

УДК 372.854:378.4

DOI: <http://dx.doi.org/10.30970/vpe.2019.34.10576>

МЕТОДИЧНІ ЗАСАДИ СКЛАДАННЯ ТА ВИКОРИСТАННЯ РОЗРАХУНКОВИХ ЗАДАЧ ПІД ЧАС НАВЧАННЯ ХІМІЇ

Оксана Заремба, Наталя Муць, Олексій Павлюк

*Львівський національний університет імені Івана Франка,
вул. Кирила і Мефодія, 6, Львів, Україна, 79005
pavalex@gmail.com*

Показано основні тенденції змін в освітньому середовищі, обговорено теоретичний, методологічний, практичний аспекти використання розрахункових задач в умовах класичної та дистанційної форми навчання хімії. Розкрито джерела класифікації та особливості укладання, застосування системи розрахункових задач. Показано методичне значення правильного використання розмірностей фізичних величин та відображення точності чисел як за складання умов, так і виконання завдань. Наголошено на важливості ознайомлення слухачів з різними способами розв'язання розрахункових задач. На прикладах показано використання як класичних, фактично математичних (порівняння мас, використання пропорцій, коефіцієнта пропорційності, методу приведення до одиниці тощо), так і суто хімічних (з використанням понять “кількість речовини”, “моль”) підходів до розв'язування. Окремо обговорено графічний метод розв'язання деяких розрахункових задач.

Ключові слова: шкільний курс хімії, методика навчання, розрахункові задачі, система розрахункових задач, дистанційне навчання, підготовка вчителя хімії.

Сучасна система освіти зазнає постійних змін під впливом мінливості вимог суспільства до результатів навчання, появи нових технологій та змін у підходах та засобах, що використовують у навчальній практиці. Загальноприйнятим світовим стандартом навчання стає використання діяльнісного, особистісно-зорієнтованого та компетентнісного підходів під час побудови навчальних курсів як школярів, так і студентів [1, 2].

Перехід до компетентнісного підходу передбачає зміщення фокусу з процесу навчання на його результати, зосередження особливої уваги на формуванні та розвитку в учнів здатності адекватно діяти, застосовувати набуті знання у конкретних життєвих ситуаціях. Критерій затребуваності навчальних досягнень вчорашнього школяра у суспільстві спонукає до постійного контролю та коригування організації освітнього процесу для того, щоб випускник закладу освіти відповідав реальним запитам швидкозмінного ринку праці й мав сформований потенціал для швидкої адаптації як у майбутній професії, так і в соціальній структурі [3]. У такому контексті

шкільний предмет “хімія” виконує надзвичайно важливу роль, оскільки є одним із головних для наповнення природничо-математичної складової шкільної освіти, і сприяє розвитку майже усіх важливих компетентностей.

Надзвичайно вагомою складовою методики навчання хімії є використання розрахункових задач, що дає змогу реалізувати такі принципи навчання: забезпечення самостійності й активності учнів; досягнення єдності знань і вмінь; установлення зв'язку навчання з життям тощо [4]. Систематичне розв'язування розрахункових задач допомагає розширити кругозір учнів, розвинути уміння логічного мислення, виховувати самостійність, уважність, уміння аналізувати та показати міжпредметні та внутрішньопредметні зв'язки. Питання використання задач висвітлено у працях О. І. Астахова, І. І. Базелюка, Н. М. Буринської, Л. П. Величко, В. Н. Верховського, Я. Л. Гольдфарба, М. П. Гузика, О. С. Зайцевої, М. В. Зуєвої, Р. Г. Іванова, Н. Є. Кузнецова, П. П. Лебедева, Н. І. Лукашової, П. П. Попеля, М. М. Савчин, І. П. Середи, Л. М. Сморгонського, Л. О. Цветкова, Н. Н. Чайченко, С. Г. Шаповаленко, О. Г. Ярошенко та ін.

У процесі дослідження ми з'ясували, що, не зважаючи на велику кількість публікацій щодо використання розрахункових задач, під час навчання хімії є питання, які потребують додаткового висвітлення.

Мета статті – детально обговорити основні методичні засади складання та використання розрахункових задач в умовах традиційного та дистанційного підходів до вивчення хімії. Відповідно до мети, визначено **головні завдання** дослідження:

- 1) визначити основні особливості системи задач у межах навчального курсу;
- 2) обговорити важливі методичні аспекти складання задач та особливості їхнього використання в різних формах навчання;
- 3) систематизувати, з погляду методики викладання, підходи до розв'язування задач різних типів.

Зв'язок роботи з науковими програмами і практичними завданнями визначається розробленням багатьох питань відповідно до науково-дослідної тематики кафедри неорганічної хімії Львівського національного університету імені Івана Франка (тема “Використання технологій змішаного та дистанційного навчання під час вивчення хімії у закладах освіти”).

Кожний учитель у професійній діяльності відчуває необхідність сформулювати власну систему предметних задач. Очевидно, що недоцільно складати їх усіх самотужки, більше того, існує ризик неповного охоплення важливих, з погляду методики навчання, типів завдань. Коректним, на нашу думку, є підбір навчального матеріалу з уже існуючого різноманіття збірників (з відповідним цитуванням джерела) та подальша творча трансформація шляхом часткової зміни умови, внесення додаткової

міжпредметної інформації, відомостей про виробництво та застосування певних речовин тощо.

Як наслідок, кожен учитель формує власну систему задач, яка повинна відповідати вимогам повного охоплення матеріалу, наявності ключових задач, зв'язності та поступового збільшення складності завдань, цільової орієнтації тощо [5]. Для кожного завдання в такій системі окреслено його місце та призначення. Важливим у формуванні “банку завдань” є питання способу подальшого використання в навчальному процесі. В сучасному навчальному середовищі поширеним стає використання комп'ютера і мережевих технологій. У такому випадку до вимог стосовно задач додається потреба в зручності автоматичної перевірки. Отже, зміст задачі варто формулювати у вигляді виокремлених змістових блоків, пов'язаних з відповідними мисленнєвими операціями чи предметними навичками, які хочемо перевірити. Тоді, використовуючи лаконічні запитання, можливо перевірити за допомогою комп'ютера увесь шлях міркувань учня (студента), а не тільки кінцеву числову відповідь [6].

Базовим підґрунтям для укладання системи задач з хімії є їхня класифікація. Сьогодні остаточно розробленої класифікації шкільних задач немає. В підручниках із загальної методики викладання хімії, у спеціальних методичних посібниках із використання задач у навчанні хімії та статтях у періодичних фахових виданнях наведено доволі різноманітні варіанти систематизації задач. Загально прийнятою є класифікації на дві групи: розрахункові (кількісні) та на ідентифікацію та практичне вивчення хімічних властивостей речовин (якісні). Кожна з груп, своєю чергою, поділяється на типи. На жаль, єдиної думки щодо їхньої кількості та суті немає, одна і та ж задача, з погляду різних авторів, може відповідати кільком різним класам [5]. Доволі повно питання класифікації розрахункових задач розглянуто в монографії В. Старости [7], а офіційним джерелом інформації про обов'язковий набір використовуваних типів задач є програми шкільного курсу хімії [8], загальної хімії, неорганічної хімії та інших курсів вищої школи.

Також варто звернути увагу на методичну актуальність правильного застосування уявлення про розмірність фізичних величин впродовж формування навичок розв'язування задач з хімії. Під час проведення обчислень потрібно заохочувати слухачів поруч із числовим значенням величин, вказувати їхні розмірності [9]. Математичні дії в подальшому треба виконувати не тільки над числами, а й над їхніми розмірностями. Після відповідного скорочення результуюча розмірність повинна збігатися з розмірністю шуканого, що додатково свідчатиме про правильність розв'язку задачі.

Важливим методичним аспектом є обговорення з учнями уявлень про точність обчислення та точність вимірювання величин, які залишаються поза межами шкільної програми курсу хімії. Учні частково розглядають ці поняття на уроках математики та фізики. Однак обов'язково варто приділити увагу цьому питанню як під час складання задач, так й під час навчання учнів способам розв'язування задач. Важливо сформулювати правила наближених обчислень, заснованих на математичних законах, щоб розв'язок та оформлення хімічного завдання було коректним [10]. Доцільно повідомити, що з математичного погляду будь-яка розрахункова хімічна задача зводиться до обчислення з використанням чисел, наведених в умові і (або) взятих із довідника. Також варто звертати увагу на правильний запис чисел з урахуванням того, чи точні вони (абсолютні за значенням), чи наближені (мають відхилення).

Форма запису не впливає на абсолютні за значенням числа: точне число 2 (дві молекули) можна записати як "2", так і "2,0" або "2,00". Ці записи тотожні, хоча десяткова частина у цьому випадку беззмістовна. Принципово інша картина зі записом наближеного числа (два молі): записи "2"; "2,0"; "2,00" нерівноцінні та вказують точність вимірювання відповідної величини. Отже, щоб правильно записати значення, треба розуміти, з якими числами (точними або наближеними) ми маємо справу. Здебільшого числові значення у довідниках – наближені числа, а вказані в умові завдання потрібно вважати завжди результатом вимірювань фізичних величин та наводити з відповідною точністю (кількістю значущих цифр).

Варто наголосити, що коли в умові задачі усі числа наведено з різною точністю – потрібно дотримуватись певних правил. Зокрема, майже завжди результат треба подавати із кількістю десяткових знаків, як у найменш точного числа. Також учням варто наголосити, що за послідовних обчислень точність відповіді не може бути вищою точності даних, зазначених в умові. Це означає, що в отриманому числі має бути стільки ж значущих цифр, скільки їх у найменш точному вихідному числі.

Питання точності є надзвичайно важливим під час використання дистанційної форми навчання хімії з автоматичною перевіркою результатів розв'язування задач. Потрібно простежити, щоб для програми перевірки правильною відповіддю було не конкретне число, а певний інтервал чисельних значень, що залежить від ступеня заокруглення результатів проміжних стадій. І лише для окремих задач з чітко наголошеною необхідністю точних обрахунків (наприклад, "відповідь треба навести з точністю до десятих" тощо) можна вимагати введення правильної відповіді з певною точністю.

Також хотілося б обговорити ще один, не менш важливий, методичний аспект використання розрахункових задач у навчанні хімії – ознайомлення

слухачів з різними способами розв'язування задач [7]. Причиною пильної уваги до цього питання є те, що багато вчителів та викладачів на власний розсуд обирають лише один спосіб розв'язування задач певного типу (суб'єктивно найбільш зручний власне для педагога), не ознайомлюючи з іншими.

Наприклад, розглянемо таке завдання: “Яку масу металічної міді можна добути з 49,94 кг мідного купоросу?”. Ґрунтуючись на традиційному математичному способі мислення, задачу можливо розв'язати різними способами (ураховуючи те, що в одному молі $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ міститься один моль Cu):

✓ Знайдемо співвідношення мас речовин – $m(\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O})$: $m(\text{Cu}) = 249,68 : 63,54 = 3,93 : 1$. Отже, маса міді завжди в 3,93 раза менша за масу купоросу, в якому вона міститься. Обчислюємо відповідь до задачі $m(\text{Cu}) = 49,94 \text{ кг} / 3,93 = 12,71 \text{ кг}$.

✓ Також можна спиратися на порівняння мас згаданих в умові речовин: 49,94 кг більше за 249,68 г у 200 разів, маса добутої міді є більшою від маси моля міді у стільки ж разів. Отже, $m(\text{Cu}) = 63,54 \text{ г} \cdot 200 = 12\,708 \text{ г}$ або 12,71 кг.

✓ Можливий розв'язок задачі з використанням пропорції. У 249,68 г мідного купоросу відповідають 63,54 г міді, тоді 49 940 г сполуки, відповідно, m г міді, тобто $249,68 : 63,54 = 49\,940 : m$. Звідси $m(\text{Cu}) = 12\,708 \text{ г}$ або 12,71 кг.

✓ Подібним за своєю суттю до розглянутого попередньо є розв'язок із використанням коефіцієнта пропорційності. Знайдемо коефіцієнт пропорційності між масою кристалогідрату з умови задачі та його мольною масою $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ $k = 49\,940 \text{ г} / 249,68 \text{ г/моль} = 200$ моль. Так само співвідносяться між собою маса моля міді та шукане задачі, тобто $m(\text{Cu}) = 63,54 \text{ г/моль} \cdot 200 \text{ моль} = 12\,708 \text{ г}$ або 12,71 кг.

✓ У процесі розв'язування задачі можливо також скористатися методом приведення до одиниці. Обчислимо масу міді, що міститься в 1 г мідного купоросу $m_1(\text{Cu}) = 1 \text{ г} \cdot 63,54 \text{ г} / 249,68 \text{ г}$, відповідно, у поданий в умові задачі масі оксиду міститься $m(\text{Cu}) = 49,94 \text{ кг} \cdot 168 \text{ г} / 232 \text{ г} = 12,71 \text{ кг}$.

✓ Після вивчення понять “кількість речовини” та “моль” задачу можна розв'язати поширеним у шкільній практиці способом. Знаходимо кількість речовини $\nu(\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}) = 49\,940 \text{ г} / 249,68 \text{ г/моль} = 200$ моль. Ураховуючи, що 1 моль мідного купоросу відповідає 1 моль міді, очевидно, що 200 моль відповідної сполуки – 200 моль міді. Знаходимо відповідь до задачі $m(\text{Cu}) = 200 \text{ моль} \cdot 63,54 \text{ г/моль} = 12\,708 \text{ г}$ або 12,71 кг.

✓ Задачу можна розв'язати, спочатку вивівши формулу, що пов'язує дане та шукане, а потім підставити у неї числові значення (такий підхід використовують на уроках фізики). Конкретно для наведеної задачі

скористаємося поняттям масова частка елемента у речовині. Враховуючи молярні маси кристалогідрату та міді, маємо:

$$W(\text{Cu}) = \frac{A_r(\text{Cu})}{M_r(\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O})}$$

Тоді, для знаходження маси міді в 49,94 кг купоросу, потрібно помножити масову частку купруму в кристалогідраті на масу купоросу $m(\text{Cu}) = W(\text{Cu})m(\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O})$. Підставивши числові значення, отримуємо:

$$m(\text{Cu}) = 49,94 \text{ кг} \cdot 0,2545 = 12,71 \text{ кг}.$$

✓ У профільних класах або на додаткових заняттях під час підготовки учнів до олімпіади можна додатково ознайомити учнів із законом еквівалентів та показати, як його використовувати під час розв'язання задач. Застосувавши закон еквівалентів, можна записати такий вираз:

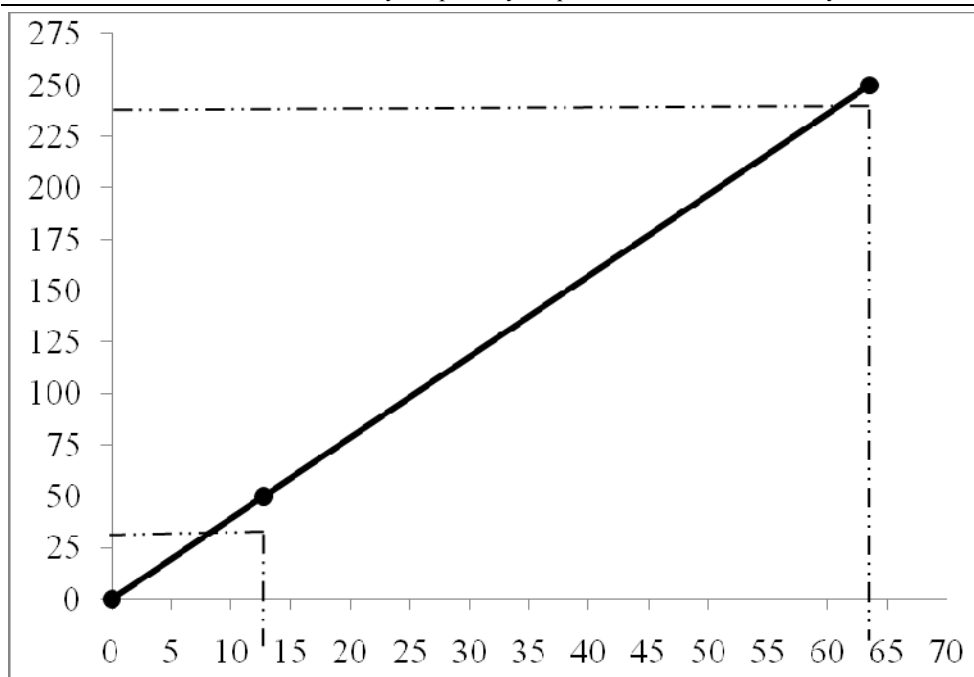
$$\frac{m(\text{Cu})}{m(\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O})} = \frac{E(\text{Cu})}{E(\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O})}$$

З нього легко обчислити масу металу: $m(\text{Cu}) = 49,94 \text{ кг} \cdot 31,77 \text{ г/моль} / 124,84 \text{ г/моль} = 12,71 \text{ кг}$.

Графічний підхід

Окремо треба описати графічний підхід до розв'язування задач. Він ґрунтується на одночасній роботі з математичною та візуальною інформацією і допомагає значно пришвидшити розв'язування багатьох типових задач. Докладніше розглянемо особливості методу на прикладі тієї ж задачі.

Побудуємо графічну залежність маси металу ($m(\text{Cu}) = x$) від маси купоросу ($m(\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}) = y$): для цього потрібно дві точки – $x = 0$, $y = 0$ (металу за відсутності речовини немає) та $x = 63,54$, $y = 249,68$ (в одному молі купоросу один моль металу). Будуємо графік відповідної залежності маси металу від маси кристалогідрату. Наносимо відповідні точки, з'єднуємо їх прямою. Отримуємо графік, придатний до розв'язування будь-якої задачі такого типу. Відмітивши на осі y відомості з умови задачі (для зручності зменшивши пропорційно співвідношенню кілограм/грам до 49,94), відповідь отримаємо графічно, визначивши координату x відповідної точки (див. рисунок).



Ілюстрація графічного способу розв'язування задачі на визначення маси металу в певній масі мідного купоросу

Отже, ефективне вивчення хімії, незалежно від форми організації навчального процесу, є неможливим без використання розрахункових задач у навчальній діяльності. Оптимальний алгоритм залучення такого виду завдань до навчальної діяльності передбачає формування системи задач, урахування міжпредметних вимог (точність та використання розмірності), ознайомлення слухачів з існуючими методичними підходами до способів розв'язання. Водночас звернемо увагу на те, що пропоноване дослідження є початковим етапом висвітлення усіх аспектів окресленої проблеми, зважаючи на потребу ширшого розкриття психолого-педагогічних, методичних аспектів використання розрахункових задач, зокрема під час дистанційного та змішаного навчання хімії. Перспектива подальших досліджень полягатиме в узагальненні результатів педагогічного експерименту за темою наукового пошуку.

-
1. Овчарук О. В. Компетентності як ключ до оновлення змісту освіти / О. В. Овчарук // Стратегія реформування освіти в Україні Рекомендації з освітньої політики. – Київ : КІС, 2003. – С. 13–43.

2. Компетентнісний підхід у сучасній освіті: світовий досвід та українські перспективи: Бібліотека з освітньої політики / за заг. ред. О. В. Овчарук. – Київ : К.І.С., 2004. – 112 с.

3. Лукашова Н. І. Компетентнісний підхід до підготовки майбутнього вчителя хімії для загальноосвітніх навчальних закладів / Н. І. Лукашова // Наукові записки НДУ ім. М. Гоголя. – 2014. – № 1. – С. 170–174.

4. Буяло Т. Є. Розв'язування задач з хімії як засіб реалізації предметної компетентності учнів в умовах реформування змісту освіти / Т. Є. Буяло, К. С. Слободянюк // Науковий часопис Національного педагогічного університету імені М. П. Драгоманова: зб. наук. праць. – 2016. – С. 29–33. – (Серія 5. Педагогічні науки реалії та перспективи ; № 53).

5. Ерыгин Д. П. Методика решения задач по химии / Д. П. Ерыгин, Е. А. Шишкин. – Москва : Просвещение, 1989. – 176 с.

6. Булгакова О. О. Використання ІКТ на уроках хімії та біології / О. О. Булгакова // Таврійський вісник освіти. – 2015. – № 1. – С. 103–108.

7. Староста В. І. Навчання школярів складати й розв'язувати завдання з хімії: теорія і практика : монографія / В. І. Староста. – Ужгород : Гражда, 2006. – 327 с.

8. ХІМІЯ 7–9 класи. Навчальна програма для загальноосвітніх навчальних закладів. Програма затверджена Наказом Міністерства освіти і науки України від 07.06.2017.

9. Абкин Г. Л. Методика решения задач по химии. Пособие для учителей / Г. Л. Абкин. – Москва : Просвещение, 1971. – 200 с.

10. Румянцев Б. Приближенные вычисления в расчетных химических задачах / Б. Румянцев, А. Привалов // Химия в школе. – 2010. – № 3. – С. 41–49.

*Стаття: надійшла до редколегії 16.09.2019
доопрацьована 08.10.2019
прийнята до друку 21.10.2019*

METHODOLOGICAL PRINCIPLES OF COMPOSING AND APPLYING THE CALCULATIVE TASKS IN LEARNING CHEMISTRY

Oksana Zaremba, Natalia Muts, Oleksii Pavlyuk

*Ivan Franko National University of Lviv,
Kyryla & Methodiya Str., 6, Lviv, Ukraine, UA-79005
pavalex@gmail.com*

Modern education system is continually changing under the influence of the developing society demands to the learning results, the appearance of new technologies and the evolution of the approaches and methods used in educational practice. The generally accepted world standard of education uses the activity-based, personality-oriented and

competence approaches in developing training courses for both secondary and higher school students.

The transformation to the competence approach involves shifting the focus from the learning process to its results, concentrating on the formation and expansion of learners' ability to act adequately, to apply their knowledge in real-life situations.

The demands of the society to the educational achievements of yesterday's scholar makes the constant control and adjustment of the educational process organization in order that the graduate of the educational institution should meet the real requirements of the fast-changing economics and have the potential for rapid adaptation both in the future profession and in the society. In this context, the school chemistry course plays an extremely important role as one of the keys to completing the natural and mathematical components of school education and promotes the improvement of almost all essential competences.

An extremely important component of the chemistry teaching methodology is using the calculative tasks that makes it possible to implement the following principles of the learning: ensuring the independence and activity of learners; achieving the unity of knowledge and skills; linking learning to life *etc.* The systematic solution of calculative tasks helps wide learners' outlook, develop logical thinking skills, cultivate independence, attentiveness, and the ability to analyze and show cross-curricular and intra-subject relationships.

The article discusses theoretical, methodological and practical aspects of using calculative tasks under the conditions of classical and distance learning of chemistry. It reveals the sources of classification and features of compiling and applying the system of calculative tasks. The authors show the methodological significance of the correct using of the dimensionality of physical quantities and the accuracy of numbers in preparing and using calculative tasks. They emphasize the importance of familiarizing learners with the various methods of calculative tasks solving.

Key words: school chemistry course, teaching methodology, calculative tasks, a system of calculative tasks, distance learning, chemistry teacher training.