УДК 371.13:54(07)

Грабовий Андрій Кирилович
Кандидат педагогічних наук, доцент
Черкаський національний університет імені Богдана Хмельницького

НАВЧАЛЬНИЙ ХІМІЧНИЙ ЕКСПЕРИМЕНТ ЯК ЗАСІБ РОЗВИТКУ УЧНІВ ПІД ЧАС ВИВЧЕННЯ ХІМІЇ В ЗАГАЛЬНООСВІТНІХ НАВЧАЛЬНИХ ЗАКЛАДАХ

У статті висвітлені науково-теоретичні засади розвитку учнів під час використання шкільного хімічного експерименту. Розвивальне навчання розглядається як навчання, яке забезпечує повноцінне засвоєння знань, формування навчальної діяльності і забезпечує розумовий розвиток учнів. Формування і розвиток умінь виконувати різні види хімічного експерименту слугує і засобом розвитку учнів під час вивчення предмету. Засобами розвитку учнів під вивчення хімії є: проблемний, дослідницький, індивідуально-диференційований експерименти, розв'язування експериментальних задач.

Ключові слова: науково-теоретичні засади; розвиток учнів; хімія; загальноосвітні навчальні заклади; шкільний хімічний експеримент.

Проблема розвитку учнів в процесі навчання є однією з фундаментальних проблем педагогіки, психології, методики навчання, а в умовах модернізації шкільної освіти набуває особливого значення. З огляду на це актуальності набуває проблема ролі хімічного експерименту в розвитку учнів загальноосвітньої школи.

Проблема розвитку учнів в процесі навчання займає своє відображення в працях провідних психологів, дидактів як М. Богоявленський, Л. Виготський, П. Гальперін, В. Давидов, Л. Занков, Г. Кирилова, Н. Менчинська, Н. Тализіна, І. Якименська та інші.

В методиці навчання хімії проблему розвитку учнів розробляли вчені-методисти М. Зуєва [4], Ю. Сурін [10], Ю. Ходокова [12], А. Стрільчик [9], Г. Чернобельська [13], С. Шаповаленко [14]. Дослідники вивчали розвиток логічного, творчого мислення, роль проблемно-розвивального експерименту в навчанні хімії, основні шляхи і засоби здійснення розвивального навчання на уроках хімії. Водночас, проблема використання шкільного хімічного експерименту як засобу розвитку учнів загальноосвітніх навчальних закладів потребує подальших досліджень.

Мета дослідження полягає у висвітленні науково-теоретичних засад розвитку учнів в процесі виконання шкільного хімічного експерименту.

Розвивальне навчання, прийоми розвивального навчання. За визначенням І. Якиманської, навчання, яке забезпечує повноцінне засвоєння знань, формує навчальну діяльність і тим самим безпосередньо впливає на розумовий розвиток, і є розвивальне навчання [15, с. 5].

Теорію розвивального навчання школярів сформулював Л. Занков [3]. Суть основних положень цієї теорії в наступному: 1) побудова навчання на високому, але повільному рівні складності; 2) вивчення матеріалу швидким, але доступним темпом; 3) різке підвищення питомої маси теоретичних знань; 4) усвідомлення учнями процесу навчання.

Практика довела, що навчання учнів за даною системою створює умови для напруженої розумової діяльності учнів в процесі набування ними глибоких та міцних знань і сприяє їх розумовому розвитку. Наразі ці принципи покладені в основу навчання різним предметам, і зокрема і хімії – комбінована система навчання хімії М. Гузика [1]

Теорію розвивального навчання, в основу якого покладена реалізація ідеї формування науково-теоретичного мислення, обґрунтував В. Давидов [2]. І ця теорія найшла своє відображення в шкільних навчальних предметах, зокрема, принципах побудови шкільного курсу хімії – оптимального наближення теорії до початку вивчення курсу [11].

Характерним для розвивального навчання є не тільки накопичення учнями знань, але й формування у них прийомів розумових дій, або інтелектуальних вмінь [4, с. 14-16].

Засобами розвитку учнів під час вивчення хімії, як зазначає Г. Чернобельська [13, с. 51], є сама система змісту курсу хімії, в основі якої лежить поступовий розвиток хімічних понять, а також активний характер навчального процесу.

Найбільш активними методичними прийомами навчання, які сприяють розвитку учнів, необхідно вважати евристичну бесіду, проблемний виклад, розв'язування хімічних задач, використання різноманітних самостійних робіт та диференційованих завдань, широке впровадження засобів наочності, хімічного експерименту [4, с. 16].

Розвиток учнів в процесі виконання хімічного експерименту. Залежно від співвідношення діяльності вчителя та учнів В. Полосін [7, с. 127] виокремлює такі види хімічного експерименту: 1) демонстраційний хімічний експеримент, який виконується безпосередньо вчителем або викликаним для цього учнем за активної розумової діяльності учнів всього класу; 2) учнівський експеримент (лабораторні досліди, практичні роботи), який виконується безпосередньо учнями під керівництвом вчителя.

Аналіз літературних джерел показує, що основними практичними уміннями і навичками учнів щодо виконання хімічного експерименту є: виконання лабораторних дослідів, проведення спостережень, фіксація результатів хімічного експерименту, уміння робити висновки.

Формування зазначених вмінь необхідно розпочинати з самого початку вивчення хімії. Організовувати спостереження учнів можна за допомогою демонстраційного експерименту, евристичної бесіди вчителя, письмових або усних інструкцій щодо виконання дослідів, а також виконання малюнків хімічних дослідів з пояснювальними записами вчителя на дошці, а учнями в зошитах.

Під час опитування необхідно передбачити час для розповіді учням про виконаний експеримент щодо вивчення певного навчального матеріалу, виконання малюнків з пояснювальними підписами, повторного демонстрування ними використаних речовин та приладів.

На наступних уроках необхідно обов'язково виставляти раніше використані реактиви та прилади. У випадку необхідності потрібно також повністю або частково повторити досліди, які забуті або недостатньо усвідомлені учителем.

Формування вмінь фіксувати хімічний експеримент також необхідно розпочинати з демонстраційних дослідів вчителя. При цьому вчитель на дошці, а учні в зошитах роблять пояснюючі записи за планом: 1) що зроблено (назва досліду, малюнок приладу з поясненнями, рівняння реакцій); 2) що спостерігали (ознаки та умови реакцій); 3) висновки.

Формування вмінь виконувати досліди здійснюється під час проведення лабораторних та демонстраційних дослідів. При цьому вчитель зможе скористовуватись такими прийомами [5, с. 88]: 1) спочатку окремі навички слід розділити на дрібні операції; 2) учитель пояснює порядок виконання всіх операцій і показує, як їх виконувати; 3) учитель перевіряє, чи правильно зрозуміли його учні; 4) під час пояснення інколи корисно давати малюнки, які уточнюють виконання окремих операцій; 5) учитель попереджує учнів про ті помилки, які можуть трапитись під час виконання операції.

Опис лабораторних дослідів учні проводять в робочих зошитах. Вони записують номер лабораторного досліду, його тему, опис техніки виконання спостереження, рівняння реакції із зазначенням ефекту реакцій, висновки. Доцільно щоб перші лабораторні досліди учні записували під диктовку вчителя, а далі – самостійно. Висновки до лабораторних дослідів будуть мати різний характер залежно від того, яка мета ставилась перед експериментом. Якщо завданням передбачалось з'ясувати взаємодію речовин, що у висновку має бути підтвердження або спростування цієї взаємодії. Якщо завданням передбачено добути речовину, то у висновку необхідно зазначити добування цієї речовини. Наведемо приклад оформлення лабораторних дослідів.

Лабораторний дослід №3 [8, с. 164].

Тема: Взаємодія хлоридної кислоти з металами.

В три пробірки наливають хлоридну кислоту об'ємом 1 см^3. Потім в одну з них поміщують гранулу цинку, в другу – ошурки заліза, в третю – шматочки міді. В пробірках 1 і 2 спостерігають виділення бульбашок безбарвного газу, а в третій – ефекту реакції не спостерігається.

Zn Сріблясто-білий метал	+	2HCl Безбарвний розчин	=	$ZnCl_2$ Безбарвний розчин	+	$H_2\uparrow$ Безбарвний газ
Fe Сріблясто-білий метал	+	2HCl Безбарвний розчин	=	$FeCl_2$ Світло-зелений розчин	+	$H_2\uparrow$ Безбарвний газ
Cu Червоний метал	+	HCl Безбарвний розчин	$\neq$			

Висновок: швидше з кислотою взаємодіє цинк, потім – залізо, мідь не взаємодіє.

Результати практичних робіт слід оформляти у вигляді письмового звіту в спеціальних зошитах для практичних робіт. Звіт слід писати в класі. Доцільною слід вважати таку форму звіту, яка найбільш відповідає розвитку учнів в процесі навчання. Це може бути наприклад, короткий звіт про виконану роботу,

під час складання якого учень має притримуватися певної послідовності: 1) дата проведення роботи, її номер, тема; 2) мета; 3) назва кожного досліду; 4) короткий опис кожного досліду (малюнок приладу, якщо це потрібно) з обов'язковим зазначенням всіх спостережень (утворення осаду, виділення газу, його запах, тепловий ефект реакції тощо); 5) пояснення спостережень та рівняння відповідних реакцій; 6) висновки. Наведемо приклад опису практичної роботи.

Практична робота №1.

Тема. Реакції йонного обміну між електролітами у водних розчинах.

Мета: експериментально з'ясувати умови перебігу реакцій йонного обміну між електролітами у водних розчинах.

Дослід 1. Реакції, що відбуваються з утворенням осаду.

У дві пробірки наливають безбарвний розчин магній хлориду об'ємом 1 $см^3$. Потім в одну з них додають 3-4 краплі натрій гідроксиду, а в іншу – стільки саме калій карбонату. В обох пробірках випав білий осад.

$$MgCl_2 + 2NaOH = Mg(OH)_2\downarrow + 2NaCl$$
$$Mg^{2+} + 2OH^- = Mg(OH)_2\downarrow$$
$$MgCl_2 + K_2CO_3 = MgCO_3\downarrow + 2KCl$$
$$Mg^{2+} + CO_3^{2-} = MgCO_3\downarrow$$

Дослід 2. Реакції, що відбуваються з виділенням газу.

У пробірку наливають безбарвний розчин калій карбонату об'ємом 1 $см^3$ і додають 3–4 крапі розчину сульфатної кислоти. Суміш «закипає», виділяються бульбашки безбарвного газу.

$K_2CO_3 + H_2SO_4 = K_2SO_4 + H_2O + CO_2\uparrow$

$CO_3^{2-} + 2H^+ = H_2O + CO_2\uparrow$

Дослід 3. Реакція, що відбувається з утворенням води.

В пробірку наливають розчин натрій гідроксиду об'ємом 1 $см^3$ і додають 1-2 краплі розчину фенолфталеїну. Розчин забарвлюється в малиновий колір. Потім до цього розчину додають краплями розчин сульфатної кислоти до зменшення забарвлення

$$NaOH \rightleftarrows Na^+ + OH^-$$
$$2NaOH + H_2SO_4 = Na_2SO_4 + 2H_2O$$
$$2OH^- + 2H^+ = 2H_2O$$
$$OH^- + H^+ = H_2O$$

Висновок. Реакції йонного обміну між розчинами електролітів у водних розчинах відбуваються до кінця, якщо утворюється осад, виділяється газ, утворюється малодисоційована речовина.

Важливим засобом розвитку учнів під час навчання хімії є *проблемний експеримент.* Проблемний експеримент – це така форма застосування хімічного експерименту в навчанні, яка дає можливість створювати і організовувати проблемну ситуацію, викликаючи інтерес учнів до пошуку причин спостержуваних явищ [10, с.15-16].

Можливі різні способи створення та розв'язування проблемної ситуації на основі хімічного експерименту [7, с.131-132].

1. Проблемна ситуація виникає на основі виконання хімічного експерименту, який потребує теоретичного пояснення. В загальному вигляді виникнення проблемної ситуації на основі хімічного експерименту та розв'язання й за допомого. Теорії можна виразити так: Е → П → Т → В, де Е – експеримент, П – проблемна ситуація, Т – використання теорії для розв'язання проблемної ситуації, В – загальні висновки.

2. Проблемна ситуація виникає на основі використання відомої учням теорії, коли експеримент підкріплює вивчену теорію. В даному випадку постановку проблеми та їх розв'язок в загальному вигляді можна зобразити так: Т → П → Е → В.

Забезпечити розвиток учнів в процесі навчання хімії, як зазначає Ю. Сурін [10], можливо за допомогою *проблемно-розвивального експерименту,* який поєднує стандартні і нестандартні досліди з хімії. За допомогою такого експерименту учні постійно залучаються до розв'язання проблемних ситуацій різного рівня складності з опорою на конкретне джерело знань – хімічний експеримент. Учитель при цьому виступає консультантом, використовуючи різноманітні методи активного навчання – проблемний виклад матеріалу, евристичний, дослідницький методи або їх поєднання.

В якості прикладу розглянемо застосування проблемно-розвивальних дослідів під час вивчення хімічних властивостей солей, зокрема їх взаємодія з металами (8 клас). Тут увага учнів спрямовується на те, що не всі метали реагують з розчинами солей, а тільки ті, які у витискувальному ряді розташовані ліворуч від металу, що входять до складу солі. Як констатуючий факт, учні виконують стандартний (типовий) дослід взаємодії заліза з розчином купрум(II) сульфату та моделюють процес: $Fe + CuSO_4 = FeSO_4 + Cu$.

Проблемно-розвивальним в цьому випадку може бути дослід взаємодії міді з ферум(III) хлориду.

Виконуючи проблемні досліди, учні поряд із стандартною моделлю перебігу реакції між металом і розчином солі, виправляють нову модель хімічного процесу, який характеризує нові властивості солей, в даному випадку – окиснювальні властивості солей Fe^{3+}.

$$Cu + 2FeCl_3 = CuCl_2 + 2FeCl_2$$

Таким чином, використовуючи проблемні досліди в поєднанні з підвищеним рівнем застосування теоретичних знань, учні здобувають нові знання, вдосконалюють практичні вміння і навички, які забезпечують їх подальший розвиток.

Розвитку учнів сприяють і *індивідуально-диференційовані завдання*, які враховують рівень підготовки та індивідуальні особливості учнів. Наведемо приклад диференційованих експериментальних завдань, які відрізняються за змістом та характером розумової діяльності учнів.

Індивідуально-диференційовані завдання на тему «Реакції йонного обміну» (9 клас).

Варіант 1 (нескладний)

Перевірте, чи можливі реакції між речовинами, формули яких:

а) $BaCl_2$ і Na_2SO_4; б) $BaCl_2$ і KCl; в) $BaCl_2$ і H_2SO_4.

Складіть повні і скорочені йонні рівняння проведених реакцій.

Варіант 2 (середньої складності)

Користуючись виданими реактивами, добудьте сполуки складу $CaCO_3$, $Fe(OH)_3$. Складіть повні і скорочені йонні рівняння.

Варіант 3 (ускладнений)

Здійсніть реакції:

$Fe(OH)_3 + ? = Fe^{3+} + 3H_2O$

$CaCO_3 + H_3O^+ = ? + H_2O + ?$

$H_3O^+ + OH^- = 2H_2O$

Напишіть повні і доповніть скорочені йонні рівняння.

Важливу роль в розвитку учнів відіграють *експериментальні задачі.* Експериментальні задачі – це завдання практичного характеру, відповіді на які учні знаходять в процесі виконання дослідів. Вони є складовою частиною практичних робіт. Експериментальні задачі учні розв'язують самостійно без додаткових інструкцій.

За змістом експериментальні задачі класифікують на: 1) спостереження і пояснення явищ; 2) на добування речовин; 3) на проведення характерних реакцій; 4) розпізнавання речовин [6, с. 151].

Приклад. Добудьте купрум(II) сульфат чотирма способами.

Розв'язання

$CuSO_4$ – сіль сульфатної кислоти. Солі можна добути у процесі взаємодії кислот із металами, основними оксидами, гідроксидами, солями

$$CuO + H_2SO_4 \overset{t^\circ}{=} CuSO_4 + H_2O$$

$$Cu(OH)_2 + H_2SO_4 = CuSO_4 + 2H_2O$$

$$CuCO_3 + H_2SO_4 = CuSO_4 + H_2O + CO_2\uparrow$$

$$Cu + 2H_2SO_{4\text{конц.}} \overset{t^\circ}{=} CuSO_4 + 2H_2O + SO_2\uparrow$$

Далі учні виконують експеримент, складають звіт.

Важливу роль в розвитку учнів відіграє *уявний експеримент* [4, с. 138]. Уявний експеримент – це експеримент, який спланований і спрогнозований уявою учнів на основі знань про речовини та їх властивостей.

В якості завдань уявного експерименту М. Зуєва [4, с. 141] пропонує завдання, в яких потрібно: а) добути речовину з декількох даних речовин; б) добути задану речовину декількома способами; в) провести характерні або виконати тільки якісні реакції неорганічних та органічних сполук; г) здійснити генетичний зв'язок між класами неорганічних та органічних сполук.

Назвемо основні етапи виконання учнями уявного експерименту: а) аналіз умови задачі – з'ясування того, що дано і що потрібно знати, з'ясувати проблему; б) пошук способів розв'язання проблеми; учні висувають кілька гіпотез для розв'язання проблеми; в) перевірка правильності висунутих гіпотез: учні аналізують переваги і недоліки гіпотез, підтверджують їх теоретичними методами.

Наведемо приклад розв'язання завдання уявного експерименту.

Завдання. В лабораторію хімічного аналізу поступила кристалічна речовина. Гадають, що це може бути $AlCl_3$, $Al_2(SO_4)_3$, Na_2SO_4. Відомо, що в розчині цієї речовини лакмусовий папірець стає червоним,

розчин проводить електричний струм. Визначте, яка речовина поступила в лабораторію

Розв'язання

1. Систематизація фактів: а) розчин проводить електричний струм – це електроліт ($AlCl_3$, $Al_2(SO_4)_3$, Na_2SO_4); б) лакмусовий папірець забарвлюється в червоний колір – розчин має кислу реакцію ($AlCl_3$, $Al_2(SO_4)_3$).

$$AlCl_3 + H_2O \rightleftarrows AlOHCl_2 + HCl$$
$$Al^{3+} + H_2O \rightleftarrows AlOH^{2+} + H^+$$
$$Al_2(SO_4)_3 + 2H_2O \rightleftarrows 2AlOHSO_4 + H_2SO_4$$
$$Al^{3+} + H_2O \rightleftarrows AlOH^{2+} + H^+$$

Кисла реакція розчину зумовлюється йонами Гідрогену.

2. Побудова гіпотези.

Отже, запропонована одна із солей: алюміній хлорид або алюміній сульфат. Їх можна розпізнати за відмінностями у властивостях хлорид-іона та сульфат-іона.

3. Проектування досліду.

При додаванні аргентум нітрату до розчинів, що містять хлорид-іони,випадає осад аргентум хлориду. Осад утворюється і в тому випадку, коли в розчині знаходяться сульфат-іони, оскільки аргентум сульфат не розчинний у воді.

$$AlCl_3 + 3AlNO_3 = 3AgCl\downarrow + Al(NO_3)_2$$
$$Ag^+ + Cl^- = AgCl\downarrow$$
$$Al_2(SO_4)_3 + 6AgNO_3 = 3Ag_2SO_4\downarrow + 2Al(NO_3)_3$$
$$SO_4^{2-} + 2Ag^+ = Ag_2SO_4\downarrow$$

Реактивом на сульфат-іони є йони Барію. Отже, якщо дана речовина алюміній сульфат, то при взаємодії з розчином барій нітрату або барій хлориду випадає осад – барій сульфат.

$Al_2(SO_4)_3 + 3BaCl_2 = 3BaSO_4\downarrow + 2AlCl_3$

$SO_4^{2+} + Ba^{2+} = BaSO_4\downarrow$

$Al_2(SO_4)_3 + 3Ba(NO_3)_2 = 3BaSO_4\downarrow + 2Al(NO_3)_2$

$Ba^{2+} + SO_4^{2-} = BaSO_4$

4. Складання плану експерименту:

а) розчинити речовину у воді, дослідити розчин індикатором; б) перевірити, чи можлива взаємодія з аргентум нітратом або барій нітратом.

5. Виконання експерименту.

В пробірку наливають розчин речовини об'ємом 1 $см^3$ і додають кілька крапель лакмусу. Розчин набув червоного кольору. Середовище розчину кисле.

Потім в пробірку наливають знову досліджуваний розчин об'ємом 1 $см^3$ і додають кілька крапель розчину барій нітрату. Ефекту реакцій не спостерігається. Потім в іншу пробірку відливають досліджуваного розчину об'ємом 1 $см^3$ і додають кілька крапель розчину аргентум нітрату. Випав білий сирнистий осад: $Ag^+ + Cl^- = AgCl\downarrow$.

6. Формулювання висновку. Таким чином, для дослідження запропонована сіль – алюміній хлорид $AlCl_3$.

Таким чином, розвиток учнів в навчанні хімії – складова проблеми формування розвинутої особистості, здатної реалізувати вимоги сьогодення.

Засобами розвитку учнів в навчанні хімії є система змісту і активний характер навчального процесу, який здійснюється різними засобами, в тому числі за допомогою хімічного експерименту.

Список використаних джерел
1. Гузик Н. П. Лекционно-семинарская система обучения химии / Н. П. Гузик. – К. : Рад. шк., 1979. – 94 с.
2. Давыдов В. В. Теория развивающего обучения / В. В. Давыдов. – М. : ИНТОР, 1996. – 315 с.
3. Занков Д. В. Развитие учащихся в процессе обучения / Л. В. Занков. – М. : Изд-во АПН РСФСР, 1963. – 193 с.
4. Зуева М. В. Развитие учащихся при обучении химии. Пособие для учителей / М. В. Зуева. – М. : Просвещение, 1978. – 190 с.
5. Кирюшкін Д. М. Методика навчання хімії / Д. М. Кирюшкін, В. С. Полосін. – К. : Вища шк., 1974. – 416 с.
6. Найдан В. М. Використання засобів навчання на уроках хімії. Посібник для вчителів / В. М. Найдан, А. К. Грабовий. – К. : Рад. шк., 1988. – 216 с.
7. Общая методика обучения химии : Содерж. и методы обучения химии : Пособие для учителей / Под ред. Л. А. Цветкова. – М. : Просвещение, 1981. – 224 с.
8. Попель П. П. Хімія : Підруч. для 8 кл. загальноосвіт. навч. закл. / П. П. Попель, Л. С. Крикля. – К. : ВЦ «Академія», 2016. – 240 с.
9. Стрільчик А. К. Розвиток логічного мислення учнів при вивченні хімії / А. К. Стрільчик. – К. : Рад. шк., 1984. – 80 с.
10. Сурин Ю. В. Методика проведения проблемных опытов по химии. Развивающий эксперимент / Ю. В. Сурин. – М. :Школа-Пресс, 1998. – 144 с.
11. Хімія 7-9 класи. Навчальна програма для загальноосвітніх навчальних закладів. Програма затверджена Наказом Міністерства освіти України від 07.06.2017 №804. – [Електронний ресурс]. Сайт МОН України.
12. Ходаков Ю. В. Развитие логического мышления на уроках химии / Ю. В. Ходаков. – М. : Изд-во АПН РСФСР, 1958. – 123 с.
13. Чернобельская Г. М. Методика обучения химии в средней школе : учеб. для студ. высш. учеб. заведений / Г. М. Чернобельская. – М. : Гуманит. изд. центр ВЛАДОС, 2000. – 336 с.
14. Шаповаленко С. Г. Методика обучения химии / С. Г. Шаповаленко. – М. : Учпедиз, 1963. – 668 с.
15. Якиманская И. С. Развивающее обучение / И. С. Якиманская. – М. : Педагогика, 1979. – 144 с.