

**МЕТОДОЛОГІЧНИЙ АСПЕКТ ВИКЛАДАННЯ ТЕМИ  
«СТЕХІОМЕТРИЧНІ РОЗРАХУНКИ» З КУРСУ ХІМІЇ  
ЗАГАЛЬНООСВІТНЬОЇ ТА ВИЩОЇ ШКОЛИ**

**Анотація.** У статті розглянуто проблеми методики викладання хімії на прикладі розв'язання стехіометричних завдань. У центрі уваги автора знаходиться необхідність використання мольних співвідношень в стехіометричних розрахунках. Це відповідає методології викладання стехіометрії та забезпечує успіх в розв'язанні завдань.

**Ключові слова:** методика викладання, хімія, стехіометричні розрахунки.

И. Мысник

**МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЙ АСПЕКТ ПРЕПОДАВАНИЯ ТЕМЫ  
«СТЕХИОМЕТРИЧЕСКИЕ РАСЧЕТЫ» В КУРСЕ ХИМИИ  
ОБЩЕОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ И ВЫСШЕЙ ШКОЛЫ**

**Аннотация.** В статье рассмотрены проблемы методики преподавания химии на примере решения стехиометрических задач. В центре внимания автора находится необходимость применения мольных соотношений в стехиометрических расчетах. Это соответствует методологии преподавания стехиометрии и обеспечивает успех в решении задач.

**Ключевые слова:** методика преподавания, химия, стехиометрические расчеты.

I. Mysnyk

**METHODOLOGICAL ASPECT OF TEACHING THE STOICHIOMETRIC  
CALCULATIONS OF THE COURSE OF CHEMISTRY IN THE GENERAL  
AND THE HIGHER EDUCATIONAL ESTABLISHMENTS**

**Abstract.** In the article had been considered the methodological problems of teaching chemistry at the example of stoichiometric calculations. The focus of the author is the use of molar ratios in stoichiometric calculations.

**Keywords:** methodology of teaching, chemistry, stoichiometric calculations.

**Постановка проблеми.** Одним із головних напрямів удосконалення освітньої системи в ХХІ-му сторіччі за визначенням Національної доктрини розвитку освіти України є «оновлення її змісту та форм організації навчально-виховного процесу». У відповідності до цього за останнє десятиріччя оновлення відбулося на всіх рівнях освіти, та більш за все реформування сталося в загальноосвітньому навчальному закладі (ЗНЗ). Особливі зміни в ЗНЗ зазнало викладання базових природничо-наукових дисциплін, зокрема, хімії. Відповідно до навчальних програм, розроблених згідно стандартам освіти України, хімія є обов'язковою складовою компонентою системи загальної природничо-наукової освіти, а навчальний предмет «Хімія» належить до інваріантної частини навчального плану основної і старшої школи, де введено рівневий метод навчання: стандартний, академічний, профільний. Проте аналіз стану профільного навчання хімії на прикладі Полтавській області протягом 2005-2011 навчальних років показав, що кількість ЗНЗ, де хімія вивчається на профільному рівні, нажалю, зменшилася у два рази [1].

Згідно з вимогами сучасності нині спостерігається така тенденція: загальна освіта, а кроком за нею і вища освіта, змушені вдаватися до компромісу між об'ємом знань та нормами терміну навчання. Як відомо, в ході компромісу доводиться чимось жертвувати. У цьому випадку під «скорочення» потрапляють природничо-наукові дисципліни, і хімія не є винятком в даному сенсі. В цій ситуації завдання пересічного викладача-предметника як загальноосвітньої, так і вищої школи, полягає в тому, щоб у процесі реформування освітньої системи не страждала якість навчання.

Якість навчання – складне і всеосяжне поняття, багатоконпонентне утворення, тому що залежить від багатьох факторів. Найбільш вагомим серед них є єдина методологічна засада викладання дисципліни на всіх рівнях освіти. Без методологічно правильного надання інформації у молоді,

що навчається, виникають «білі плями» в теоретичних знаннях і чисто механічне запам'ятовування схем вирішення практичних питань, без усвідомлення суті проблеми. Вчителі з хімії стикаються з тим, що такою «білою плямою» в хімічних знаннях у школярів та студентів-першокурсників є тема «стехіометричні розрахунки».

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Підвищені вимоги сьогодення до якості навчання висувають певні доручення перед плеядою вчених та науковців сфери освіти по створенню сучасної теорії і методики навчання, удосконаленню підручників, доповненню учбової літератури посібниками. Вагомим внеском у реалізації цієї проблеми в рамках хімічної освіти в загальноосвітніх навчальних закладах є праці ряду вітчизняних наукових шкіл. Зокрема, Н. М. Буринська обґрунтувала основи реалізації політехнічного принципу навчання хімії [2], Л. П. Величко з'ясувала теоретичні і практичні питання навчання органічної хімії в ЗНЗ; Н. Н. Чайченко висвітлила процес формування теоретичних знань учнів з основ хімії [3]; О.Г. Ярошенко розробила дидактичну концепцію групової навчальної діяльності школярів [4]. Результатом роботи вчених-методистів з'явилися затвержені Міністерством підручники з хімії, які відповідають сучасному рівню розвитку науки і рекомендовані для використання у загальноосвітніх навчальних закладах.

Проте викладачам хімії в технічних університетах доводиться вирішувати проблему ліквідації пробілів в шкільній хімічній освіті студентів-першокурсників, що виявляються на „нульовому” контролі, який проводиться щорічно. Це відбувається в умовах нестачі аудиторного часу, тому що в Державних освітніх стандартах вищої професійної освіти вивчення базового хімічного матеріалу не передбачається. На «нульовому» контролі, як правило, перевіряються знання по складанню формул речовин, визначенню кислотно-основних властивостей неорганічних сполук і розв'язанню розрахункових вправ з хімії, зокрема, зі стехіометрії.

Зараз у викладанні хімії обходяться без стехіометричних законів, які було відкрито (Ріхтер, Пруст, Дальтон, Авогадро) понад 200 років тому і були основою атомно-молекулярного вчення про будову речовини. В сучасному житті доволі часто доводиться стикатися зі стехіометричними розрахунками, заснованими на цих законах. Такі завдання мають ужитковий характер, вони надзвичайно різноманітні. Приведемо найпростіші з них, які можна розділити на наступні види, залежно від питань, на які вони відповідають:

- Визначення кількості простої речовини, яку можна отримати зі складної речовини. Наприклад: скільки можна виплавити заліза з певної маси магнітного залізняку? Та, наприклад, зворотна задача: скільки буде потрібно сірки для отримання певної маси сірчаної кислоти?
- Визначення кількості продукту при взаємодії відомих кількостей вихідних речовин. Наприклад: скільки ацетилену утворюється при взаємодії певних мас Кальцію карбїду і води?
- Визначення, чи прореагує повністю один із реагентів. Наприклад: чи вистачить води для гасіння певної кількості негашеного вапна?
- Визначення залишку учасників хімічного процесу на певний момент часу. Наприклад: скільки залишиться водню та азоту у вихідній суміші на момент, коли утворюється певний об'єм амонїаку?

Людина, яка вважає себе цивілізованою, не заперечуватиме проти важливості подібних питань, тому що з ними ми постійно зустрічаємося не тільки на хімічних виробництвах, а й у повсякденному житті. Природно, що з такими завданнями учні знайомляться в школі, бо «тим самим завдання і вправи дозволяють досягти свідомості і самостійності у застосуванні знань» [2, с. 11].

Однак не всі учні, навіть ті з них, які стали студентами, можуть впоратися зі всіма ситуаціями, пов'язаними зі стехіометричними розрахунками. У кращому випадку вони можуть вирішити перших два види завдань з наведених вище. У чому проблема? Аналіз питання розглянемо на

прикладі найбільш популярних чинних підручників [5, 6, 7]. Виявимо, на якому етапі навчання учні стикаються зі стехіометричними розрахунками, який підхід до вирішення цих завдань застосовують в загальноосвітній школі. Ймовірно, в шкільних підручниках з хімії такому «старішому» розділу хімії, як стехіометрія, названою Д. І. Менделєєвим хімічною арифметикою, приділено недостатньо уваги.

**Мета статті** полягає у обґрунтуванні методичних прийомів розв'язання задач за темою «стехіометричні розрахунки» з курсу хімії, які відповідають методологічній концепції даної теми та дозволяють учням справлятися зі стехіометричними завданнями будь-якої «морфології».

**Виклад основного матеріалу.** Згідно з нормативами типових навчальних планів з хімії стехіометричні розрахунки за хімічними формулами здійснюють у 8-му класі основної школи за темою «Кількість речовини». Розрахунки за рівняннями хімічними реакцій здійснюють у 10-му класі старшої школи (академічній і профільній рівень) при вивченні відповідної теми.

Закони стехіометрії свідчать: числа атомів різних елементів, що з'єднуються при утворенні складної речовини, співвідносяться між собою як невеликі натуральні числа. На ці співвідношення вказують індекси елементів в хімічній формулі речовини. Ці співвідношення елементів є мольними співвідношенням. У хімічній реакції атоми і молекули також взаємодіють цілими числами, отже цілочисельні стехіометричні коефіцієнти в рівнянні реакції вказують як на співвідношення формульних одиниць, так і на мольні співвідношення учасників реакції. Природно, що маса речовини в атомних одиницях маси (а.е.м.) чисельно дорівнює його мольній масі в г/моль. В житті ми стикаємося з масами речовин, які надані у грамах, кілограмах, тонах. Щоб перейти від наданих мас та об'ємів речовин до їх хімічних перетворень, необхідно визначити кількості цих речовин  $\nu$  (моль). Отже в стехіометричних розрахунках ми оперуємо кількістю речовин і використовуємо саме мольні співвідношення. Тільки у випадку, коли всі

речовини хімічного перетворення газу, можна застосовувати не тільки мольні, але і об'ємні співвідношення.

В чинних підручниках 8-го класу на початку теми «Кількість речовини. Розрахунки за хімічними формулами» дохідливо і зрозуміло надано поняття кількості речовини. Однак у прикладах вирішення деяких завдань, де фігурують маси (або маси та об'єми) речовин, поняття «кількість речовини» не використовується, тому не зустрічається і поняття «мольні співвідношення». Наведемо приклад подібного вирішення завдань.

**Завдання.** Які речовини утворюються в закритій посудині після спалювання в ньому фосфору масою 93 г і кисню 160 г?

**Розв'язання.** Спочатку обчислимо, скільки кисню потрібно, щоб прореагував весь фосфор. Для цього складемо рівняння, в лівій частині якого запишемо співвідношення мас елементів фосфору і кисню (в сполуці за формулою  $P_2O_5$ ), а в правій – за умовою задачі, позначивши масу кисню ( $x$ ):

$$31:40=93:x. \text{ Звідси } x = \frac{40 \cdot 93}{31} = 120 \text{ (г).}$$

Проміжна відповідь цього завдання правильна. Однак річ в тому, що за таким засобом школярі, майбутні студенти, не в змозі вирішити аналогічне, але більш важке питання, не вдаючись до складання рівняння хімічних реакцій, тобто за формулою речовини. Наприклад, таке **завдання**. Скільки літрів  $H_2$  (н.у.) виділиться при електролізі 100 г води?

**Розв'язання.** Вирішимо задачу за аналогією із завданням вище:

$$18:22,4=100:x. \text{ Звідси } x = \frac{100 \cdot 22,4}{18} = 124,4 \text{ (л).}$$

Подібна схема для учня виглядає нісенітницею, тому що з неї виходить, що вода «містить» газоподібний водень. Тому не за силами для восьмикласників, які засвоїли такі схеми розрахунків, виявляється вирішення, наприклад, такого питання: скільки літрів кисню (н.у.) утвориться при розкладанні 100 г бертолетової солі  $KClO_3$ ? Причина одна: учні «не бачать» мольних співвідношень.

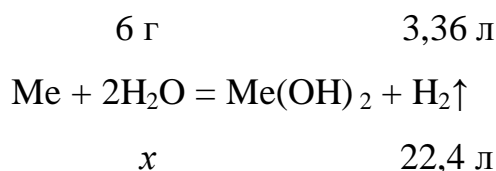
Та ж сама ситуація складається через два роки у 10-му класі. Слід віддати належне укладачам підручників, вони акцентують увагу учнів, що для цих розрахунків необхідно переводити зазначені у вправах маси та об'єми речовин у кількість речовин, а далі розглядати мольні співвідношення, на які вказують коефіцієнти в рівняннях реакцій. При цьому приклади розв'язання завдань надано у двох варіантах. Приведемо подібний приклад.

**Завдання.** Унаслідок взаємодії з водою двохвалентного металу масою 6,0 г виділився водень об'ємом 3,36 л (н.у.). Визначте цей метал.

**Розв'язання.**  $m(\text{Me}) = 6,0 \text{ г}$ ;  $V(\text{H}_2) = 3,36 \text{ л}$ ;  $\text{Me} + 2\text{H}_2\text{O} = \text{Me}(\text{OH})_2 + \text{H}_2\uparrow$

За рівнянням  $n(\text{Me}) = n(\text{H}_2) = 3,36 \text{ л} : 22,4 \text{ л/моль} = 0,15 \text{ моль}$ . Звідси молярна маса металу дорівнює:  $M(\text{Me}) = m : n = 6,0\text{г} : 0,15\text{моль} = 40 \text{ г/моль}$ .

**Інший варіант розв'язання.**



Згідно з рівнянням 6 г металу витискують з води водень об'ємом 3,36 л, а  $x$  г металу – 22,4 л  $\text{H}_2$ , звідси  $x = \frac{6 \cdot 22,4}{3,36} = 40 \text{ (г)}$ .

Отже, цей метал – кальцій.

Можливо, викладачі привертають увагу школяра саме до другого варіанту розв'язання завдання. Можливо, учневі більш доступний для розуміння цей варіант, тому він запам'ятовує саме його і надалі застосовує у самостійній роботі.

Такі схеми застосовні, як правило, тільки до завдань, подібних вище, та до завдань з використанням поняття «на недолік». Учневі, який механічно запам'ятав цей варіант розв'язання, важко вирішувати питання іншого типу, наприклад, так звані завдання «з матеріальним балансом», «сюжетні» задачі. Створюється враження, що учні бояться оперувати кількостями речовин, поняття «моль» і «мольні співвідношення» для них залишаються «таємницею за сімома печатками».

Вертаючись до методики викладання стехіометричних розрахунків, вважаю за необхідне звернути увагу викладачів хімії на суть цих розрахунків, що заключна у наведеному нижче алгоритмі, який необхідно застосовувати на першому етапі розв'язання всіх і всяких стехіометричних завдань:

1) За величинами  $m$  (г) та  $V$  (л) речовин в умові завдання знаходимо кількість речовин  $\nu$  (моль);

2) Використовуючи молярні співвідношення елементів у формулах сполук, або речовин в рівняннях реакцій, знаходимо  $\nu$  (моль) шуканої речовини;

3) При необхідності переводимо значення  $\nu$  (моль) шуканої речовини в  $m$  (г) або  $V$  (л).

Передбачаю зауваження з приводу цього алгоритму. Так, дійсно, відповідно з ним розв'язання виглядає нераціональним. У відповідь опонентам хочу звернути їх увагу на те, що в навчанні треба поступово переходити від послідовного розгорнутого до скомпонованого, стислого. Якщо школяр засвоїть поняття мольних співвідношень на прикладі послідовного алгоритму, придбає навик у розв'язанні будь-яких стехіометричних завдань, то потреба використання саме цього алгоритму в подальшому відпадає. Учень стає здатним творчо вирішувати завдання, він переходить від арифметичного їх вирішення до алгебраїчного, йому стають підвладними завдання з будь-яким «сюжетом». Ці підходи в розв'язанні задач знаходяться в області міжпредметного зв'язку хімії з математикою.

До цього хочу додати вислів [6, с. 19], з яким цілком згодна: «... не обов'язково дотримуватись певного шаблону в оформленні розв'язування. Важливо зрозуміти хімічну суть задачі, вміти проаналізувати її та правильно розв'язати».

**Висновок.** У сучасному стані загальної та вищої (для нехімічних спеціальностей) освіти, коли хімія вивчається в умовах недостачі часу, залишаючись при цьому повноцінним навчальним предметом, вагомості набувають питання методики та дидактики викладання хімії. З огляду на



зазначене необхідно правильно застосовувати методологічні застави дисципліни. Це показано на прикладі алгоритму вирішення завдань з хімічної стехіометрії, бо „сегодня вопросы стехиометрии в преподавании химии выступают чрезвычайно актуальными. От них зависит, к каким наукам выпускник школы будет относить химию – к точным или описательным” [8, с. 82].

### *Література:*

1. Буйдіна О. О. Про організацію навчально-виховного процесу з хімії в загальноосвітніх навчальних закладах Полтавської області у 2011-2012 навчальному році. / Буйдіна О. О.: стаття. – Режим доступу: <http://uchni.com.ua/turizm/7032/index.html>.
2. Буринська Н. М. Методика викладання хімії (теоретичні основи) / Н.М. Буринська. – К. : Вища школа, 1987. – 255 с.
3. Чайченко Н. Н. Современная методика формирования у школьников теоретических знаний по основам химии / Н. Н. Чайченко. – Суми : Нота Бене, 2001. – 163с.
4. Ярошенко О. Г. Групповая навчальна діяльність школярів: теорія і методика (на матеріалі вивчення хімії) / О. Г. Ярошенко. – Київ : Партнер, 1997. - 208с.
5. Ярошенко О. Г. Химия: учеб. для 10 кл. общеобразов. учебн. заведений / О.Г.Ярошенко – К. : Освіта, 2008. – 208 с.
6. 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.
7. Попель П. П. Химия: учеб. для 10 кл. общеобразов. учебн. заведений / П. П. Попель, Л. С. Крикля. - К. : ИЦ «Академия», 2010. – 216 с.

8. Дроздов А. М. Ведущая роль прикладной математики в совершенствовании курса химии средней школы на современном этапе: [монография] / А. М. Дроздов, А. Л. Жохов, Л. И. Томилина. – Кривой Рог : Видавничий дім, 2010. – 320 с.