

УДК 371.13:54(07)

**Грабовий Андрій Кирилович**

Кандидат педагогічних наук, доцент

*Черкаський національний університет імені Богдана Хмельницького***ФОРМУВАННЯ МАТЕМАТИЧНОЇ КОМПЕТЕНТНОСТІ УЧНІВ ПІД ЧАС ВИВЧЕННЯ ХІМІЇ В ЗАГАЛЬНООСВІТНІХ НАВЧАЛЬНИХ ЗАКЛАДАХ**

*У статті досліджено методичні аспекти формування математичної компетентності учнів з хімії в загальноосвітніх навчальних закладах. Проаналізовано літературні джерела з проблеми дослідження. Виявлено, що хімічний експеримент є засобом формування і розвитку математичної компетентності учнів з хімії в загальноосвітніх навчальних закладах.*

*Ключові слова: математична компетентність учнів з хімії, хімія, загальноосвітні навчальні заклади, формування, хімічний експеримент.*

Одним із пріоритетних напрямів реформування освітньої системи України є компетентнісна стратегія. Тому завдання сучасної школи – виховання компетентної особистості, яка володіє не лише знаннями, високими моральними якостями і є професіоналом, а й уміє адекватно у відповідних умовах застосовувати знання й уміння. А це актуалізує проблему формування компетентностей учнів.

Аналіз літературних джерел з проблеми компетентнісного підходу засвідчує, що загальнопедагогічні аспекти формування компетентностей школярів досліджують вітчизняні та зарубіжні вчені як Н. Н. Бібік, С. П. Бондар, В. В. Гузєєв, О. В. Овчарук, О. Я. Савченко, А. В. Хуторської, С. Є. Шишов та інші. Компетентнісний підхід в методиці навчання хімії досліджують вітчизняні та зарубіжні вчені-методисти як О. М. Бабенко, Л. П. Величко, О. С. Габриелян, А. К. Грабовий, І. А. Гурняк, О. С. Заблоцька, І. В. Родигіна, М. М. Савчин, М. М. Шалашова та інші. Методисти, як і дидакти, досліджують окремі аспекти проблеми – ключові та предметні компетенції, їх суть та структуру. Дослідники пропонують методи визначення рівнів предметних компетенцій, розробляються засоби вимірювання компетенцій учнів з хімії. Робляться спроби визначення можливих способів упровадження компетентнісного підходу до формування експериментальних умінь і навичок з хімії. Водночас проблема використання навчального хімічного експерименту щодо формування компетентностей учнів з хімії потребує подальших досліджень.

В Державному стандарті базової і повної загальної освіти зазначається, що «компетентність – набута в процесі навчання інтегрована здатність учня, що складається зі знань, умінь, досвіду, цінностей і ставлення, що можуть цілісно реалізовуватися на практиці» [3, с. 2]. А. В. Хуторської розглядає компетентність як сукупність особистісних якостей учнів (ціннісно-сміслових орієнтацій, знань, умінь, навичок, здібностей), зумовлених досвідом його діяльності в певній соціально й особистісно значимій сфері [4, с. 63-64]. Згідно зі специфікою змісту освіти А. В. Хуторської пропонує тривірневу ієрархію компетентностей: 1) ключові – належать до загального (надпредметного) змісту освіти; 2) загальнопредметні (метапредметні) – належать до певного кола предметів освітніх галузей; 3) предметні, які формуються під час вивчення окремих предметів [7, с.56]. Ми ж зосередимо увагу на ключових компетентностях. Ключова компетентність – це «спеціально структурований комплекс характеристик (якостей) особистості, що дає їй можливість ефективно діяти в різних сферах життєдіяльності» [3, с. 2].

З літератури відомо чимало груп компетентностей, що їх відносять до ключових. Не повторюватимемо всі відомі варіанти, неодноразово висвітлені в літературі, зосередимось на переліку, розробленому вітчизняними науковцями і визнананому як нормативний, оскільки він увійшов до оновлених навчальних програм для основної школи. До ключових компетентностей (разом їх 10) належать: спілкування державною (і рідною в разі відмінності) мовою; математична компетентність; основні компетентності у природничих науках і технологіях;

інформаційно-цифрова компетентність; уміння вчитися впродовж життя; ініціативність і підприємливість; соціальна та громадянська компетентності; обізнаність та самовираження у сфері культури: екологічна грамотність і здорове життя [2, с. 2-3].

Формування ключових компетентностей потребує залучення різноманітних навчальних ресурсів. Крім підручників і посібників оновленою програмою визначені такі навчальні резерви: навчальні завдання (у тому числі літературні контекстні, кількісні та якісні задачі), навчальне обладнання і матеріали, засоби унаочнення, електронні освітні ресурси, навчальні проекти, тренінги, інформаційні й аналітичні матеріали, науково-популярна і художня література, мистецькі твори, інші медійні твори й друковані джерела тощо.

І. В. Родигіна [5], С. Є. Шишов [8] пропонують формування ключових компетентностей учнів проводити на діяльній основі – через діяльність вчителя та учнів. Діяльність головних суб'єктів педагогічного процесу в контексті реалізації компетентнісного підходу до навчання зазнає певних змін. Нові акценти в діяльності вчителя пов'язані з перерозподілом пріоритетів його функцій від інформаційної до організаторської, консультативної, управлінської. Учителю має бути не «транслятором» інформації, а організатором діяльності, спрямованої на виконання навчальних завдань. Змінюються і акценти в учнівській діяльності, вона має бути різноманітною, активною, творчою, передбачати самостійну та самоосвітню роботу [5, с. 35].

Мета дослідження полягає у висвітленні теоретико-методичних засад використання хімічного експерименту щодо формування математичної компетентності учнів під час вивчення хімії в загальноосвітніх навчальних закладах.

Оновлені програми з хімії (2017) розкривають предметний зміст ключової компетентності і навчальні ресурси для її формування [6]. Так, математична компетентність учнів з хімії включає: 1) уміння: застосовувати математичні методи для розв'язування завдань хімічного характеру; використовувати логічне мислення, зокрема, для розв'язування розрахункових і експериментальних задач, просторову уяву для складання структурних формул і моделей речовин; будувати і тлумачити графіки, схеми, діаграми, складати моделі хімічних сполук і процесів; 2) ставлення: усвідомлювати необхідність математичних знань для розв'язування наукових і хіміко-теоретичних проблем; 3) навчальні ресурси: навчальні завдання та виконання обчислень за хімічними формулами і рівняннями реакцій; представлення інформації в числовій чи графічній формах за результатами хімічного експерименту та виконання навчальних проектів.

Конкретизуємо діяльність вчителя хімії щодо формування математичної компетентності учнів з хімії за допомогою навчального хімічного експерименту. На основі аналізу оновлених програм та підручників з хімії нами виокремлено навчальні ресурси щодо формування математичної компетентності учнів під час вивчення хімії в загальноосвітніх навчальних закладах: 1) формування та вдосконалення вмінь учнів виготовляти розчини з масовою часткою розчиненої речовини; 2) розв'язування експериментально-розрахункових задач; 3) навчально-дослідні завдання. Формування вмінь виготовляти розчини з певною масовою часткою розчинюваної речовини проводиться у 7 класі під час вивчення теми «Вода» [9, с. 161-163].

Виготовлення розчину. Перед виготовленням розчину здійснюють обчислення маси розчиненої речовини та об'єму розчинника. Перш ніж виготовити розчин солі з певною масовою часткою розчиненої речовини, що перебуває в твердому агрегатному стані, необхідно: 1. Обчислити масу розчиненої речовини і масу розчинника; 2. Зважити розчинену речовину; 3. Перенести її у стакан; 4. Відміряти необхідний об'єм розчинника – води; 5. Додати воду до розчиненої речовини; 6. Перемішати компоненти до утворення гомогенного розчину.

Для виготовлення розчину з певною масовою часткою розчиненої речовини потрібні: речовина для розчинення, розчинник, посудина для виготовлення розчину, скляна паличка, терези, різноважки, мірний посуд. Розглянемо це на конкретному прикладі.

Завдання. Виготовити розчин кухонної солі (натрій хлориду) масою 150 г із масовою часткою розчиненої речовини 20%. Скористаємося зазначеною раніше послідовністю дій як алгоритмом виготовлення розчину.

Дано:  
 $m(p\text{-ну NaCl}) = 150 \text{ г}$   
 $w(\text{NaCl}) = 20\%$   
 $m(\text{NaCl}) - ?$   
 $m(\text{H}_2\text{O}) - ?$

Розв'язування

1. Обчислити масу кухонної солі, необхідної для приготування розчину:

$$W(\text{NaCl}) = \frac{m(\text{NaCl})}{m(p\text{-ну NaCl})} \cdot 100\%$$

$$m(\text{NaCl}) = \frac{m(p\text{-ну NaCl}) \cdot W(\text{NaCl})}{100\%}$$

$$m(\text{NaCl}) = \frac{150 \text{ г} \cdot 20\%}{100\%} = 30 \text{ г}$$

2. Обчислити масу води, необхідної для приготування розчину:

$$m(p\text{-ну NaCl}) = m(\text{H}_2\text{O}) + m(\text{NaCl})$$

$$m(\text{H}_2\text{O}) = m(p\text{-ну NaCl}) - m(\text{NaCl})$$

$$m(\text{H}_2\text{O}) = 150 - 30 = 120 \text{ (г)}$$

3. Обчислити об'єм води, необхідний для виготовлення розчину:

$$v(\text{H}_2\text{O}) = \frac{m(\text{H}_2\text{O})}{\rho(\text{H}_2\text{O})} = \frac{120 \text{ г}}{1 \text{ г/мл}} = 120 \text{ мл}$$

4. Зважити сіль масою 30 г.; 5. Помістити сіль у стакан місткістю 150 мл.; 6. Відміряти мірним циліндром воду об'ємом 120 мл.; 7. Додати воду до кухонної солі; 8. Перемішати суміш кухонної солі та води скляною паличкою.

Вдосконалення набутих вмінь проводиться на практичній роботі 5 «Виготовлення водних розчинів із заданими масовими частками розчинених речовин». Експериментально-розрахункові задачі передбачають проведення розрахунків за хімічними формулами та рівняннями з наступними експериментальними вимірюваннями, за допомогою яких розкриваються не лише якісні, а й кількісні характеристики хімічних явищ. Розглянемо це на конкретних прикладах.

Задача 1. Визначте за допомогою терезів масу натрій хлориду, взятого кількістю речовини 0,3 моль. Розв'язування задачі базується на використанні математичного виразу

поняття кількості речовини:  $\nu = \frac{m}{M}$ . Користуючись цим виразом обчислюють масу натрій хлориду, а потім – відважують її на терезах.

Дано:  
 $\nu(\text{NaCl}) = 0,3 \text{ моль}$   
 $m(\text{NaCl}) - ?$

Розв'язування

1. Обчислити масу натрій хлориду кількістю речовини 0,3 моль:

$$\nu(\text{NaCl}) = \frac{m(\text{NaCl})}{M(\text{NaCl})}$$

$$m(\text{NaCl}) = M(\text{NaCl}) \cdot \nu(\text{NaCl})$$

$$m(\text{NaCl}) = 58,5 \text{ г/моль} \cdot 0,3 \text{ моль} = 17,55 \text{ г}$$

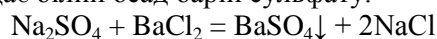
2. Зважити на терезах натрій хлорид масою 17,55 г.

Задача 2. Добудьте барій сульфат реакцією обміну і виділіть його із суміші. Знайдіть масу кожної з вихідних речовин, узятих для добування барій сульфату кількістю речовини 0,5 моль.

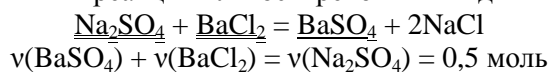
Дано:  
 $\text{Na}_2\text{SO}_4, \text{BaCl}_2$   
 $\nu(\text{BaSO}_4) = 0,5 \text{ моль}$   
 $m(\text{Na}_2\text{SO}_4) - ?$   
 $m(\text{BaCl}_2) - ?$

Розв'язування

1. Налити в пробірку розчин натрій сульфату об'ємом 1,5 см<sup>3</sup> і додати такий саме за об'ємом розчин барій хлориду. Випадає білий осад барій сульфату.



- Відфільтрувати білий осад барій сульфату.
- Обчислити за рівнянням реакцій кількості речовин вихідних сполук:



- Обчислити маси реагентів:

$$m(\text{Na}_2\text{SO}_4) = M(\text{Na}_2\text{SO}_4) \cdot v(\text{Na}_2\text{SO}_4)$$

$$m(\text{Na}_2\text{SO}_4) = 142 \text{ г/моль} \cdot 0,5 \text{ моль} = 71 \text{ г}$$

$$m(\text{BaCl}_2) = M(\text{BaCl}_2) \cdot v(\text{BaCl}_2)$$

$$m(\text{BaCl}_2) = 208 \text{ г/моль} \cdot 0,5 \text{ моль} = 104 \text{ г}$$

Задача 3. Добудьте купрум(II) оксид із малахіту й обчисліть його вихід від теоретичного.

Дано: $\text{Cu}_2(\text{OH})_2\text{CO}_3$ $\eta(\text{CuO}) - ?$	Розв'язування 1. Провести теоретичне обчислення $\text{Cu}_2(\text{OH})_2\text{CO}_3 \rightarrow 2\text{CuO} + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2$ $M[\text{Cu}_2(\text{OH})_2\text{CO}_3] = 222 \text{ г/моль}; M(\text{CuO}) = 80 \text{ г/моль}$
--	--

- Позначити:  $m[\text{Cu}_2(\text{OH})_2\text{CO}_3] = a \text{ г}; m(\text{CuO}) = b \text{ г}$
- Обчислити кількість речовини малахіту:

$$v[\text{Cu}_2(\text{OH})_2\text{CO}_3] = \frac{m}{M} = \frac{a}{222} \text{ (моль)}$$

- Обчислити теоретичну кількість речовини купрум(II) оксиду:

$$1 : 2 = \frac{a}{222} : x$$

$$x = v(\text{CuO}) = \frac{2a}{222} = \frac{a}{111} \text{ моль}$$

- Обчислити теоретичну масу купрум(II) оксиду:

$$m(\text{CuO}) = M(\text{CuO}) \cdot v(\text{CuO}) = 80 \text{ г/моль} \cdot \frac{a}{111} \text{ моль} = \frac{80a}{111} \text{ (г)}$$

- Обчислити вихід купрум(II) оксиду:

$$\eta(\text{CuO}) = \frac{m_{\text{практ.}}(\text{CuO})}{m_{\text{теор.}}(\text{CuO})} \cdot 100\%$$

$$\eta(\text{CuO}) = \frac{b}{\frac{80a}{111}} \cdot 100\% = \frac{111b}{80a} \cdot 100\%$$

Проведення експерименту: а) зважити порцелянову чашку на терезах; б) насипати в чашку вибраний зразок малахіту; в) зважити чашку з малахітом; г) обчислити масу вибраного зразка малахіту – а г; д) прожарити порцелянову чашку з малахітом; е) охолодити порцелянову чашку з купрум(II) оксидом; є) зважити порцелянову чашку з купрум(II) оксидом; ж) обчислити практичну масу купрум(II) оксиду b г; з) обчислити вихід купрум(II) оксиду:

$$\eta(\text{CuO}) = \frac{111b}{80a} \cdot 100\%$$

Навчально-дослідні експериментальні завдання. Навчально-дослідні завдання – це завдання, в процесі виконання яких учні здобувають нові знання, невідомі раніше їм.

Так, під час вивчення властивостей речовин у 7 класі в темі «Початкові хімічні поняття» учні можуть виконати лабораторний дослід щодо визначення густини металів і сплавів.

Лабораторний дослід. Визначення густини металів і сплавів [1, с.34].

Реактиви і обладнання: алюміній і мідь (дріт), металевий штатив з лапкою, бюретка місткістю 25мл, тонкі нитки, ваги з різноважками.

Техніка виконання.

Підготуйте таблицю для записування даних досліду (табл.1).

Таблиця 1

## Визначення густини металу

Назва металу (сплаву)	Маса металу (сплаву) г	Об'єм зразка металу (сплаву) мл	Густина металу (сплаву), г/см <sup>3</sup>

Зважте зразки металів та їх сплавів з точністю до 0,01 г. Дані запишіть у таблицю.

Закріпіть бюретку в лапці штатива, заповніть її водою так, щоб рівень води під час занурення металу (сплаву) не піднімався вище останньої поділки. Прив'яжіть нитку до зразка металу або сплаву і занурте його у воду. За різницею рівня води в бюретці до і після занурення визначте об'єм зразка та запишіть у таблицю. За визначеними масою та об'ємом зразка обчисліть густину досліджуваного металу (сплаву) за формулою:  $\rho = m/V$ .

Ужитковий експеримент. Визначення умісту крохмалю в картоплі.

Реактиви та обладнання: дві сирі картоплини, тертушка з дрібними отворами, кристалізатор, шпатель, порцелянова пластинка, ваги з різноважками.

Техніка виконання.

Спочатку на терезах зважують дві миті картоплини, масу записують в таблицю. Потім картоплю подрібнюють на тертушці у кристалізатор. Додають холодну воду, добре промивають подрібнену масу і віджимають її. У воді залишається білий порошок крохмалю. Воду зливають, крохмаль переносять на порцелянову пластинку для висушування на повітрі. Висушений крохмаль зважують на терезах, масу записують в таблицю і обчислюють уміст крохмалю в картоплі (табл.2).

Таблиця 2

## Уміст крохмалю в картоплі

№ п/п	Сорт картоплі	Маса двох картоплин, г	Маса крохмалю, г	Масова частка крохмалю в картоплі, %

Теоретичний аналіз літературних джерел з проблеми дослідження виявив, що проблема компетентнісного підходу в навчальному процесі ЗНЗ є актуальною, проте недостатньо дослідженою. Ключові компетентності – це комплекс характеристик (якостей) особистості, що дає їй можливість ефективно діяти в різних сферах життєдіяльності. Чільне місце в навчанні хімії в ЗНЗ відіграє математична компетентність. Одним із чинників формування математичної компетентності є навчальний хімічний експеримент. Сформовані якості учні виявляють у процесі самостійного розв'язування навчальних і життєвих проблем та ситуацій.

Подальші дослідження вбачаємо у вивченні рівнів сформованості ключових компетентностей учнів під час вивчення хімії в ЗНЗ.

Література:

1. Грабовий А. Кількісний хімічний експеримент / А. Грабовий // Біологія і хімія в школі. – 2008. – №2. – С.33-35.
2. Величко Л. Компетентнісний і «зунівський» підходи в навчанні : порівняння ознак / Л. Величко // Біологія і хімія в рідній школі. – 2017. – № 4. – С. 2-5.
3. Державний стандарт базової і повної середньої освіти // Біологія і хімія в сучасній школі. – 2012. – №3. – С.2-11.
4. Практикум по дидактикам и методикам обучения / А. В. Хуторской. – СПб.: Питер, 2004. – 541 с.
5. Родигіна І. Діяльнісний підхід до формування базових компетентностей учнів / І. Родигіна // Біологія і хімія в школі. – 2005. – №1. – С.34-36.
6. Хімія : 7-9 класи. Навчальна програма для загальноосвітніх навчальних закладів. Програма затверджена Наказом Міністерства освіти і науки України від 07.06.2017. № 804 [Електронний ресурс].
7. Хуторской А. В. Ключевые компетенции. Технология конструирования / А. В. Хуторской // Народное образование. – 2003. – №5. – С.55-61.
8. Шишов С. Е. Мониторинг качества образования в школе / С. Е. Шишов, В. А. Кальней. – М.: Педагогическое общество России. – 1999. – 320 с.
9. Ярошенко О. Г. Хімія : підруч. для 7 кл. загальноосвіт. навч. закладів / О. Г. Ярошенко. – Харків : СИЦІЯ, 2016. – 192 с.