

УДК 37.016:54

Сергій Галушко

МЕТОДИКА СКЛАДАННЯ ТА ВИКОРИСТАННЯ РОЗРАХУНКОВИХ ЗАДАЧ З ХІМІЇ В ОСВІТНЬОМУ ПРОЦЕСІ

У статті обґрунтовано методика складання хімічних задач вчителями хімії; розкрито сутність розрахункових хімічних задач за рівнянням хімічної реакції; запропоновано класифікацію задач на якісні, кількісні, якісно-експериментальні, кількісно-експериментальні; показано, що впровадження задач в освітній процес навчального закладу забезпечує підвищення якості сформованих предметних знань (їх повноту, усвідомленість, системність і дієвість); доведено, що використання запропонованої методики складання та розв'язування розрахункових задач з хімії вчителями шкіл розширить їх погляд на хімічну задачу, як на загально-дидактичну категорію, метод навчання та засіб розвитку творчих здібностей учнів.

Ключові слова: *розрахункові хімічні задачі, методика складання, уроки хімії, розв'язок задач, учитель хімії, шкільний курс хімії.*

The article presents methods of generation of chemical tasks by Chemistry teachers; give the classification of tasks, such as qualitative, quantitative, qualitative experimental and quantitative experimental; describe the different types of chemical calculation tasks; expose the matter of systematic approach to generation and application of chemical calculation tasks by means of chemical reaction equations. Thus, theoretical knowledge and practical skills of pupils to solve chemical tasks form an entire system of chemical knowledge that provides their understanding and mastering the structure of chemical tasks. It is indicated that implementation of tasks into educational process of educational establishments enhances the quality of subject-related skills (its completeness, awareness, system-defined and efficiency). It is prove that application of the methods of generation and solution of chemical calculation tasks by Chemistry teachers will enlarge their ideas about a chemical task as general didactic category, method of teaching and instrument for developing creative skills of pupils.

Key words: *methods of generation, chemical calculation tasks, school course in Chemistry, Chemistry lessons, solution of chemical tasks, Chemistry teacher.*

На початку XXI століття українська система освіти зазнала значних змін, які характеризуються потужними інноваційними процесами, що потребують активної участі педагогів. Безперервність змін в освіті обумовлює сучасні вимоги держави і суспільства до професійного розвитку вчителя, орієнтованого на виконання інноваційної діяльності. Модернізація системи

освіти і професійно-методичної підготовки вчителя вимагає впровадження нових методик для досягнення інтеграції освітніх та професійних складових з метою забезпечення наступності навчання, розробки стратегії і тактики власної індивідуальної цілісної методики та прийомів навчання. У «Національній стратегії розвитку освіти в Україні до 2021 року» зазначено, що одним з основних завдань розвитку освіти є забезпечення системного підвищення якості освіти на інноваційній основі, створення сучасного психолого-педагогічного та науково-методичного супроводу навчально-виховного процесу [6].

Відповідно до стратегії модернізації та реальних умов навчання, сучасні цілі і завдання предметного викладання, зокрема хімії, вимагають глибокої перебудови складу і змісту професійної діяльності педагога, гнучкого використання методів і технологій навчання. Важливим фактором, який зумовлює необхідність модернізації навчання хімії, є тенденція до зниження зацікавленості учнів природничими науками в цілому, сприйняттям хімії як джерела забруднення навколишнього середовища, «збіднінням» хімічного експерименту у процесі навчання, різким зменшенням кількості годин, відведених на вивчення хімії.

Враховуючи вищесказане, ми дійшли до висновку, що питання удосконалення структури та змісту шкільного курсу хімії, урізноманітнення форм, методів і засобів навчання є актуальним. Місце і роль хімії в сучасній цивілізації і культурі обумовлюють визначення шляхів використання вчителями не тільки базових хімічних знань, а й розвитку у них хімічного мислення, методології педагогічної діяльності та відповідного методичного інструментарію.

Зокрема важливе місце у цьому аспекті посідає вміння складати та розв'язувати хімічні задачі, яке націлено на формування системи нових знань та вмінь, пізнавального інтересу, моделювання розумових процесів, тощо.

Проблемами використання хімічних задач в освітньому процесі займалися Н. Буринська [10], О. Зайцев [7], І. Середа [4], В. Толкунов [5], Г. Чернобельська [9], С. Шаповаленко [10] та інші вчені-методисти. Проте, слід зазначити, що в методиці навчання хімії можливостям використання розрахункових хімічних задач не приділено належної уваги.

Мета статті полягає в теоретичному обґрунтуванні, розробці та використанні в освітньому процесі школи методики складання розрахункових хімічних задач.

За останні роки в шкільній хімічній освіті відбулися істотні зміни. Стрімке збільшення потоку навчальної інформації з хімії, радикальні соціально-економічні, науково-технічні перетворення і концептуальні зміни в структурі та змісті хімічної освіти зумовили необхідність її модернізації. Структурні зміни в хімічній освіті є причинами швидкого старіння набутих професійних знань. Виникає необхідність підготовки вчителя хімії до

функціонування в умовах невизначеності, постійної зміни напрацьованих підходів в залежності від рівня підготовки школярів, профілю навчання, від існуючих соціальних умов і матеріально-технічних засобів навчання, вимог програм і конкретних ситуацій в навчанні. Перед учителем хімії постала дилема: оптимізувати процес навчання за допомогою фундаменталізації навчання на основі поновлення і ефективного використання сучасних методичних засобів навчання, або в меншу кількість годин «заштовхнути» колишній зміст. Ці та інші аспекти призвели до того, що вивчення хімії в школі втратило свою привабливість, стало формально-паперовим (використовуючи символи, учень складає по подібності елементів довільне рівняння). В результаті школярі частіше вдаються до запам'ятовування певних алгоритмів (штампів), мнемонічних правил, які дозволяють в певних випадках отримати відповідь, яка задовольняє вчителя. Школяр не може прогнозувати властивості речовини, тому не розуміє її призначення, що, в свою чергу, веде до невмілого і неправильного використання.

Правильно організований процес навчання з хімії (поєднання лекційних, лабораторних, семінарських та практичних занять) має значний вплив на свідомість сприйняття навчальної інформації, який передбачає роботу учнів над теоретичним матеріалом, виконання хімічних експериментів і рішення хімічних задач.

Хімічні задачі відіграють важливу роль в хімічній освіті. На нашу думку, своє завдання вони можуть виконати успішно у тому випадку, якщо використовується системний підхід в їх застосуванні. Це можливо, якщо задачі розглядати окремим предметом хімічної дисципліни в школі, засобом і методом навчання хімії. Розв'язування задач в хімії є одним із прийомів навчання, через який забезпечується більш глибоке і повне засвоєння навчального матеріалу та виробляється вміння самостійного використання набутих знань. У процесі розв'язування задач відбувається уточнення і закріплення хімічних понять про речовини і процеси. Задачі, які включають визначені ситуації, стають стимулом самостійної роботи учнів над навчальним матеріалом. Стає зрозумілою загальноприйнята в методиці думка, що мірою засвоєння матеріалу потрібно вважати не тільки і навіть не скільки переказ тексту підручника, скільки уміння використовувати одержані знання при розв'язуванні різноманітних задач.

В контексті зазначеного відомі методисти (Ю. Плентер і В. Полосін, С. Шаповаленко, А. Шевальова та ін.) пропонують методику підбору задач, яка складається з двох етапів роботи [3; 10; 11]. На першому етапі аналізується основний зміст досліджуваної теми. У ній виділяються підтеми або уроки. Зміст уроку (текст підручника) розчленовується на елементи знань, які записуються в логічній послідовності у вигляді тез, досить повно відображаючи зміст понять, теорій, законів. Подібний аналіз досліджуваного матеріалу дає можливість вчителю виявити «скелет» опорних знань по темі, дозволяє краще побачити головне, зосередити увагу на

взаємозв'язку окремих елементів знань.

Після виявлення переліку елементів знань здійснюється підбір задач і вправ. Це становить другий етап роботи. Але необхідно ретельно продумати характер задач, їх число, послідовність їх виконання, перш ніж приступити до підбору задач. Для вирішення цих питань В. Толкунов використовує таку класифікацію задач: якісні (усні, письмові), кількісні (усні, письмові), якісно-експериментальні, кількісно-експериментальні [5; 10]. Визначивши характер задач і послідовність їх виконання, пропонується почати підбір системи задач. При системному підході теоретичні знання і вміння розв'язувати задачі складають єдину систему хімічних знань, яка забезпечує поглиблене і зрозуміле засвоєння знань учнями одночасно з оволодінням структурою самих задач.

У підручниках з методики навчання хімії, спеціальних методичних посібниках по розв'язуванню задач [1; 2; 4; 5; 8; 7; 9; 10] хімічні задачі поділяються на якісні та розрахункові (кількісні). Під час розв'язування якісних задач визначають якісні співвідношення між хімічними речовинами, у процесі розв'язування кількісних задач – кількісну залежність між даними і шуканим. За класифікацією Д. Єригіна і Є. Шишкіна розрахункові хімічні задачі умовно поділяють на три типи: задачі, які розв'язуються з використанням хімічної формули речовини або для виведення хімічної формули; задачі, для розв'язання яких використовують рівняння хімічних реакцій; задачі, які пов'язані з розчинами речовин [1].

Виходячи з числа залежностей, які включені в задачу, кількісні хімічні задачі діляться на прості і комбіновані. Прості задачі потребують нескладного аналізу і незначних математичних розрахунків, які наскільки спрощені, що їх можна розв'язувати усно. Мета розв'язування простих задач – допомогти учням запам'ятовувати формули, конкретизувати одержані знання, закріпити знання від окремих хімічних явищ і фактів.

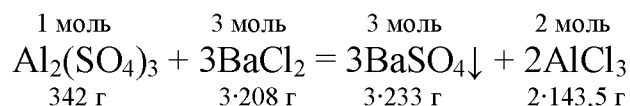
Вміння розв'язувати прості задачі – необхідна умова для розв'язування комбінованих задач. При наявності такого вміння проблема полягає в тому, щоб знайти сукупність простих задач, розв'язання яких призведе до шуканої відповіді.

На практиці під час навчання хімії часто виникають випадки, коли готові прості задачі із збірника розв'язуються достатньо довго за рахунок громіздких математичних операцій (іноді це об'єктивно зв'язано з різницею відносних атомних мас елементів, вказаних у періодичній таблиці хімічних елементів Д. Менделєєва різних років випуску). Захоплення математичними розрахунками під час розв'язку хімічних задач призводить до того, що хімічна суть задачі переходить на другий план. Іноді вчителю необхідно знайти умову задачі або декількох задач певної складності при вивченні окремих навчальних тем.

Ми пропонуємо методику складання хімічних задач за рівнянням хімічної реакції. Розрахунки за хімічним рівнянням (стехіометричні розрахунки) ґрунтуються на законі збереження маси речовин. Під час

складання такого типу задач можливі два види хімічних перетворень: якщо реакція проходить повністю та якщо реакція проходить не повністю. На нашу думку, для складання простих хімічних задач краще використовувати ті перетворення, які йдуть до кінця (перебігають повністю), тобто якщо в результаті реакції виділяється газ, випадає осад або утворюється малодисоційована сполука.

Для складання умови задачі ми рекомендуємо брати будь-яке хімічне перетворення за відповідною темою уроку. Наприклад:



Для складання умови задачі необхідно вміти записувати хімічні формули, визначати молярні маси (відносні атомні маси брати з періодичної системи Д. Менделєєва, яка розміщена в хімічному кабінеті) та урівнювати хімічні реакції (правильно розставляти стехіометричні коефіцієнти). Ми пропонуємо використовувати таблицю 1 для складання умови задачі.

Таблиця 1

№	Дано				Утворилось				Залишилось			
	Al ₂ (SO ₄) ₃		BaCl ₂		BaSO ₄		AlCl ₃		Al ₂ (SO ₄) ₃		BaCl ₂	
	моль	г	моль	г	моль	г	моль	г	моль	г	моль	г
1.	1	342	3	624	3	699	2	287	-	-	-	-
2.	0,1	34,2	0,3	62,4	0,3	69,9	0,2	28,7	-	-	-	-
3.	0,2	68,4	0,6	124,8	0,6	139,8	0,4	57,4	-	-	-	-
4.	0,2	68,4	0,3	62,4	0,3	69,9	0,2	28,7	0,1	34,2	-	-
5.	0,1	34,2	0,5	104	0,3	69,9	0,2	28,7	-	-	0,2	41,6

Відповідно до таблиці, можемо сформулювати найпростішу умову задачі (зокрема використовуючи перший рядок таблиці):

– Помножуючи дані таблиці на простий коефіцієнт, наприклад 0,1 або 0,2 отримуємо другий та третій рядки. За їх допомогою ускладнюємо умову задачі:

– яку масу Al₂(SO₄)₃ необхідно додати до розчину, що містить 62,4 г BaCl₂, для повного осадження BaSO₄? (34,2 г);

– при змішуванні розчинів Al₂(SO₄)₃ та BaCl₂ утворилося 139,8 г осаду. Які маси солей містились у вихідних розчинах? (m(Al₂(SO₄)₃)=68,4 г та m(BaCl₂)=124,8 г).

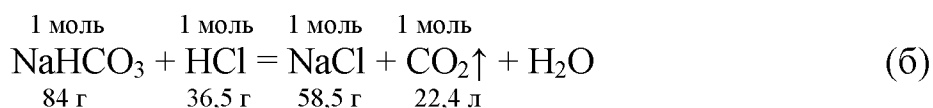
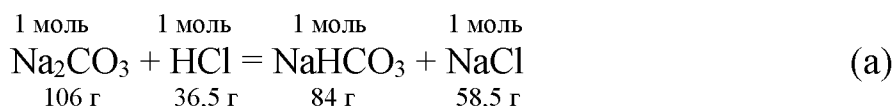
Складніша задача, що визначає склад утворених за реакцією сумішей (реакція з надлишком одного з компонентів), теж легко складається за допомогою таблиці. Наприклад, використовуючи другий рядок таблиці візьмемо у надлишку Al₂(SO₄)₃ (0,2 моль). За даними таблиці з 0,3 моль BaCl₂ реагує лише 0,1 моль Al₂(SO₄)₃, тому (0,2-0,1=0,1 моль) залишиться,

що показано у рядку чотири. П'ятий рядок побудований на основі другого, але містить надлишок BaCl_2 (0,5 моль). Умови задач, сформульовані за допомогою цих рядків таблиці, можуть бути такі:

– до розчину, в якому міститься 68,4 г $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$, додали розчин, що містить 62,4 г BaCl_2 . Визначити склад утворених солей. ($m(\text{BaSO}_4)=69,9$ г, $m(\text{AlCl}_3)=28,7$ г, $m(\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3)=34,2$ г (взятий у надлишку));

– до розчину, в якому міститься 104 г BaCl_2 , додали розчин, що містить 34,2 г $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$. Визначити склад утворених солей. ($m(\text{BaSO}_4)=69,9$ г, $m(\text{AlCl}_3)=28,7$ г, $m(\text{BaCl}_2)=41,6$ г (взятий у надлишку)).

Склад утворених сумішей складніше знайти для реакцій, які протікають поетапно. Для таких перетворень важливим є порядок додавання реактивів. Наприклад, при додаванні хлоридної кислоти до соди відбувається реакція:



Для складання умови задачі ми пропонуємо використовувати таблицю 2.

Таблиця 2

№	Дано				Утворилось						Залишилось			
	Na_2CO_3		HCl		NaHCO_3		NaCl		CO_2		Na_2CO_3		HCl	
	моль	г	моль	г	моль	г	моль	г	моль	мл	моль	г	моль	г
1.	1	106	1	36,5	1	84	1	58,5	–	–	–	–	–	–
2.	0,1	10,6	0,04	1,46	0,04	3,36	0,04	2,34	–	–	0,06	6,36	–	–
3а. 3б.	0,1	10,6	0,14	5,11	0,1- 0,04	8,4- 3,36	0,1+ 0,04	5,85+ 2,34	0,04	896	–	–	–	–

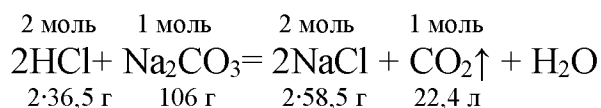
Для хімічних задач такого типу можливі два різні випадки, тому у розв'язку виходитиме різний склад утворених сумішей. У першому випадку, якщо кількість доданої кислоти менша кількості соди, реакція відбувається за першим рівнянням (а), співвідношення між учасниками реакції визначатимуться першим рядком таблиці. Тому для будь-якої задачі з надлишком Na_2CO_3 склад суміші розраховуватиметься за прикладом другого рядку таблиці.

Сформулювати умову задачі можна таким чином: до розчину, в якому міститься 10,6 г Na_2CO_3 , додали розчин, що містить 1,46 г HCl . Визначити склад утвореної суміші. ($m(\text{Na}_2\text{CO}_3)=6,36$ г, $m(\text{NaHCO}_3)=3,36$ г, $m(\text{NaCl})=2,34$ г).

У другому випадку, коли кількість кислоти більша за кількість соди, реакція відбуватиметься за рівняннями (а) та (б), склад утвореної суміші визначається третім (а та б) рядками таблиці. Реакція, яка відбувається за рівнянням (а) призводить до повної втрати соди, при цьому надмірна кількість кислоти вступає в подальшу реакцію з гідрокарбонатом, в результаті утворюється вуглекислий газ.

Умова задачі, складена за вищезгаданим прикладом, може бути такою: до розчину, в якому міститься 10,6 г Na_2CO_3 додали розчин, що містить 5,11 г HCl . Визначити склад утвореної суміші. ($m(\text{NaHCO}_3)=5,04$ г, $m(\text{NaCl})=8,19$ г, $V(\text{CO}_2)=896$ мл).

Якщо сформулювати умови задач інакше, отримуємо інші відповіді на схожі задачі. Наприклад, якщо додавати соду у хлоридну кислоту, реакція відбуватиметься за одним рівнянням реакції:



Користуючись таблицею 3 знаходимо розв'язок задач такого типу.

Таблиця 3

№	Дано				Утворилось				Залишилось			
	HCl		Na ₂ CO ₃		NaCl		CO ₂		HCl		Na ₂ CO ₃	
	моль	г	моль	г	моль	г	моль	мл	моль	г	моль	г
1.	2	73	1	106	2	117	1	22400	–	–	–	–
2.	0,04	1,46	0,1	10,6	0,04	2,34	0,02	448	–	–	0,08	8,48
3.	0,14	5,11	0,1	10,6	0,14	8,19	0,07	1568	–	–	0,03	3,18
4.	0,24	8,76	0,1	10,6	0,2	11,7	0,1	2240	0,04	1,46	–	–

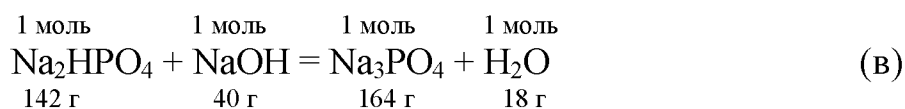
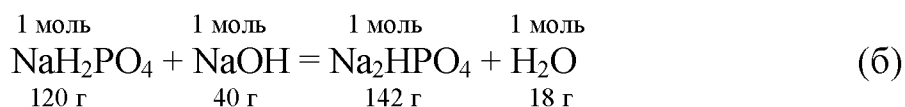
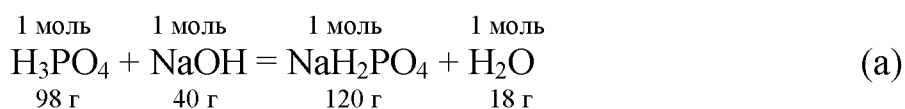
Пропонуємо такі умови задач за прикладами:

– до розчину, який містить 1,46 г HCl додали 10,6 г соди (Na_2CO_3). Визначити склад суміші, утвореної в результаті реакції. ($m(\text{Na}_2\text{CO}_3)=8,48$ г, $V(\text{CO}_2)=448$ мл, $m(\text{NaCl})=2,34$ г);

– до розчину, який містить 5,11 г HCl додали 10,6 г соди (Na_2CO_3). Визначити склад суміші, яка утворилася в результаті реакції. ($m(\text{Na}_2\text{CO}_3)=3,18$ г, $V(\text{CO}_2)=1568$ мл, $m(\text{NaCl})=8,19$ г);

– до розчину, який містить 8,76 г HCl додали 10,6 г соди (Na_2CO_3). Визначити склад суміші, яка утворилася в результаті реакції. ($m(\text{HCl})=1,46$ г, $V(\text{CO}_2)=2240$ мл, $m(\text{NaCl})=11,7$ г).

Ще один тип хімічних перетворень, що відбуваються до кінця, обумовлений отриманням в результаті хімічної реакції малодисоційованої сполуки. Приклади складання задач такого типу розглянемо за реакцією між ортофосфорною кислотою та лугом:



Для спрощення складання задач заповнимо таблицю 4.

Таблиця 4

№	Дано				Утворилось						Залишилось			
	H ₃ PO ₄		NaOH		NaH ₂ PO ₄		Na ₂ HPO ₄		Na ₃ PO ₄		H ₃ PO ₄		NaOH	
	моль	г	моль	г	моль	г	моль	г	моль	г	моль	г	моль	г
1.	0,1	9,8	0,06	2,4	0,06	7,2	–	–	–	–	0,04	3,92	–	–
2.	0,1	9,8	0,16	6,4	0,1- 0,06	12- 7,2	0,06	8,52	–	–	–	–	–	–
3.	0,1	9,8	0,26	10,4	–	–	0,1- 0,06	14,2- 8,52	0,06	9,84	–	–	–	–
4.	0,1	9,8	0,36	14,4	–	–	–	–	0,1	16,4	–	–	0,04	1,6

Заповнення таблиці проводимо так:

– у першому випадку, якщо кількість NaOH менша кількості H₃PO₄, реакція відбуватиметься за першою стадією (рівняння а);

– у другому випадку, якщо кількість NaOH більша кількості H₃PO₄ (але не більше, ніж у два рази), реакція проходить одночасно за двома стадіями (рівняння а та б);

– у третьому випадку, якщо кількість NaOH перевищує H₃PO₄, вдвічі та більше раз, реакція відбуватиметься повністю (рівняння а, б та в).

Умови задач, складені за вищезгаданими прикладами, можуть бути такими:

– до розчину, в якому міститься 9,8 г H₃PO₄, додали розчин, що містить 2,4 г NaOH. Визначити склад утвореної суміші. (m(NaH₂PO₄)=7,2 г, m(H₃PO₄)=3,92 г);

– до розчину, в якому міститься 9,8 г H₃PO₄, додали розчин, що містить 6,4 г NaOH. Визначити склад утвореної суміші. (m(NaH₂PO₄)=4,8 г, m(Na₂HPO₄)=8,52 г);

– до розчину, в якому міститься 9,8 г H₃PO₄, додали розчин, що містить 10,4 г NaOH. Визначити склад утвореної суміші. (m(NaH₂PO₄)=5,68 г, m(Na₃PO₄)=9,84 г);

– до розчину, в якому міститься 9,8 г H₃PO₄, додали розчин, що

містить 14,4 г NaOH. Визначити склад утвореної суміші. ($m(\text{Na}_3\text{PO}_4)=16,4$ г, $m(\text{NaOH})=1,6$ г).

Розрахунки за хімічним рівнянням (стехіометричні розрахунки) ґрунтуються на законі збереження маси речовин, однак в реальних хімічних процесах внаслідок неповного перебігу реакції і різних втрат речовин маса продуктів, що утворюються, часто буває меншою, ніж та, що повинна утворитися за законом збереження маси речовин. Вихід продукту реакції – це виражене у відсотках відношення маси реально добутого продукту до його маси, яка повинна утворитися згідно з теоретичним розрахунком:

$$\eta = \frac{m_p(X) \cdot 100}{m(X)}$$

де η – вихід продукту, %; $m_p(X)$ – маса продукту X , добутого у реальному процесі; $m(X)$ – розрахована маса речовини X .

У тих задачах, де вихід продуктів не зазначено, припускають, що він теоретичний, тобто $\eta = 100\%$.

Наведені приклади складання розрахункових хімічних задач обмежуються масовими кількостями компонентів. На практиці часто зустрічаються випадки, якщо замість мас доцільно використовувати об'єми взаємодіючих речовин (наприклад, хлоридна кислота – це рідина та ін.). Однак задачі на розчини є іншим типом розрахункових задач і включення концентрацій в умову задачі відноситиме останні до комбінованих задач.

Таким чином, обґрунтовано, що удосконалення структури та змісту шкільного курсу хімії, урізноманітнення форм, методів та засобів навчання неможливе без застосування хімічних задач в освітньому процесі.

Також нами запропоновано класифікацію задач на якісні, кількісні, якісно-експериментальні, кількісно-експериментальні, а також розкрито сутність системного підходу у складанні та використанні розрахункових хімічних задач за рівнянням хімічної реакції, при якому теоретичні знання і вміння розв'язувати задачі складають єдину систему хімічних знань, що забезпечує поглиблене і зрозуміле засвоєння знань учнями одночасно з оволодінням структурою самих задач.

Проведений аналіз проблеми дозволив висунути і обґрунтувати ідею, що використання запропонованої методики складання та розв'язування розрахункових задач з хімії вчителями шкіл розширить їх погляд на хімічну задачу як на загально-дидактичну категорію, метод навчання та засіб розвитку творчих здібностей учнів.

Проведене дослідження не вичерпує всього різноманіття поставленої проблеми. Її розробка може бути продовжена методикою складання задач за хімічною формулою сполуки, задач на розчини та комбінованих хімічних задач.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Ерыгин Д. П. Методика решения задач по химии / Д. П. Ерыгин, Е. А. Шишкин. – М. : Просвещение, 1989. – 177 с.
2. Зайцев О. С. Задачи и вопросы по химии / О. С. Зайцев. – М. : Химия, 1985. – 304 с.
3. Плетнер Ю. В. Практикум по методике преподавания химии : учеб. пособие для студентов пед. ин-тов. по хим. спец. / Ю. В. Плетнер, В. С. Полосин. – М. : Просвещение, 1981. – 192 с., іл.
4. Серeda И. П. Конкурсные задачи по химии : поступающим в вузы / И. П. Серeda. – К. : Головное изд-во, 1982. – 232 с.
5. Толкунов В. И. Основы методики использования задач в обучении химии в средних общеобразовательных учебных заведениях: пособие для студентов педагогических вузов и учителей химии / В. И. Толкунов. – Самара : ПГСГА, 2012. – 218 с.
6. Указ Президента України від 25.06.2013 р. № 344/2013 «Про Національну стратегію розвитку освіти в Україні на період до 2021 року» // Гірська школа Українських Карпат. – 2013. – № 8–9. – С. 11. – Режим доступу : <http://hoipro.km.ua/uploads/news/news-o50aE0Sn7f-0.zip>
7. Хімія : підручник для 10 кл. загальноосвіт. навч. закл. (профільн. рівень) / авт. Буринська Н. М., Депутат В. М., Сударева Г. Ф., Чайченко Н. Н. ; кер. авт. кол. Буринська Н. М., доктор пед. наук, проф., гол. наук. співроб. лаб. хім. і біолог. освіти ін-ту педагогіки НАПН України. – К. : Педагогічна думка, 2010. – 352 с.
8. Хомченко И. Г. Сборник задач и упражнений по химии / И. Г. Хомченко. – М. : Новая волна, 1997. – 221 с.
9. Чернобильская Г. М. Основы методики обучения химии / Г. М. Чернобильская. – М. : Просвещение, 1987. – 256 с.
10. Шаповаленко С. Г. Методика обучения химии в восьмилетней и средней школе: (общие вопросы) : пособие для учителей / С. Г. Шаповаленко. – Москва : Учпедгиз, 1963. – 668 с.
11. Шевалёва А. С. Задачник-практикум по методике решения расчётных задач по химии / А. С. Шевалёва. – М. : Учпедгиз, 1963. – 80 с.