження:** методика використання віртуальних хімічних лабораторій як засобу підтримки навчально-дослідницької діяльності учнів при вивченні «Розчини».

При проведенні даного дослідження були використані наступні **методи:**

– аналіз методичної та хімічної літератури;

– аналіз педагогічного досвіду вчителів хімії, методистів та викладачів;

– моделювання хімічних процесів у віртуальній хімічній лабораторії

Virtual Lab;

- аналіз навчальних програм та календарно-тематичного планування;
- систематизація і узагальнення;
- педагогічна рефлексія;
- цілеспрямоване педагогічне спостереження.

**Практичне значення отриманих результатів** полягає у розробці комплекту віртуальних хімічних лабораторій для вивчення теми «Розчини», адаптованого до структури та вимог діючих навчальних програм, що надасть можливість використання створених віртуальних робіт вчителями загальноосвітніх шкіл та закладів вищої освіти у своїй педагогічній діяльності, а також створить умови для подальшого розвитку та урізноманітнення віртуальних хімічних лабораторій та активізації їх застосування у навчальному процесі вітчизняних шкіл та інших навчальних закладів. Результати апробації практичних результатів дослідження відбито у відповідних відгуках, наданих вчителями та викладачами, що здійснювали апробацію.

**Структура роботи:** робота складається із вступу, трьох розділів, висновків до розділів та загальних висновків, списку використаних джерел, додатків. Основний зміст роботи викладено на 87 сторінках друкованого тексту. Робота містить 10 рисунків, 6 додатків. Список використаних джерел налічує 58 найменувань.



## РОЗДІЛ 1

### НАВЧАЛЬНО-ДОСЛІДНИЦЬКА ДІЯЛЬНІСТЬ УЧНІВ З ХІМІЇ ПРИ ВИВЧЕННІ ТЕМИ «РОЗЧИНИ»

#### 1.1. Структура та види навчально-дослідницької діяльності учнів з хімії

Безперервний розвиток хімічної науки, апаратури та методів наукового дослідження створює перед сучасним вчителем ціль вдосконалення навчального процесу.

Навчальний заклад має готувати учня, який мислить творчо, володіє теоретичними й фундаментальними знаннями, відповідними навичками до самостійної роботи й здатністю правильно опрацьовувати й пояснювати результати своїх досліджень.

«Державний стандарт базової і повної загальної середньої освіти» ґрунтується на компетентнісному підході – спрямованості навчально-виховного процесу на досягнення результатів, якими є ієрархічно підпорядковані види компетентностей: ключова, загальнопредметна та предметна (галузева). Цей же стандарт визначає компетентність як набуту в процесі навчання інтегровану здатність учня, що складається із знань, умінь, досвіду, цінностей і ставлення, що можуть цілісно реалізовуватися на практиці [47].

До однієї з важливих компетентностей, які здобувають учні у процесі навчання, належить дослідницька компетентність. Трактування дослідницьких компетентностей у наукових джерелах трапляються дуже різні і часто залежать від специфіки наукової галузі, у якій здобуваються ці компетентності. Ми виокремили три визначення дослідницьких компетентностей, що, на нашу думку, є найбільш загальними, такими, що відбивають специфіку навчання хімії, та у деяких аспектах доповнюють один одного. Отже дослідницькі компетентності – це:

– інтегральна характеристика особистості учня, яка проявляється у його усвідомленій готовності і здатності зайняти активну дослідницьку позицію по відношенню до своєї діяльності і себе як її суб'єкта, самостійно і творчо розв'язувати дослідницькі задачі на основі наявних знань і умінь [50, с. 7-8];

– інтегральна характеристика особистості учня, що проявляється у його усвідомленій готовності і здатності займатись навчальним дослідженням [54];

– утворена якість особистості, що виражається у оволодінні знаннями, вміннями і способами діяльності для ефективного здійснення дослідницької діяльності і здатності самостійно здобувати нові знання [38, с. 7].

Формування дослідницької компетентності учнів відбувається у процесі самостійної творчої дослідницької діяльності та є необхідною умовою для професійного розвитку й самовдосконалення особистості. Дослідницька діяльність виступає практично єдиним засобом для формування та розвитку дослідницьких компетентностей.

Метою наукового дослідження є виокремлення конкретного об'єкту та всебічне, достовірне вивчення його структури, характеристик, взаємозв'язків з іншими об'єктами на основі вироблених у науці принципів та методів пізнання, а також одержання результатів, що можуть бути упроваджені у виробництво та бути корисними для діяльності людини [18, с. 10].

Для вирішення головної задачі науки – відкриття об'єктивних законів дійсності – важливу роль відіграють пізнавальні задачі, що виникають при розв'язанні наукових проблем. Такі задачі можуть бути:

– теоретичними (спрямованими на виявлення та вивчення причин, зв'язків, залежностей, які дозволяють установити поведінку об'єкта, визначити та вивчити його структуру, характеристики, в результаті чого перевіряються факти, формулюються закони, теорії;

– емпіричними (спрямованими на виявлення, точний опис і ретельне вивчення різноманітних факторів явищ і процесів, що вивчаються) [18].

Теоретичні пізнавальні задачі формулюються таким чином, щоб їх можна було перевірити емпірично. Емпіричні задачі у наукових дослідженнях

розв'язуються емпіричними методами пізнання, до яких належать спостереження та експеримент.

Спостереження – це метод пізнання, за якого об'єкт вивчають без втручання у нього, фіксуючи та вимірюючи лише властивості об'єкту, характер його змін.

Експеримент – це найбільш загальний емпіричний метод пізнання, у якому здійснюють не лише спостереження і вимірювання, але і перестановку, змінення об'єкту дослідження, і який дозволяє виявляти вплив одного фактору на інший [18, с. 11-12].

Науково-дослідна робота реалізується такими її видами, що виокремлюються відповідно до їх мети:

– фундаментальні дослідження, що спрямовані на створення нових принципів з метою розширення знань суспільства, поглиблення розуміння законів природи, розробки нових теорій;

– прикладні дослідження, які ґрунтуються на результатах здійснених фундаментальних досліджень, спрямовані на створення нових методів для розробки нового обладнання, матеріалів, способів виробництва, з метою задоволення потреб суспільства у розвитку конкретної галузі виробництва;

– розробки, метою яких є технічне втілення результатів здійснених прикладних або теоретичних досліджень, підготовка матеріалів до впровадження у виробництво, технології, побут [18, с. 17].

Як і для будь-якої організованої діяльності, спрямованої на отримання практичних результатів, для науково-дослідницької діяльності характерна певна послідовність її здійснення. Зокрема, для прикладних науково-дослідних робіт у галузях природничих наук, до яких належить хімія, виокремлюються такі шість етапів процесу виконання досліджень:

1) формулювання теми, на якому відбувається загальне ознайомлення з проблемою, що становить предмет дослідження, попереднє ознайомлення з літературними джерелами, власне формулювання теми та планування дослідження;

2) формулювання мети і завдань дослідження, на якому відбувається опрацювання джерел інформації (літературних джерел), аналіз, порівняння, критика та узагальнення опрацьованої інформації, власне формулювання мети і завдань дослідження;

3) теоретичні дослідження, на якому відбувається вивчення фізичної сутності об'єкту дослідження, формулювання гіпотези, вибір та обґрунтування фізичної моделі та її математизація;

4) експериментальні дослідження, на якому відбувається розробка мети і завдань експерименту, його планування, підготовка та проведення, опрацювання результатів експерименту;

5) аналіз і оформлення наукових досліджень, на якому відбувається загальний аналіз теоретично-експериментальних досліджень, порівняння експерименту з теорією та аналіз розбіжностей між ними, уточнення моделі, експериментальних даних та висновків, перетворення гіпотези на теорію, формулювання остаточних висновків та складання науково-технічного звіту;

б) впровадження, на якому відбувається запровадження результатів дослідження у виробництво [18, с. 17-19].

Сучасна профільна освіта є першим (підготовчим) етапом підготовки фахівців у відповідних наукових галузях – випускники старшої школи є потенційними здобувачами вищої освіти у відповідних галузях науки, а отже майбутніми науковцями. Саме у закладах вищої освіти відбувається забезпечення органічного поєднання в освітньому процесі освітньої, наукової та інноваційної діяльності, шляхом проведення наукових досліджень і забезпечення творчої діяльності учасників освітнього процесу, підготовки наукових кадрів вищої кваліфікації та використання отриманих результатів в освітньому процесі [32; 30].

Школа має започаткувати та розвинути у індивіда уміння здійснювати дослідницьку діяльність, заклади вищої освіти – закріпити та поглибити ці уміння, а також вивести їх на найвищий рівень – здатність до здійснення

самостійних наукових досліджень (на другому та третьому рівнях вищої освіти).

Таким чином, іще в школі повинні формуватись навички дослідницької діяльності, що і відбувається у формі діяльності *навчально-дослідницької*. Це відбувається шляхом залучення учнів до виконання навчальних досліджень, проектів, уведення до навчального процесу елементів дослідницької діяльності.

На думку С. У. Гончаренко, внесення елементу дослідження в навчальні заняття «сприяє вихованню у школярів активності, ініціативності, допитливості, розвиває їхнє мислення, заохочує потребу дітей і підлітків у самостійних пошуках» [16, с. 102].

Існує низка функцій, які в процесі навчання виконує дослідження. Так, В. А. Далінгер вивчаючи поняття «навчальне дослідження» виділив основні функції навчальної діяльності у закладах освіти: відкриття нових знань, поглиблення цих знань, перетворення з об'єкта навчання в об'єкт управління, формуючи тим самим самостійність у студентів або учнів, останньою виступає функція, де відбувається навчання учнів способів діяльності [19, с. 123].

Розглянуто поняття «дослідницька діяльність» І. А. Зиміною і Є. А. Шашенковою за їх трактуванням – це «специфічна людська діяльність, яка регулюється свідомістю і активністю особистості, спрямована на задоволення пізнавальних, інтелектуальних інтересів, продуктом якої є отримання нового знання, що відповідно до поставленої мети та згідно з об'єктивними законами й обставинами, що визначають реальність та досяжність мети» [58, с. 10].

Г. В. Лиходєєва визначає навчально-дослідницьку діяльність учнів як діяльність, що організовується педагогом з використанням різних форм і дидактичних прийомів, в якій важливе місце посідає самостійне використання методів наукового пізнання і в результаті якого учні активно отримують знання, розвивають свої дослідницькі вміння та здібності [36, с. 2].

Трактування поняття «навчально-дослідницька діяльність», яке запропонувала Н. Г. Недодатко, характеризується творчою спрямованістю та

низкою розумових операцій, а також педагогічним управлінням процесом формування навчально-дослідницьких умінь, який здійснюється найбільш успішно, коли передбачено в результаті навчання учня, формування цілей та гіпотез, самостійне вирішення поставленої мети та обґрунтованість правильності своїх дій [39, с. 5].

В свою чергу, І. В. Клещова під навчально-дослідницькою діяльністю учнів розуміє діяльність, для якої характерні: внутрішня мотивація людини, спеціальні структурні компоненти (виділення проблеми, організація та аналіз даних, висування гіпотези, її перевірка, формулювання висновків), неповна детермінованість дій, високий ступінь самостійності учня при здійсненні окремих етапів або навчально-дослідницької діяльності у цілому; отримання об'єктивно чи суб'єктивно нового результату, який збагачує систему знань учня [28, с. 4].

С. Ю. Антоновою навчально-дослідницька діяльність учнів визначається як процес придбання дослідницьких і супутніх дослідженню умінь при взаємодії учнів і педагога, що націлений на виявлення сутності тієї чи іншої проблеми, актуальної для всіх суб'єктів діяльності [10, с. 3].

Самостійне отримання нових знань про навколишнє середовище і є метою навчально-дослідницької діяльності, на відміну від звичайної навчальної діяльності (пояснювально-ілюстративної) [27, с. 24].

Психічна потреба у пошуках активності під час невизначеної ситуації, виступає фундаментом дослідницької поведінки.

Розглядати дослідницьку діяльність потрібно як особливий вид інтелектуальної та творчої діяльності, яка створюється в результаті функціонування пошукової активності й на базі дослідження, за твердженням А. І. Савенкова, який наголошує, що така діяльність містить дослідницьку поведінку й механізми її здійснення з урахуванням мотивувальних факторів (пошукової активності) [51, с. 65].

Нам найбільше імпонує думка Т. В. Нефьодової, яка дослідницьку діяльність учнів трактує як «процес розв'язання творчої задачі, що не має

наперед відомого результату, заснований на опануванні особливостей довкілля за допомогою методів наукової роботи, у ході якого відбувається трансляція культурних цінностей» [40, с. 9].

Тому, дослідницька діяльність по своїй суті вимагає активної пізнавальної позиції, заснованої на внутрішньому пошуку відповіді на будь-яке питання, пов'язане з осмисленням і творчим переробленням інформації, дією шляхом «спроб та помилок», роботою розумових процесів. Цим дослідницька діяльність відрізняється від проблемного навчання, перебуваючи у групі *освітніх технологій*.

Спираючись на власний досвід, можна стверджувати, що дитина постійно потребує різноманітної діяльності – вона стомлюється від постійного повторення одних і тих же дій, вправ, завдань тощо. Виникає проблема підвищення пізнавальної активності учнів, яку сучасні педагоги намагаються вирішити розробляючи та впроваджуючи нові освітні технології, які базуються на використанні навчальної та дослідницької діяльності учнів задля всебічного розвитку й підвищення рівня знань дитини.

На відміну від науково-дослідницької діяльності (тобто діяльності, спрямованої на одержання об'єктивно нового знання), основу навчально-дослідницької діяльності визначає її спрямованість на досягнення суб'єктивно-нових знань.

В залежності від рівня самостійності учня Г. П. Пустовіт дає таке розмежування навчально-дослідницької діяльності:

1) репродуктивний рівень (виконання роботи за готовим зразком або алгоритмом) характеризує повна залежність: визначення мети, завдань, формулювання гіпотези, планування і виконання навчально-пізнавальної й дослідницької діяльності здійснюється учнями тільки під керівництвом учителя;

2) реконструктивний рівень (виконання роботи за детальною інструкцією) характеризує часткова залежність – визначення мети та певних завдань здійснюється під керівництвом учителя, а формулювання гіпотези, планування і

виконання навчально-пізнавальної і дослідницької діяльності здійснюється учнями безпосередньо за його допомогою;

3) евристичний рівень (виконання роботи за узагальненою інструкцією, основні ключові позиції якої розробляються педагогом самостійно або за участю школярів) характеризує часткова самостійність: визначення мети, завдань, формулювання гіпотези та планування виконання навчально-пізнавальної й дослідницької діяльності здійснюється учнями за розробленим учителем планом;

4) дослідницький рівень (самостійне виконання роботи за підтримки учителя) характеризує повна самостійність – навчально-пізнавальна і дослідницька діяльність учнів здійснюється ними з власної ініціативи, мета якої, завдання, гіпотеза та планування власної діяльності визначаються самими учнями [49, с. 236-237].

Важливо підкреслити, що у науці головною метою виступає створення нових знань, а у освіті метою є отримання учнями функціонального уміння здійснювати дослідження, тобто, універсального способу вивчення світу та розвитку дослідницького типу мислення й активізацію особистісної позиції учня в освітньому процесі на основі надбання суб'єктивно нових знань, що і відрізняє навчально-дослідницьку діяльність від науково-дослідної [44, с. 35]. Головною особливістю такої діяльності, є те, що учні є дослідниками, а навчальний матеріал – таким, що досліджується.

Так, відрізняючись від наукового дослідження, навчальне дослідження включає такі етапи:

- теоретичні передумови підготовки дослідження;
- проведення дослідження (теоретичного, експериментального; індивідуального, групового, колективного; комбінованого);
- обробка та узагальнення результатів отриманих у процесі дослідження;
- використання результатів дослідження у навчанні;
- завершення досліджень та підсумовування;
- створення програми для планування нових досліджень [29].



Навчальне дослідження, що здійснюється учнями, є чітко спланованим, логічно організованим і цілеспрямованим на одержання суб'єктивно нового знання процесом, який включає в себе три взаємопов'язані підсистеми: об'єкт і предмет дослідження; дослідника; мову дослідження. Класично виокремлюється три етапи дослідження:

1) *етап попереднього вивчення проблеми*, який включає визначення теми (проблеми) та її конкретизацію, попередню розробку теоретичних засновків, вивчення історії та сучасного стану проблеми, підготовку до дослідження, збирання, відбір та опрацювання даних, розроблення гіпотези;

2) *етап розробки програми і проведення дослідження*, який включає визначення методики дослідження, складання робочої програми (плану), проведення спостережень, експериментів, вимірювань та логічне опрацювання їх результатів, формулювання попередніх висновків і пропозицій;

3) *етап оформлення та впровадження результатів дослідження*, який включає літературний виклад матеріалів дослідження, його перебігу та результатів, обговорення, консультування, рецензування та оформлення роботи і впровадження її результатів [52, с. 5].

Сучасні навчальні заклади вимагають творчого підходу у викладанні хімії. Хімія є навчальним предметом, у якому існують реальні можливості залучити учнів до дослідницької роботи, розвинути їх творчі здібності у процесі вивчення різних хімічних та фізико-хімічних процесів.

Під час навчання хімії, у тому числі профільного, виокремлюють ознаки, що класифікують види навчально-дослідницької діяльності (рис. 1.1):

1) за змістом діяльності:

- інформаційно-аналітична (пошук, аналіз та опрацювання відомостей);
- теоретико-синтетична (моделювання);
- дослідно-експериментальна (хімічний експеримент);

2) за кількістю учасників:

- індивідуальна;
- парна;

- групова;
- 3) за типом дослідження:
  - переважно теоретична;
  - переважно емпірична;
  - комплексна (комбінована теоретична та емпірична);
- 4) за витратами часу:
  - короткострокові (менше ніж 35 хвилин);
  - урочні (35-45 хвилин);
  - довгострокові (до 1 семестру);
- 5) за формою організації:
  - урочна;
  - позаурочна [41].

Робота з формування дослідницьких умінь на уроках хімії, умовно може бути розділена на чотири взаємопов'язаних напрями:

1) включення елементів дослідження у структуру уроку під час вивчення нового матеріалу;

2) організація лабораторних та практичних робіт, як дослідницьких, що надасть можливість підвищить рівень зацікавленості учнів у отриманні та інтерпретації результатів цих робіт;

3) формулювання домашнього завдання у формі дослідження може урізноманітнити цю форму роботи та зробити її більш цікавою;

4) планування та проведення позакласних занять (науковий гурток, проектна робота), використовуючи завдання з активною дослідницькою діяльністю.

Такі напрями уведення елементу дослідження у навчальний процес повинні сприяти підвищенню ефективності пізнавальної діяльності учнів. Звичайно, важливим елементом для формування дослідницьких умінь є розвинені інтелектуальні вміння: розуміння навчального матеріалу, застосування його в повсякденному житті, аналіз, висловлення гіпотези чи

припущення, синтез, застосування набутих знань у процесі створення плану експерименту [25].

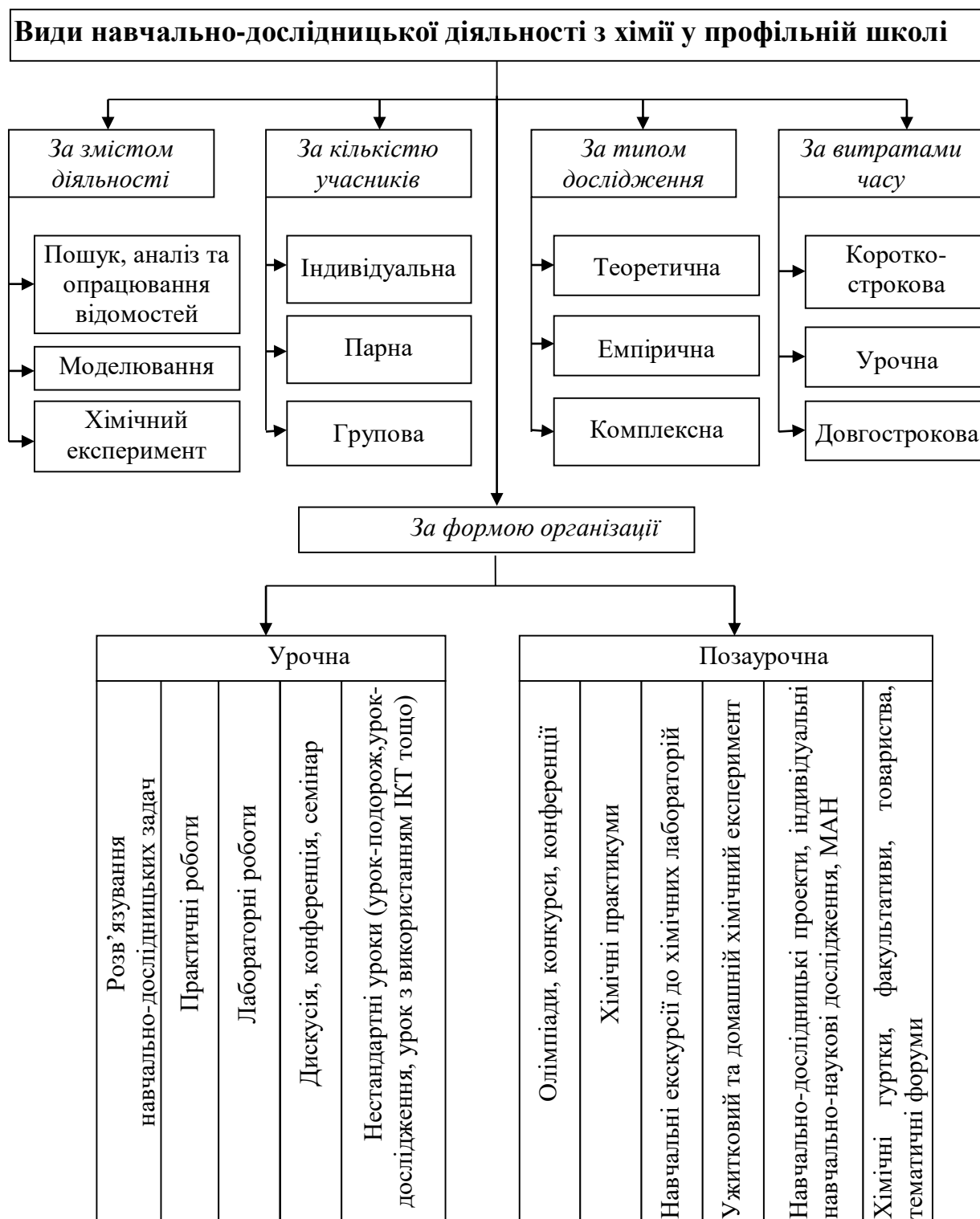


Рис. 1.1. . Види навчально-дослідницької діяльності учнів з хімії у профільній школі [42]

Таким чином, з посиленням вимог до рівня компетентностей випускника сучасної школи зростає і значущість лабораторних та практичних робіт, як провідних форм навчально-дослідницької діяльності учнів на уроках хімії. Учень повинен мати високий рівень теоретичної підготовки, яка має підкріплюватись практичними навичками, тому експеримент виступає важливим засобом закріплення та поглиблення для теоретичних знань. Цілком засвоїти теоретичні знання не можливо без спостереження й практичного вивчення різноманітних процесів перебігу хімічних процесів та їх закономірностей.

Навчально-дослідницька робота учнів з хімії може бути реалізована великою кількістю видів та форм, як урочних, так і позаурочних, але більшість із них вимагають досить суттєвих витрат як матеріальних, так і часових ресурсів. Сучасний стан більшості шкіл України не дозволяє здійснювати навчально-дослідницьку діяльність учнів масштабно – охоплюючи цілі класи, а реалізовується, як правило, тільки з дітьми категорії «обдаровані» і, переважно, у формі позакласних занять.

## **1.2. Особливості навчально-дослідницької діяльності учнів з хімії при вивченні теми «Розчини»**

Одним із найбільш розповсюджених об'єктів учнівського дослідження з хімії є розчини. Оскільки розчини оточують людину у природі, побуті, промисловості та інших сферах діяльності, знайомство з ними учнів відбувається іще у дитинстві. У курсі «Природознавство» (5 клас) це знайомство є більш предметним та науковим. Безпосередньо головним об'єктом вивчення та дослідження розчини стають у 9 класі під час вивчення відповідної теми у курсі хімії.

За сучасним календарно-тематичним плануванням курсу хімії для 9 класу на 2018–2019 навчальний рік (I семестр), розробленим згідно «Програми для загальноосвітніх навчальних закладів. Хімія. 7–9 класи (оновлена), затверджена

наказом МОН України від 07.06.2017 № 804», на вивчення теми «Розчини» відводиться більша частина навчального семестру, а саме 20 годин [55].

У 8-му класі відбувається вивчення хімічних властивостей води, що дає змогу розглянути взаємодію оксидів з водою та ознайомитися з властивостями інших класів неорганічних речовин: кислот, основ та солей. Це забезпечує мінімальний обсяг фактологічної бази про сполуки хімічних елементів і їхні властивості для подальшого закріплення знань про періодичний закон, хімічний зв'язок тощо. На цьому етапі вивчення хімії триває формування понять про розчин та його компоненти, масову частку розчиненої речовини (пропедевтичні знання надавались на уроках природознавства). Учні навчаються виготовляти розчини, розв'язувати задачі на визначення об'єму і маси води .

Тема «Основні класи неорганічних сполук» має переважно фактологічний характер, але з акцентом на взаємозв'язок складу, властивостей, застосування речовин й їхнього екологічного впливу. За такої послідовності тем вивчення неорганічних речовин на сьогодні набуває теоретичного підґрунтя, яке становлять періодичний закон, будова речовин, кількісні відношення в хімії, та надає можливість учневі підготуватись до великих тем, такої як тема «Розчини». Тому, дана тема виступає ключовою при вивченні хімії у школі [55].

Навчальною програмою дисципліни хімія [55] у 9 класі передбачено розв'язування експериментальних задач з цієї теми, а також за рівняннями реакцій з використанням розчинів із певною масовою часткою розчиненої речовини; використання демонстраційних дослідів (теплові явища під час розчинення: розчинення амоній нітрату і концентрованої сульфатної кислоти у воді; дослідження речовин та їхніх водних розчинів на електричну провідність, реакції обміну між електролітами у водних розчинах); проведення лабораторних дослідів (виявлення йонів Гідрогену та гідроксид-іонів у розчинах, установлення приблизного значення рН води, лужних і кислих розчинів (натрій гідроксиду, хлоридної кислоти) за допомогою універсального індикатора, дослідження рН харчової і косметичної продукції, реакції обміну

між електролітами у водних розчинах, що супроводжуються випаданням осаду, реакції обміну між електролітами у водних розчинах, що супроводжуються виділенням газу, реакції обміну між електролітами у водних розчинах, що супроводжуються утворенням води, виявлення хлорид-, сульфат- та карбонат-іонів у розчині); виконання практичних робіт (реакції йонного обміну між електролітами у водних розчинах); проведення домашнього експерименту (приготування колоїдних розчинів (желе, кисіль тощо)), підготовка та захист навчальних проєктів («Електроліти в сучасних акумуляторах», «Вирощування кристалів солей», «Виготовлення розчинів для надання домедичної допомоги», «Дослідження рН ґрунтів своєї місцевості», «Дослідження впливу кислотності й лужності ґрунтів на розвиток рослин», «Дослідження рН атмосферних опадів та їхнього впливу на різні матеріали в довкіллі», «Дослідження природних об'єктів в якості кислотно-основних індикаторів», «Дослідження рН середовища мінеральних вод України»).

Найважливішими і найбільш складними змістовими частинами цієї теми є розчинність речовин, її залежність від різних чинників. Насичені й ненасичені, концентровані й розведені розчини. Теплові явища, що супроводжують розчинення речовин, розчинення як фізико-хімічний процес, поняття про кристалогідрати, електролітична дисоціація, ступінь електролітичної дисоціації. Тому навчально-дослідницьку діяльність доцільно спрямувати на дослідження саме цих змістових частин теми.

Тема «Розчини» є центральною при вивченні хімії, адже вона переплітається з важливими розділами неорганічної та органічної хімії, хімічної технології; процеси дисоціації, реакцій йонного обміну та інших типів реакцій також так чи інакше пов'язані з цією темою.

Поширеність та доступність розчинів робить їх також унікальним об'єктом для навчально-дослідницької діяльності учнів. Значну кількість занять у цій темі можна організувати у формі навчальних досліджень як лабораторних, так і домашніх (ужиткових).

Розвитку навчально-дослідницьких здібностей учнів на уроках хімії можна досягти тільки в тому випадку, якщо ставити перед ними послідовно посильні теоретичні, лабораторні та практичні завдання, саме під час їх виконання учні отримують та закріплюють нові знання. Під час самостійного виконання небагатьох, але добре підібраних завдань в учнів активується їх навчально-дослідницька діяльність.

Психолого-педагогічна література надає можливість виокремити такі основні етапи організації навчального процесу, що спрямовані на розвиток навчально-дослідницьких умінь в учнях:

- 1) діагностика вихідного рівня розвитку навчально-дослідницьких умінь в учнів;
- 2) роз'яснення вчителем важливості й необхідності даного вміння;
- 3) інструктаж про його зміст і способи оволодіння ним;
- 4) встановлення зв'язку з вміннями, які є в учнів;
- 5) виконання спеціально розробленої системи практичних завдань;
- 6) оперативний контроль за ходом розвитку умінь;
- 7) застосування умінь у нових, нестандартних ситуаціях;
- 8) закріплення сформованого вміння, перетворення його в навичку і звичку самостійно застосовувати його в щоденній практиці [1111].

За джерелами знань самостійні роботи на уроках хімії виокремлюють такі види:

1. робота з навчальною книгою:
  - обов'язковими навчальними посібниками: підручником, збірником задач і вправ з хімії для середньої школи;
  - додатковою літературою: дидактичними посібниками, книгами для читання, довідниками з хімії для учнів, енциклопедичним словником юного хіміка, словником хімічних термінів, науково-популярною літературою;
2. учнівський хімічний експеримент:
  - 1) за формою організації:
    - лабораторні дослідження (фронтальні, групові, індивідуальні);

- практичні заняття;
- уявний експеримент;

2) за методом застосування:

- ілюстративний (інформаційний);
- дослідницький (евристичний);

3. робота з роздатковим матеріалом:

– робота з графічними наочними посібниками: періодичною системою хімічних елементів Д.І. Менделєєва, таблицею розчинності, електрохімічним рядом напруг металів, рядом електронегативності, діаграмами розповсюдження елементів у природі; малюнками, схемами, таблицями;

– об'ємними наочними посібниками: колекціями, моделями, макетами, приладами;

4. робота з використанням аудіо-візуальних засобів навчання (наприклад, навчальних кінофільмів, кінофрагментів, діапозитивів, діафільмів, навчальних телепередач) і педагогічних програмних засобів;

5. робота школярів під час слухання викладу вчителя і доповідей учнів (наприклад, конспектування, рецензування тощо) [11].

Дослідницькі самостійні роботи – це один із методів проблемного навчання та організації навчально-дослідницької діяльності учнів. Їх досить легко організувати саме під час вивчення теми «Розчини». Дослідницькі самостійні роботи являють собою невеликі учнівські дослідження, під час виконання котрих діти отримують нові знання або дізнаються про новий спосіб дії. Під час їх виконання поглиблюється пізнавальний інтерес, зміцнюються загальноосвітні вміння, наприклад, уміння планувати роботу, розподіляти час і увагу при проведенні порівняльних спостережень за реакціями, оцінювати результати своєї роботи тощо.

Дослідження починається з запитання. Саме запитання створює труднощі. В учнів з'являється діяльність, в ході якої створюється план, в якому можуть передбачатися варіанти розв'язання. Проаналізувавши усі варіанти учні



вибирають найбільш оптимальний, далі виконують роботу й наприкінці роблять висновок.

Також, при розгляді особливостей навчально-дослідницької діяльності учнів з хімії при вивченні теми: «Розчини» важливо застосовувати інтерактивні методи. Під час актуалізації опорних знань учнів або на етапі закріплення вивченого матеріалу застосовувати найкраще використовувати метод «Мікрофон».

Так, наприклад, під час вивчення в 9-му класі можна поставити учням такого роду запитання:

- 1) На які групи за розчинністю поділяються розчини?
- 2) Як називається розчин, який містить багато розчиненої речовини?
- 3) Як називається розчин, в якому при даній температурі розчинена речовина вже не може розчинитися?

Учні передають один одному уявний мікрофон, кожен відповідає на запитання та обґрунтовує свою відповідь.

Методом "Мозковий штурм" можна користуватись на різних етапах уроку. В основі цього методу лежить використання знань які учні здобули на попередньому уроці. Цей метод вимагає короткої, швидкої, точної відповіді, та вислуховування ідей без їх обговорення.

Наприклад, вивчаючи тему «Розчини», учням можна поставити такі запитання:

1. Із чого складається розчин?
2. Як називається речовина, що розчиняє інші? Що розчиняється?
3. Від яких чинників залежить розчинність?
4. Як називається розчин, у якому при даній температурі речовина більше не може розчинитися?
5. Як називається розчин, у якому міститься велика кількість розчинника?

Методом "Прес" як правило користуються на етапі вивчення нового матеріалу. Учні відповідають на поставленні вчителем питання, аргументуючи їх.

Наприклад, під час вивчення теми «Електроліти і неелектроліти» демонструються досліди з електропровідності розчинів: дистильованої, водопровідної води, твердої кухонної солі, її розчину, розчину хлоридної кислоти. Учитель запитує, чому одні з цих розчинів проводять електричний струм, інші – ні.

Під час проведення навчально-дослідницької діяльності учнів важливим аспектом є використання методу «Спостереження». Правильно організоване спостереження в системі навчально-дослідницької роботи учнів має на увазі знання психологічних та фізіологічних основ цього виду діяльності.

Так, навчальне спостереження – це не просто розгляд об'єктів, що вивчаються, процесів та явищ. Воно потребує від учнів самостійного пошуку правильних відповідей на поставлені запитання, та використання дослідницького підходу. Головний плюс спостереження в тому що ним можна займатись і на уроках, і на практичних та лабораторних заняттях, і під час екскурсій.

Спостереження може бути організоване і у формі віртуального хімічного експерименту, оскільки у багатьох випадках ці програмні засоби надають можливості втрутитись у його перебіг, або принаймні створюють ілюзію такого втручання. Наприклад, у 9-му класі при виконанні лабораторних дослідів на визначення приблизного значення рН води, лужних і кислих розчинів (натрій гідроксиду, хлоридної кислоти) за допомогою індикаторів. Не завжди в школі є різні індикатори, чи навіть час на проведення дослідів, тому зручно використовувати віртуальну лабораторію, де спостерігаючи за відео, чітко показана дія індикатору в певному середовищі. Так, індикатор конго червоний в кислому середовищі забарвлює розчин в темно-синій колір, і саме це учні можуть описати.

Або виконуючи лабораторну роботу «Реакції обміну між електролітами, що відбуваються з виділенням газу, з утворенням осаду та слабого електроліту» учні спостерігають за реакціями обміну між розчинами електролітів та умовами їх перебігу. Наприклад, дослід де наливають в

пробірку 2 мл розчину натрій сульфату й додайте стільки ж розчину барій хлориду. Та записують що спостерігається і чому?

Складіть рівняння реакцій і запишіть їх у повній та скороченій йонних формах [11].

В програмі багатьох ЗВО не виокремлюється тема «Розчини». Так, наприклад, у Криворізькому коледжі Національного авіаційного університету під час вивчення навчальної дисципліни: «Природничі науки: хімія» на першому курсі тема «Розчини» інтегрована з багатьма темами, а саме: «Класи неорганічних сполук», «Теорія електролітичної дисоціації» тощо [37].

## Висновки до розділу 1

1. Навчально-дослідницька діяльність є невід'ємною складовою якісного навчального процесу, що ґрунтується на компетентнісному підході. Особливо важливою навчально-дослідницька діяльність є для дисциплін природничого циклу (хімії, фізики, біології, географії), оскільки надає можливість глибше засвоїти теоретичні знання, отримати навички специфічної практичної діяльності у певній галузі та зрозуміти логіку наукового дослідження, здійснення наукових відкриттів.

2. Навчально-дослідницька діяльність є відображенням наукового дослідження, і має з ним як *спільні риси*:

– метою є вивчення структури, характеристик та взаємозв'язків об'єкту дослідження, та пізнання закономірностей природи;

– етапи організації і наукового і навчального дослідження у цілому співпадають;

– задачі можуть бути як теоретичними, так і емпіричними, а розв'язуються вони відповідними методами наукового пізнання;

– творчий характер діяльності;

так і *відмінні риси*:

– наукове дослідження призводить до одержання об'єктивно нових знань, що стають основою для наукового та технічного прогресу, а навчальне дослідження – до одержання суб'єктивно нових знань, що стають основою для розвитку конкретної особистості;

– навчальне дослідження організовується та контролюється вчителем;

– одним із результатів навчально-дослідницької діяльності є розвиток умінь та навичок її виконавця, а наукова діяльність орієнтована на використання уже сформованих дослідницьких умінь для досягнення мети;

– навчальне дослідження обмежене у часі, а його тематика визначається змістом відповідної навчальної дисципліни та матеріальними можливостями навчального закладу.

3. Формування дослідницьких компетентностей учнів під час вивчення хімії у школі може відбуватись через включення елементів дослідження у структуру уроку під час вивчення нового матеріалу; організацію лабораторних та практичних робіт у формі дослідження, формулювання домашнього завдання у формі дослідження, планування та проведення позакласних занять (факультативів, наукових гуртків, проектної роботи) з активним залученням елементів дослідницької роботи.

4. Шкільний курс хімії надає змогу легко організувати навчально-дослідницьку діяльність учнів, оскільки об'єктом дослідження є навколишнє середовище, природа. Однією з найбільш важливих та інтегральних тем у шкільному курсі хімії є тема «Розчини». У цій темі вивчаються властивості об'єктів розповсюджених, доступних і уже відомих учням – розчинів, тому організація дослідної роботи учнів не є складним завданням під час вивчення цієї теми. Саме тому ця тема розглядається нами як найбільш придатна для розвитку навчально-дослідницької діяльності учнів.

5. Під час вивчення теми «Розчини» учні здобувають навичок роботи з хімічними речовинами, посудом (у тому числі мірним), умінь здійснювати спостереження, вимірювання, розрахунки, при цьому навчально-дослідницька діяльність надає можливість робити це на більш якісному рівні, попутно

розвиваючи уміння висловлювати припущення, будувати алгоритми їх перевірки, здійснювати експеримент та формулювати висновки.

6. Проблеми ефективної організації навчально-дослідницької діяльності учнів під час вивчення теми «Розчини» полягають у:

– недостатній кількості часу для проведення великої кількості різноманітних навчальних досліджень (особливо довготривалих);

– недосконалості матеріального забезпечення шкільних хімічних лабораторій (відсутність наукового обладнання, потенційно небезпечних речовин та прекурсорів, достатньої кількості посуду тощо);

– обмеженнях, пов'язаних із фізичними можливостями та станом здоров'я окремих учнів, особливостями розумового та психічного розвитку, пізнавальної активності тощо.

7. Для розвитку навчально-дослідницьких здібностей учнів на уроках хімії необхідно використовувати різні форми організації навчального процесу, такі як урок, факультатив, науковий гурток, консультація, індивідуальна робота. Бажаний результат можна отримати тільки в тому випадку, якщо ставити перед учнями послідовно посильні теоретичні, лабораторні та практичні завдання. Самостійне виконання завдань у формі навчального дослідження найбільше сприяє розвитку дослідницьких компетентностей учнів.

## РОЗДІЛ 2

### МЕТОДИЧНІ ОСНОВИ ВИКОРИСТАННЯ ВІРТУАЛЬНИХ ХІМІЧНИХ ЛАБОРАТОРІЙ, ЯК ЗАСОБУ ПІДТРИМКИ НАВЧАЛЬНО- ДОСЛІДНИЦЬКОЇ ДІЯЛЬНОСТІ УЧНІВ З ХІМІЇ ПРИ ВИВЧЕННІ ТЕМИ «РОЗЧИНИ»

#### 2.1. Віртуальні хімічні лабораторії як засіб навчання хімії

Сучасний етап розвитку цивілізації є перехідним до епохи інформаційного суспільства, а тому усі сфери діяльності людини зазнають все більшої автоматизації та комп'ютеризації. У сфері освіти це проявляється у формі залучення інформаційно-комунікаційних технологій до викладання фактично будь-яких навчальних дисциплін. ІКТ стають одним із головних засобів навчання. Одним із різновидів ІКТ, що набули популярності у вивченні природничих дисциплін, є віртуальні лабораторії.

Якщо звертатись до визначення О. В. Трухіна, то віртуальна лабораторія являє собою програмно-апаратний комплекс, який дає змогу проводити досліди без наявності реальної установки [53].

Віртуальні лабораторії поділяють на два типи:

- 1) лабораторна установка, яка надає віддалений доступ;
- 2) програмне забезпечення, в якому всі процеси моделюються за допомогою комп'ютера, що дозволяє моделювати лабораторні досліди – віртуальні лабораторії (у вузькому сенсі) [53].

У першому випадку мова іде про дистанційні лабораторії, де ми маємо змогу працювати з реальною лабораторною установкою, але не знаходячись безпосередньо біля неї. До складу дистанційної віртуальної лабораторії входять:

- 1) реальна лабораторія з реальним обладнанням та реактивами;
- 2) програмно-апаратне забезпечення для управління відповідним устаткуванням й оцифрування отриманих даних;

3) засоби комунікації для зв'язку користувачів із ершими двома складовими.

Віртуальні лабораторії, у яких відповідне устаткування, речовини та процеси змодельовані за допомогою комп'ютера або інших гаджетів – це комплекси програм, які створені для імітування лабораторних робіт в лабораторії [53].

Таким чином, можна виокремити два види віртуальних лабораторій: дистанційні та імітаційні.

Віртуальні хімічні лабораторії мають ряд переваг, які полягають:

1) у відсутності необхідності придбання коштовного матеріального забезпечення й реактивів: в більшості шкільних хімічних лабораторій, через недостатнє фінансування, залишилось у наявності лише старе обладнання, що може створювати потенційну небезпеку для учнів під час проведення дослідів, а окрім придбання дорогого устаткування, навчальні заклади мусять витратитись на реактиви, вартість котрих теж є досить високою;

2) у можливості моделювання тих процесів, для перебігу і спостереження котрих необхідно спеціальні умови, які принципово неможливі у навчальних лабораторіях (надвисокі або наднизькі температури, тиски, використання небезпечних для здоров'я або дуже рідкісних речовин тощо), або застосування додаткового обладнання (складних або коштовних приладів на кшталт термостатів, спектрофотометрів тощо);

3) в отриманні змоги проникати в тонкощі процесів і спостерігати за деталями явищ, які відбуваються в іншому масштабі часу, що чудово підходить для процесів, які відбуваються за долі секунди, або затягуються на декілька років;

4) у відсутності ризику для життя і здоров'я учнів, пов'язаних із проведенням реальних експериментів, особливо якщо у них застосовуються токичні або їдкі речовини (II та III клас безпеки), легкозаймисті матеріали, електричні прилади тощо;

5) у переведенні результатів у електронний формат, що надає змогу зекономити час та ресурси, пов'язані із необхідністю повторного вимірювання, запису, перевірки точності отриманих даних;

б) у можливості використання віртуальної хімічної лабораторії для дистанційного та інклюзивного навчання, що полягає у організації виконання лабораторних робіт навіть у разі відсутності можливості доступу до шкільних лабораторій, наприклад при роботі з дітьми у яких обмежені фізичні можливості, які пропускають відповідні заняття через хворобу;

7) у розвитку таких необхідних навичок для учня та особистості в цілому, як пошук оптимального рішення, та вміння переносити реальне завдання в модельні умови і навпаки;

8) у комфортності сприйняття інформації учнями, для яких з дитинства звичними джерелами інформації є комп'ютери, смартфони та інші гаджети.

У окремих випадках реальний хімічний експеримент може відбуватись невдало, що потребує часу та ресурсів на його повторне виконання, а також створює додатковий психологічний тиск на учасників, пов'язаний із побоюванням припуститися помилки під час виконання експерименту. Тож завдяки сучасним комп'ютерним технологіям ми маємо змогу змоделювати та візуалізувати усі найбільш важливі процеси на екрані монітора, зекономити час і матеріальні ресурси, і навіть мати можливість припуститись певних помилок під час виконання, не боючись за результат – навпаки, навіть з'являється можливість обміркувати та обговорити допущені помилки та їх наслідки, що теж сприяє розвитку дослідницьких умінь, адже досліджувати можна не лише наслідки вдалих експериментів, але й невдалих.

Звичайно комп'ютерне обладнання та програмне забезпечення дороге коштують, але такі фактори як універсальність, актуальність та широке розповсюдження окупають ці витрати на комп'ютерну техніку.

Віртуальні хімічні лабораторії мають низку недоліків. Одним з них є обмеженість інформації, яку ці програмні засоби передають через різні органи чуття, та складнощі у формуванні в учнів навичок роботи з реальними



лабораторними об'єктами, що є одним із ключових умінь, які формуються під час вивчення хімії.

Віртуальні хімічні лабораторії будь-якого типу є лише моделями реального світу, і, як і усім іншим моделям, їм притаманна певна обмеженість у відображенні реальності – модель відбиває тільки найбільш істотні риси об'єкту дослідження, залишаючи поза увагою другорядні.

Також, одним з суттєвих недоліків можна вважати те, що через демонстрацію модельних об'єктів на екрані в уявленнях дитини витісняються об'єкти реально існуючого світу. Але основою аналітико-синтетичної діяльності, є робота зі знаковими системами, тобто мислення не існує поза абстрагуванням й символізацією.

ВХЛ можуть передавати освітній контент двома методами:

- 1) розміщення на локальних пристроях та цифрових носіях даних;
- 2) розміщення на сайтах в мережі Internet.

За способом представлених знань про предметну галузь віртуальні хімічні лабораторії умовно розділяють на два типи:

1) віртуальна хімічна лабораторія обмежена набором заздалегідь запрограмованих експериментів. Вони несуть у собі певний набір лабораторних дослідів, які ґрунтуються на навчальній програмі. Втручатись в перебіг дослідів у таких віртуальних хімічних лабораторіях неможливо, ми маємо змогу тільки спостерігати [21, с. 131-132];

2) віртуальні хімічні лабораторії ґрунтуються на математичній моделі реального хімічного процесу, що надає змогу змінювати умови експерименту в певних межах і адекватно відбивати ці зміни у його результатах. Головною перевагою таких віртуальних хімічних лабораторій є можливість реалізації творчого підходу до виконання віртуальних дослідів з боку користувачів та формування у користувачів більш цілісного уявлення про змодельовані процеси та явища.

Розробка таких віртуальних хімічних лабораторій другого типу, звичайно, більш складна і трудомістка, але в свою чергу вона значно розширює можливості їх застосування [21, с. 132].

Прикладами подібних ВХЛ є Crocodile Chemistry, Model Chem Lab [5] та VirtualLab (VLab) [8].

Будь-який з типів віртуальних хімічних лабораторій – це всього лише модель реального світу, а тому їй притаманна певна обмеженість та спрощеність, які присутні у будь-яких моделях. Так званий рівень спрощеності, якщо порівнювати з реальними хімічними лабораторіями, у різних віртуальних хімічних лабораторій виявляється по-різному: відсутність передачі запахів і тактильного відчуття предметів притаманні усім без виключення, а деталізація графічного відображення об'єктів та набір доступних для використання моделей обладнання та речовин – у кожної свій.

Одна з перших віртуальних хімічних лабораторій була створена у 1994 році. Програма мала назву Model ChemLab, а її розробником була компанія Model Science. Майже з того часу розпочалось упровадження ВХЛ у практику навчання хімії у школах та ЗВО.

При створенні VLab, розробники з ChemCollective мали за мету, створити інтерактивні навчальні середовища, які були б гнучкими та надавали змогу учням стати ближче до хімії, приміряючи на себе роль хіміків-практиків.

Виконання домашнього завдання на папері, перетворюється у рутину, що далека від тих цікавих процесів, які притаманні хімії. Саме тому, на думку авторів VLab, використання ВХЛ неначе ковток свіжого повітря дозволить надихнути учнів та надасть їм мотивації та розпалить жагу до навчання, таким чином підвищуючи рівень його ефективності. Інтерактивні вправи у ВХЛ надають можливостей учням дослідити та краще засвоїти фундаментальні поняття в контекстах, що з кожним днем стають більш складними та привабливими.

Свій шлях ChemCollective розпочали у 2000 році з роботи над IrYdium Project's Virtual Lab. Основний концепт проекту полягав у створенні

навчальних вправ призначених для надання інтерактивних та цікавих матеріалів, які змогли б пов'язати хімічні концепції з реальним світом. На чолі проекту є доктор Девід Ярон, який є доцентом кафедри хімії Carnegie Mellon. Більша частина оригінальних вправ та ідей які увійшли до складу цієї віртуальної лабораторії, були створенні групою в Carnegie Mellon, в яку входили досвідчені інженери програмного забезпечення, програмісти-студенти, освітні консультанти, редактори, та власне Девід Ярон. У 2003 році віртуальна лабораторія отримала премію MERLOT в галузі хімії та була обрана членами журі як зразкове програмне забезпечення в усіх категоріях. У 2010 році ChemCollective отримала нову нагороду та була відзначена науковою премією Online Resources in Education (SPORE) [3].

Віртуальна хімічна лабораторія Virtual Lab, на відміну від більшості програмних засобів такого типу, є безкоштовною для встановлення, використання та поширення. Користуватись нею можна як онлайн (запустивши віртуальні лабораторії з сайту ChemCollective за допомогою браузера), так і офлайн, завантаживши файли інсталяції для подальшого встановлення програми на ПК. Virtual Lab гнучка та має синхронізацію з усіма сучасними версіями операційних систем Windows, а також Mac OS X.1 і вище. Мінімальні системні вимоги для використання програми невисокі – це 512 МВ оперативної пам'яті, 50 МВ вільного місця диску та роздільна здатність екрану 800x600 [3].

Ця програма доволі легка в використанні, перш за все тому, що має інтуїтивно зрозумілий інтерфейс, та українську локалізацію. Для запуску програми необхідний файл VLab.exe (VLabUK.exe – для україномовної версії).

Для повноцінної роботи програми треба, щоб було встановлене середовище Java та надані користувачем (або адміністратором пристрою) відповідні дозволи для запуску додатків Java на ПК або у веб-браузерах.

У вікні програми (рис. 2.1.), ліва панель, що має назву «Препараторська», є областю зберігання хімічних реагентів. Вона містить реактиви загального призначення та сполуки, специфічні для даної роботи.

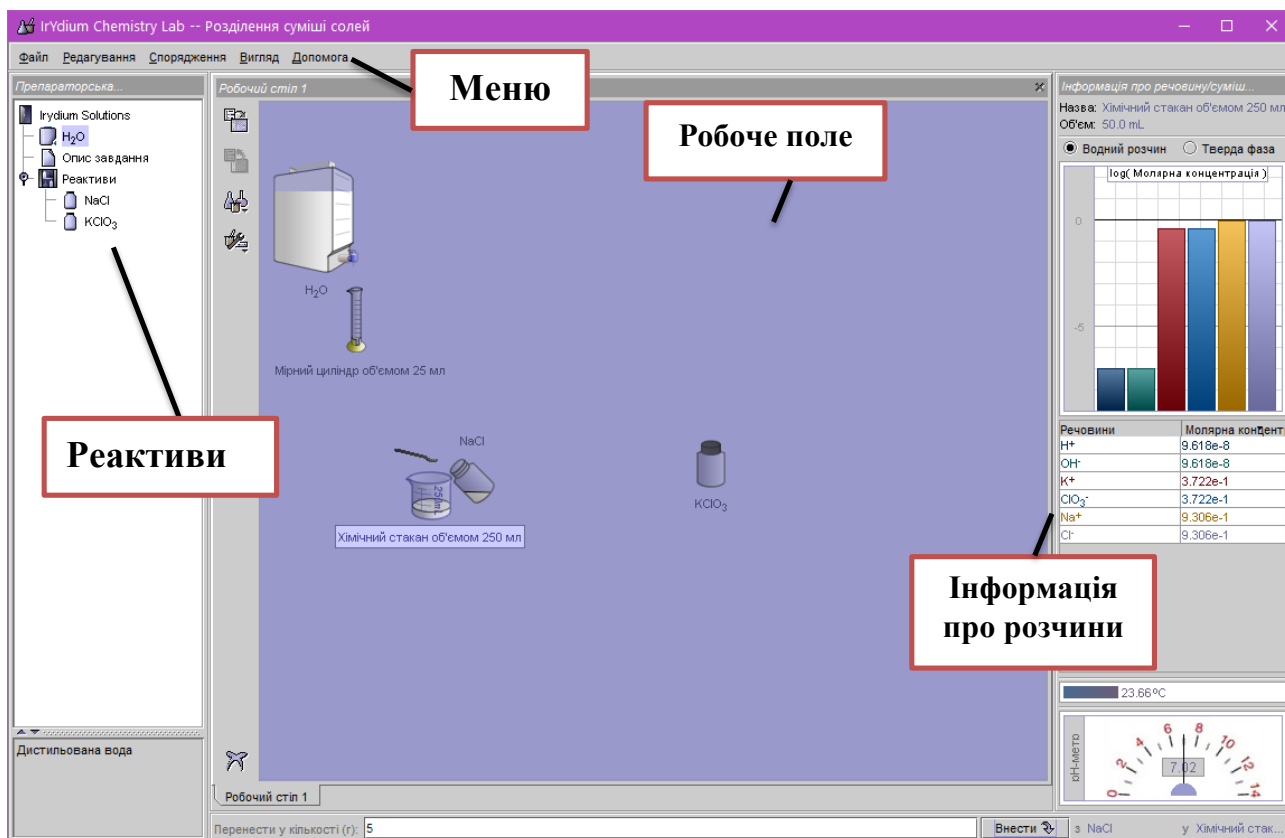


Рис. 2.1. Вікно ВХЛ VLab під час роботи

У центрі вікна програми розташована область під назвою «Робочий стіл», яка являє собою місце для проведення дослідів. Саме на робочому столі можна винести усі необхідні, для експерименту компоненти: реактиви, посуд, обладнання, та проводити з ними різні маніпуляції. Для взаємодії з посудом та речовинами використовується функція drag and drop, тобто за допомогою лівої клавіші мишки відбувається перетягування об'єктів. При натисканні на об'єкт правої клавіші мишки можна виконати ті ж самі операції, а також деякі специфічні дії.

На правій панелі користувачу надається інформація про речовину або суміш: її назва, кількість речовин, агрегатний стан, об'єм, концентрація (моль/л або г/л), показання спектрометра, термометру, рН-метру.

За необхідності, деякі із цих інструментів можуть бути відключені у процесі розробки конкретної віртуальної лабораторної роботи.

Панель «Меню» розташована зверху. В меню у вкладці «файл» ми можемо завантажити завдання (відкрити потрібну лабораторну роботу), а також створити новий робочий стіл, змінити його назву або видалити.

У вкладці «Редагування» надається змога скасовувати дії, копіювати, видаляти, перейменовувати та задавати термічні можливості. Наступна по списку вкладка це «Спорядження», у ній учень може вибрати такий посуд як: хімічні стакани, піпетки, мірні колби різних об'ємів, конічні колби, мірні циліндри, а також бюретку на 50 мл. та пінополістиролевий стакан. У цій же вкладці можна вибрати обладнання: човник для зважування та терези, пальник Бунзена, а також змінювати властивості перенесення речовин та вмикати чи вимикати інформацію про речовину. Для зміни теми робочого столу необхідно використати вкладку «Вигляд». Для того щоб дізнатись зміст програми та її відомості існує вкладка «Допомога» [9].

Робота програми полягає у завантаженні певних завдань та їх розв'язанні експериментальним або розрахунковим шляхом із наступною експериментальною перевіркою результату. Програма ніяк не обмежує користувача, тому кількість спроб та використання певних кількостей реактивів та матеріалів необмежені. На думку розробників ВХЛ Virtual Lab, використання їх програмного продукту надає можливість:

1) допомогти тим учням які із якихось причин пропустили експеримент в класі, та виконати його з власного ПК без необхідності залучати до цього вчителя;

2) доповнити домашні завдання та поточні роботи вправами, які дають змогу учням використовувати хімічні реактиви та обладнання для розробки й проведення своїх власних експериментів;

3) контролювати правильність виконання завдання учнями (за допомогою віртуальної лабораторії учні мають можливість перевірити результати власних розрахунків без ризику для здоров'я);

4) доповнити демонстраційний експеримент, проведений у класі (вчителі спочатку виконують демонстрацію в класі, щоб учні мали змогу бачити

фактичні хімічні процеси, а учні потім вивчають хімічну систему та процеси самостійно, керуючись завданнями у віртуальній лабораторії) [4].

На даний момент програмне забезпечення Virtual Lab охоплює понад 50 вправ та завдань, які допомагають у засвоєнні хімічних понять, пов'язаних переважно з дослідженням розчинів та процесів, які в них відбуваються: стехіометрія та лімітуючі реагенти (задачі на надлишок), молярність, густина, розведення, константа дисоціації, кислоти та основи, розчинність, термохімія, окисно-відновні процеси [4].

Інсталяційний пакет Virtual Lab містить файли запуску цієї програми тринадцятьма різними мовами, серед яких з 2014 року є і українська. Запуск локальної версії програми, а також старої онлайн версії вимагав наявності плагіну Java. Останнім часом даний плагін блокується більшістю браузерів та антивірусних програм, що вимагає окремих його налаштувань у системі, тому на сайті ChemCollective у 2017 році була запущена HTML5-версія віртуальної лабораторії, яка на даний момент підтримує лише три мови: англійську, іспанську та італійську.

На старій версії сайту ChemCollective (<http://collective.chem.cmu.edu>) також можна завантажити спеціальний редактор завдань – Virtual Lab Authoring Tool, який надає можливість як видозмінювати існуючі завдання, так і розробляти власні «з нуля».

## **2.2. Методичні аспекти використання віртуальних хімічних лабораторій як засобу підтримки навчально-дослідницької діяльності учнів з хімії у темі «Розчини»**

Під час вивчення хімії як предмету в навчальних закладах одним із найскладніших завдань для викладача є ознайомлення учнів з реальними хімічними об'єктами та процесами. Перш за все ця складність виникає через нестачу та спрощеність обладнання у більшості шкільних хімічних лабораторій, а також обмеження щодо використання певних хімічних сполук та скорочення

часу у навчальних програмах, що виокремлюється на виконання лабораторних та практичних робіт. У багатьох випадках обладнання хімічного кабінету не надає можливості провести повноцінну практичну роботу у форматі «один комплект реактивів та обладнання на парту», як через переповненість класів, так і через нестачу відповідних комплектів. Хоча ця проблема і замовчується більшістю вчителів та методистів хімії, та все ж вона існує останні кілька десятиліть і суттєво погіршує стан природничо-математичної освіти у цілому, та хімічної освіти зокрема.

Саме тому гарним варіантом подолання вище вказаних проблем, є використання у навчальному процесі електронних засобів навчання, а саме віртуальних хімічних лабораторій (ВХЛ).

Одним з найбільш ефективних засобів навчання є візуалізація. Саме вона дозволяє легше і детальніше поринути у суть різних явищ, ось чому наочні засоби активно використовують на уроках з усіх дисциплін без виключення. Моделювання і візуалізація можуть бути особливо корисними під час вивчення динамічних об'єктів і явищ, які змінюються в часі, сутність яких важко зрозуміти, дивлячись на просту картинку у підручнику. Ось чому лабораторні роботи та навчальні експерименти такі важливі, а при належній організації вони також зацікавлюють учнів та мотивують їх до вивчення предмету.

Проаналізувавши наведені вище переваги та недоліки сучасних ВХЛ, слід зазначити, що вони у навчальному процесі є, у першу чергу, унікальними тренажерами – засобами, що надають можливість користувачам відпрацювати алгоритм дій, простежити логіку виконання тих чи інших лабораторних операцій у ході експерименту, відпрацювати навички збору та фіксації необхідних даних, результатів експерименту тощо. В залежності від типу, віртуальні хімічні лабораторії можуть бути тренажерами як у підготовці до проведення якісних, так і кількісних хімічних експериментів.

По-друге, ВХЛ у окремих випадках можуть бути використані як заміна реальному хімічному експерименту, якщо його проведення з якихось причин неможливе.

По-третє, деякі віртуальні хімічні лабораторії, зокрема VLab, надають можливість розширити спектр виконуваних лабораторних експериментів за межі навчальної програми, надати можливість використовувати ресурси недоступні у навчальних хімічних лабораторіях, а також індивідуалізувати виконання експериментальної роботи з хімії.

По-четверте, ВХЛ надають можливість безпечно і економно реалізувати проблемне навчання, через використання експериментальних хімічних задач, які можна виконувати цілком у віртуальному режимі, або у режимі тренажеру з подальшою реалізацією у формі натурального експерименту.

Виходячи з перелічених вище можливостей ВХЛ, можна стверджувати, що вони є потужним засобом розвитку та підтримки навчально-дослідницької діяльності школярів. Віртуальні хімічні лабораторії є досить універсальним засобом навчання хімії – їх доцільно використовувати у таких формах роботи, як хімічний гурток та факультатив, лабораторна або практична робота на уроці, або в позаурочний час, самотійна робота пов'язана з підготовкою до експерименту або його проведенням тощо. Саме таке інтегрування ВХЛ в різних формах навчання сприятиме кращому засвоєнню знань та продуктивній навчально-дослідницькій діяльності учнів з хімії.

Віртуальні хімічні лабораторії доцільно використовувати:

- 1) на початку уроку для актуалізації знань та повторення алгоритму проведення хімічного експерименту;
- 2) на етапі засвоєння знань, для кращого запам'ятовування нового матеріалу, розв'язання проблемних експериментальних завдань тощо;
- 3) на етапі закріплення знань, у якості тренажеру для проведення практичних робіт, або у якості самотійного джерела експериментальних даних для підтвердження закономірностей перебігу вивчених процесів та явищ;
- 4) на етапі перевірки знань, як ресурсу для виконання експериментальних задач з хімії.

Тема «Розчини», що вивчається у 9 класі, містить великий потенціал щодо розвитку дослідницьких умінь школярів, оскільки об'єкти, що у ній



вивчаються, є доступними, процеси – різноманітними, а закономірності – загальними для багатьох інших тем. Зокрема у навчальній програмі у межах теми «Розчини» заплановано проведення:

1. лабораторних дослідів: «Виявлення йонів Гідрогену та гідроксид-іонів у розчинах», «Установлення приблизного значення рН води, лужних і кислих розчинів (натрій гідроксиду, хлоридної кислоти) за допомогою універсального індикатора», «Дослідження рН харчової і косметичної продукції», «Реакції обміну між електролітами у водних розчинах, що супроводжуються випаданням осаду», «Реакції обміну між електролітами у водних розчинах, що супроводжуються виділенням газу», «Реакції обміну між електролітами у водних розчинах, що супроводжуються утворенням води», «Виявлення хлорид-іонів у розчині», «Виявлення сульфат-іонів у розчині», «Виявлення карбонат-іонів у розчині»;

2. практичних робіт: «Реакції йонного обміну між електролітами у водних розчинах», «Розв'язування експериментальних задач»;

3. навчальних проектів: «Електроліти в сучасних акумуляторах», «Вирощування кристалів солей», «Виготовлення розчинів для надання домедичної допомоги», «Дослідження рН ґрунтів своєї місцевості», «Дослідження впливу кислотності й лужності ґрунтів на розвиток рослин», «Дослідження рН атмосферних опадів та їхнього впливу на різні матеріали в довкіллі», «Дослідження природних об'єктів в якості кислотно-основних індикаторів», «Дослідження рН середовища мінеральних вод України»;

4. демонстрацій: «Теплові явища під час розчинення (розчинення амоній нітрату і безводного кальцій хлориду у воді)», «Дослідження речовин та їхніх водних розчинів на електричну провідність (кристалічний натрій хлорид, дистильована вода, розчин натрій хлориду, кристалічний цукор, розчин цукру, хлоридна кислота)», «Реакції обміну між електролітами у водних розчинах» [55].

Більшість перелічених форм роботи прямо чи опосередковано сприяють розвитку та вдосконаленню навчально-дослідницьких умінь учнів.

Тим не менше, слід констатувати, що певна кількість запланованих лабораторних дослідів та практичних робіт буде виконуватись у скороченому або демонстраційному вигляді. Якщо ж вести мову про розвиток дослідницьких навичок учнів, то виникає необхідність у введенні додаткової кількості хімічних експериментів, які мають на меті глибше розкрити сутність явищ, що вивчаються, надати можливість виявити учням творчий підхід до вирішення поставлених проблем дослідження, закріпити отримані теретичні знання шляхом багаторазового емпіричного підтвердження. Але часу і достатньої кількості ресурсів для реалізації такої роботи немає. На нашу думку, використання ВХЛ може розв'язати цю проблему і саме тому активно сприяти розвитку навичок здійснення навчального дослідження учнями 9 класів.

Зробивши аналіз технічних та візуальних можливостей ВХЛ Virtual Lab, ми зробили висновок, що підтримку навчально-дослідницької діяльності учнів з хімії за її участі можна забезпечити створенням в ній віртуальних експериментальних задач, що стосуються різних аспектів процесів розчинення: дисоціації речовин у розчині, зміні рН, енергетичних та кількісних характеристик процесу розчинення, а також застосування деяких якісних реакцій, індикаторів тощо.

Лабораторні роботи пов'язані з дослідженням властивостей колоїдних розчинів, перебігу деяких реакцій обміну, добування кристалів, дослідження аналітичних ефектів якісних реакцій, пов'язаних із утворенням осадів, реалізувати у цій ВХЛ неможливо через обмеженість можливостей моделювання хімічних явищ у Virtual Lab та обмеження візуального супроводу (наприклад, для проведення якісних реакцій з утворенням осаду серед обладнання не вистачає пробірок, а наявність осаду та його колір стають помітними у склянках на робочому столі віртуальної лабораторії тільки у кількостях декілька грамів і більше, що не відповідає принципам здійснення якісного хімічного аналізу).

З іншого боку, застосування дистанційних віртуальних лабораторій надає можливості спостерігати якісну візуалізацію відповідних процесів, що

відбуваються з реальними об'єктами, відповідно з'являється можливість провести якісні хімічні експерименти та виконати практичні роботи або експериментальні задачі якісного характеру. Щоправда, цей тип віртуальних лабораторій, принаймні доступних широкому загалу, не надає можливості втручатись у перебіг процесу та виконувати кількісні експерименти.

Дистанційні віртуальні лабораторії лабораторію доцільно використовувати у тих же типах уроків, що й інші ВХЛ: на етапі вивчення або закріплення нового матеріалу, у якості самостійного або домашнього дослідження, на заняттях відповідних факультативів або гуртків, та для перевірки знань учнів (у формі експериментальних задач).

Таким чином, якісно забезпечити підтримку навчально-дослідницької діяльності учнів з хімії при вивченні теми «Розчини», на нашу думку, можна зкомбінувавши можливості двох типів віртуальних хімічних лабораторій – дистанційної (для якісних експериментів) та імітаційної (для кількісних експериментів).

І в тому, і в іншому випадку постала потреба у розробці власних лабораторних робіт, що будуть реалізовуватись через віртуальні хімічні лабораторії, та будуть адаптовані до змісту навчальної програми для загальноосвітніх навчальних закладів з хімії (тема «Розчини», 9 клас).

## **Висновки до розділу 2**

1. Віртуальні хімічні лабораторії поділяються на імітаційні та дистанційні. Імітаційні ВХЛ можуть бути представлені як набором незмінних моделей, так і математичними інтерактивними моделями, що мають змогу адекватно відбивати наслідки різноманітних дій користувача. Дистанційні ВХЛ надають віддалений доступ до обладнання реальної лабораторії або у реальному часі, або шляхом відтворення відповідних відеозаписів.

2. У віртуальній хімічній лабораторії VLab проведення віртуальних лабораторних дослідів ґрунтується на математичній моделі реального хімічного

процесу, тобто передбачена можливість зміни умов експерименту в певних межах і адекватного відображення цих змін у його результатах. Такий підхід має сприяти самостійному пізнанню світу учнями та надавати можливість вчителю реалізувати свої творчі здібності щодо процесу навчання хімії.

3. У основі роботи VLab знаходиться математична модель, що використовує термодинамічні параметри речовин (ентальпію та ентропію) переважно у водних розчинах, або у процесах пов'язаних із їх утворенням. Саме тому найбільш доцільним є створення у ВХЛ VLab віртуальних експериментальних задач, що стосуються процесу розчинення (його енергетичних та кількісних характеристик), процесу дисоціації речовин у розчині та визначенні його рН, а також застосування деяких якісних реакцій, індикаторів тощо, що практично повністю задовольняє потреби у підтримці навчально-дослідницької діяльності учнів саме під час вивчення теми «Розчини».

4. Задачі пов'язані з дослідженням властивостей колоїдних розчинів, перебігу деяких реакцій обміну, добування кристалів, дослідження аналітичних ефектів якісних реакцій, пов'язаних із утворенням осадів, реалізувати у VLab неможливо як через обмеженість можливостей моделювання хімічних явищ у цій програмі, так і через обмеження якості візуального супроводу.

5. Застосування дистанційних віртуальних лабораторій має обмежене значення у випадку проведення кількісних експериментів, але вони можуть бути дуже доречними у випадках, коли необхідно здійснити якісну візуалізацію якісних хімічних експериментів.

6. Віртуальні хімічні лабораторії є достатньо лабільним засобом навчання, який можна використати практично на будь-якому етапі уроку: на його початку, на етапі засвоєння нових знань, на етапі закріплення знань та на етапі перевірки знань, а також для організації самостійної та домашньої роботи. У випадку правильної організації роботи з ними, учень має змогу виконувати навчальні дослідження практично у будь-який час та у будь-якому місці.

## РОЗДІЛ 3

### ОРГАНІЗАЦІЯ ПІДТРИМКИ НАВЧАЛЬНО - ДОСЛІДНИЦЬКОЇ ДІЯЛЬНОСТІ УЧНІВ З ХІМІЇ ПРИ ВИВЧЕННІ ТЕМИ «РОЗЧИНИ» ЗА ДОПОМОГОЮ ВІРТУАЛЬНИХ ХІМІЧНИХ ЛАБОРАТОРІЙ

#### 3.1. Створення комплекту віртуальних лабораторних робіт для організації навчально-дослідницької діяльності учнів з хімії при вивченні теми «Розчини»

Віртуальна хімічна лабораторія ChemCollective VLab надає можливість викладачам проектувати, а учням здійснювати самостійно хімічні експерименти, які інколи практично неможливо фізично провести у лабораторії, що сприяє здійсненню навчально-дослідницької діяльності учнів з хімії при вивченні теми «Розчини».

Механізм роботи віртуальної хімічної лабораторії VLab не складний: запуск віртуальної лабораторії відбувається шляхом виконання файлу *default.xml* (або *default\_uk.xml* для україномовної версії), що знаходиться у каталозі *assignments*. Це файл стандартної віртуальної лабораторії за умовчанням. У цьому файлі прописані окремі властивості робочої області програми: доступні інструменти перегляду (термометр, рН-метр, вікна з інформацією про хімічний склад речовин та розчинів) та доступні режими перенесення речовин (точне перенесення, перенесення округлених кількостей та реалістичне перенесення). Ці інструменти і режими перенесення можуть бути або доступні для роботи всі, або деякі з них можуть бути вимкненими у залежності від потреб сценарію задачі. Також у цьому файлі прописано шляхи, за якими відбувається наповнення робочої області програми реактивами, можливими фізико-хімічними процесами за їх участю, описом завдання роботи тощо. Ці шляхи за умовчанням ведуть до файлів, що знаходяться у підкаталозі з тією ж назвою, що і керуючий xml-файл – тобто файли для роботи, що

керується файлом *default\_uk.xml*, знаходяться у каталозі *default\_uk* (шлях до нього у каталозі з програмою *assignmetns/default\_uk*). У каталозі, на який посилається керуючий xml-файл, знаходиться типово чотири файли:

*filesystem.xml* – містить відомості про заплановані до використання у цій віртуальній лабораторній роботі розчини (реактиви) та посуд, у якому вони містяться, їх об'єм або масу, а також короткий опис цього реактиву (назву, концентрацію тощо);

*reactions.xml* – містить відомості про усі можливі (заплановані) хімічні реакції з певним набором речовин у цій віртуальній лабораторній роботі;

*species.xml* – містить відомості про усі речовини, доступні у цій віртуальній лабораторній роботі, та їх властивості (колір, агрегатний стан, термодинамічні параметри, молярну масу тощо);

*problem\_description.html* – містить текстовий опис завдання та вказівок до виконання віртуальної лабораторної роботи.

У версіях VLab вище 2.1.0 може також містити файл *spectra.xml*, у якому наявні спектральні характеристики речовин, що будуть відображатись у вікні фотоколориметра, якщо він буде доступний для використання у даній роботі.

Запуск інших лабораторних робіт відбувається за тим же принципом, тільки керуючі xml-файли розташовані у окремих тематичних під-підкаталогах у підкаталогах мовної локалізації, наприклад, керуючий xml-файл локалізованої українською роботи «Визначення розчинності  $\text{CuCl}_2$  за різних температур» *CuClSolu.xml* знаходиться за шляхом *assignmetns/problems\_uk/solubility* [6].

Перелік керуючих xml-файлів із вказанням шляху до них і коротким описом робіт знаходиться у файлі *ProblemIndex\_uk.xml* (*ProblemIndex.xml* для стандартної англomовної версії) у кореневому каталозі програми. Саме з цього файлу викликається перелік лабораторних робіт, доступних до виконання, через меню «Файл» → «Завантажити завдання» (коротка комбінація клавіш Ctrl+O).

Будь-який з цих файлів можна редагувати, використовуючи програму «Блокнот» (важливо зберігати зміни у кодуванні UTF-8) або будь-який редактор xml-файлів. Але більш оптимальним варіантом є застосування

спеціального редактору Virtual Lab Authoring Tool, розміщеного на сайті розробника (ChemCollective). Є декілька варіантів створення нової лабораторної роботи: з «нуля», редагуючи та зберігаючи дефолтний xml-файл та на основі іншої роботи. Другий шлях є більш швидким та раціональним, оскільки надає можливість частково (а у деяких випадках, можливо, і повністю) використати ті реактиви, обладнання та інші необхідні параметри роботи, оскільки вони уже уведені і гарантовано працюють. Для такого редагування необхідно відкрити керуючий xml-файл у редакторі Virtual Lab Authoring Tool і у меню «File» обрати «Save As...», вказати нову назву файлу та його місцезрештування. У нашому випадку це був каталог *School*, який ми створили спеціально для цього комплексу робіт. Каталог зі змістовими файлами генерується автоматично.

Надалі редагувати необхідно створений керуючий xml-файл у редакторі Virtual Lab Authoring Tool.

Вікно редактору має декілька вкладок, у кожній з яких відбувається редагування певної частини даних роботи:

**General** – містить поля для введення назви роботи, прізвища ім'я автору та короткого опису змісту роботи.

**Permissions** – містить дві вкладки: **Viewers** для вказання тих інструментів перегляду властивостей речовин та їх хімічного складу, що будуть доступні у процесі виконання роботи; та **Transfer Bars** для визначення доступних у роботі параметрів перенесення речовин.

**Species** – містить інструменти для створення та редагування речовин, необхідних у даній роботі. Окрім формули, молярної маси та назви речовини, агрегатного стану, а також параметрів її забарвлення, обов'язковими характеристиками є її стандартні ентальпія утворення та ентропія – за цими даними буде здійснюватись моделювання перебігу хімічних реакцій та фізико-хімічних процесів між відповідними речовинами.

Reactions – містить інструменти для планування перебігу фізико-хімічних процесів, шляхом визначення реагуючих частинок у якості реагентів або продуктів реакції та встановлення відповідних коефіцієнтів.

Stockroom – надає можливість створювати та редагувати вміст «Препараторської» у віртуальній лабораторії – додавати шафи, посуд з реактивами, супровідні файли (опис завдання роботи тощо) [6].

По закінченню роботи у редакторі Virtual Lab Authoring Tool треба зберегти зміни і внести створену роботу до реєстру робіт, щоб вона стала доступною для використання. Для цього у файлі *ProblemIndex\_uk.xml* створюється блок (редагування блоком або xml-редактором):

```
<DIRECTORY name="Назва блоку лабораторних робіт">
    <PROBLEM          url="assignments/problems_uk/school/назва
файлу.xml">
        <TITLE>Назва роботи</TITLE>
        <AUTHOR>Автори</AUTHOR>
        <DESCRIPTION>
            Короткий опис завдання роботи
        </DESCRIPTION>
    </PROBLEM>
</DIRECTORY>
```

У блоці, обмеженому тегами <DIRECTORY>...</DIRECTORY> може міститись скільки завгодно окремих робіт, кожна з яких відокремлюється тегами <PROBLEM>...</PROBLEM>.

Створені або відредаговані роботи стають доступними після наступного запуску програми.

Виходячи з усього вище зазначеного нами було створено пробний комплект експериментальних задач з теми «Розчини», який містить сім завдань.

Лабораторні роботи на розведення розчинів: «Розведення морської води» та «Прекурсор» У першій роботі коротко повідомляється чому морська вода



має солоний смак. Завдання полягає у тому, щоб учень зробив у 2,5 рази розбавлення морської води. Правильність міркувань можна перевірити за зміною концентрацій деяких йонів.

Робота «Прекурсор» пропонує школяру уявити себе лаборантом та провести розведення концентрованої сульфатної кислоти, яка потрапила до переліку прекурсорів. Задача полягає у приготуванні однакових об'ємів розчинів із вказаними концентраціями. Правильність концентрацій приготованих розчинів можна перевірити орієнтуючись на концентрації йонів  $H^+$  та  $SO_4^{2-}$ .

Роботи містять інструкцію для вирішення завдань та ряд питань, на які учням треба відповісти (рис.3.1.).

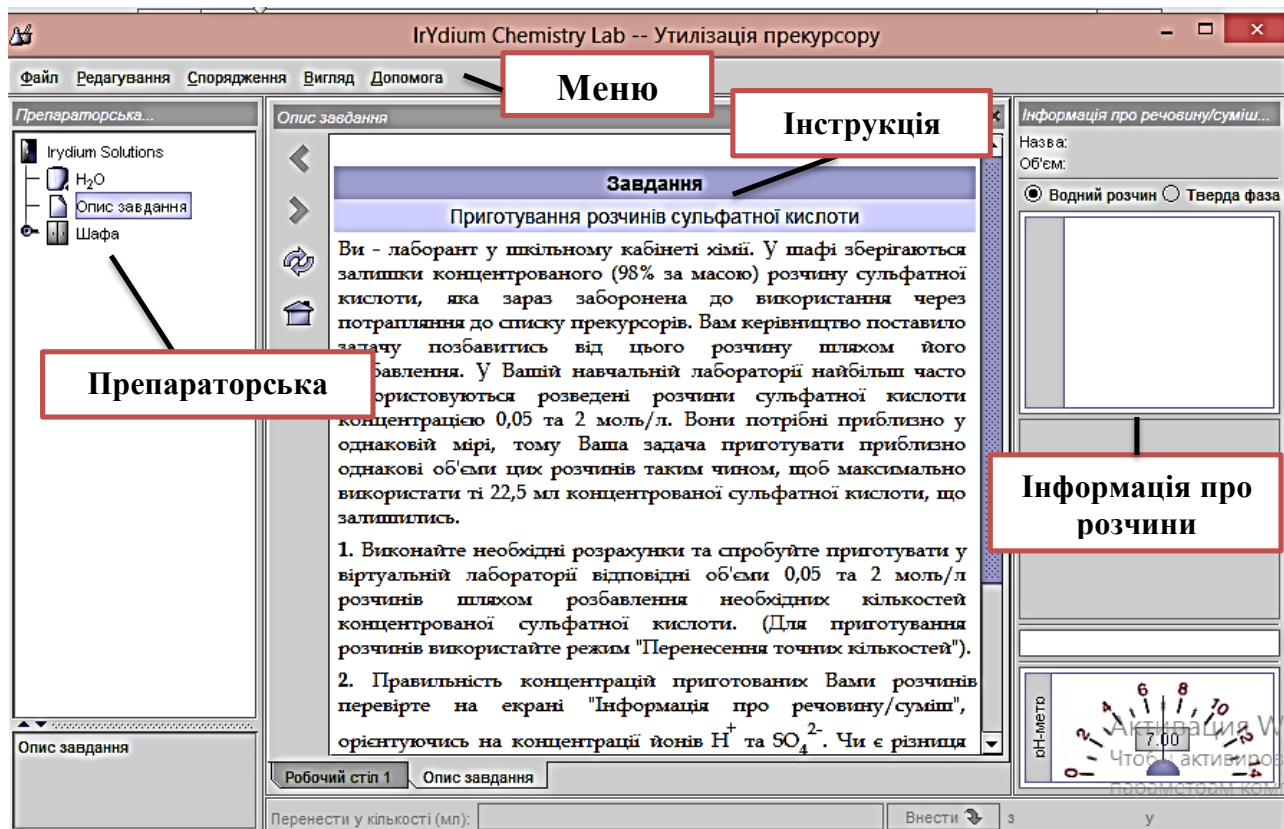


Рис. 3.1. Інструкція для вирішення завдань з теми: «Прекурсор»

Лабораторні роботи сприяють набуттю навичок приготування розчинів із сухої речовини або більш концентрованого розчину заданої концентрації. Використовувати теоретичні знання з теми на практиці.

У роботі «Розділення солей» треба розділити калій хлорат та натрій хлорид шляхом перекристалізації калій хлорату, спираючись на розчинність цих солей.

Завдання містить порядок дій, які допоможуть виконати роботу. В кінці подаються питання, на які школярі з легкістю знайдуть відповіді, виконавши лабораторну роботу. Мета завдання полягає у ознайомленні учнів з методами очищення та розділення речовин, залежності розчинення солей від температури. Розвивається вміння поєднувати теорію з практикою.

Хімічне забезпечення реактивами та хімічним посудом й обладнанням до цієї роботи представлена на рис 3.2.

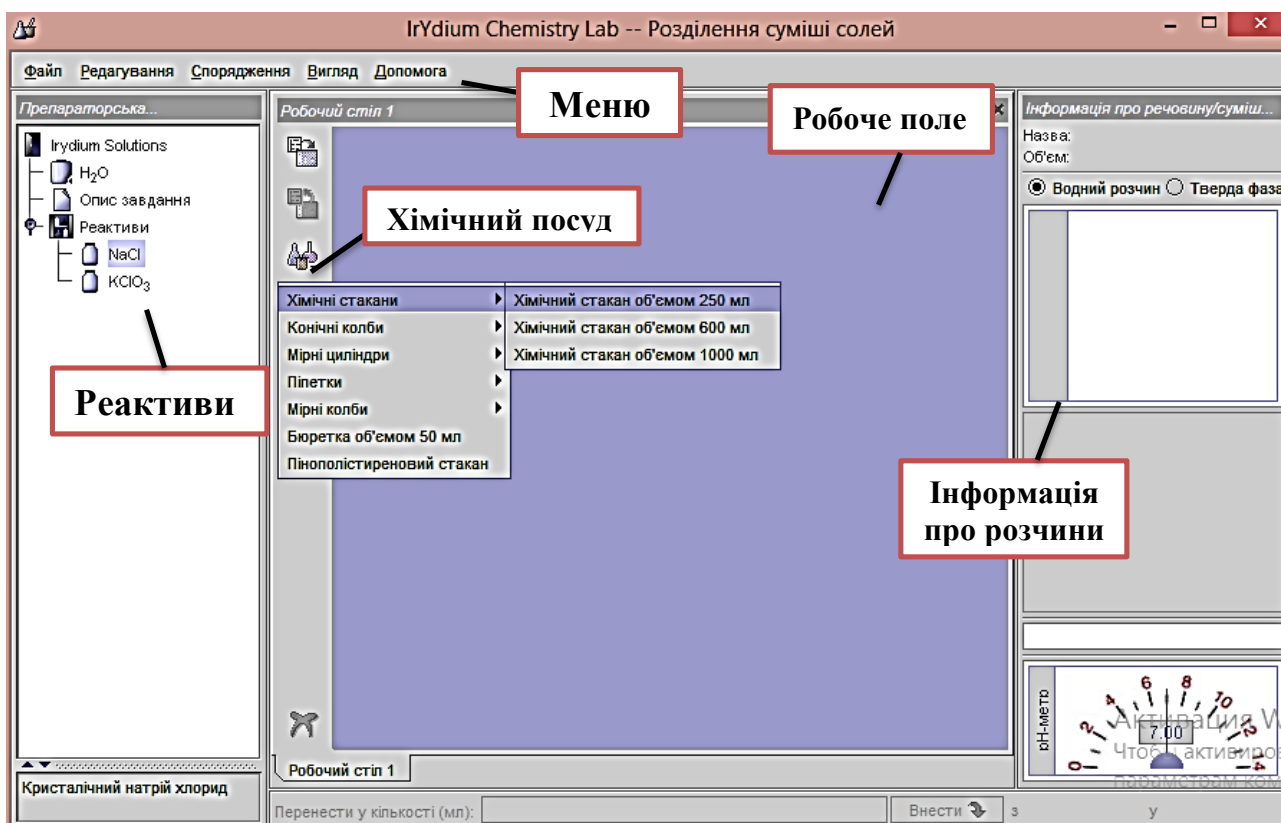


Рис 3.2. Хімічне забезпечення лабораторної роботи з теми: «Розділення солей»

Для демонстрації приготування насичених розчинів можна використати роботу «Приготування насичених розчинів».

В даній роботі учень зможе приготувати розчини, змінюючи температуру та на основі отриманих даних побудувати криві залежності концентрації

речовини від температури. Виконання завдання допоможе знайти відповіді на запитання в кінці роботи. Метою роботи є дослідження кількісних змін розчинності речовин від температури, сформулювати вміння приготування насичених розчинів, аналізувати отримані дані. Завдання лабораторної роботи з теми: «Приготування насичених розчинів» зображені на рис. 3.3.

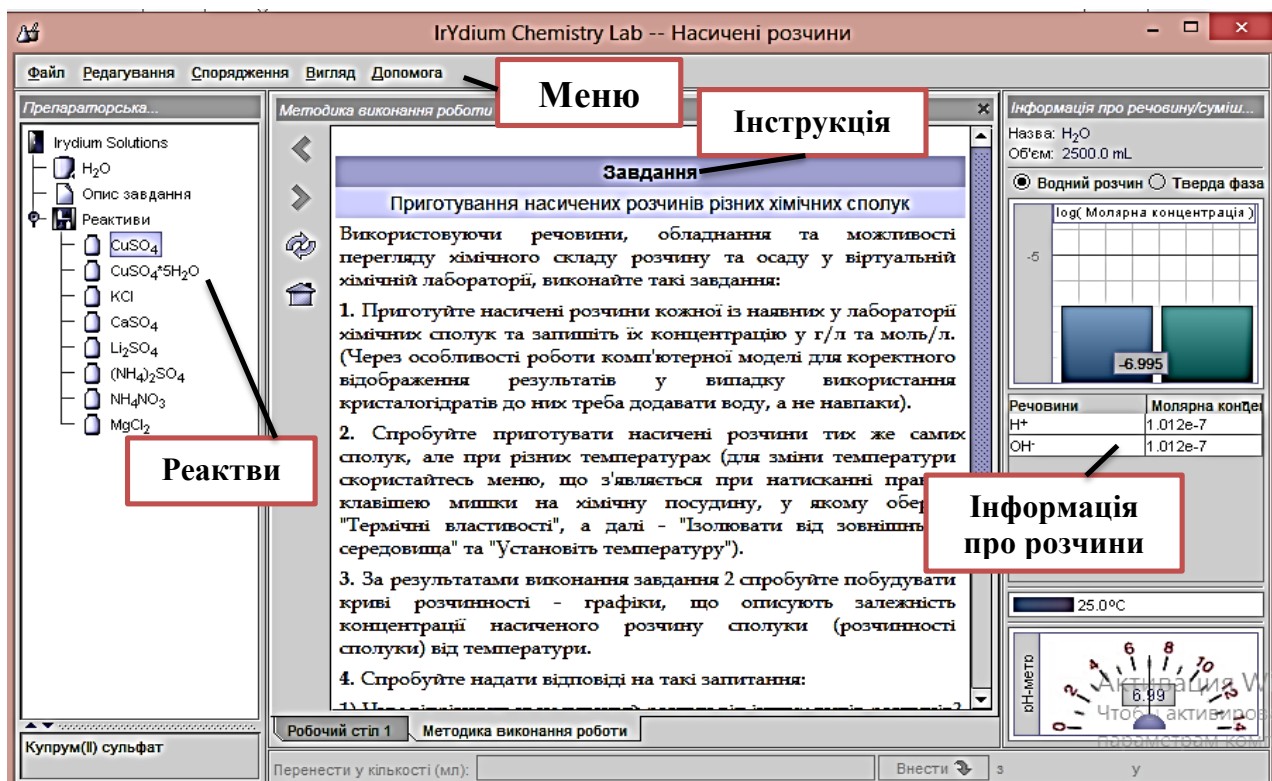


Рис. 3.3. Завдання лабораторної роботи з теми: «Приготування насичених розчинів»

Дослідження енергетичних ефектів розчинення можна провести у роботі «Теплові ефекти розчинення». В описі повідомляється, що під час розчинення речовини відбуваються різноманітні фізичні та хімічні процеси як з розчиненими речовинами, так і з розчинником.

Одним із зовнішніх показників, які можна легко зафіксувати, є тепловий ефект, що спостерігається при розчиненні різних речовин. Задача полягає у тому, щоб дослідити теплові ефекти розчинення різних кристалічних сполук у воді та зробити відповідні висновки і припущення щодо процесів, які спричинили виникнення цих ефектів.

Для проведення дослідження необхідно виконати декілька нескладних операцій, які описуються в інструкції

Мета роботи полягає у формуванні уявлення про теплові явища, що супроводжують процес розчинення та перевірити їх на практиці, зафіксувати та порівняти величину теплових ефектів розчинення різних сполук, у тому числі кристалогідратів та безводних солей.

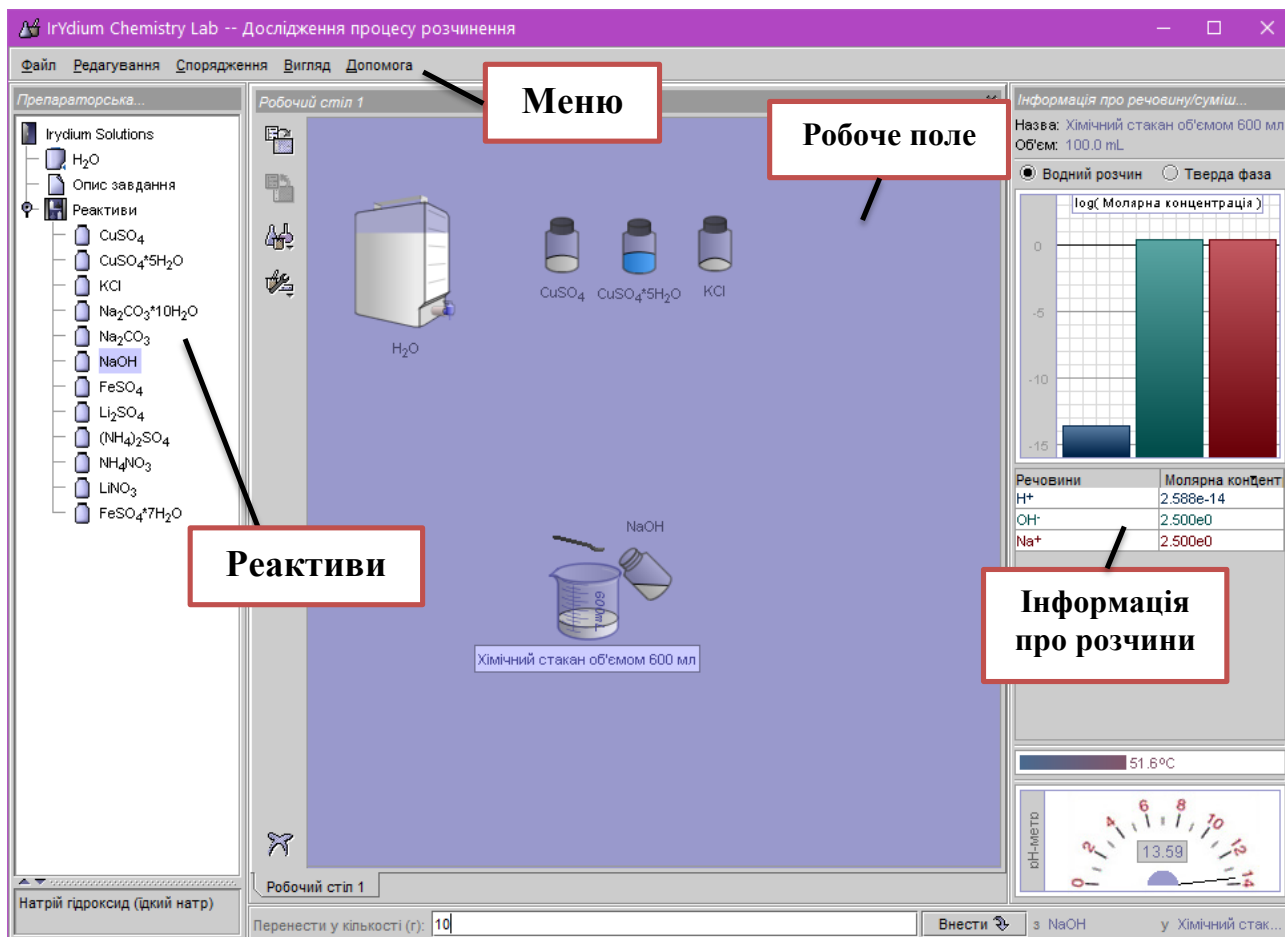


Рис. 3.4. Процес виконання лабораторної роботи «Теплові ефекти розчинення» у VLab.

Більшість завдань у комплекті, розробленому для теми «Розчини», сформульовані у дослідницькому (проблемному) стилі – перед учнем стоїть завдання отримати певний результат або дослідити процеси і явища, точні властивості яких йому заздалегідь невідомі. У першому випадку учень має можливість створювати власні алгоритми дій і перевіряти їх адекватність практично, але у віртуальному середовищі. Не відкидається і застосування

методу проб і помилок. У другому випадку, виконання завдання означатиме для учня відкриття суб'єктивно нових закономірностей, властивостей тощо. Тобто, в учня є можливість самостійно, спираючись на результати отримані у віртуальній хімічній лабораторії, зробити висновки про вплив температури на розчинність різних речовин, фактори, що визначають знак і величину теплового ефекту розчинення тощо, а вже потім порівняти їх із тими, які наведені у підручниках, почуті з розповіді вчителя.

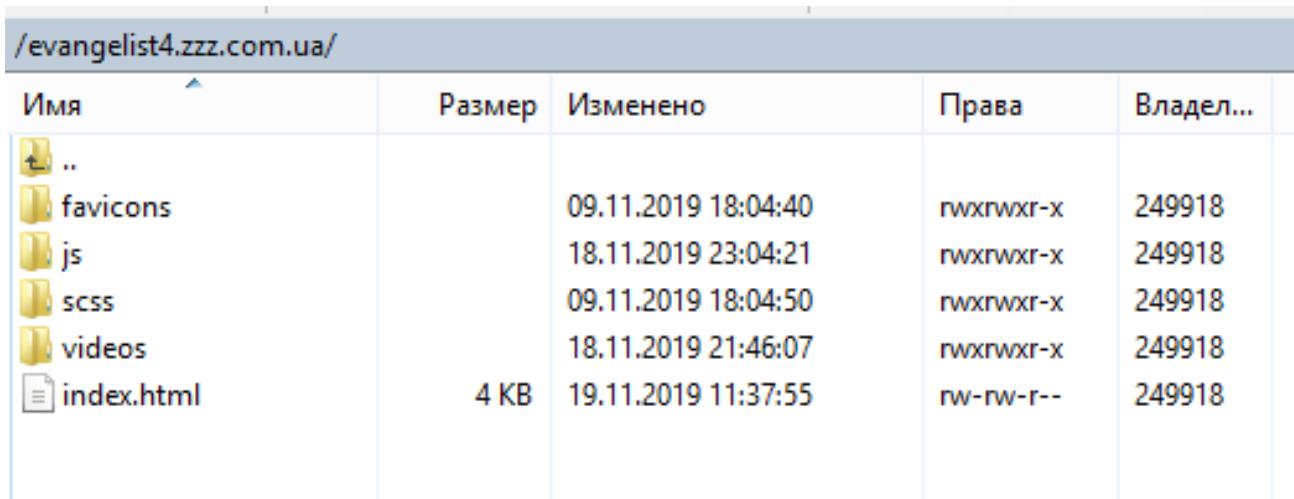
Більшість завдань містять достатню кількість підказок для того, щоб учень міг експериментувати у віртуальній лабораторії самостійно, наприклад, на домашньому комп'ютері, а деякі із завдань цілком реально відтворити і у реальній навчальній хімічній лабораторії школи за наявності часу і можливостей (у такому випадку розв'язок задачі у віртуальній лабораторії може використовуватись у якості тренувального варіанту для перевірки правильності теоретичних розрахунків та повторення порядку необхідних дій).

Комплект цих лабораторних робіт розміщений на сайті кафедри хімії та методики її навчання з метою подальшого впровадження у навчальних процес шкіль та отримання відгуків щодо покращення якості та розширення цього комплекту (<https://kdpu.edu.ua/khimii-ta-metodyky-ii-navchannia/tsikava-khimiiia/dlia-vseznaiok/5928-virtualna-khimichna-laboratoriia.html>).

Віртуальна хімічна лабораторія VLab надає можливість самостійного багаторазового експериментування з різними речовинами та їх розчинами, із залученням точних вимірювальних приладів, але вона не призначена для виконання якісних реакцій. Більшість якісних реакцій не потребують для здійснення точних розрахунків та вимірювань, але вони потребують якомога більш чіткого аналітичного ефекту, не спотвореного недосконалістю передачі зовнішнього вигляду об'єкту у його моделі. Для віртуалізації якісних експериментів часто більш бажаним є якісна візуалізація, ніж можливість здійснювати точні вимірювання. Оскільки у темі «Розчини» певна кількість учнівських досліджень пов'язана із якісними хімічними експериментами (виконанням якісних реакцій, визначенням кислотності середовища за

допомогою індикаторів тощо), то виникла необхідність створити ресурс для підтримки виконання якісних хімічних експериментів. Найбільш реалістичною передачею візуальної інформації про об'єкт є відеозйомка. Сутність розробленої дистанційної віртуальної хімічної лабораторії полягає у наданні користувачам віддаленого доступу до набору речовин, які можна використати для виконання якісних лабораторних дослідів. При цьому ми спробували передбачити різні варіанти дій користувачів, у тому числі й ті, які могли бути зроблені випадково, без логічного обґрунтування. Для цього інтерфейс програми організовано таким чином, що у розпорядженні користувача є два набори реактивів. Будь-який реактив з першого набору може бути змішаний з будь-яким реактивом з другого. Вибір відповідної пари реактивів викликає запуск короткого відеозапису змішування цих реактивів у реальній хімічній лабораторії. Користувач не може змінити кількості реактивів або порядок їх додавання, проте має можливість безліч разів спостерігати якісну візуалізацію, що супроводжується текстовим описом сутності реакції, що відбувається.

Доступність подібної віртуальної хімічної лабораторії можна забезпечити шляхом розміщення її у мережі Інтернет на сторінках сайту. Інтерфейс вікна такої дистанційної ВХЛ є по суті html-сторінкою сайту. Для функціонування лабораторної установки з віддаленим доступом (дистанційної лабораторії) необхідно, щоб сторінка сайту містила набір елементів java script, video, кодів тощо, що відносяться до окремої лабораторної роботи. (рис 3.5).



Имя	Размер	Изменено	Права	Владел...
..				
favicons		09.11.2019 18:04:40	rw-rw-r--	249918
js		18.11.2019 23:04:21	rw-rw-r--	249918
scss		09.11.2019 18:04:50	rw-rw-r--	249918
videos		18.11.2019 21:46:07	rw-rw-r--	249918
index.html	4 KB	19.11.2019 11:37:55	rw-rw-r--	249918

Рис. 3.5. Елементи сайту лабораторної установки з віддаленим доступом

Функціонування створеної нами дистанційної ВХЛ забезпечується низкою об'єктів, розташованих у різних каталогах:

- папка *favicons* містить елементи *favicon* (скор. від *favorites icon*), тобто іконки сайтів, що зображаються поряд з адресою сайту в адресному рядку, біля заголовку сторінки у вкладці або в списку закладок для різних браузерів, який відображає свою іконку;

- папка *js* – це папка для збереження *java script* файлів, котрі надають динамічну інтерактивність на сайті;

- папка *Scss* містить в собі файли стилів, які формують зовнішній дизайн та стилізацію сторінки сайту (колір, розмір шрифту тощо);

- усі відеозаписи експериментів, котрі були записані нами для запуску на сайті, збережені в папці *videos*;

- файл *index* є основним, оскільки головний код запуску лабораторії прописано саме в ньому.

Така онлайн сторінка ВХЛ передбачає виконання певного програмного коду (див. Додаток А), редагування котрої можливе через підключення до FTP-серверу та запуском Notepad ++ або xml-редактором.

Але для кращого функціонування потрібна немала база з програмування, адже у Додатку А наведено лише частина зовнішнього коду. Щоб сторінка була доступна на інших сайтах, всі ці елементи необхідно скопіювати, безпосередньо в FTP-сервер основного сайту в окрему папку. Для створення на одному сервері двох або більше сторінок з лабораторними роботами потрібно створити папки сторінки яких будуть доступними за таким посиланням: «сайт»/«папка лабораторної №1,2,3 тощо англійською та без пробілів»/.

Загальний принцип роботи першої віртуальної лабораторії з віддаленим доступом із теми «Індикатори» полягає у виборі кнопок з верхнього лівого кутка – індикатору та нижнього лівого кутка певного розчину, так їх комбінація при натисанні по середині, кнопки «показати» дає можливість

запустити відео, де відображено первну реакцію, зміну забарвлення розчину (рис. 3.6.).

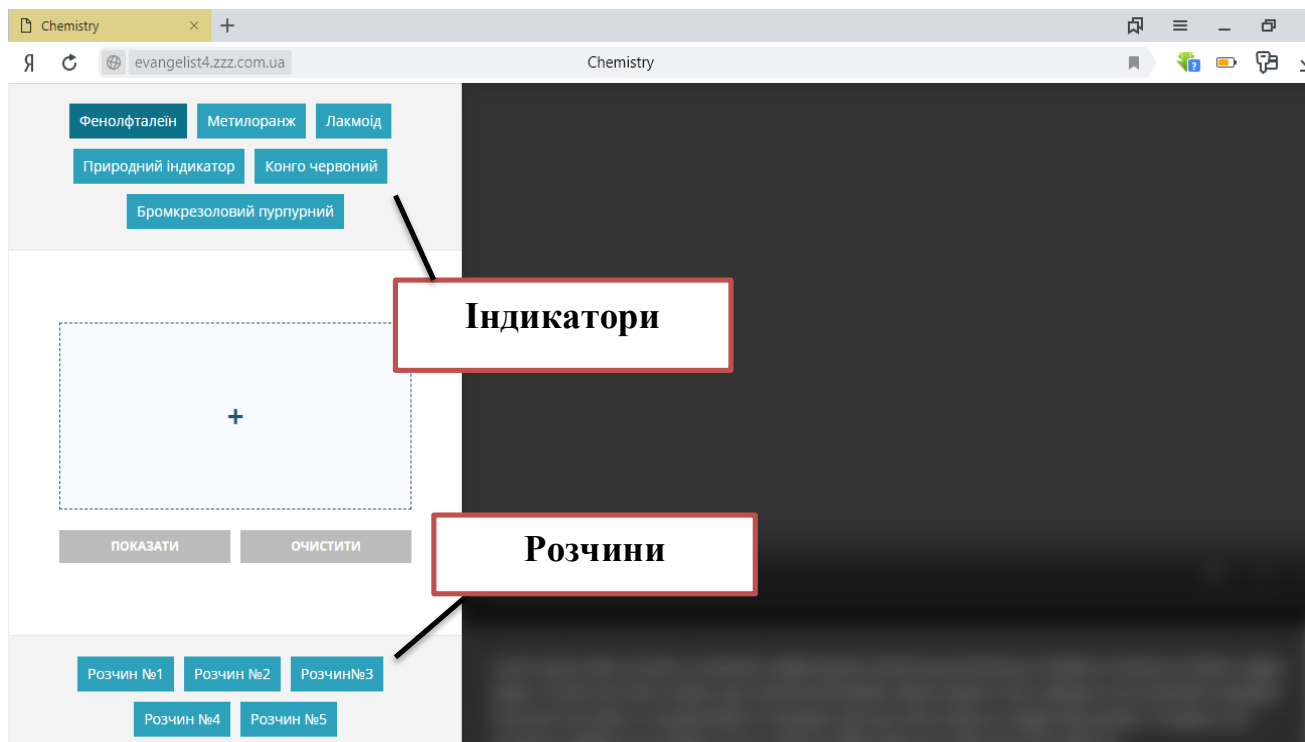


Рис. 3.6. Розташування кнопок головних елементів дистанційної лабораторії

Для повернення до вибору індикатору та розчину потрібно натиснути посередині зліва кнопку «очистити» та розпочати вибір спочатку.

Наступна лабораторна робота №2, створена на базі сайту, має за основу експериментальну задачу із теми «Якісні реакції на найпоширеніші аніони». Загальний принцип роботи схожий з першою ВХЛ й полягає у виборі кнопок з верхнього лівого кутка – розчини  $\text{AgNO}_3$ ,  $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ ,  $\text{BaCl}_2$ , та нижнього лівого кутка певного розчину, що містить невідомий аніон котрий потрібно визначити учням під керівництвом вчителя, так їх комбінація при натисканні по середині кнопки «показати» дає можливість запустити відео, де відображено первну реакцію.

Слід зазначити, що обидві лабораторні роботи можуть бути використані у якості дослідницьких: робота «Індикатори» містить не лише описані у підручнику, але й нестандартні для шкільної програми індикатори –



бромкрезоловий пурпуровий, конго червоний, сік червонокочанної капусти, а тому роботу з ними легко організувати як дослідницьку. Друга робота («Якісні реакції деяких аніонів») взагалі є експериментальною задачею на розпізнання розчинів певних сполук (рис. 3.7.).

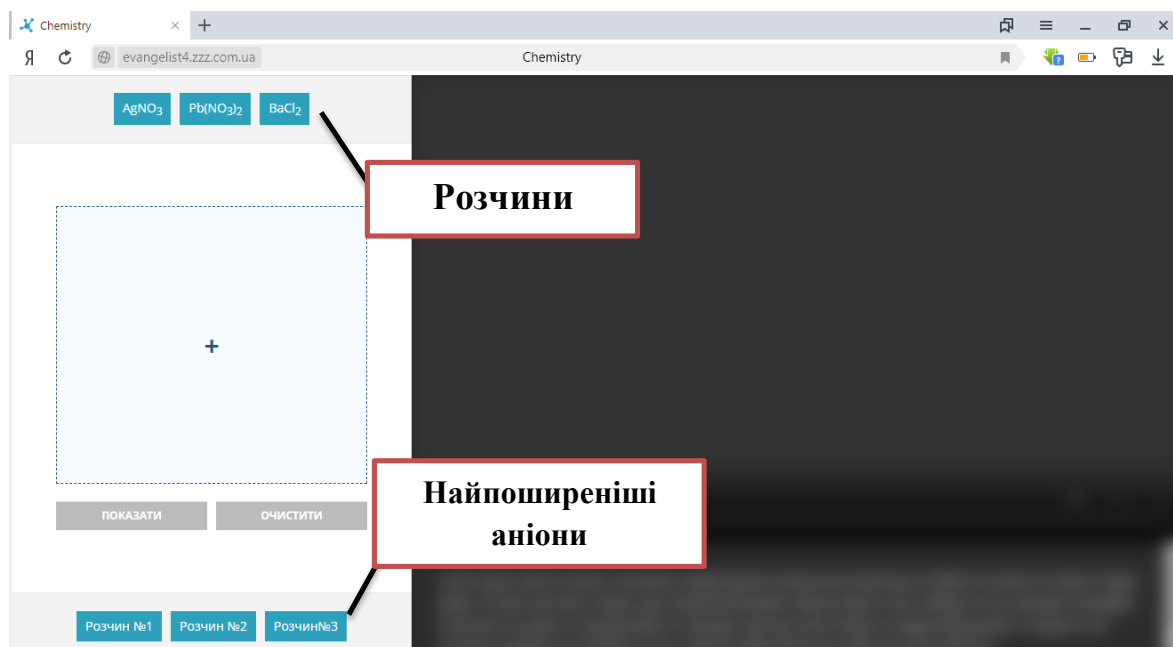


Рис. 3.7. Розташування кнопок головних елементів дистанційної лабораторії № 2 з теми: «Якісні реакції на найпоширеніші аніони»

Обидві лабораторні роботи розміщено на власному сайті Євангеліст О. О., де вони доступні за посиланнями <http://evangelist4.zzz.com.ua/lab1/> та <http://evangelist4.zzz.com.ua/lab2/>.

### 3.2. Впровадження створеного комплекту віртуальних лабораторних робіт з теми: «Розчини» у навчальний процес школи

У багатьох ЗВО, що не є профільними з хімічних дисциплін, тема «Розчини» може окремо не розглядатись, але вона інтегрована до інших тем таких, як «Кислоти» [37]. Оскільки на проведення експериментів у цій програмі відведена мала кількість часу, а також спостерігається нестача хімічних реактивів та заборона використання прекурсорів, проблему забезпечення якісного проведення лабораторної роботи може вирішити інтеграція

віртуальної та реальної лабораторної робіт з хімії. Розподіл внеску цих видів робіт здійснює вчитель. У якості апробації використання віртуальних хімічних лабораторій з віддаленим доступом ми розробили конспект лабораторної роботи з використанням дистанційної ВХЛ з теми: «Хімічні властивості сульфатної кислоти. Виявлення сульфат-іонів у розчині». На нашу думку, використання ВХЛ зробить виконання цієї лабораторної роботи в умовах нестачі часу та реактивів не лише більш наочним, але й надасть можливість увести елементи роботи дослідницького характеру.

### Лабораторна робота № 1

**Тема: «Хімічні властивості сульфатної кислоти. Виявлення сульфат-іонів у розчині»**

#### **Мета:**

- **Навчальна:** поглибити знання про фізичні та хімічні властивості сульфатної кислоти розглянути якісну реакцію на сульфат-іони, удосконалити вміння складати рівняння реакцій в молекулярній, повній та скороченій йонних формах;
- **Розвивальна:** розвивати навички складання хімічних рівнянь реакцій, та вміння спостерігати; розвивати роль хімічних знань у поясненні природи речовин і суті хімічних явищ; стимулювати розвитку учнів до самоосвіти;
- **Виховна:** виховувати акуратність, організованість під час роботи з хімічними речовинами; виховувати пізнавальний інтерес до предмета.

#### **Методичне забезпечення:**

1. Інструктивно–методичні рекомендації щодо вивчення хімії у 2019-2020 н.р.
2. Літовка Т. В. Робоча навчальна програма ККНАУ з навчальної дисципліни «Природничі науки: хімія» / Т. В. Літовка. – Кривий Ріг, 2018. – 11 с.

3. Програма курсу «Хімії» для 7-9 класів загальноосвітніх навчальних закладів.

**Дидактичне забезпечення:**

1. **Хімія: підруч. для 8 кл.** загальноосвіт. навч. закладів. / П. П. Попель, Л. С. Крикля — К.; ВЦ «Академія», 2016. — 240 с. : іл.
2. **Хімія: підруч. 8 кл.** Підручник для загальноосвіт. навч. закладів. / О. Г. Ярошенко — К.; Ірпінь ВАТ «Білоцерківська книжкова фабрика», 2014. — 206 с. : іл.
3. Басов В.П., Родіонов В.М., Юрченко О.Г. Хімія: навчальний посібник для самопідготовки до іспитів: К.: Каравела, Львів: Піча Ю.В., 2003.-280с.
4. Буринська Н.М., Величко Л.П.. Хімія, 11 кл.: Підручник для серед. загальноосвіт. Шк.. – Київ; Ірпінь: ВТФ «ПЕРУН», 2003. – 176 с.
5. Буринська Н.М., Величко Л.П.. Хімія, 10 кл.: Підруч. для загальноосвіт. навч. закл. – К.; Ірпінь: ВТФ «ПЕРУН», 2004. – 192 с.

**Обладнання та реактиви:** Періодична система хімічних елементів, таблиця розчинності, ряд активності металів, хімічний посуд, вода дистильована, крейда, **розчини:** сульфатної кислоти, барію хлориду, натрію сульфату, метилоранж.

**Тип пари:** лабораторна робота.

**Час:** 1 год. 20 хв..

**Короткі теоретичні відомості**

Сульфатна кислота  $H_2SO_4$  (безводна, 100%-ва) – важка безбарвна оліїста рідина. Вона нелетка, запаху немає, надзвичайно гігроскопічна – активно вбирає вологу. Добре розчинна у воді, при чому ця реакція екзотермічна і супроводжується виділенням великої кількості теплоти, що може призвести до закипання води і розбрикування кислоти. Необхідно пам'ятати таке правило при приготуванні розчинів сульфатної кислоти: не можна воду доливати до концентрованої сульфатної кислоти! Для розбавлення кислоти треба доливати до води невеликими порціями.

Хімічні властивості розбавленого розчину сульфатної кислоти відрізняються від властивостей концентрованого розчину.

Розбавлена сульфатна кислота виявляє всі хімічні властивості, характерні для кислот.

#### 1. Зміна кольору індикатора.

Індикатори (лакмус і метилоранж) змінюють своє забарвлення в кислотах. Це пояснюється дисоціацією кислот з утворенням катіонів Гідрогену, і тому кислотного середовища у розчині.

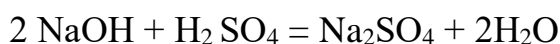
#### 2. Дисоціація кислоти.

Сульфатна кислота двохосновна, належить до сильних кислот. У водних розчинах вона дисоціює за двома ступенями:

I ступінь  $\text{H}_2\text{SO}_4 = \text{H}^+ + \text{HSO}_4^-$  - гідрогенсульфат-іон

II ступінь  $\text{H}_2\text{SO}_4 = 2\text{H}^+ + \text{SO}_4^{2-}$  -сульфат-іон

#### 3. Взаємодія з основами – реакція нейтралізації:

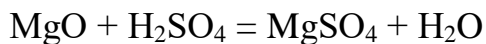


2 моль 1 моль сульфат натрію вода

Якщо розчину лугу не вистачає для нейтралізації цієї кислоти, то сіль, що утворюється, буде кислою.

#### 4. Взаємодія з оксидами металів.

Сульфатна кислота реагує з основними та амфотерними оксидами, утворюючи солі.



#### 5. Взаємодія з солями.

Сульфатна кислота сильна, одна з найстійкіших із відомих мінеральних солей, вступає в реакцію обміну з солями, утвореними слабкішими кислотами.



Про наявність в розчинах сульфат-іонів можна судити по взаємодії цих розчинів з розчинними у воді солями Барію ( $\text{BaCl}_2$  або  $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$ ), при цьому випадає осад білого кольору, нерозчинний у воді і нітратній кислоті.

## Експериментальна частина

*Оскільки провести всі досліді в реальності немає можливості, то демонстрація деяких дослідів відбуватиметься у віртуальній хімічній лабораторії, котра знаходиться за посиланням: <http://evangelist4.zzz.com.ua/>*

*Відкрийте браузер та перейдіть за відповідним посиланням, де одразу відкриється сторінка з ВХЛ з теми: «Індикатори».*

*Під керівництвом вчителя виконайте наступну послідовність дій*

### **Дослід 1. Дія розчину кислоти на індикатори.**

Додати до 2-3 мл розбавленого розчину сульфатної кислоти декілька крапель індикатора метилоранжу. Що спостерігається? Для того, щоб дізнатись перейдіть за посиланням: <http://evangelist4.zzz.com.ua/>

Як змінюється забарвлення індикатора? Якими індикаторами можна виявити кислотне середовище? Про які властивості розбавленого розчину сульфатної кислоти свідчить її дія на індикатори? Як це можна пояснити з точки зору теорії електролітичної дисоціації? Написати рівняння дисоціації сульфатної кислоти.

### **Дослід 2. Реакція нейтралізації сульфатної кислоти.**

До 1-2 мл розбавленого розчину сульфатної кислоти, передчасно забарвленого 2-3 краплями природного індикатору – із червонокочанної капусти, додати краплями гідроксид натрію.

Які зміни відбуваються з забарвленням індикатора? Поясніть ці зміни. Який колір має природній індикатор із червонокочанної капусти в нейтральному середовищі? Написати рівняння реакції в молекулярному повному та скороченому іонному вигляді.

### **Дослід 3. Взаємодія з активними металами.**

Налити в пробірку 2-3 мл розбавленого розчину сульфатної кислоти і опустити в розчин шматочок цинку або магнію (трохи магнієвого порошка).

Який газ виділяється в результаті реакції? Які зміни відбуваються з металом? Написати рівняння реакції, проставити коефіцієнти в рівнянні реакції, визначити, що в цій реакції являється окисником, а що – відновником?

**Дослід 4. Взаємодія з солями.**

Додати до шматочка крейди або розчину карбонату натрію 1-2 мл розчину розбавленої сульфатної кислоти.

Що спостерігаєте? Який газ виділяється в результаті реакції? Складіть рівняння реакції в молекулярній, повній іонній та скороченій формі.

**Дослід 5. Якісна реакція на сульфат-іони.**

Налити в пробірку близько 1 мл розчину натрію сульфату і додати по краплях розчин барію хлориду. Які зміни спостерігаються? Складіть рівняння реакції. Для виявлення сульфат-іону за допомогою ВХЛ перейдіть за посиланням: та визначте за допомогою розчину  $\text{BaCl}_2$  під яким номером знизу зліва вказано пробірка з сульфат-іоном.

Зазначений конспект пари було використано викладачем Криворізького коледжу Національного авіаційного університету Тихоступ В. В. під час проведення лабораторної роботи у групі 1-095, де учні користувались смартфонами, під час вивчення теми: «Хімічні властивості сульфатної кислоти. Виявлення сульфат-іона». Віртуальні хімічні лабораторні роботи сподобались курсантам, деякі з них працювали з ВХЛ вдома та результат зазначали у висновках до роботи. Також було відзначено, що лабораторні роботи з віддаленим доступом цілком відповідають змісту навчальної програми дисципліни «Природничі науки: хімія» (див. Додаток Е).

Також, нами було розроблено конспект уроку з хімії для учнів 9-х класів із використанням віртуальної хімічної лабораторії за темою «Поняття про рН розчину. Значення рН для характеристики кислотного чи лужного середовища».

**Тема:** «Поняття про рН розчину. Значення рН для характеристики кислотного чи лужного середовища»

**Мета:**

- **навчальна:** сформулювати уявлення учнів про водневий показник рН; навчити розрізняти рН лужного, кислотного та нейтрального середовищ;

- **розвивальна:** сприяти розвитку пам'яті, логічного мислення, уваги й спостережливості;
- **виховна:** виховувати загальну культуру екологічного стилю мислення та пізнавальний інтерес до предмета; уважність, вміння слухати,

#### **Методичне забезпечення:**

- 1) Інструктивно-методичні рекомендації щодо вивчення хімії у 2018-2019 н.р.
- 2) Програма курсу «Хімії» для 7-9 класів загальноосвітніх навчальних закладів

#### **Дидактичне забезпечення:**

1. Хімія: підруч. 9 кл. Підручник для загальноосвіт. навч. закладів. / О. В. Григорович – Харків «Ранок», 2018.—256 с. : іл.
2. Конспект уроку. Освітній проект «На урок», **Режим доступу:** <https://naurok.com.ua/urok-9-klas-ponyattya-pro-rh-rozchinu-znachennya-rh-dlya-harakteristiki-kislotnogo-chi-luzhnogo-seredovischa-94800.html>

**Тип уроку:** комбінований.

**Обладнання:** віртуальна хімічна лабораторія VLab, проектор;

**Форми роботи:** розповідь, пояснення, прийом «Вірю–не вірю», захист навчальних проектів, лабораторний дослід.

#### **План:**

- I. Організаційний етап (2 хв)
- II. Актуалізація опорних знань (3 хв)
- III. Мотивація навчальної діяльності (2 хв)
- IV. Повідомлення нового матеріалу (22 хв)
- V. Закріплення знань (8 хв)
- VI. Підсумки уроку (6 хв)
- VII. Домашнє завдання (2хв)

#### **Хід уроку**

##### **I.Організаційний етап (2 хв)**

## II. Актуалізація опорних знань (3 хв)

Приєм «Вірю – не вірю»

1. Кристалічні електроліти не проводять електричний струм.
2. Розплав кухонної солі проводить електричний струм.
3. Електролітична дисоціація — це розпад сполук на окремі атоми.
4. Аніони – це негативно заряджені частинки.
5. Водний розчин магній хлориду не проводить електричний струм.
6. Натрій гідроксид — неелектроліт.
7. Катіони негативно заряджені.
8. Вода – універсальний розчинник.

Біля дошки:

Завдання на індивідуальних картках:

**1 учень** – У розчині оцтової кислоти масою 120 г з масовою часткою кислоти 4% міститься  $32 \cdot 10^{-3}$  моль катіонів Гідрогену. Обчисліть та укажіть ступінь дисоціації кислоти в цьому розчині.

**2 учень** – Установіть відповідність між назвами електролітів та йонами на які вони дисоціюють у водних розчинах:

- |                         |  |
|-------------------------|--|
| 1. цинк хлорид          | А. $\text{Ba}^{2+} + 2\text{Cl}^-$       |
| 2. алюміній сульфат     | Б. $\text{K}^+ + \text{OH}^-$            |
| 3. ортофосфатна кислота | В. $\text{Zn}^{2+} + 2\text{Cl}^-$       |
| 4. калій гідроксид      | Г. $2\text{Al}^{3+} + 3\text{SO}_4^{2-}$ |
|                         | Д. $3\text{H}^+ + \text{PO}_4^{3-}$      |

Біля дошки:

**3. учень** – Скласти рівняння дисоціації солі алюміній хлориду, лугів – натрій гідроксиду та барій гідроксиду, кислот — нітратної та сульфатної.

**4 учень** – У медичній практиці використовують фізіологічний розчин (0,85% розчин натрій хлориду). Розрахуйте, яку масу солі та води треба взяти для приготування 300 г цього розчину.



**5 учень** – Для засолки огірків мама додає на 2 л води 3 столові ложки солі. Визначте масову частку отриманого розчину, коли в одній ложці знаходиться 30 г солі.

#### **IV. Мотивація навчальної діяльності (2 хв)**

##### **Проблемне питання**

Чому індикатори змінюють своє забарвлення в розчинах кислот та лугів? Як це пов'язано з електролітичною дисоціацією та її ступенем?

#### **IV. Повідомлення нового матеріалу (25 хв)**

##### **1. Кислотність середовища**

Кислотність розчинів характеризує вміст кислот або лугів у розчині, тому можна сказати, що визначитися з характеристикою кислотності середовища можна за допомогою умісту іонів  $H^+$  та  $OH^-$ .

У чистій воді концентрація таких іонів однакова, чому? (вода слабкий електроліт – в 1 л на іони дисоціює  $1 \cdot 10^{-7}$  моль молекул) — **середовище нейтральне.**

##### **2. Кількісна характеристика середовища.**

Кількісно кислотність середовища характеризується водневим показником рН, що пов'язаний з вмістом катіонів Гідрогену в 1л розчину. В чистій воді та нейтральних розчинах, його  $1 \cdot 10^{-7}$ , тому  $pH = 7$ , в кислому середовищі більше, а в лужному менше.

Кисле середовище  $0 < pH < 7$

Нейтральне середовище  $pH = 7$

Лужне середовище  $7 < pH < 14$

рН розчину обчислюється як негативний (узятий з оберненим знаком) десятковий логарифм активності водневих іонів, вираженої в молях на літр:  
 **$pH = - \lg [H^+]$**

Це поняття було введено в 1909 датським хіміком Серенсенем. Показник називається рН, за першими літерами латинських слів *potentia hydrogeni* – сила водню. Для визначення значення рН розчинів широко використовують кілька методик. Водневий показник можна приблизно оцінювати з допомогою

індикаторів, точно вимірювати рНметром (до 0,001...0,01), або визначати аналітично шляхом, проведенням кислотно-основного титрування. Для грубої оцінки концентрації йонів Гідрогену широко використовуються кислотно-основні індикатори – органічні речовини, барвники, колір яких залежить від рН середовища. До найбільш відомих індикаторів належать: лакмус, фенолфталеїн, метиловий оранжевий (метилоранж) та інші. Для розширення робочого інтервалу вимірювання рН використовують так званий універсальний індикатор, що представляє собою суміш з кількох індикаторів (метилового червоного, бромтимолового синього, фенолфталеїну, розчинених у етанолі). Вимірює такий індикатор з точністю до 0,5. Універсальний індикатор послідовно змінює колір з червоного, через жовтий, зелений, синій, до фіолетового при переході з кислої області в лужну. Визначення рН індикаторним методом утруднено для каламутних або забарвлених розчинів.

### **3. Лабораторий дослід (Перевіримо на практиці)**

Задача полягає у тому, щоб встановити приблизне значення рН води, лужних, слабо лужних, кислих й слабо кислих розчинів за допомогою різних індикаторів та зробити відповідні висновки і припущення щодо зміни забарвлення розчину у залежності від середовища.

Оскільки провести всі ці досліді в реальності немає можливості, то демонстрація дослідів відбуватиметься у віртуальній хімічній лабораторії, котра знаходиться за посиланням: <http://evangelist4.zzz.com.ua/>

Відкрийте браузер та перейдіть за відповідним посиланням, де одразу відкриється сторінка з ВХЛ з теми: «Індикатори».

Під керівництвом вчителя виконайте наступну послідовність дій, та перегляньте за варіантом всі можливі реакції взаємодії різних індикаторів з п'ятьма розчинами (*Вчитель повільно виконує роботу, яка проектується на великий екран. Учні виконують роботу на своєму комп'ютері*). По закінченню, учні відповідають на запитання:

У розчинах кислот йонів  $H^+$  більше ніж  $OH^-$  **середовище кисле**, чому? Дайте пояснення.

Тоді, яке середовище буде лужним? Поясніть.

Як це можна довести лабораторним шляхом?

Які індикатори вам відомі, та як вони діють?

Учень біля дошки пояснює дію індикатору фенолфталеїну на лужний розчин, метилоранжу – на кислий.

Другий перевіряє та розповідає дію лакмоїда на луѓи та кислоти.

Третій учень доводить, що розчин № 5 має нейтральне середовище.

### **V. Закріплення знань. (5 хв)**

Гра «Мікрофон»

1. Наявністю в розчині яких йонів зумовлена його кислотність?
2. Чим відрізняються кисле та лужне середовище?
3. В чому полягає необхідність використовувати знання про рН розчинів?

### **VI. Підсумки уроку (6 хв)**

*Прийом «Закінчи речення»*

Найцікавішим на цьому уроці для мене було...

Тепер я знаю...

Здобуті знання потрібні мені для...

### **VII. Домашнє завдання (2хв)**

Підготуватися до захисту проєктів: «Дослідження рН ґрунтів своєї місцевості»;

«Дослідження рН атмосферних опадів та їхнього впливу на різні матеріали і довкілля»; «Дослідження рН середовища мінеральних вод України»

Даний конспект було використано вчителем Криворізького Центрально-Міського ліцею Бондаренко Н. О. під час проведення уроку у 9-Б класі. Завдяки різноманітному технічному забезпеченню ліцею учні працювали з нетбуками та інтерактивною дошкою SMART Board, де в закладках було збережено посилання на дистанційні віртуальні хімічні лабораторії. Через малу кількість

часу більша частина цих робіт була винесена на самостійне опрацювання ліцеїстів вдома із подальшою перевіркою результатів їх виконання на уроці.

Використання віртуальних хімічних лабораторних робіт викликало інтерес у дітей. Кожна з них цілком відповідає змісту навчальної програми та рівню вивчення хімії у КЦМЛ (див. Додаток Б).

З метою апробації використання віртуальних хімічних лабораторій під час факультативних занять, нами було розроблено відповідне заняття факультативу. У програмі факультативу для 9-го класу виділяється 10 годин на розгляд теми: «Розрахунки з розчинами». На нашу думку, досить ефективним могло б бути впровадження у одне з факультативних занять віртуальної лабораторної роботи з теми: «Залежність розчинності речовин від різних чинників: природи речовини, температури, тиску. Теплові ефекти розчинення», як засобу підтримки навчально–дослідницької діяльності [22, с. 80].

**Тема факультативного заняття:** «Залежність розчинності від різних чинників: природи речовини, температури, тиску. Теплові ефекти розчинення»

**Мета:**

✓ **навчальна:** поглибити знання учнів про залежність розчинності від різних чинників та про теплові явища, що супроводжують процес розчинення речовин; розглянути механізм процесу розчинення речовин з різною хімічною будовою;

✓ **розвивальна:** сприяти розвитку пам'яті, логічного мислення, уваги й спостережливості;

✓ **виховна:** виховувати загальну культуру екологічного стилю мислення та пізнавальний інтерес до предмета; уважність, вміння слухати,

**Методичне забезпечення:**

1) Інструктивно-методичні рекомендації щодо вивчення хімії у 2017-2018 н.р.

2) Програми факультативів та курсів за вибором з хімії, рекомендовані Міністерством для використання у загальноосвітніх навчальних закладах: Навчальні програми курсів за вибором та факультативів. Хімія. – Тернопіль: Мандрівець, 2010;

3) Хімія. Допрофільна підготовка та профільне навчання: курси за вибором (укл. Дубковецька Г.М.). – Тернопіль: Мандрівець, 2010;

4) Факультативні курси для учнів спеціалізованих 10-11 класів загальноосвітніх навчальних закладів хімічного та біологічного профілів (частина 2) (авт. Речицький О.Н., Юзбашева Г.С.). – Херсон: Айлант, 2011;

5) Програма курсу «Хімії» для 7-9 класів загальноосвітніх навчальних закладів.

#### **Дидактичне забезпечення:**

1. Хімія: підруч. 9 кл. Підручник для загальноосвіт. навч. закладів. / О. В. Григорович. – Харків «Ранок», 2018.—256 с. : іл.

2. Хімія шкільний курс. Тема: «Розчинність». – Режим доступу: <http://www.chemistry.in.ua/grade-9/solubility>

**Форма факультативного заняття:** комбіноване заняття.

**Час:** 55хв.

**Обладнання:** віртуальна хімічна лабораторія VLab, проектор;

**Методи та форми роботи:** «Відкритий мікрофон», розповідь, бесіда, робота у віртуальній хімічній лабораторії, робота з карткою, прийом «Закінчи речення».

#### **Структура факультативного заняття**

- I. Організаційний етап (3 хв).
- II. Актуалізація опорних знань (3 хв).
- III. Мотивація навчальної діяльності (3 хв).
- IV. Повідомлення нового матеріалу та робота з ВХЛ (40 хв).
- V. Підсумки факультативу (6 хв).

#### **Хід роботи факультативу**

- I. Організаційний етап (3 хв)**

## II. Актуалізація опорних знань ( 3 хв)

*Вправа «Відкритий мікрофон»*

1. Які системи називають розчинами?
2. Яку речовину вважають розчинником?
3. Що розуміють під терміном «розчинність»?
4. Які ви знаєте приклади добре розчинних, малорозчинних та практично нерозчинних речовин?
5. Яку будову має молекула води?

## III. Мотивація навчальної діяльності (3 хв)

Речовини атомної будови, як правило, практично не розчиняються в жодному розчиннику.

Є речовини, які змішуються між собою у будь-яких співвідношеннях, наприклад вода та етиловий спирт. Рідини – вода, бензен, спирт, розплавлені метали та інші мають здатність поглинати, розчиняти в собі інші рідини, гази, тверді речовини, утворюючи однорідні системи – розчини. В деяких випадках розчини утворюються при довільному співвідношенні речовин (спирт і вода), але, як правило, розчинність більшості речовин обмежена. Чому одні речовини добре розчиняються у воді, а інші – не розчиняються? Яка існує залежність розчинності від різних чинників: природи речовини, температури, тиску? Саме сьогодні на факультативі ми ознайомимося з залежністю розчинності від різних чинників й процесами, які відбуваються під час розчинення речовин у воді.

## IV. Повідомлення нового матеріалу та робота з ВХЛ(40 хв)

**Розчин** – це однорідна система змінного складу, що містить розчинену речовину, розчинник та продукти їхньої взаємодії.

При розчиненні відбуваються два процеси. Перший – руйнування хімічних зв'язків у кристалічних ґратках, при цьому енергія поглинається. Другий – утворення міжмолекулярних зв'язків при гідратації, при цьому енергія виділяється.

Процес розчинення речовини залежить від різних чинників. В залежності від природи розчиненої речовини їх можна поділити на три групи:

а) **добре розчинні**, якщо у 100 г води розчиняються більше 10 г речовини. Це речовини з ковалентним полярним і йонним зв'язком. Наприклад, цукор, сіль, спирт, луги;

б) **малорозчинні**, якщо розчиняються менше 1 г речовини. Це речовини з ковалентним неполярним зв'язком. Наприклад, кисень, азот, гіпс;

в) **практично нерозчинні**, якщо в розчин переходить менше 0,01 г речовини. Наприклад: олія, гас.

Речовини йонної природи (солі, луги), або речовини, молекули яких є полярними (кислоти), добре розчиняються у полярних розчинниках, наприклад у воді. Речовини з неполярними молекулами – азот  $N_2$ , метан –  $CH_4$ , олія та багато інших, а також ті, що мають атомну будову, є нерозчинними у воді, або розчиняються дуже мало.

Розчинність більшості твердих речовин з підвищенням температури збільшується. Розчинність газів, навпаки, зменшується з підвищенням температури. Тиск впливає лише на розчинність газів. Із зменшенням тиску, розчинність газу зменшується.

Для того, щоб прискорити процес розчинення твердих речовин, використовують кілька прийомів:

1. речовину перед розчиненням подрібнюють, щоб збільшити поверхню контакту з розчинником;
2. розчинення здійснюють при нагріванні, тепловий ефект;
3. суміш речовини і розчинника перемішують.

<b>Вплив різних чинників на процес розчинення</b>	природа розчиненої речовини	добре розчинні (в 100 г води 10 г р.р.) (іонні, к. п.)
		малорозчинні (в 100 г – 0,01-1 г р.р.) (к. н.)
		погано розчинні
		практично не розчинні (в 100 г

		менше 0,01 г р.р.)
	природа розчинника	
	температура – з підвищенням температури збільшується розчинність рідин і твердих речовин, а газів – зменшується	
	тиск – з підвищенням тиску збільшується розчинність газів Якщо відкрити пляшку з газованою водою, тиск у ній зменшиться і почне виділятися газ.(рис. 3.8.)	
	концентрація – чим менша, тим розчинність краща	
	перемішування подрібнених речовин	



Рис.3.8.Виділення газу після відкриття пляшки

Загальний тепловий ефект розчинення дорівнює сумі двох теплових ефектів названих процесів: якщо при гідратації виділяється енергії більше, ніж витрачається на руйнування кристалічних решіток, то при розчиненні енергія виділяється і розчин нагрівається і навпаки.

Перевіримо на практиці, використовуючи ВХЛ VLab.

Задача полягає у тому, щоб дослідити теплові ефекти розчинення різних сполук у воді та зробити відповідні висновки і припущення щодо процесів, які



спричинили виникнення цих ефектів. Перевіряти будемо на таких речовинах як концентрована сульфатна кислота та амоній нітрат.

Оскільки можливості провести усі необхідні досліди в реальності немає, то демонстрація дослідів відбуватиметься у віртуальній хімічній лабораторії VLab. Робота у розділі Шкільний експеримент «Теплові ефекти розчинення».

На робочих столах відкрийте папку VLab та запустіть україномовну версію програми. У вкладці Файл натисніть «Завантажити завдання». У розділі «Шкільний експеримент» оберіть роботу «Теплові ефекти розчинення». Уважно прочитайте «Інструкцію завдання».

Під керівництвом вчителя виконайте послідовність дій, які вказані в інструкції. *(Вчитель повільно виконує роботу, яка проектується на великий екран. Учні виконують роботу на своєму комп'ютері).*

У першому випадку на термометрі спостерігають підвищення температури, розчинення сульфатної кислоти супроводжується виділенням теплоти – це екзотермічний процес, а в другому — зниження температури, розчинення селітри супроводжується вбиранням теплоти – ендотермічний процес. Виділення або поглинення теплоти — це ознака хімічної реакції. Тобто під час розчинення речовин у воді відбувається хімічна взаємодія. Ви знаєте, що молекули води можуть утворювати водневі зв'язки з молекулами розчинених речовин. Ці зв'язки слабкі, тому під час нагрівання вони руйнуються й після випарювання води ми не отримуємо нових речовин. Спробуйте взяти різні кількості води та розчинених речовин. Як змінюється температура утворених розчинів? Від чого залежить величина теплового ефекту розчинення?

#### *Робота з карткою*

Знайдіть правильну відповідь:

1. Розчинність газів з підвищенням тиску:
  - а) не змінюється; б) збільшується; в) зменшується.
2. Розчинність більшості твердих речовин з підвищенням температури:
  - а) не змінюється; б) збільшується; в) зменшується.

3. У воді добре розчиняється:
    - а) сіль; б) крейда; в) олія.
  4. При розчиненні яких речовин у воді утворюється суспензія:
    - а) олії; б) крейди; в) цукру; г) спирту; д) глини?
  5. Розчинність яких речовин збільшується при підвищенні тиску:
    - а) цукру; б) вуглекислого газу; в) кислоти?
  6. Добре розчиняються у воді речовини:
    - а) цукор; б) гіпс; в) гашене вапно; г) крейда.
  7. Вкажіть три способи, з допомогою яких можна із ненасиченого розчину калій нітрату добути насичений.
  8. Як зміниться розчинність вуглекислого газу у воді:
    - а) при підвищенні тиску;
    - б) при підвищенні температури;
    - в) при хімічній взаємодії газу з водою?
  9. Через кілька тижнів в склянці з розсолем кухонної солі на дні утворилися кристали. Яким буде розчин над кристалами:
    - а) розбавленим; б) насиченим; в) перенасиченим; г) ненасиченим?
- Відповідь обґрунтуйте.
10. Чому розтає сніг взимку, якщо посипати його сіллю?
  11. В якому випадку при кип'ятінні води у склянці температура рідини підніметься, якщо:
    - а) накрити склянку кришкою;
    - б) збільшити полум'я спиртівки;
    - в) зменшити полум'я спиртівки;
    - г) додати у воду кухонну сіль?

## **V. Підсумки факультативу (6 хв)**

Проведення бесіди з класом

- 1) Що таке розчин?
- 2) Який вплив різних чинників на процес розчинення?

3) Чому розчинення є хімічним процесом? (Тому що відбувається руйнування одних хімічних зв'язків і утворення інших.)

4) Чому розчинення не є хімічним процесом? (Тому що не відбувається утворення нових речовин.)

5) Поясніть, чому під час розчинення одних речовин теплота виділяється, а інших – поглинається.

б) З яких компонентів складаються розчини?

*Прийом «Закінчи речення»*

- Сьогодні я дізнався ...
- Мені було важко ...
- Мені було незрозуміло ...
- Тепер я знаю, що...

Факультативне заняття з даної теми було проведене вчителем Криворізької Центрально-Міської гімназії Чигрин Л. В. у кабінеті з інформатики з 9-ми класами. Попередньо попіклувавшись про встановлення віртуальної хімічної лабораторії VLab, факультативне заняття відбулось на високому рівні та у не звичній формі для гімназистів. Кожен працював з великим інтересом. Тому це стало передумовою застосування дистанційної ВХЛ на уроці при вивченні теми: «Визначення кислотності середовища за допомогою індикаторів» та «Якісні реакції на найпоширеніші аніони». Їх використання викликало зацікавленість хімією у більшості гімназистів. Таке впровадження цього ресурсу було досить зручним як для гімназистів, так і для вчителів, й така форма подачі навчального матеріалу заслуговує на використання та подальший розвиток (див. Додаток В).

Створені віртуальні лабораторні роботи були також апробовані й вчителями хімії КЗШ № 66, КЗШ №21(див. Додаток Г, та Додаток Д) на різних уроках під час вивчення теми «Розчини».

Створені віртуальні лабораторні роботи були впроваджені у навчальний процес кількох навчальних закладів м. Кривого Рогу протягом 2019 року.

Створені віртуальні лабораторні роботи були апробовані вчителями хімії КЗШ № 66, КЗШ №21, Криворізького Центрально-Міського ліцею й Криворізької Центрально-Міської гімназії під час вивчення теми «Розчини» у 9 класах, про що свідчать отримані від них відгуки (див. Додатки Б–Д). Також, відповідні ВХЛ було особисто впроваджено у навчальний процес Криворізького коледжу Національного авіаційного університету (див. Додаток Е). Результати аналізу педагогічного досвіду вчителів хімії та викладачі висвітлено у відгуках.

### **Висновки до розділу 3**

1. У комплекті завдань, що входить до стандартної версії програми VLab, більшість віртуальних робіт орієнтована на рівень вище, ніж рівень основної школи – профільний, або рівень коледжу та університету. Зміст певної кількості завдань побудований таким чином, що вони являють собою повноцінні навчально-дослідницькі завдання. Наша робота була спрямована, таким чином, на розробку завдань, які можуть бути класифіковані як експериментальні хімічні задачі з теми «Розчини», були узгоджені з навчальною програмою, і у той же час за рівнем складності були доступні для учнів основної школи.

2. Створення віртуальних лабораторних робіт у віртуальній хімічній лабораторії VLab не потребує навичок програмування, оскільки створення та редагування файлів необхідних для роботи ВХЛ можливе як у редакторах нахштатт Блокноту, так і у спеціалізованому редакторі Virtual Lab Authoring Tool, вільно доступному на сайті розробника.

3. Для підтримки навчально-дослідницької діяльності школярів при вивченні хімії у 9 класі нами було створено пробний комплект експериментальних задач з теми «Розчини», який містить сім завдань: «Приготування морської води», «Приготування насичених розчинів різних хімічних сполук», «Прекурсор», «Розбавлення розчинів», «Розділення суміші солей», «Приготування розчину магній сульфату», «Теплові ефекти розчинення». Роботи містять інструкцію для вирішення завдань, та ряд питань,

на які учням треба відповісти. Створений комплект лабораторних завдань доступний для завантаження на сайті Криворізького державного педагогічного університету.

4. Оскільки VLab найбільш придатна для моделювання кількісних хімічних експериментів, але не пристосована для моделювання якісних хімічних експериментів, то, з метою якомога більш повної підтримки навчально-дослідницької діяльності учнів при вивченні теми «Розчини», нами було розроблено та впроваджено дистанційну віртуальну хімічну лабораторію, розміщену на сайті <http://evangelist4.zzz.com.ua> і доступну будь-яким користувачам. Сутність дистанційних віртуальних експериментів полягає у наданні користувачам віддаленого у просторі та часі доступу до реактивів та обладнання реальної хімічної лабораторії.

5. У дистанційній віртуальній лабораторії наразі міститься дві лабораторних роботи: «Визначення рН розчинів за допомогою індикаторів» та «Якісне визначення окремих аніонів». Створення та оприлюднення цих робіт вимагало наявності відеозаписів хімічних експериментів, доступу до сайту та навичок програмування у середовищі Java для компіляції усіх необхідних складових.

6. У якості апробації було створено розробки лабораторного заняття для ЗВО, уроку та факультативного заняття у межах теми «Розчини» із застосуванням розроблених віртуальних лабораторних робіт.

7. Створені віртуальні лабораторні роботи були також незалежно апробовані кількома вчителями хімії шкіл міста під час вивчення теми «Розчини» у 9 класах. Відгуки про відповідне впровадження ВХЛ у навчальний процес цих навчальних закладів представлено у додатках Б–Е.

## ВИСНОВКИ

1. Навчально-дослідницькою діяльністю є процес розв'язування задач, що не мають наперед відомого для учня результату, заснований на творчій діяльності учнів за допомогою методів наукової роботи, у ході якого відбувається аналіз явищ оточуючого світу, з'ясування їх закономірностей та взаємозв'язків. Від проблемного навчання навчально-дослідницька діяльність відрізняється тим, що вимагає активної пізнавальної позиції, заснованої на внутрішньому пошуку відповіді на будь-яке питання, пов'язане з осмисленням і творчим переробленням інформації, дією шляхом «спроб та помилок», а від наукового дослідження вона відрізняється, у першу чергу, результатами – одержанням суб'єктивно нових знань, формуванням дослідницьких умінь та інших рис особистості учнів. Навчально-дослідницька діяльність є невід'ємною складовою якісного навчального процесу, особливо при вивченні дисциплін природничого циклу (хімії, фізики, біології, географії), оскільки надає можливість глибше засвоїти теоретичні знання, отримати навички специфічної практичної діяльності у певній галузі та зрозуміти логіку наукового дослідження, здійснення наукових відкриттів.

2. Однією з найбільш важливих та інтегральних тем у шкільному курсі хімії є тема «Розчини». Під час вивчення теми «Розчини» учні здобувають навичок роботи з хімічними речовинами, посудом (у тому числі мірним), умінь здійснювати спостереження, вимірювання, розрахунки, при цьому залучення елементів дослідницької роботи учнів відбувається дуже органічно і надає можливість попутно розвивати уміння учнів висловлювати припущення, будувати алгоритми їх перевірки, здійснювати експеримент та формулювати висновки.

Саме тому ця тема розглядається нами як найбільш придатна для розвитку навчально-дослідницької діяльності учнів.

3. Віртуальні хімічні лабораторії являють собою програмно-апаратні комплекси, які надають змогу здійснювати хімічні експерименти без

використання користувачем реальних хімічних речовин та обладнання. Віртуальні хімічні лабораторії поділяються на імітаційні та дистанційні. Імітаційні ВХЛ можуть бути представлені як набором незмінних моделей, так і математичними інтерактивними моделями, що мають змогу адекватно відбивати наслідки різноманітних дій користувача. Дистанційні ВХЛ надають віддалений доступ до обладнання реальної лабораторії або у реальному часі, або шляхом відтворення відповідних відеозаписів. Віртуальні хімічні лабораторії є достатньо лабільним засобом навчання, який можна використати практично на будь-якому етапі уроку: на його початку, на етапі засвоєння нових знань, на етапі закріплення знань та на етапі перевірки знань, а також для організації самостійної та домашньої роботи. У випадку правильної організації роботи з ними, учень має змогу виконувати навчальні дослідження практично у будь-який час та у будь-якому місці.

4. Найбільш доцільним способом використання віртуальної хімічної лабораторії VLab при вивченні теми «Розчини» є уведення у навчальний процес віртуальних експериментальних задач, що стосуються процесу розчинення (його енергетичних та кількісних характеристик), процесу дисоціації речовин у розчині та визначенні його рН, а також застосування деяких якісних реакцій, індикаторів тощо. Задачі пов'язані з дослідженням властивостей колоїдних розчинів, перебігу деяких реакцій обміну, добування кристалів, дослідження аналітичних ефектів якісних реакцій, пов'язаних із утворенням осадів, реалізувати у VLab неможливо як через обмеженість можливостей моделювання хімічних явищ у цій програмі, так і через обмеження якості візуального супроводу. Застосування дистанційних віртуальних лабораторій має обмежене значення у випадку проведення кількісних експериментів, але вони можуть бути дуже доречними у випадках, коли необхідно здійснити якісну візуалізацію якісних хімічних експериментів. Комбіноване використання цих двох типів віртуальних хімічних лабораторій практично повністю задовольняє потреби у підтримці навчально-дослідницької діяльності учнів саме під час вивчення теми «Розчини».

ВХЛ можуть бути застосовані при вивченні теми «Розчини» на етапі підготовки до проведення лабораторних робіт; під час вивчення нового матеріалу, як інструмент організації дослідницького підходу; на етапі перевірки знань – як засіб проведення експериментальних задач та практичних робіт.

5. Для підтримки навчально-дослідницької діяльності школярів при вивченні хімії у 9 класі нами було створено пробний комплект експериментальних задач з теми «Розчини», який містить сім завдань: «Приготування морської води», «Приготування насичених розчинів різних хімічних сполук», «Прекурсор», «Розбавлення розчинів», «Розділення суміші солей», «Приготування розчину магній сульфату», «Теплові ефекти розчинення». Роботи містять інструкцію для виконання завдань, та ряд питань, на які учням треба відповісти. Створений комплект лабораторних завдань доступний для завантаження на сайті Криворізького державного педагогічного університету.

Також було розроблено та впроваджено дистанційну віртуальну хімічну лабораторію, розміщену на сайті <http://evangelist4.zzz.com.ua>, сутністю роботи якої полягає у наданні користувачам віддаленого у просторі та часі доступу до реактивів та обладнання реальної хімічної лабораторії. У дистанційній віртуальній лабораторії наразі міститься дві лабораторних роботи: «Визначення рН розчинів за допомогою індикаторів» та «Якісне визначення окремих аніонів». Створений комплект може бути доповнений за рахунок створення нових віртуальних робіт у обох задіяних віртуальних хімічних лабораторіях.

6. Створені віртуальні лабораторні роботи були впроваджені у навчальний процес кількох навчальних закладів м. Кривого Рогу протягом 2019 року. Створені віртуальні лабораторні роботи були апробовані вчителями хімії КЗШ № 66, КЗШ №21, Криворізького Центрально-Міського ліцею й Криворізької Центрально-Міської гімназії під час вивчення теми «Розчини» у 9 класах, про що свідчать отримані від них відгуки. Також, відповідні ВХЛ було особисто впроваджено у навчальний процес Криворізького коледжу Національного авіаційного університету.



## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Frequently Asked Questions [Electronic resource]. – Access mode : <http://chemcollective.org/help/FAQ>
2. Gros N. Analytical Chemistry for Schools [Electronic resource] / Nataša Gros ; Univerza v Ljubljani, Faculty of Chemistry and Chemical Technology. – May, 2009. – Access mode : <http://www.fkkt.uni-lj.si/attachments/4554/kizo206en.pdf>
3. Introduction [Electronic resource]. – Access mode : [http://chemcollective.org/about\\_us/introduction](http://chemcollective.org/about_us/introduction)
4. Introduction for Instructors [Electronic resource]. – Access mode : <http://chemcollective.org/teachers/introforInstructors>
5. Model ChemLab [Electronic resource] / Model Science Software. – Access mode : <http://modelscience.com/products.html>.
6. Nechypurenko P. Using the Cloud-Oriented Virtual Chemical Laboratory VLab in Teaching the Solution of Experimental Problems in Chemistry of 9th Grade Students [Electronic resource] / Pavlo Nechypurenko, Tetiana Selivanova, Maryna Chernova // ICTERI 2019: ICT in Education, Research and Industrial Applications. Integration, Harmonization and Knowledge Transfer : Proceedings of the 15th International Conference on ICT in Education, Research and Industrial Applications. Integration, Harmonization and Knowledge Transfer. Volume II: Workshops. Kherson, Ukraine, June 12-15, 2019 / Edited by : Vadim Ermolayev, Frédéric Mallet, Vitaliy Yakovyna, Vyacheslav Kharchenko, Vitaliy Kobets, Artur Kornilowicz, Hennadiy Kravtsov, Mykola Nikitchenko, Serhiy Semerikov, Aleksander Spivakovsky. – (CEUR Workshop Proceedings, Vol. 2393). – P. 968-983. – Access mode : [http://ceur-ws.org/Vol-2393/paper\\_329.pdf](http://ceur-ws.org/Vol-2393/paper_329.pdf)
7. Robinson J. Virtual Laboratories as a teaching environment: A tangible solution or a passing novelty? [Electronic resource] / Robinson, Jamie // 3rd Annual CM316 Conference on Multimedia Systems, based at Southampton University. – 2003. – Access mode : <http://mms.ecs.soton.ac.uk/mms2003/papers/5.pdf>.

8. Virtual Lab [Electronic resource] / ChemCollective. – Access mode : <http://chemcollective.org/vlabs>

9. Yaron D. The ChemCollective – Virtual Labs for Introductory Chemistry Courses / David Yaron, Michael Karabinos, Donovan Lange, James G. Greeno and Gaea Leinhardt // Science. – 30 Apr 2010. –Vol. 328, Issue 5978. – P. 584-585.

10. Антонова С. Ю. Управление учебно-исследовательской деятельностью старшеклассников в современных социокультурных условиях: дис. ... канд. пед наук: спец. 13.00.01 «Общая педагогика, история педагогики и образования» / С. Ю. Антонова. – Бийск, 2009. – С 8.

11. Аронець М. К. «Організація самостійної роботи учнів на уроці хімії» з досвіду роботи вчителя хімії та біології Марії Костянтинівни спеціаліста вищої категорії, вчителя-методиста Сторожинецької ЗОШ І-ІІ ст.№3 [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <http://bibl.com.ua/fizika/12453/index.html>.

12. Байзулаева О. Л. Развитие учебно-исследовательской деятельности учащихся профильных классов лицея на основе интегративно-личностного подхода : автореф. дис. ... канд. пед. наук / Байзулаева Ольга Леонидовна. – Магнитогорск, 2010. – С. 23.

13. Белов П. С. Формирование химических компетенций обучаемых на практических занятиях по химии : дис. ... канд. пед. наук / Белов Павел Семенович. – Москва, 2013. – 20 с.

14. Биков В. Ю. Дистанційна освіта: актуальність, особливості і принципи побудови, шляхи розвитку та сфера застосування: монографія / Валерій Юрьевич Биков – Київ : Атіка, 2005. – С. 77-92.

15. Бурчак Л. В. Формування дослідницької компетентності майбутнього вчителя хімії в системі вищої освіти : автореф. дис. ... канд. пед. наук / Л. В. Бурчак. – Полтава, 2011. – С. 20.

16. Гончаренко С. У. Український педагогічний словник / С. У. Гончаренко. – Київ : Либідь, 1997. – С. 376.

17. Грабовий А. К. Навчальний хімічний експеримент у класах профільного навчання / Андрій Кирилович Грабовий // Педагогічні науки. Профільна освіта : зб. наук. праць. – Ч. 1. – Суми: СумДПУ імені А. С. Макаренка, 2009. – С. 31-39.

18. Грушко И. М. Основы научных исследований : [учебное пособие для студентов технических вузов] / И. М. Грушко, В. М. Сиденко. – 3-е изд., переработанное и дополненное. – Харьков : Выща школа : Издательство при Харьковском государственном университете, 1983. – 223 с.

19. Далингер В. А. Организация и содержание поисково-исследовательской деятельности учащихся по математике : [учеб. пособ.]. / В. А. Далингер, В. Н. Толпекина. – Омск : Изд-во ОмГПУ, 2004. – 263 с.

20. Дементьева И. В. Формирование проектно-исследовательской компетенции учащихся старших классов : автореф. дис. ... канд. пед. наук : / И. В. Дементьева. – Челябинск, 2013. – 27 с.

21. Деркач Т. М. Інформаційні технології у викладанні хімічних дисциплін : [навчально-методичний посібник для студентів вищих навчальних закладів]. – Дніпропетровськ : Видавництво ДНУ, 2008. – 335 с.

22. Дубовик О. А. Навчальні програми курсів за вибором та факультативів з хімії: Варіативна складова Типових навчальних планів 5-12 класи. / Дубовик О.А., Фіцайло С.С. – Тернопіль : Мандрівець. 2010. – 272 с.

23. Дударева В. И. Учебно-исследовательская работа студента : учебное пособие / В. И. Дударева, Т. А. Панюкова. – Челябинск : Издательство ЮУрГУ, 2004. – 76 с

24. Жук Ю. О. Дослідницька компетентність у межах комп'ютерно орієнтованої діяльності старшокласника / Жук Ю. О. // Анотовані результати науково-дослідної роботи Інституту педагогіки НАПН України за 2012 рік : наукове видання / Інститут педагогіки. – Київ., 2013. – С. 89-90.

25. Заболотний О. В. Формування дослідницьких умінь учнів у процесі вивчення синтаксису української мови [Електронний ресурс] / Олександр Вікторович Заболотний. – Режим доступу до ресурсу:

<http://refs.in.ua/formuvannya-doslidnickeh-umine-uchniv-u-procesi-vivchennya-si.html>.

26. Зими́на А. И. Методика эффективного использования цифровых лабораторий на уроках химии в общеобразовательной школе : автореф. дис. ... канд. пед. наук / А. И. Зими́на. – Москва, 2012. – С. 21.

27. Каялі́на С. В. Розвиток пізнавальної самостійності учнів засобами комп'ютерної техніки на уроках хімії : автореф. дис. ... канд. пед. наук : / С. В. Каялі́на. – Київ, 2004. – С. 21.

28. Клещёва И. В. Организация учебно-исследовательской деятельности учащихся при изучении математики: автореферат дис. ... канд. пед. наук / И. В. Клещёва. – Санкт-Петербург, 2003. – С. 18.

29. Козя́р О. С. Навчально-дослідницька діяльність як засіб формування творчості учнів [Електронний ресурс] / Оксана Станіславівна Козя́р. – Режим доступу до ресурсу : [http://ru.osvita.ua/school/lessons\\_summary/edu\\_technology/49578/](http://ru.osvita.ua/school/lessons_summary/edu_technology/49578/)

30. Конверський А. Є. Основи методології та організації наукових досліджень: Навч. посіб. для студентів, курсантів, аспірантів і ад'юнтів: монографія / Конверський Анатолій Євгенович — Київ: Центр учбової літератури, 2010. – С. 352.

31. Крива М. В. Формування творчої особистості учня в процесі дослідницької діяльності / М. В. Крива // Проблеми сучасної педагогічної освіти. Педагогіка і психологія. – 2013. – Вип. 39(3). – С. 188-194.

32. Лакоба С. Є. Методика викладання хімії в умовах сучасної школи: посібник / С. Є. Лакоба, Л. Я. Толкач. – Гродно: ГрГУ, 2011. – 111 с.

33. Лёвкин А. Н. Технология проектирования и применения компьютерных обучающих программ по химии для средней школы на основе имитационного моделирования : дис. ... канд. пед. наук : / А. Н. Лёвкин. – Санкт-Петербург, 2002. – С. 225.

34. Липова Л. А. Особливості навчальної діяльності в профільних класах / Л. А. Липова, Л. В. Морозова, І. О. Філоненко // Шлях освіти. – 2006. – № 1. – С. 35-41.

35. Лихачев В. Н. Компьютерные модели в школьном курсе химии : автореф. дис. ... канд. пед. наук / В. Н. Лихачев. – Москва, 2003. – С. 15.

36. Лиходеева Г. В. Навчально-дослідницькі уміння та дослідницька діяльність учнів у психолого-педагогічній літературі / Г. В. Лиходеева // Дидактика математики : проблеми і дослідження : міжнародний зб. наук. праць. – Бердянськ, 2007. – Вип. 27. – С. 89-94.

37. Літовка Т. В. Робоча навчальна програма ККНАУ з навчальної дисципліни «Природничі науки: хімія» / Т. В. Літовка. – Кривий Ріг, 2018. – 11 с.

38. Миндеева Е. О. Организация учебно-исследовательской деятельности по географии учащихся профильной школы : автореф. дис. ... канд. пед. наук / Е. О. Миндеева. – Санкт-Петербург, 2010. – 18 с..

39. Недодатко Н. Г. Формування навчально-дослідницьких умінь старшокласників: дис. ... канд. пед. наук : / Н. Г. Недодатко. – Харків, 2000. – 24 с.

40. Нефедова Т. В. Развитие исследовательских умений учащихся с задержкой психического развития на уроках химии : автореф. дис. ... канд. пед. наук : / Т. В. Нефедова – Москва, 2012. – 23 с.

41. Нечипуренко П. П. Навчально-дослідницька діяльність учнів з хімії у профільній школі як засіб формування дослідницьких компетентностей / П. П. Нечипуренко // Новітні комп'ютерні технології. – Кривий Ріг : Видавничий центр ДЗВО «Криворізький національний університет», 2016. – Том XIV. – С. 135-136.

42. Нечипуренко П. П. Теоретико-методичні засади використання інформаційно-комунікаційних технологій як засобу формування дослідницьких компетентностей старшокласників у профільному навчанні хімії: монографія / П. П. Нечипуренко, С. О. Семеріков, Л. І. Томіліна // Теорія та методика

електронного навчання. – Кривий Ріг : Видавничий відділ ДЗВО «Криворізький національний університет», 2018. – Том IX. – Випуск 1 (9) : спецвипуск «Монографія в журналі». – 350 с. : іл.

43. Новиков А. М. Методология научного исследования : учебно-методическое пособие / А. М. Новиков, Д. А. Новиков. – Москва : Либроком, 2010. – 281 с.

44. Обухів А. С. Розвиток дослідницької діяльності учнів : монографія / Анатолій Степанович Обухів. – Москва: «Прометей», 2006. – 224 с.

45. Панченко Л. Ф. Віртуальні лабораторії для майбутніх хіміків / Л. Ф. Панченко // Современные проблемы и пути их решения в науке, транспорте, производстве и образовании 2008 : сб. науч. тр. по материалам междунар. науч.-практ. конф. – Т. 17. Педагогика, психология и социология. – Одесса : Черноморье, 2008. – С. 17-18.

46. Про вищу освіту: Закон України від 01.07.2014 № 1556-VII // Відомості Верховної Ради України [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://zakon4.rada.gov.ua/laws/show/1556-18>

47. Про затвердження Державного стандарту базової і повної загальної середньої освіти : Постанова № 1392 [Електронний ресурс] / Кабінет Міністрів України. – 23 листопада 2011 р. – Режим доступу : <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/1392-2011-п#n9>.

48. Про Національну стратегію розвитку освіти в Україні на період до 2021 року : Указ № 344/2013, Стратегія [Електронний ресурс] / Президент України. – 25.06.2013. – Режим доступу : <http://zakon4.rada.gov.ua/laws/show/344/2013>.

49. Пустовіт Г. П. Дослідницька діяльність дітей та учнівської молоді / Г. П. Пустовіт // Енциклопедія освіти / Головний редактор В. Г. Кремень ; Академія педагогічних наук України. – К. : Юрінком Інтер, 2008. – С. 236-237.

50. Рассказова Ж. В. Формирование исследовательской компетентности обучающихся 8-9 классов в условиях общеобразовательной организации : автореф. дис. ... канд. пед. наук : / Ж. В. Рассказова. – Владикавказ, 2014. – 22 с.

51. Савенков, А. И. Психологічні основи дослідницького підходу до навчання: навчальний посібник/А.И. Савенков. – Москва: Ось - 89, 2006. – 480 с.

52. Сагакянц А. Б. Особенности организации исследовательской деятельности школьника в области естественных наук [Электронный ресурс] / Александр Борисович Сагакянц. – Режим доступа : [http://nauka.sfedu.ru/danui/files/Article\\_Sagacianc-1.doc](http://nauka.sfedu.ru/danui/files/Article_Sagacianc-1.doc).

53. Трухин А. В. Об использовании виртуальных лабораторий в образовании // Открытое и дистанционное образование. – 2002. – № 4 (8). – С. 67-69.

54. Федотова Н. А. Развитие исследовательской компетентности старшеклассников в условиях профильного обучения : дис.... канд. пед. наук : / Н. А. Федотова. – Улан-Удэ, 2010. – 181 с.

55. Хімія 7-9 класи: Навчальна програма для загальноосвітніх навчальних закладів [Електронний ресурс] Міністерство освіти і науки України 2017. – Режим доступу :

<https://mon.gov.ua/storage/app/media/zagalna%20serednya/programy-5-9-klas/onovlennya-12-2017/10-ximiya-7-9.doc>

56. Чайков С. Г. Методика обучения учащихся решению химических задач с использованием информационных технологий : дис. ... канд. пед. наук : / С. Г. Чайков. – Москва., 2004. – 197 с.

57. Шабанова Ж. В. Становление исследовательской компетентности старшеклассников в процессе информатизации образования : автореф. дис. ... канд. пед. наук : / Ж. В. Шабанова. – Саранск, 2009. – 18 с.

58. Шашенкова Е. А. Исследовательская деятельность : словарь / Автор-составитель Е. А. Шашенкова. – Москва : Перспектива, 2010. – 88 с.

## ДОДАТКИ

## Додаток А

```

<!-- TITLE --> <title>Chemistry</title> Назва блоку лабораторної
                роботи
<!-- FAVICON --> Зовнішній вигляд кнопок та їх розташування
<link rel="apple-touch-icon" sizes="180x180" href="favicons/apple-touch-
                icon.png">
<link rel="icon" type="image/png" sizes="32x32" href="favicons/favicon-
                32x32.png">
<link rel="icon" type="image/png" sizes="16x16" href="favicons/favicon-
                16x16.png">
<link rel="manifest" href="favicons/site.webmanifest">
<link rel="mask-icon" href="favicons/safari-pinned-tab.svg"
                color="#5bbad5">
<link rel="shortcut icon" href="favicons/favicon.ico">
<!-- STYLES --> <link rel="stylesheet"
                href="scss/main.css"></head><body>
<div class="main-block"> <!-- PANEL --> <div class="panel">
                Назви кнопок розміщених зверху
                <div class="panel-top js-panelButtons">
                <button data-liquor="1">Фенолфталеїн</button>
                <button data-liquor="2">Метилоранж</button>
                <button data-liquor="3">Лакмоід</sub></button>
                <button data-liquor="4">Природний індикатор</button>
                <button data-liquor="5">Конго червоний</button>
                <button data-liquor="6">Бромкрезоловий пурпурний</button>
                </div> <div class="panel-middle">
                <div class="panel-active js-panelActiveElements">

```



```

    <div class="active-element top" data-
liquor>H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub></div>
    <div class="separator">+</div>
    <div class="active-element bottom" data-indicator>Индикатор №2</div>
</div>
    <div class="panel-middle__buttons js-panelShowButtons">
        <i>Назви кнопок розміщених посереді</i>
        <button class="btn-show" data-show disabled>Показати</button>
        <button class="btn-reset" data-reset disabled>Очистити</button>
    </div>
        <i>Назви кнопок розміщених знизу</i>
</div>
    <div class="panel-bottom js-panelButtons">
        <button
data-indicator="A">Розчин №1</button>
        <button data-
indicator="B">Розчин №2</button>
        <button data-
indicator="C">Розчин№3</button>
        <button data-indicator="D">Розчин
№4</button>
        <button data-indicator="E">Розчин №5</button>
    </div>

```

## Додаток Б

Відгук  
щодо впровадження віртуальних хімічних лабораторій  
у навчальний процес  
Криворізького Центрально-Міського ліцею

Лабораторні роботи для теми «Розчини», розроблені Євангеліст О. О. у віртуальній хімічній лабораторії VLab, були задіяні під час вивчення відповідної теми у 9Б класі Криворізького Центрально-Міського ліцею. Більша частина цих робіт була винесена на самостійне опрацювання учнів вдома із подальшою перевіркою результатів їх виконання на уроці.

Віртуальні хімічні лабораторні роботи сплановані достатньо якісно, відповідають змісту навчальної програми з хімії, а їх використання викликало інтерес у переважної більшості учнів.

Також, під час уроків було застосовано дистанційну віртуальну хімічну лабораторну роботу «Визначення кислотності середовища за допомогою індикаторів» та «Якісні реакції на найпоширеніші аніони». Використання цього ресурсу було досить зручним як для учнів, так і для вчителя, і така форма подачі навчального матеріалу заслуговує на використання та подальший розвиток.

У цілому розробки віртуальних хімічних лабораторій, здійснені Євангеліст О. О., слід оцінити позитивно з точки зору їх відповідності потребам загальноосвітніх навчальних закладів.

01.11.2019 р.

Вчитель хімії

Криворізького Центрально-Міського ліцею



*Н. О. Бондаренко*  
Бондаренко Н. О.

## Додаток В

### Відгук

щодо впровадження віртуальних хімічних лабораторій  
у навчальний процес  
Криворізької Центрально-Міської гімназії

Лабораторні роботи для теми «Розчини», розроблені Євангеліст О. О. у віртуальній хімічній лабораторії VLab, були задіяні під час вивчення відповідної теми у 9 класі Криворізької Центрально-Міської гімназії. Більша частина цих робіт була винесена на самостійне опрацювання гімназистів вдома із подальшою перевіркою результатів їх виконання на уроці.

Використання віртуальних хімічних лабораторних робіт викликало інтерес у більшості гімназистів. Кожна з них спланована достатньо якісно та цілком відповідає змісту навчальної програми з хімії.

Під час уроків було застосовано дистанційні віртуальні хімічні лабораторні роботи при вивченні теми: «Визначення кислотності середовища за допомогою індикаторів» та віртуальну лабораторію «Якісні реакції на найпоширеніші аніони». Таке впровадження цього ресурсу було досить зручним як для гімназистів, так і для вчителя, й така форма подачі навчального матеріалу заслуговує на використання та подальший розвиток.

У цілому розробки віртуальних хімічних лабораторій, здійснені Євангеліст О. О., слід оцінити на високому рівні з точки зору їх відповідності потребам загальноосвітніх навчальних закладів.

Директор гімназії



Вчитель хімії КЦМГ

28.10.2019 р

Євгенія Хабло

Людмила Чигрина

## Додаток Г

Україна	
Дніпропетровська обл.	
50051 м. Кривий Ріг	
вул. Вокзальна, 6	
КРИВОРІЗЬКА ЗАГАЛЬНООСВІТНЯ	
ШКОЛА І-ІІІ СТУПЕНІВ № 66	
КРИВОРІЗЬКОЇ МІСЬКОЇ РАДИ	
ДНІПРОПЕТРОВСЬКОЇ ОБЛАСТІ	
Ідентифікаційний код 33355743	
Р/р	_____
у	_____
№	439 від 03.12.19
на №	_____ від _____
тел. 23-84-83	

## Відгук

щодо впровадження віртуальних хімічних лабораторій  
у навчальний процес  
Криворізької загальноосвітньої школи № 66

Лабораторні роботи для теми «Розчини», розроблені Євангеліст О. О. у віртуальній хімічній лабораторії VLab, були задіяні під час вивчення відповідної теми у 9 класі Криворізької загальноосвітньої школи № 66. Більша частина цих робіт була винесена на самостійне опрацювання учнів вдома із подальшою перевіркою результатів їх виконання на уроці.

Віртуальні хімічні лабораторні роботи сплановані достатньо якісно, відповідають змісту навчальної програми з хімії, а їх використання викликало інтерес у переважної більшості учнів.

Також, під час уроку було застосовано дистанційну віртуальну хімічну лабораторну роботу «Визначення кислотності середовища за допомогою індикаторів». Використання цього ресурсу було досить зручним як для учнів, так і для вчителя, і така форма подачі навчального матеріалу заслуговує на використання та подальший розвиток.

У цілому розробки віртуальних хімічних лабораторій, здійснені Євангеліст О. О., слід оцінити позитивно з точки зору їх відповідності потребам загальноосвітніх навчальних закладів.

19.11.2019 р.



Вчитель хімії КЗШ №66  
Мантуленко Т. В.

## Додаток Д

Україна
Дніпропетровська обл.
50049, м. Кривий Ріг
бульв. Спаська, 8 А
КРИВОРІЗЬКА ЗАГАЛЬНООСВІТНЯ
ШКОЛА І-ІІІ СТУПЕНЬ № 21
КРИВОРІЗЬКОЇ МІСЬКОЇ РАЙОН
ДНІПРОПЕТРОВСЬКОЇ ОБЛАСТІ
Ідентифікаційний код 33355335
Р/р _____
У _____
№ _____ 2019 р.
на № _____ 2019 р.

Відгук

щодо впровадження віртуальних хімічних лабораторій  
у навчальний процес  
Криворізької загальноосвітньої школи № 21

Лабораторні роботи з теми «Розчини», розроблені Євангеліст О. О. у віртуальній хімічній лабораторії VLab, були залучені під час вивчення відповідної теми у 9 класі Криворізької загальноосвітньої школи № 21. Більшу частину цих робіт було винесено на самостійне опрацювання учнів вдома із подальшою перевіркою результатів їх виконання на уроці.

Віртуальні хімічні лабораторні роботи повністю відповідають змісту навчальної програми з хімії, кожна робота спланована якісно. Більшості учнів сподобались віртуальні лабораторії, тому що їм було цікаво та вони легше засвоїли матеріал.

Також, під час уроку було застосовано дистанційну віртуальну хімічну лабораторну роботу «Визначення кислотності середовища за допомогою індикаторів» та «Якісні реакції на найпоширеніші аніони». Зручність у використанні цього ресурсу є очевидною як для учнів, так і для вчителя. Тому, такий виклад навчального матеріалу заслуговує на використання та подальший розвиток.

У цілому розробки віртуальних хімічних лабораторій, здійснені Євангеліст О. О., слід оцінити позитивно з точки зору їх відповідності потребам загальноосвітніх навчальних закладів.

29.10.19 р.



Вчитель хімії КЗШ №21

Кот Тетяна Юріївна

## Додаток Е

Відгук  
щодо впровадження віртуальних хімічних лабораторій  
у навчальний процес  
Криворізького коледжу Національного авіаційного університету

Лабораторні роботи для теми «Розчини», розроблені Євангеліст О. О. у віртуальній хімічній лабораторії VLab, були задіяні на першому курсі Криворізького коледжу Національного авіаційного університету, під час вивчення тем: «Сульфатна кислота. Сульфати. Нітратна та ортофосфатна кислоти. Нітрати та ортофосфати. Карбонатна кислота. Карбонати.», «Хімічні властивості сульфатної кислоти. Виявлення сульфат-іона.», «Добування амоніаку. Вивчення його властивостей. Солі амонію.», «Добування Карбон(IV)оксиду і вивчення його властивостей. Взаємоперетворення карбонатів і гідрогенкарбонатів.» тощо, оскільки багато з них пов'язані з темою «Розчини». Більша частина цих робіт була винесена на самостійне опрацювання курсантів вдома із подальшою перевіркою результатів їх виконання на парі.

Віртуальні хімічні лабораторні роботи сплановані достатньо якісно, відповідають змісту навчальної програми з хімії, а їх використання викликало інтерес у переважної більшості курсантів.

Також, під час пари було застосовано дистанційну віртуальну хімічну лабораторну роботу «Визначення кислотності середовища за допомогою індикаторів» та «Якісні реакції на найпоширеніші аніони». Використання цього ресурсу було досить зручним як для курсантів, так і для викладача, і така форма подачі навчального матеріалу заслуговує на використання та подальший розвиток.

У цілому розробки віртуальних хімічних лабораторій, здійснені Євангеліст О. О., слід оцінити позитивно з точки зору їх відповідності потребам загальноосвітніх навчальних закладів.

23.10.2019 р.



Викладач хімії  
Тихоступ В. В.