


СУЧАСНИЙ ПОСІБНИК ДЛЯ УЧНІВ З КУРСУ ЗА ВИБОРОМ «РОЗВ'ЯЗУВАННЯ ЗАДАЧ З ХІМІЇ, 10–11 КЛАСИ»

Тетяна Вороненко,

кандидат педагогічних наук,
старший науковий співробітник відділу
біологічної, хімічної та фізичної освіти
Інституту педагогіки НАПН України,
м. Київ, Україна

 <https://orcid.org/0000-0002-5020-3928>

 voronesha11@gmail.com

У статті розглянуто роль розрахункових задач у системі шкільної хімічної освіти і місце в ній навчального посібника для учнів з курсу за вибором «Розв'язування задач з хімії, 10–11 класи». Висвітлено структуру посібника, типи і методи розв'язування розрахункових задач, що включено до нього. Акцентовано увагу на тому, що у процесі розв'язування задач відбувається формування предметної і ключових компетентностей учня, перенос знань з фізики і математики. Проаналізовано дидактичні, освітні розвиваючі функції розрахункових задач з хімії. Обґрунтовано необхідність впровадження курсу за вибором «Розв'язування задач з хімії, 10–11 класи» з використанням навчального посібника, який у сучасних умовах може бути використано як самовчитель.

Ключові слова: курс за вибором з хімії; навчальний посібник для учнів; старша школа; компетентність; методи і способи розв'язування задач з хімії.

Постановка проблеми в загальному вигляді та її зв'язок з важливими науковими та практичними завданнями. Навчальний заклад, на виконання Закону про освіту та Державного стандарту базової і повної загальної середньої освіти щодо вимог до освіченості учнів, має забезпечити учня предметними і ключовими компетентностям для підготовки його до життя у соціумі. Реалізувати це у старшій школі можливо лише викладаючи як основний навчальний курс, так і курси за вибором на засадах особистісно зорієнтованого, компетентнісного і діяльнісного підходів.

Обираючи курси за вибором, учні старшої школи орієнтуються не лише на знання, які вони одержують у 10–11 класах, але й на можливість використання знань з цілого навчального курсу, наприклад, для забезпечення вступу у вищий

навчальний заклад. Саме таким є курс за вибором «Розв'язування задач з хімії, 10–11 класи», метою якого є доповнення та поглиблення змісту окремих розділів відповідних предметів. Він може викладатися як спеціальний курс (входить до розкладу уроків і бути обов'язковим до вивчення всіх учнів), так і факультатив (входить до розкладу факультативних курсів, що вивчаються в позаурочний час лише тими учнями, які його обрали).

Розрахункові задачі, що входять до діяльнісного складника навчання з хімії, відіграють важливу роль, як у формуванні предметної хімічної компетентності, так і в розвитку логічного і критичного мислення учня. Саме вміння аналізувати, планувати, обирати найефективніший варіант дій, робити висновки, що формуються і розвиваються під час розв'язування розрахункових задач є запорукою успішності у житті випускника навчального закладу.

Важливу роль у можливості ефективного навчання розв'язку розрахункових задач з хімії відіграють дидактичні матеріали, до яких входять підручники, навчальні посібники для учнів, задачник.

Аналіз останніх досліджень і публікацій з проблеми. Проблему методики розв'язування розрахункових задач з хімії досліджували М. А. Ахметов, Д. П. Єригін, М. В. Зуєва, Г. М. Чернобельська, Л. О. Слета, В. І. Староста та ін.

Дидактичний матеріал, у вигляді задачників з хімії для середньої школи, де розглядається методика розв'язування розрахункових задач деяких типів, охрблено О. В. Березан, Г. П. Хомченко, М. А. Ахметов, О. Г. Ярошенко та ін.

Однак навчального посібника для учнів з розв'язування розрахункових задач з хімії, який би задовольнив усі вимоги з позицій компетентнісного навчання, можливості учня до самонавчання і саморозвитку, нині не існує.

Формулювання цілей статті. Мета статті – обґрунтувати роль і місце навчального посібника для учнів з курсу за вибором «Розв'язування задач з хімії, 10–11 класи» у системі викладання предмету, висвітлити структуру посібника, типи розрахункових задач і методи їх розв'язування.

Виклад основного матеріалу. Хімічний складник природничої галузі, згідно з Державним стандартом базової і повної загальної середньої освіти, має забезпечити знаннєвий (набуття знань про речовини та їх перетворення, хімічні закони і методи дослідження), діяльнісний (формування навичок безпечного поводження з речовинами) і ціннісний (формування ставлення до екологічних проблем і розуміння хімічної картини світу, оцінювання ролі хімії у виробництві та житті людини) складники предметної компетентності на основі базових знань з предмета (Державний стандарт, 2020).

Розрахункові задачі, як зазначається в навчальній програмі «Хімія. 7–9 класи», є важливим джерелом знань, засобом формування експериментальних умінь і дослідницьких навичок, створення проблемних ситуацій, розвитку мислення, спостережливості та допитливості (Хімія, 2017).

Хімічні задачі займають важливе місце у формуванні і розвитку ключових і предметних компетентностей:

- вони є джерелом знань, засобом формування умінь самостійно набувати хімічні знання, навичок оцінки, як різноманітних хімічних явищ, так і можливості використання речовин у повсякденному житті;
- розвивають критичне мислення, вміння аналізувати і приймати правильне рішення;
- формують раціональні прийоми мислення і усувають формалізм знань;
- під час розв'язування задач, через їх зміст реалізується зв'язок теорії з практикою, закріплюються і вдосконалюються поняття про речовини та виробничі процеси, природні явища з хімічної точки зору.

Для успішного розв'язування хімічних розрахункових задач, по-перше має бути достатньо навчального часу; по-друге, учнів має бути забезпечено якісним дидактичним матеріалом. Першу умову задовольняє створення курсу за вибором, а другу — створення до нього посібника.

Посібник для учнів до курсу за вибором «Розв'язування задач з хімії, 10–11 класи» є результатом наукового дослідження змісту і структури курсу за вибором, яке проводилося згідно теми науково-дослідної роботи відділу біологічної, хімічної і фізичної освіти Інституту педагогіки НАПН України «Науково-методичне забезпечення варіативного складника профільної середньої біологічної і хімічної освіти». Зміст відповідає авторській навчальній програмі. Цей посібник містить методiku розв'язування розрахункових задач усіх типів, які внесено до навчальних програм з хімії 7–9 і 10–11 класів (рівня стандарту і профільного рівня) і входять до Програми ЗНО з хімії.

Посібник до курсу за вибором «Розв'язування задач з хімії, 10–11 класи» — це по суті самовчитель, що на сьогоднішній час, в умовах пандемії і дистанційного навчання є дуже актуальним. Учень, навіть без допомоги учителя, користуючись матеріалом, що міститься в ньому, може самостійно оволодіти методикою розв'язування розрахункових задач. У цьому йому допоможуть алгоритми розв'язування і додатковий матеріал, що необхідний для цього.

Задачі подаються від найпростіших (на одну дію), з використанням фізичних формул, до комбінованих задач (зі складанням хімічного рівняння і виконанням ряду математичних обчислень). Основний наголос зроблено на таку подачу матеріалу, за якою кожен учень зможе навчитися розв'язувати розрахункові задачі самостійно. З цією метою розглядається декілька способів розв'язків, з яких учень може обрати той, що для нього найзрозуміліший і більш оптимальний за часом виконання. Для цього пропонується план виконання — набір покрокових простих задач. Курс за вибором «Розв'язування розрахункових задач з хімії, 10–11 класи» побудовано так, що учні спочатку мають пригадати (а в деяких випадках і навчитися) розв'язувати найпростіші задачі з використанням формул. Ці вміння вони застосують під час розв'язування більш складних задач на декілька дій.

Такий виклад матеріалу формує в учня уміння осмислювати і аналізувати зміст, пов'язувати його з реальним життям, знаходити взаємозв'язок даних за умовою з невідомим, що його потрібно знайти, використовувати необхідні фізичні формули (або виводити їх самостійно).

Прагнучи сформулювати вміння учнів будувати мисленнєвий процес під час розв'язування задач, навчити, як і в якій послідовності діяти, оперувати умовами завдання, ми до кожного типу задач склали алгоритми. Застосування алгоритмів розвиває логічне мислення, уміння аналізувати залежності між величинами, виділяти головне в досліджуваному, знаходити оптимальні шляхи розв'язування задач, послідовно розчленовувати свої дії на «кроки», для знаходження шуканої величини.

Структура навчального посібника з курсу за вибором для учнів складається з передмови (де учні можуть ознайомитися з типами задач, що розглядаються у курсі), змісту занять, (у кожному з занять зазначено основні поняття, закони, формули, знання яких необхідні для правильного розв'язання задач певного типу), додатків (до яких входять: Періодична система хімічних елементів, відносні молекулярні маси неорганічних і органічних сполук, таблиця розчинності основ, кислот і солей у воді, ряд активності металів) і списку збірників задач (задачі для самостійного розв'язку у посібнику не передбачено).

Розв'язування розрахункових хімічних задач є важливою складовою оволодіння знаннями основ науки хімії і сприяє набуттю практичних умінь і навичок учнів (проводити розрахунки і досліди).

Виокремлюємо дві основні частини будь-якої розрахункової задачі: теоретичну, що потребує аналізу, і розрахункову, що будується на використанні логічних прийомів аналізу, синтезу, абстрагування, перетворення і обчислювальних умінь. Проте для успішного розв'язування розрахункових задач з хімії є обов'язкова умова — знання основ хімії, закономірностей, взаємозв'язків між складом, будовою і властивостями речовин, вміння встановлювати зв'язок між отриманням і використанням речовин та їх еколого-хімічними характеристиками.

Будь-яка задача має подвійну функцію: по-перше, вона є вправою для відпрацювання операційної техніки розрахунків; по-друге — містить запитання математичного характеру для розв'язування за допомогою обчислень за даною умовою. Хімічна задача відрізняється від інших хімічним змістом.

Розрахункові задачі з хімії дозволяють реалізувати такі дидактичні принципи навчання:

- забезпечення самостійності й активності учнів (розвиток навичок самонавчання, самоконтролю щодо рівня засвоєння знань й умінь та їх використання на практиці);
- досягнення міцності знань і умінь (формування, закріплення і розвиток різних складників предметної компетентності, як нових, так і отриманих раніше);
- здійснення зв'язку навчання з життям (розвиток логічного мислення, уміння планувати дії, робити короткі записи, проводити розрахунки, обґрунтовуючи їх те-

орією, розкласти загальне запитання на окремі дії, практичне застосування теоретичного матеріалу);

- реалізація політехнічного навчання хімії, професійної орієнтації (міжпредметні зв'язки і зв'язок хімічної науки з життям) (Староста, 2006).

Розвивальна функція розрахункових задач — у формуванні раціональних прийомів мислення, розвитку логічного і критичного мислення, самостійності, удосконаленні і закріпленні знань хімічних понять про сполуки і хімічні процеси.

Під час розв'язування задач учні вдаються до розумової діяльності, яка визначає розвиток, як змістовної сторони мислення (знань), так і діяльнісної (операцій, дій). Взаємодія знань і дій є основою формування різних прийомів мислення: суджень, умовиводів, доказів. Знання, що використовуються під час розв'язування задач, можна поділити на два види: перший — знання, які учень набуває при розборі тексту задачі, та другий — знання, без залучення яких процес вирішення неможливий. Наприклад, визначення різноманітних хімічних понять, знання основних теорій і законів, фізичних та хімічних властивостей речовин, формул сполук, молярних мас речовин тощо.

За ступенем складності розрахункові задачі поділяють на:

- *типові* (прості), що розв'язуються за алгоритмом і формують в учня вміння виконувати певні прості обчислювальні дії за формулами (містять знаннєвий і діяльнісний складники предметної компетентності);

- *комплексні*, в основі яких — сформовані в учнів комплексні уміння розв'язувати типові задачі, самостійно комбінуючи вже відомі алгоритми в нові і вміння виконувати дії в типових ситуаціях (мають знаннєвий і діяльнісний складники предметної компетентності);

- *контекстні* (проблемні) — задачі, у структурі яких, окрім знаннєвого і діяльнісного, присутній ще й ціннісний складник. Під час їх розв'язування формуються самостійність дій у нетипових ситуаціях, виникає можливість оволодіти культурою наукового дослідження і набути не лише знання з хімії, а й особистий досвід.

Залежно від числа елементів знань, що учні мають використовувати під час розв'язування, задачі поділяють на прості, складні і комбіновані.

До *простих* відносяться задачі, розрахунки яких проводяться без використання рівнянь реакцій:

- розрахунок: відносної молекулярної маси сполук за їх формулами; співвідношень мас елементів в речовинах; масової частки елемента в сполуці за її формулою; співвідношень «маса — моль»; співвідношень «об'єм — моль»; з використанням відносної густини газів; з використанням числа Авогадро; масової частки речовини в розчині;

- виведення найпростішої формули речовини; виведення істинної формули речовини;

- задачі на одну дію на суміші.

До складних розрахункових задач можна віднести задачі з використанням рівнянь хімічних реакцій (маючи на увазі, що однією з дій буде обчислення молярної маси, моль або об'єму речовин за формулою):

- обчислення маси речовин за відомою масою іншої речовини;
- обчислення за співвідношенням «маса — моль», «об'єм — моль».

Комбіновані задачі містять різні елементи знань і способів дій, які передбачені шкільною програмою з хімії. Комбіновані задачі належать до числа нестандартних задач, кожна з них можна розбити на певну кількість стандартних. Комбінованими задачами є:

- задачі з використанням поняття «надлишок»;
- задачі з використанням речовин, одна з яких містить домішки;
- задачі на вихід продукту реакції від теоретично можливого;
- задачі на виведення хімічної формули;
- задачі, в яких речовини дано у вигляді розчинів;
- задачі на суміші.

Усі перераховані вище типи задач можна розв'язувати за допомогою різних способів, як хімічних (з використанням законів хімії, таких, як закон Авогадро, Періодичний закон та ін., хімічних рівнянь і формул тощо), так і математичних (алгебраїчний, правило хреста (конверт Пірсона) та ін.).

План розв'язування розрахункової задачі можна показати у вигляді схеми (Ерыгин & Шишкин, 1989).



Схема. План розв'язування розрахункової задачі

У ході розв'язування задач відбувається інтенсивна розумова діяльність учнів, пов'язана з аналізом і синтезом, порівнянням за подібністю і розбіжністю, з абстрагуванням і конкретизацією й іншими розумовими операціями.

Увесь процес розв'язування розрахункової задачі можна поділити на:

1) дослідження умови: співвідношення відомих елементів задачі з невідомими; розпізнавання відомих елементів в різних комбінаціях; зіставлення даних задач з відомими задачами. Мета етапу — зрозуміти умову задачі, виділити дані за умовою, вимогу, встановити зв'язки між даними і шуканими;

2) аналіз умови (пошук розв'язування) задачі: виявлення істотного (виділення даних і невідомих елементів, їх властивостей і відносин); встановлення повноти (достатності, недостатності) і незалежності/залежності умови завдання або її елементів. Необхідно: визначити фізичні величини і формули, за якими вони обчислюються; скласти (у разі потреби) хімічне рівняння; встановити відомі дані і визначити невідоме, що необхідно знайти, скласти план розв'язання задачі. При складанні плану доречно: визначити тип задачі, порівняти її з раніше вирішеними; видозмінити задачу, переформулювавши умову і спростивши її, відкинути несуттєву, зайву інформацію; замінити опис деяких понять відповідними термінами; переробити текст задачі в зручну для пошуку розв'язання форму; розділити складну задачу на серію простих задач, послідовне розв'язання яких складе розв'язання даної. Мета етапу — складання плану розв'язання задачі;

3) короткий запис умови задачі за допомогою символів і умовних позначень. Мета етапу — структурування умови у вигляді фізичних даних;

4) вибір способу розв'язування задачі: побачити варіативність розв'язування задачі на основі знання умов, за яких це можливо; вибрати відповідні змісту задачі фізичні формули, математичні операції; складна задача розчленовується на ряд простих задач, пов'язаних між собою загальним змістом. Мета етапу — дослідження можливих окремих і особливих випадків розв'язування задачі;

5) розв'язування задачі: реалізувати намічений плану розв'язку; записати рівняння хімічної реакції (за необхідністю); розв'язати задачу обраним способом; правильно виконати математичні операції; дотримуватися вимог, щодо вибору способу оформлення розв'язку, що гарантує фіксацію міркувань в короткій і логічній, але достатній для повного відтворення розв'язку, формі; корекції правильності розв'язання шляхом порівняння з умовою. Мета етапу — оформлення розв'язання, запис відповіді;

6) перевірка результату: виконати перевірку розв'язання різними способами, порівнявши результат з умовою; оцінити результати розв'язання з точки зору правильності, раціональності; спробувати знайти більш економічний спосіб розв'язку; розв'язати задачу іншим способом або методом, скласти зворотну задачу.

План розв'язку задачі складається з дотриманням усіх правил, яким учні навчені на уроках математики і фізики. Отже, доволі ефективним фактором, що впливає на навчання учнів розв'язуванню хімічних задач, є здійснення перенос знань і умінь.

Існує два основні методи складання плану (аналізу, міркування) розв'язування задачі:

а) синтетичний метод (від аналізу вихідних даних, вивчення взаємозв'язків з невідомим даними) — виокремлення учнем із запропонованої складної простих задач (поділ конкретної задачі на смислові частини) і їх вирішення, та подальше порівняння результатів виконаної операції (з орієнтацією на запитання вихідної задачі);

б) аналітичний метод (від невідомого) — характеризується тим, що аналіз починається з запитання задачі: з'ясовуються попередні дані, що необхідні для отримання відповіді на поставлене в умові запитання. Як і в синтетичному способі, задача поділяється на прості задачі, але міркування ведеться в напрямку, протилежному плану розв'язання. При складанні плану рішення задачі аналітичним методом міркування будуються в протилежному напрямку — від шуканого числа до даних в умові задачі (виявлення хімічних основ невідомого, необхідних формул, законів).

Обидва ці методи впроваджено при складанні алгоритмів розв'язування задач у посібнику «Розв'язування розрахункових задач з хімії, 10–11 класи».

Висновки та перспективи подальших досліджень. Окрім базових і профільних предметів, у старшій профільній школі передбачено вивчення курсів за вибором (спеціальних курсів і факультативів). Варіативність методик організації навчання, а також наявність в учнів можливості обирати курси за вибором, залежно від власних бажань і пізнавальних здібностей, дають змогу впровадити у практику викладання хімії в старшій школі курс за вибором «Розв'язування розрахункових задач з хімії, 10–11 класи». У складеному до курсу навчальну посібника для учнів основний наголос зроблено на таку подачу матеріалу, за якою кожен учень зможе навчитися розв'язувати розрахункові задачі самостійно за обраним ним варіантом, який є найбільше прийнятним саме для нього.

Посібник для учнів, що складено до курсу за вибором «Розв'язування задач з хімії, 10–11 класи» може бути використано як самоучитель учнями не лише старшої, а й основної школи.

Використані джерела

Державний стандарт базової середньої освіти: постанова Кабінету Міністрів України від № 898 від 30 вер. 2020 р. <https://mon.gov.ua/ua/osvita/zagalna-serednya-osvita/nova-ukrayinska-shkola/derzhavnij-standart-bazovoyi-serednoyi-osviti/>

Хімія. 7–9 класи. Навчальна програма для загальноосвітніх навчальних закладів: наказ Міністерства освіти і науки України від 07.06.2017 № 804. <https://mon.gov.ua/ua/osvita/zagalna-serednya-osvita/navchalni-programi/navchalni-programi-5-9-klas/>

Староста, В. І. (2006). Навчання школярів складати й розв'язувати завдання з хімії: теорія і практик. Ужгород: УжНУ-Громада.

Ерыгин, Д. П., Шишкин, Е. А. (1989). Методика решения задач по химии. Москва: Просвещение.

References

- Derzhavnyy standart bazovoyi seredn'oyi osvity: postanova Kabinetu Ministriv Ukrainy vid № 898 vid 30 ver. 2020 r.* <https://mon.gov.ua/ua/osvita/zagalna-serednya-osvita/nova-ukrayinska-shkola/derzhavnij-standart-bazovoyi-serednoyi-osviti> (in Ukrainian).
- Khimiya. 7–9 klasy. Navchal'na prohrama dlya zahal'noosvitnikh navchal'nykh zakladiv: nakaz Ministerstva osvity i nauky Ukrainy vid 07.06.2017 № 804.* <https://mon.gov.ua/ua/osvita/zagalna-serednya-osvita/navchalni-programi/navchalni-programi-5–9-klas> (in Ukrainian).
- Starosta, V. I. (2006). *Navchannya shkoliariv skladaty y rozv'yazuvaty zavdannya z khimiyi: teoriya i praktyk.* Uzhhorod: UzhNU-Grazhda (in Ukrainian).
- Yerygin, D. P., Shishkin Ye. A. (1989). *Metodika resheniya zadach po khimii.* Moskva: Prosveshcheniye (in Russian).

Tetiana Voronenko, Ph.D., Senior Researcher of Biological, Chemical and Physical Education Department of the Institute of Pedagogy of the NAES of Ukraine, Kyiv, Ukraine.

MODERN TEXTBOOK FOR STUDENTS ON THE ELECTIVE COURSE «SOLVING STOICHIOMETRIC PROBLEMS IN CHEMISTRY, GRADES 10-11»

Solving stoichiometric problems in Chemistry belongs to the activity component of chemical competence. The ability to solve problems is the mandatory requirement of the school Chemistry curriculum. To help students study in high school the elective courses are introduced.

The article considers the role of stoichiometry in the school chemical education system. It is indicated for the need of a textbook for students to study the elective course “Solving Stoichiometric Problems in Chemistry, grades 10-11”. The textbook contains types of stoichiometric problems and methods for solving them. Attention is focused on the place of stoichiometry in Chemistry in the process of the formation of key competencies. For example, as a source of knowledge and use of acquired knowledge in everyday life; in the development of logical and critical thinking; improving knowledge of substance and natural phenomena from a chemical point of view. When solving stoichiometric problems, it is needed knowledge of Physics and Mathematics. The didactic, educational, and developing functions of stoichiometry in Chemistry were analyzed.

The textbook for the elective course includes several algorithms for solving stoichiometric problems. The student can familiarize him/herself with each of the solution options and choose the one that suits him/her the most. Stoichiometric problems in Chemistry are classified by complexity: simple, complex, and contextual. At the beginning of the textbook, algorithms for solving simple stoichiometric problems on one action are explained: using physical formulas, calculation of molar masses of substances. Further, algorithms for solving complex stoichiometric problems are given. The basis of such algorithms is the integrated skills of students to solve simple stoichiometric problems, independently combining already known algorithms and the ability to perform actions in typical situations.

The article substantiates the need to use the textbook for studying the course “Solving Stoichiometric Problems in Chemistry, grades 10-11”. This textbook can be used by students as a self-study book.

Keywords: Chemistry course; textbook for students; high school; competency; methods for solving stoichiometric problems in Chemistry.