

ПРОВЕДЕННЯ ХІМІЧНОГО ЕКСПЕРИМЕНТУ З ЕЛЕМЕНТАМИ STEM-ОСВІТИ ПРИ ПІДГОТОВЦІ УЧИТЕЛІВ ХІМІЇ

CONDUCTING A CHEMICAL EXPERIMENT WITH ELEMENTS OF STEM EDUCATION IN THE TRAINING OF CHEMISTRY TEACHERS

Стаття присвячена актуальній проблемі застосування цифрових технологій в освітньому процесі для підготовки майбутніх учителів хімії до проведення хімічного експерименту з елементами STEM-освіти.

У роботі проаналізовано стрімкий розвиток STEM-технологій у закладах загальної середньої освіти й недостатню підготовку вчителів до реалізації такої діяльності в коректному її прояві. Звернено увагу на необхідність підготовки майбутніх учителів хімії до впровадження STEM-експерименту як ефективного методу формування пізнавального інтересу в учнів для вивчення природничих наук, зокрема хімії, під час участі в проєктній діяльності.

У статті викладено можливості освітніх мобільних додатків для проведення хімічного експерименту, зокрема в напрямі вивчення оптичних властивостей забарвлених розчинів.

Описано методику проведення експерименту для визначення концентрації забарвлених розчинів на прикладі калій дихромату ($K_2Cr_2O_7$) засобами мобільного додатку "ShoeBox Spectrophotometer".

Наведено структуру розробленої установки й особливості її оптимального функціонування для проведення хімічного експерименту й отримання достовірних результатів дослідження.

Експериментально перевірено можливості мобільного додатку "ShoeBox Spectrophotometer" для проведення хімічних досліджень у напрямі STEM-освіти з дослідженням оптичних властивостей забарвлених розчинів і встановлення їх концентрацій. Описано одержані результати проведеного дослідження та визначено можливості й перспективи застосування мобільних додатків в освітньому процесі під час проведення хімічного експерименту як альтернативних засобів дорогому лабораторному спеціалізованому обладнанню для реалізації STEM-проєктів у закладах освіти.

Ключові слова: STEM-освіта, мобільні додатки, хімічний експеримент, освітній процес.

The article is devoted to the topical problem of using digital technologies in the educational process to prepare future chemistry school teachers for conducting a chemical experiment with elements of STEM education.

The paper analyzes the rapid development of STEM-technologies in general secondary education institutions and the insufficient training of teachers to implement such activities in its correct manifestation. The attention is drawn to the need in preparing future teachers of chemistry for the implementation of STEM-experiment as an effective method of forming cognitive interest in students to study natural sciences, including chemistry during participation in project activities.

The article highlights the possibilities of educational mobile applications for conducting a chemical experiment, in particular, in the direction of studying the optical properties of colored solutions. The method of conducting an experiment to determine the concentration of colored solutions on the example of potassium dichromate ($K_2Cr_2O_7$) using the mobile application "Shoe-Box Spectrophotometer" is described.

The structure of the developed installation and features of its optimal functioning for performing a chemical experiment and obtaining reliable research results are given.

The possibilities of the mobile application "Shoe-Box Spectrophotometer" for chemical research in the direction of STEM-education, with the study of the optical properties of colored solutions and the establishment of their concentrations were experimentally tested.

The results of the study are described and the possibilities and prospects of using mobile applications in the educational process during a chemical experiment as an alternative to expensive specialized laboratory equipment for the implementation of STEM projects in educational institutions are identified.

Key words: STEM-education, mobile applications, chemical experiment, educational process.

УДК 373.5.016:54]:004
DOI <https://doi.org/10.32843/2663-6085/2022/43/1.8>

Грановська Т.Я.,

канд. пед. наук,
викладач кафедри хімії
Харківського національного
педагогічного університету
імені Г.С. Сковороди

Сидоренко О.В.,

канд. техн. наук, доцент,
завідувач кафедри хімії
Харківського національного
педагогічного університету
імені Г.С. Сковороди

Лукшин І.В.,

студент магістратури факультету
природничої, спеціальної і
здоров'язбережувальної освіти
Харківського національного
педагогічного університету
імені Г.С. Сковороди

Постановка проблеми в загальному вигляді.

Постійні зміни й глобальні перетворення в освіті спрямовують на поширення та набуття популярності STEM-освіти, яка націлює на пошук нових способів проведення хімічного експерименту й обробки даних. Останнім часом стає помітним збільшення інформації щодо реалізації шкільних STEM-проєктів, які далі потребують поширення та розвитку. Як показує практика, натеper переважають проєкти з використанням підручних засобів і виготовлення поробок, але саме значення аббревіатури STEM (наука, технології, інженерія, математика) говорить про поєднання конкретних складових частин, які мають логічно поєднуватись для створення кінцевого продукту. Проте саме в шкільній освіті спостерігається нехтування окремими

складовими частинами, зокрема використанням технологій і математичних обчислень результатів. Через те, що зазначений підхід в освіті набирає обертів, існує потреба в підготовці майбутніх учителів, які б дійсно впроваджували такі проєкти якісно й цікаво для учнів.

Аналіз останніх досліджень і публікацій.

О. Окулова досліджувала проблеми впровадження STEM-освіти в навчальний процес із хімії через призму мотивування учнів до вивчення хімії [1], О. Костюк розглядала реалізацію проблемного навчання через впровадження STEM-освіти або її елементів на уроках хімії [2], І. Пахолук пропонує у своїй педагогічній діяльності STEM-орієнтований підхід через застосування STEM-квестів, STEM-екскурсій, під час яких використовуються

інтерактивні вправи [3], Ю. Пахомов розглядав технології доповненої реальності як метод впровадження STEM-освіти під час вивчення хімії [4].

Виділення не вирішених раніше частин загальної проблеми.

Зважаючи на вище зазначене, актуальним завданням стає навчити студентів хімічного профілю відшукувати нові технології та втілювати цікаві ідеї в STEM-проекти. Викладання хімічних дисциплін у закладах вищої освіти теж потребує модернізації. Старі класичні методи викладання втрачають свою актуальність і вплив на сучасного студента, а можливість «німого споглядання» стає нормою. Саме тому, щоб не втратити студента, а навпаки – зацікавити його до реальної взаємодії, необхідний пошук і застосування нових методів і форм роботи, які зможуть активізувати діяльність студентів і вивести їх на більш творчий рівень. У такому випадку проєктна діяльність стає можливістю сприяння студентській активності й прояву ініціативності.

Мета статті – проаналізувати наявні мобільні додатки, які доцільно застосовувати для хімічного експерименту в контексті реалізації STEM-освіти, і перевірити можливості мобільного додатку “ShoeBox Spectrophotometer” для дослідження оптичних властивостей забарвлених розчинів.

Виклад основного матеріалу дослідження.

На наш погляд, сприяти активній проєктній діяльності можливо із застосуванням мобільних технологій, зокрема з використанням мобільних освітніх додатків для хімічного експерименту.

Аналіз різноманіття мобільних додатків показує, що їх асортимент постійно збільшується та якість покращується, що дозволяє використовувати їх для серйозних досліджень під час вивчення різних процесів та явищ природничих наук (біології, фізики, географії, екології, хімії).

Освітні мобільні додатки можна використовувати для проведення різних вимірювань (температури, оптичних властивостей, швидкості, сили звуку, якості забруднення повітря, концентрації речовин тощо) завдяки наявності цифрових датчиків у смартфонах і планшетах [5].

Особливо цікавими будуть саме дослідження хімічних процесів, які супроводжуються певними вимірюваннями й проведенням реальних експериментів із використанням спеціального або специфічного обладнання.

До таких експериментів можна віднести дослідження оптичних властивостей забарвлених розчинів. Такі дослідження можливі за наявності спеціального лабораторного обладнання (спектрофотометра або фотоелектроколориметра), проте реалізація STEM-освіти дозволяє використовувати альтернативні інструменти, якими є мобільні освітні додатки.

Аналіз мобільних додатків на сайті Google Play продемонстрував, що для визначення оптичних

властивостей речовин доцільно використовувати такі мобільні додатки:

– “Aspectra” – це система програм із використанням Android пристроїв та деякого додаткового обладнання, призначених для спостереження, відтворення та аналізу спектра світла [6];

– “PhotoMetrix PRO” – це мобільний додаток для створення однолінійної кореляції в одновимірному аналізі, головних компонентів (PCA та HCA) для багатовимірного аналізу й частково найменших частинок (PLS) для багатовимірного калібрування. Дані збираються за допомогою основної камери мобільного пристрою та змінюються на гістограми в RGB форматі [7];

– “Colorimeter” – це мобільний додаток, що дозволяє робити знімки кольорових об’єктів, отримувати дані про їх колір і багато іншого. Додаток може проводити вимірювання зразків майже будь-де в один клік, тому аналіз об’єкту проводиться за секунди. Робота додатку відбувається на основі наведення камери на досліджуваний об’єкт, після чого обробляються дані в системі RGB (додаток працює у видимому спектрі реального часу за довжини хвилі від 400 до 700 нм) [8];

– “Spectrophotometer Detector” – мобільний додаток для вимірювання інтенсивності світлового потоку. Його створено для допомоги під час вимірювання світла, яке поглинається чи пропускається речовиною. Програма активно використовує закон Ламберта-Бера для розрахунку поглинання світла від джерела світла [9];

– “ShoeBox Spectrophotometer” – це мобільний додаток, що дозволяє використовувати смартфон як аналізатор світлового потоку, який потрапляє до датчика світла на смартфоні. Додаток математично обчислює зміни в абсорбції світла й може розраховувати значення (коефіцієнт) абсорбції [10; 11].

З огляду на можливості мобільних додатків було прийнято рішення дослідити оптичні властивості забарвлених розчинів, а саме визначити значення концентрації розчину калій дихромату ($K_2Cr_2O_7$).

Для проведення дослідження необхідно було зробити спеціальну установку, яка складалася з коробки з-під взуття, обклеєної папером чорного кольору, з кришкою для запобігання потрапляння зайвого світла в саму установку. Коробку було зафіксовано за допомогою клейкої двосторонньої стрічки до столу.

На стінці коробки було вирізано отвір для монтування смартфона та його фіксації таким чином, щоб лише його частина з датчиком-аналізатором світла була в коробці, а інша частина смартфона з екраном – зовні коробки.

Далі було закріплено штучне джерело світла (лазер синього кольору $\lambda = 405$ нм) так, щоб його промінь чітко потрапляв в аналізатор

світла на смартфоні. Після закріплення лазерної указки її промінь світла наводився на датчик смартфона.

Потім слід було встановити кювету, яка має знаходитись між джерелом світла й датчиком світла смартфона таким чином, щоб світло лазерної указки могло без перешкод пройти крізь неї та потрапити в датчик аналізатора світла. Для закріплення та фіксації лазерної указки й кювети використовувався міцний пінопласт, який було зручно обробляти для конструювання підставок-тримачів завдяки його пластичності й пружності.

Усе обладнання в установці було міцно й надійно закріплено в корпусі й правильно налаштовано, що зумовило точність та якість вимірювань та отримання достовірних результатів експериментального дослідження (рис. 1).

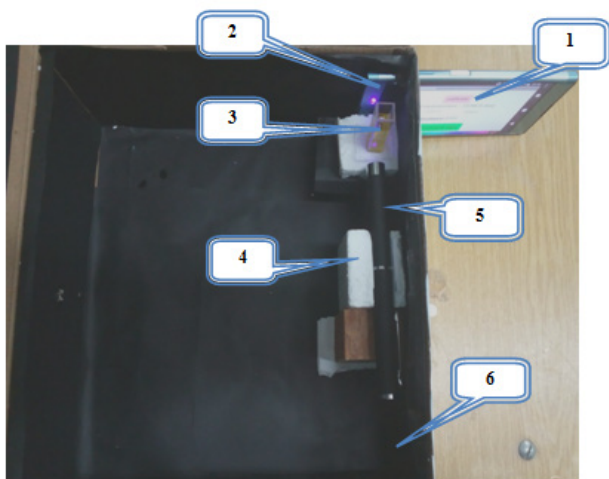


Рис. 1. Установка для здійснення вимірювання оптичних властивостей розчину:

- 1 – смартфон з активованим в ньому додатком для визначення абсорбції;
- 2 – датчик-аналізатор світлового потоку;
- 3 – кювета з розчином на підставці з пінопласту;
- 4 – підставка для лазерної вказівки з пінопласту;
- 5 – лазерна вказівка (синій лазер, $\lambda = 405 \text{ нм}$);
- 6 – корпус установки, обклеєний папером чорного кольору.

Оптимальним світлом для розчинів $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ можна вважати світлофільтри, які мають діапазон довжини хвиль від 340 нм до 440 нм (спектр фіолетового світла).

Абсорбція розчинами світлового потоку має пряму залежність від їх концентрації та кольорової градації: чим вища концентрація розчину, тим більша абсорбція (коефіцієнт світлопоглинання). Завдяки такому показнику можна за допомогою спектрофотометричного аналізу виявити склад речовини.

Для проведення дослідження було приготовано серію із 6 еталонних розчинів ($\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$) (табл. 1, рис. 2.) за встановленою методикою [12].

Таблиця 1

Значення концентрацій еталонних розчинів

№ еталонного розчину	C ($\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$), мкг / см ³
1	3,00
2	7,00
3	11,00
4	15,00
5	17,00
6	19,00

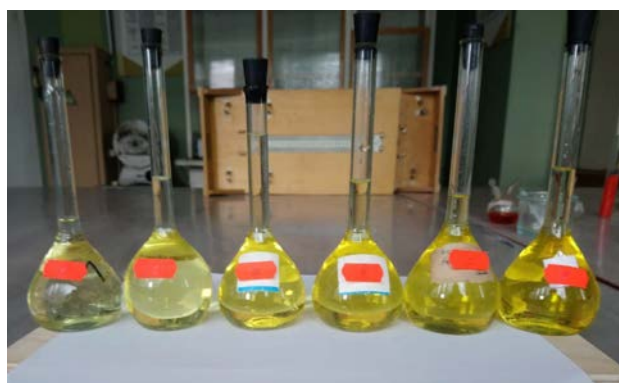


Рис. 2. Серія еталонних розчинів

Було відкалібровано роботу додатку на кюветі з дистильованою водою. Після калібрування додатку й обладнання було проведено послідовно 6 дослідів з еталонними розчинами згідно з їх нумерацією за концентраціями й градацією кольору й один контрольний розчин із невідомою концентрацією для перевірки відтворюваності результатів і можливості пошуку концентрації за допомогою додатку. Спираючись на результати дослідження, спостерігається така залежність світлопоглинання розчинами від їх концентрації (рис. 3).

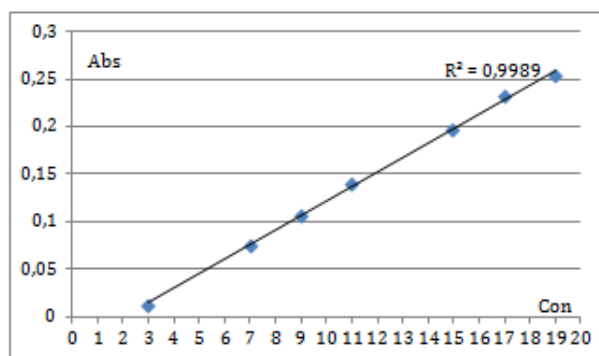


Рис. 3. Графік залежності абсорбції від концентрації еталонних розчинів

Отже, проаналізувавши графік, зазначений вище, можна констатувати, що значення концентрації розчину X дорівнює 9. Експериментально вдалося перевірити й довести, що мобільний додаток "ShoeBox Spectrophotometer" дійсно можна застосовувати для проведення хімічних досліджень у напрямі STEM-освіти, створивши певну установку

з дотриманням умов для проведення експерименту з дослідження оптичних властивостей забарвлених розчинів і встановлення їх концентрації. Додаток може використовуватися як доступна заміна дорогого спеціального лабораторного обладнання в шкільній хімічній лабораторії.

Висновки.

Отже, у ході дослідження було проаналізовано наявні мобільні додатки, які доцільно застосовувати для хімічного експерименту в контексті реалізації STEM-освіти. Виявлено основні напрями розвитку STEM-освіти під час хімічного експерименту. У розвідці зазначено про необхідність підготовки майбутніх учителів хімії до проведення такої діяльності в напрямі реалізації STEM-проектів.

У роботі перевірено можливості мобільного додатку "ShoeBox Spectrophotometer" для дослідження оптичних властивостей забарвлених розчинів і доведено його ефективність для використання в освітньому процесі з хімії, особливо для впровадження STEM-технології в експериментальну й дослідну діяльність здобувачів освіти різного рівня.

Подальшого розгляду потребують проблеми перевірки можливостей інших мобільних додатків для проведення хімічного експерименту.

БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК:

1. Окулова О.В. Впровадження елементів STEM-освіти на уроках хімії. *Хімічний факультет Львівського Університету* : вебсайт. URL: https://chem.lnu.edu.ua/wp-content/uploads/2020/03/page_037.pdf.

2. Костюк О.П. Використання елементів STEM-освіти на уроках хімії. *Всеосвіта : Національна освітня платформа*. URL: <http://surl.li/bdmfq>.

3. Пахолук І.В. *Міністерство освіти і науки України*. URL: <http://surl.li/bdmfs>.

4. Пахомов Ю.Д. ЛЕПБУК «Таємниці води» з технологією доповненої реальності як STEM-проект при вивченні теми «вода» з хімії у 7 класі. *Якість освіти* : вебсайт. URL: <http://yakistosviti.com.ua/userfiles/websten-school-2020/dodatki/8-liutogo/Pahomov/Dodatok-1-rozrobka.pdf>.

5. Грановська Т.Я. Формування пізнавальної самостійності учнів через реалізацію міжпредметних зв'язків засобами мобільних технологій. *Наукові записки Бердянського державного педагогічного університету. Серія «Педагогічні науки»*. 2019. Вип. 3. С. 97–104.

6. Aspectra. *Google Play*. URL: <http://surl.li/bdmfw>.

7. PhotoMetrix PRO. *Google Play*. URL: <http://surl.li/bdmfx>.

8. Colorimeter. *Google Play*. URL: <http://surl.li/bdmfz>.

9. Spectrophotometer Detector. *Google Play*. URL: <http://surl.li/bdmgb>.

10. Shoebox spectrophotometer. *Google Play*. URL: <http://surl.li/bdmgc>.

11. Лукшин І.В., Грановська Т.Я. Можливості мобільних додатків для проведення спектрального аналізу в хімічному експерименті. *Харківський природничий форум* : Четверта міжнародна конференція молодих учених, м. Харків, 16–17 квітня 2021 р. Харків : ХНПУ, 2021. С. 154–156.

12. Практикум з аналітичної хімії : Навчальний посібник для студентів вищих навчальних закладів / В.В. Болотов, Ю.В. Сич, О.М. Свєчнікова, С.В. Колісник, О.Г. Кизим, Т.В. Жукова, М.А. Зареченський, Т.А. Бережна. Харків, 2003. С. 181–183.