

ПРИЛОЖЕНИЕ НА ГРАФИЧНИТЕ ЗАДАЧИ В ОБУЧЕНИЕТО ПО ХИМИЯ

Антоанета Ангелачева

Пловдивски университет „Паисий Хилендарски“

Резюме. Решаването на графични задачи носи потенциални възможности за овладяване от учениците на знания и умения за създаване и използване на графични модели – чертежи, схеми, рисунки, таблици и др. Графичните знания и умения са част от ключовите компетентности на учениците и играят важна роля в обучението като инструмент на познание, като фактор за изграждане на положителна мотивация за учене и за формиране на конструктивни умения у учениците. В работата е предложена класификация на графичните задачи по химия. Разработена е методика за подбор, съставяне и приложение на графичните задачи в обучението по химия. На тази база е създадена система от графични задачи за раздела „Свойства на неметалите и на техни съединения“, VIII клас. Нейната ефективност е доказана чрез педагогически експеримент.

Ключови думи: процес на обучение по химия; учебни графични задачи по химия

Въведение

Решаването на задачи е характерно за всяка практическа или теоретична дейност на хората, включително и учебната. Изучаването на учебния предмет химия и опазване на околната среда VII – XII клас също е свързано с решаването на различни задачи, специфични по съдържание и метод на изпълнение. Усвояването на химични знания, на интелектуални и химични умения, на опит за творческа дейност е невъзможно без системното и целенасочено прилагане на различни учебни задачи в процеса на обучение. Включването на химични задачи в учебния процес стимулира познавателната активност и самостоятелност на учениците, повишава интереса им към химичното знание. Наред с това у учениците се развива и умението за прилагане на овладените знания, и то не само чрез възпроизвеждане, а и чрез разбиране в нови познавателни ситуации, с известно творчество. Решаването на задачи в учебния процес по химия формира у учениците практически умения и навици, които ще им бъдат необходими в бъдещата учебна, производствена и житейска дейност.

Ролята на задачите за ефективната организация и управление на учебния процес, значението им за повишаване качеството на знанията и уменията на

учениците определя необходимостта от широкото използване на разнообразни задачи в урочната и в извънкласната работа по химия.

В педагогическата и в методическата литература по химия широко се обсъждат въпросите, свързани със същността и класификацията на учебните задачи по химия, с методическите изисквания към тях, с мястото им в урока по химия (Angelova et al. 1994; Mateeva et al. 1987; 1998). Според формата на представяне на решението задачите по химия биват устни, писмени и графични. Решаването на графични задачи носи потенциални възможности за овладяване от учениците на знания и умения за създаване и използване на графични модели – чертежи, схеми, рисунки, таблици и др. Графичните знания и умения са част от ключовите компетентности на учениците и играят важна роля в обучението като инструмент на познание, като фактор за изграждане на положителна мотивация за учене и за формиране на конструктивни умения у учениците.

Изложените съображения относно значението на учебните задачи, в частност на графичните задачи, като средство за познание и като обект на познание за ученика определят актуалността на темата на настоящата работа. Прегледът на специализираните литературни източници показва отсъствието на изследвания, посветени на графичните задачи в обучението по химия в средното училище.

Целта на настоящата работа е свързана с разработване на система от графични задачи по химия, прилагана като средство за обучение и за контрол в учебния процес по химия VIII клас, раздел „Свойства на неметалите и на техни съединения“.

Във връзка с поставената цел са определени следните задачи: (а) на базата на класификацията на учебните задачи по химия определяне на признаци за класификация на графичните задачи по химия и извеждане на видове графични задачи за обучението по химия; (б) разработване на методика за решаване на графични задачи в учебния процес по химия; (в) анализ на учебното съдържание на раздела „Свойства на неметалите и на техни съединения“ VIII клас с оглед разкриване възможностите му за приложение на графични задачи; (г) създаване на система от графични задачи, подходящи за усвояване на разглежданото учебно съдържание и за контрол на резултатите от обучението; (д) проверка ефективността на разработената система от графични задачи за развитие на графични знания и умения, които са компонент на природонаучните компетентности на учениците, при изучаване на простите вещества и химичните съединения на елементите от 15. и 16. група на Периодичната система.

Теоретични основи на изследването

Б. Дамитов и Л. Фридман разглеждат графичните задачи като вид задачи, в които обектите и техните характеристики са зададени графично (Damitov,

Fridman 1987). Според D. Easton при решаването на графични задачи се реализира в най-голяма степен нагледност на представите за различни процеси и явления, тъй като графиката показва спецификата на процеса, прави разбираемо явлението, дава възможност да се получи или да се поясни отговорът на задачата (Easton 1985).

Ролята и значението на графичните задачи в обучението по физика в средното училище са обект на изследване в публикациите на Х. Петрова (Petrova 2010, 2011, 2013, 2014, 2015, 2017, 2018). В методическите разработки авторът коментира контролиращата и развиващата функция на графичната проверка, мястото ѝ в самостоятелната работа на учениците, свързана с формиране на умения за превръщане на конкретните знания в абстрактни и обратно.

Малко и несистематизирани са примерите на графични задачи, които се предлагат в учебниците и в учебните пособия по химия. За да се развият графични умения у учениците, те трябва да се обучават да прилагат овладени знания при решаване на графични задачи. Подобни задачи могат да се включат както в уроците за нови знания, така също и в уроците за упражнения (теоретични или лабораторни), в уроците за обобщаване и систематизиране на знанията и уменията, в уроците за контрол и оценка на постиженията на учениците. На преден план се извежда необходимостта от прилагане на графичните задачи в система, която да отразява многоаспектността на химичните обекти – веществата и химичните реакции, и свързаните с изучаването им разнообразни познавателни действия.

За да се създаде система от графични задачи, е необходимо да се определят признаците за класификация на графичните задачи. Ето защо на основата на класификацията на учебните задачи по химия (Mateeva et al. 1987; 1998) в настоящата работа са изведени *признаци за класификация на графичните задачи в обучението по химия*. Те са следните.

► *В зависимост от дидактическите цели на урока* графичните задачи могат да се използват в различните негови етапи и са съответно:

- графични задачи за *актуализиране на опорни знания и умения на учениците*;
- графични задачи за *овладяване на новото учебно съдържание*;
- графични задачи за *обобщаване и систематизиране на знанията и уменията*;
- графични задачи за *контрол на знанията и уменията на учениците*.

► *В зависимост от основните компоненти на учебното съдържание*, за което се отнасят:

►► *Графични задачи върху химични факти – научни факти* (конкретни химични елементи, вещества и химични реакции); *практически факти* (приложение на веществата, методи за получаване, физиологично действие, профилактични мерки за предпазване от отравяне и др.).

►► *Графични задачи върху съществени признаци на основните химични понятия:*

- *химичен елемент* – описание на химичните елементи (място в Периодичната система, строеж на атомите на елементите, валентност спрямо водорода и кислорода, степен на окисление, алотропни форми и др.), видове химични елементи (елементи с метални, неметални, двойствени свойства);
- *вещество* – просто вещество (вид, строеж, физични и химични свойства, области на приложение и др.), химично съединение (вид, състав, строеж, физични и химични свойства, употреба и др.);
- *химична реакция* – условия и признаци за протичане на реакциите, видове химични реакции, значение и приложение на химичните реакции в химичните производства и др.

►► *Графични задачи върху основни химични закони, закономерности и теории* (Периодичен закон, Периодична система, Теория за строежа на атома, Теория за химичните връзки, Теория за електролитната дисоциация, Теория за окислително-редукционните процеси; връзка между състава, строежа и свойствата на веществата; връзка между свойствата на веществата, тяхната употреба и начините за получаването им; връзка между свойствата на веществата и физиологичното им действие; кръговрат на веществата в природата и др.)

► *В зависимост от това дали се използват математически изчисления за решаването им графичните задачи са качествени и количествени.*

- *Качествени графични задачи* са задачи, чиито условия се формулират с помощта на графика, схема, рисунка и др. и отговорът се конструира въз основа на интерпретацията на съответния графичен модел. Качествените графични задачи отразяват качествени страни на химичните обекти (химични елементи, вещества, химични реакции). В условието на задачата отсъства изискването за количествени измервания или математически изчисления.
- *Количествените графични задачи* отразяват не само качествени, но и количествени страни на химичните обекти. В условието им е посочено изискването за математически изчисления или количествени измервания.

► *В зависимост от знанията и уменията, необходими за решаването им графичните задачи са тренировъчни, познавателни и творчески.*

- При решението на *тренировъчните* задачи се прилагат усвоени знания в стереотипни ситуации.
- *Познавателните* графични задачи биват проблемно-познавателни (задачи, при които графиката се използва за създаване на проб-

лемна ситуация и учениците самостоятелно откриват нещо ново за себе си – знание, умение) и непроблемно-познавателни (учителят обяснява тяхното решение).

- *Творческите* графични задачи предполагат осъществяване на широк пренос на графични знания и умения в непознати познавателни ситуации. Тяхното решаване има особено голямо значение, защото се разкриват нови връзки, страни и закономерности в химичните обекти. Системното им включване в урочната дейност допринася за повишаване нивото на познавателната активност и самостоятелност на учениците. В тези задачи могат да се съдържат условия, които изискват учениците сами да формулират нов или нови проблеми и да посочват пътища за тяхното решаване.

► *В зависимост от метода на решаване* графичните задачи са *теоретични* и *експериментални*.

- *Теоретичните графични задачи* се решават чрез умствена дейност, чрез използване на основни логически операции. В зависимост от логическите действия теоретичните задачи условно се делят на: задачи за сравняване; задачи за класифициране; задачи за обобщаване и др.

Експерименталните графични задачи изискват съчетаване на умствени/логически операции с експериментални действия. Според вида на химичния експеримент биват аналитични, препаративни, технологични.

► *В зависимост от функциите на графиката в задачата* графичните задачи биват:

►► Задачи, в условието на които е зададена графично функционална зависимост между химични обекти (вещества, процеси, величини).

►► Задачи, които изискват графична интерпретация на зависимостта между химичните обекти; решението им е свързано с изготвяне на нови графични средства (схеми, таблици, диаграми, рисунки и др.).

►► Задачи, свързани с използване на схеми на опитни постановки. Този вид задачи могат да се систематизират в следните типове с постепенно нарастваща сложност:

- определяне от учениците на предназначението на предложена схема на опитна постановка;
- нанасяне от учениците на надписи върху предложена схема на опитна постановка;
- довършване на схема на опитна постановка;
- скициране от учениците на предварително конструирана опитна постановка;
- скициране от учениците на опитна постановка по дадени детайли;

- скициране и конструиране на апаратури за извършване на даден химичен процес.

Предложените признаци за класификация на графичните задачи могат да се използват при съставянето на конкретни задачи за обучението по химия. Този процес може да се подпомогне и от създадената методика за подбор, конструиране и приложение на графични задачи в учебния процес по химия.

Основните етапи от разработената методика са следните:

- Анализ на учебното съдържание с цел определяне на възможностите му за съставяне и решаване на графични задачи.
- Определяне на видовете графични задачи, подходящи за разглежданото учебно съдържание.
- Подбор на оптимална система от графични задачи, осигуряваща постигане целите на обучението.
- Определяне на обектите в графичната задача (вещества, процеси, понятия, закони, закономерности, теории и др.).
- Конкретизиране характеристиките на обектите в графичната задача – явно зададени, неявно зададени, определени (качествени, количествени) и неизвестни (търсени величини и зависимости). Определяне на взаимовръзките между обектите.
- Актуализиране на знания и умения, необходими за решаване на задачата.
- Съставяне на план за решение на задачата.
- Изпълнение на плана (решаване на задачата). Целенасочено формиране на умения за решаване на учебни химични задачи с помощта на графичния метод. При това се създава графика, ако условието на задачата изисква това, или се работи с графика, ако задачата е за интерпретация на графика и за извличане на информация от нея.
- Оформяне решението на задачата. Формулиране на изводи и общения.
- Анализ на решението на задачата. Оценка на ефективността на графичния метод за решаване на конкретна химична задача.

Определените признаци за класификация на учебните графични задачи и разработената методика за създаване и използване на графични задачи в обучението по химия е приложена за раздела „Свойства на неметалите и на техни съединения“ VIII клас. Съображенията за избора на посоченото учебно съдържание са свързани с богатите му възможности за създаване на разнообразни графични материали – схеми на опитни постановки; модели на молекули на веществата, на химичните реакции; схеми, таблици, рисунки, които могат да се използват при изясняване разпространението, биологичното значение или токсичното действие, методите за получаване, физичните и химичните

свойства, употребата, въздействието върху околната среда на простите вещества и химичните съединения на елементите от 15. и 16. група на Периодичната система.

Дефинираните в Учебната програма по химия и опазване на околната среда VIII клас очаквани резултати от обучението намират отражение в представеното в учебниците учебно съдържание (Boyanova et al. 2017; Beneva et al. 2017; Manev et al. 2017; Pavlova et al. 2017; Tsakovski et al. 2017). Анализът на учебното съдържание за 15. и 16. група на Периодичната система по отношение на неговите основни компоненти (факти, понятия, закони, закономерности и теории) е представен в таблица 1.

Таблица 1. Анализ на учебното съдържание за 15. и 16. група на Периодичната система VIII клас

Съдържателни знания в учебното съдържание за 15. и 16. група	
• Факти	• Научни – химични елементи N, P, As, Sb, Bi, O, S, Se, Te, прости вещества и по-важни химични съединения. • Практически – кръговрат на O, S, N и P в природата; биогенни елементи N, P, O, S, Se; разпространение на N, P, As, Sb, Bi, O, S, Se, Te в природата; физиологично действие на простите вещества и на химичните съединения; екологични проблеми; употреба на веществата; промишлени и лабораторни методи за получаване на N_2, NH_3, HNO_3, H_2S, SO_2, H_2SO_4.
• Понятия	
– Химичен елемент	• Описание на химичните елементи азот N, фосфор P и сяра S: – място в Периодичната система; – строеж на атомите на елементите; – валентност спрямо водорода и кислорода; – алотропни форми. • Видове химични елементи: – химичен елемент с неметални свойства N, P, O, S, Se, Te; – химичен елемент с двойствени свойства As, Sb; – химичен елемент с метални свойства Bi.
– Вещество	• Просто вещество азот N_2, фосфор P, сяра S: – вид – неметали; – строеж на простите вещества; – физични и химични свойства на простите вещества; – области на приложение на простите вещества. • Химично съединение – състав, строеж, физични и химични свойства, области на приложение: – водородно съединение – NH_3, PH_3, H_2S; – оксиди – киселинни (N_2O_3, NO_2, N_2O_5, P_2O_3, P_2O_5, SO_2, SO_3), неутрални (N_2O, NO); – киселини – HNO_3, HNO_2, H_3PO_4, H_2S, H_2SO_3, H_2SO_4; – соли – нитрати, нитрити, амониеви, фосфати сулфиди, сулфити, сулфати.

– Химична реакция	• Видове химични реакции – конкретни химични реакции, отразяващи химичните свойства на простите вещества и на химичните съединения на елементите от 15. и 16. група: – химично съединяване; – химично разлагане; – химично заместване; – неутрализация, дисоциация.
• Закони и закономерности	• Периодичен закон, Периодична система. • Връзка между състава, строежа и свойствата на веществата. • Връзка между свойствата на веществата, тяхната употреба и начините за получаването им. • Връзка между свойствата на веществата и физиологичното им действие. · Кръговрат на химичните елементи в природата. • Взаимодействие между организмите и околната среда.
• Теории	• Теория за строежа на атома. • Теория за химичните връзки.
• Основни химични и философски идеи	• Единство и многообразие на веществата и на химичните процеси в природата и в практиката. • Познаваемост и обективно съществуване на природата. • Изменение и развитие на природата. • Причинно-следствена обусловеност на процесите и явленията в природата.

Представеният в таблица 1 анализ на основните компоненти на разглежданото учебно съдържание е използван при подбора и съставянето на учебни графични задачи, подходящи при изучаване на темите за 15. и 16. група на Периодичната система. В приложението на настоящата работа са представени примери от създадената система от учебни графични задачи.

Методология на изследването

Целта на експерименталното изследване е да се докаже ефективността на разработената система от графични задачи с оглед развитие на графичните знания и умения, които са компонент на природонаучните компетентности на учениците, в обучението по химия и опазване на околната среда VIII клас, раздел „Свойства на неметалите и на техни съединения“.

Целта на емпиричното изследване включва комплекс от задачи. (а) Определяне на променливите величини, които ще бъдат регистрирани в хода на експерименталната дейност и с които ще се установи въздействието на създадените графични задачи върху познавателните резултати на учениците. (б) Оформяне на представителна извадка от ученици в VIII клас и на равностойни групи по избрани критерии. (в) Конструиране на надежден изследователски инструментариум за диагностика на резултатите от експеримента. (г) Провеждане на педагогически експеримент за доказване ефективността на методическата система от учебни графични задачи.

Дефинираните цел и задачи, проектиращи експерименталния етап от изследователската дейност, насочват към прилагането на адекватни методи на научни изследвания. (1) Педагогически експеримент за експериментална проверка на създадената методика за решаване на графични задачи в учебния процес по химия. (2) Дидактическо тестиране за диагностика на резултатите от специално организираното експериментално обучение. (3) Експертна оценка, използвана при разработване на дидактическия тест, изпълняващ функция на инструментариум в педагогическото изследване. (4) Математико-статистически методи за измерване, анализ и оценка на резултатите от педагогическия експеримент.

Компетентностите в областта на природните науки (природонаучните компетентности) са конкретизирани в учебните програми по химия и опазване на околната среда. На базата на дефинираните в Учебната програма за VIII клас компетентности като очаквани резултати от обучението е разработен дидактически тест за диагностика на графичните знания и умения на учениците при изучаване на 15. и 16. група на Периодичната система (тестът ще бъде представен в следваща публикация).

Създаденият дидактически тест „Прости вещества и химични съединения на елементите от 15. и 16. група“ е базиран на таксономията на Б. Блум. Тестовите задачи имат за цел да проверяват първите три познавателни равнища от таксономията на Б. Блум – знание, разбиране и приложение (Bloom, 1976). Съотношението между задачите от теста е съответно: 7 задачи за проверка на знание, 6 задачи за проверка на разбиране и 3 задачи за проверка на приложение. Това разпределение е съобразено с изискването за съотношение между знание, разбиране и приложение, представено в учебните програми. Съдържанието на тестовите задачи включва най-значимите знания и умения, заложили като очаквани резултати в учебната програма по химия и опазване на околната среда VIII клас, раздел „Свойства на неметалите и на техни съединения“.

Подредбата на тестовите задачи е осъществена въз основа на следните критерии:

- според вида на отговорите (първите 13 задачи са с избираем отговор, а последните 3 – със свободен отговор);
- според характера на учебното съдържание (например задачи за състав и строеж на веществата, за физични и химични свойства на веществата, за разпространение, приложение и получаване на веществата и др.);
- според когнитивните равнища и познавателните области.

Конструираният тест е основен инструмент за диагностика на ефективността на разработената система от учебни графични задачи с оглед формиране и развитие на природонаучни компетентности на учениците при изучаване на раздела „Свойства на неметалите и на техни съединения“ VIII клас. Качествата на теста са проверени чрез метода на експертната оценка. Неговото

прилагане е съобразено с изискванията, описани в педагогическата литература (Bizhkov 1996). Резултатите от експертната оценка показват, че качествата на теста удовлетворяват описаните в литературата основни изисквания към дидактическите тестове. Следователно той ефективно би могъл да се използва за диагностика на познавателните резултати на учениците при изучаване на раздела „Свойства на неметалите и на техни съединения“ VIII клас.

Педагогическият експеримент е реализиран през учебната 2023/2024 г. в ЕГ „Иван Вазов“ – Пловдив. В изследването участват ученици от IX^a клас (контролна група КГ) и IX^b клас (експериментална група ЕГ). В контролната група ученици се осъществява традиционното обучение по химия и опазване на околната среда VIII клас. Експерименталната група ученици се обучава чрез използване на разработената система от учебни графични задачи за раздела „Свойства на неметалите и на техни съединения“ VIII клас. В хода на педагогическия експеримент участниците в изследването (учител по химия и опазване на околната среда и ученици от експерименталната група VIII клас) използват специално разработени дидактически материали – работни листове с графични задачи за всяка от темите от разглежданото учебно съдържание. Двете групи са изравнени по постиженията на учениците от обучението чрез предварителен тест T_1 върху учебното съдържание на раздела „Свойства на металите и на техни съединения“ VIII клас. След обучението в раздела „Свойства на неметалите и на техни съединения“ е проведен заключителен тест с използване на разработения дидактически тест T_2 .

2.5.2. Резултати и обсъждане

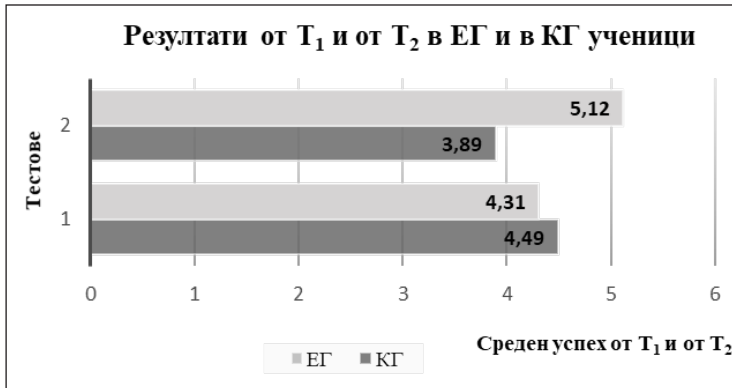
Формирането на двете групи ученици е извършено въз основа на постиженията на учениците от предварителен тест T_1 , проведен преди началото на експеримента (табл. 2).

Таблица 2. Резултати от предварителния тест (T_1) в изследваните групи ученици

Варианти	Изследвани групи ученици		Предварителен тест
	Паралелка	Брой ученици	
КГ	9 ^a	26	4,49
ЕГ	9 ^b	27	4,31

Разликата в средния успех на учениците от паралелките, включени в двата варианта, не е по-голяма от 0,20 и поради това не се налага допълнително изравняване на извадките. За контролна група е избрана паралелката с по-добри постижения от предварителния тест.

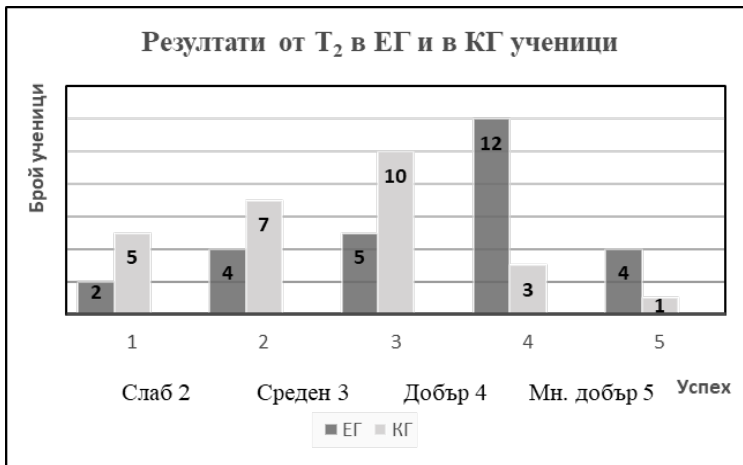
Успеваемостта на изследваните групи ученици от двата дидактически теста е представена на фиг. 1.



Фигура 1. Средна успеваемост на изследваните групи ученици от дидактическите тестове T_1 и T_2

Установява се, че в резултат на приложената система от графични задачи и на методиката за тяхното решаване учениците от експерименталната група показват по-висока успеваемост (5,12) при T_2 , в сравнение с учениците, които се обучават по традиционната методика, без прилагане на разработените графични задачи (3,89).

Резултатите на учениците от експерименталната и от контролната група от заключителния тест T_2 са представени на фиг. 2. Оценката от теста се получава въз основа на предварително изготвена скала за преобразуване на точките от теста в оценки.



Фигура 2. Резултати от заключителния тест T_2 в изследваните групи ученици

От емпиричните данни може да се обобщи следното.

- Графичните задачи на равнище знание са свързани с възпроизвеждане на знания и умения в познати познавателни ситуации и са с избираем отговор. Тези задачи са лесни за учениците от експерименталната група и в най-малка степен ги затрудняват.
- Голяма част от учениците от контролната група срещат затруднения при задачите от когнитивно равнище знание.
- На равнище разбиране са предложени задачи, които изискват приложение на овладени графични знания и умения в аналогични ситуации и извършване на частично продуктивна дейност по зададен модел. Тези задачи са със средна трудност за експерименталната група ученици и с висока трудност за контролната група ученици.
- Графичните задачи, съставени на равнище приложение, изискват прилагане на овладени графични знания и умения в непознати ситуации, извеждане на обобщения. Малка част от учениците в експерименталния вариант са успели да дадат пълен отговор на тези задачи. Следователно формирането на графични знания и умения не може да се реши в рамките на един раздел от учебното съдържание по химия. Очертават се възможности за обогатяване на системата от графични задачи върху други раздели от учебното съдържание както по неорганична химия, така и по органична химия. В контролната група ученици графичните задачи на равнище приложение не са решени.
- Резултатите от проведения педагогически експеримент дават основание да се твърди, че разработената система от графични задачи влияе положително върху овладяването на графични знания и умения, които са важен компонент на природонаучните компетентности на учениците. Това твърдение се отнася за учебното съдържание, което е обект на настоящата работа. В бъдещи изследвания системата от графични задачи може да се разшири, като се разработят графични задачи, подходящи за обучението в прогимназиалния и в гимназиалния етап на обучението по химия, а с това да се разшири и извадката от изследвани ученици.

Заклучение

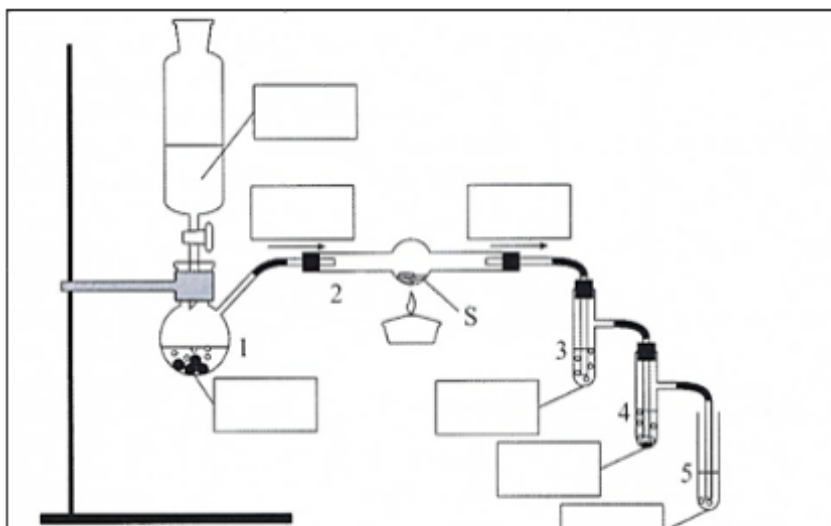
В заключение може да се обобщи: (а) на основата на класификацията на учебните задачи по химия е предложена класификация на графичните задачи по химия; (б) разработена е методика за приложение на графичните задачи в обучението по химия; (в) създадена е система от графични задачи за раздела „Свойства на неметалите и на техни съединения“ VIII клас; (г) ефективността

на разработените графични задачи е доказана чрез педагогически експеримент.

Приложение

Задача 1. Чрез мисловен експеримент получите и изследвайте свойствата на сероводород H_2S (фиг. 3). Разполагате със следните вещества: вода H_2O , разтвор на натриева основа NaOH , разтвор на оловен динитрат $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$, железен сулфид FeS , цинк Zn , разтвор на солна киселина HCl .

- Отбележете на фиг. 3 веществата във всеки реакционен съд.
- Опишете промените, които ще наблюдавате във всеки от съдовете. Означете взаимодействията с химични уравнения.
- Веществото в реакционен съд 5 има допълнителна функция. Каква е тя?



Фигура 3. Получаване и свойства на сероводород H_2S

Задача 2. Разгледайте фиг. 4, на която е представен строежът на серен диоксид SO_2 и на серен триоксид SO_3 . Сравнете техния качествен и количествен състав и строеж.



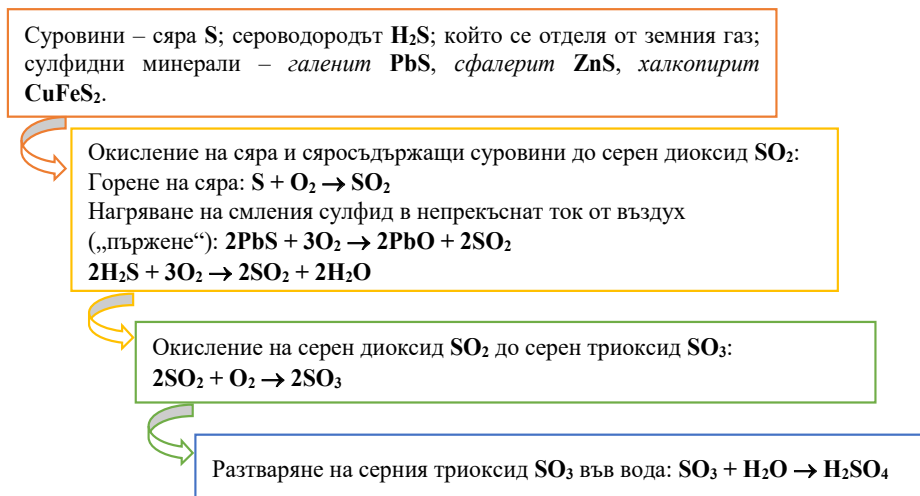
Фигура 4. Модели на молекулите на серен диоксид SO_2 и на серен триоксид SO_3

Задача 3. Означете със стрелки възможните връзки между серния диоксид SO_2 и изброените понятия.



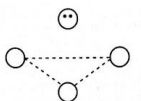
Задача 4. Сярната киселина H_2SO_4 е един от най-важните продукти на химическата промишленост и е основа за много други химически производства. Като използвате фиг. 5, съставете кратък текст, който представя суровините и основните етапи при промишленото получаване на сярна киселина H_2SO_4 .

Кои от веществата, участващи в производствения процес, са потенциални замърсители на околната среда? Предложете методи за тяхното обезвреждане и означете процесите с химични уравнения.



Фигура 5. Етапи при производството на сярна киселина H_2SO_4

Задача 5. Молекулата на амоняка NH_3 има строеж на триъгълна пирамида. Довършете модела ѝ.

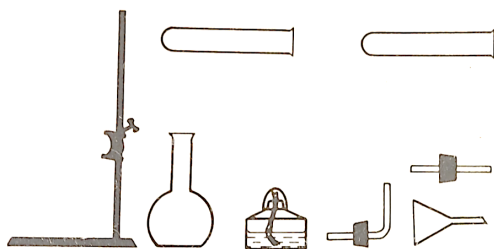


Попълнете пропуснатите думи и изрази в текста:

Молекулата на амоняка NH_3 е, тъй като връзки са полярни, и има строеж. При азотния атом има една електронна двойка.

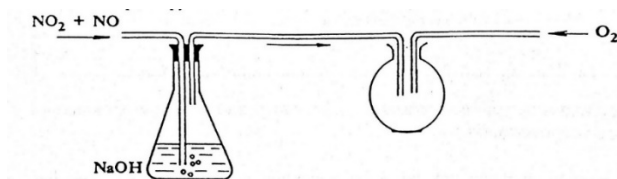
Речник: неподелена, полярна, несиметричен, всички.

Задача 6. Начертайте апаратура за получаване на амоняк NH_3 при взаимодействие на амониев хлорид NH_4Cl с натриева основа NaOH , като използвате някои от посочените на фиг. 6 съдове.



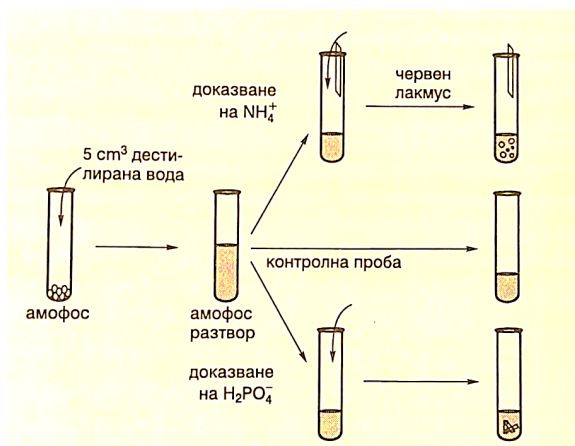
Фигура 6. Лабораторни съдове за получаване на амоняк NH_3

Задача 7. Смес от азотен оксид NO и азотен диоксид NO_2 се пропуска през разтвор на натриева основа NaOH . Единият от газовете реагира с нея, а другият преминава във втория съд, където се смесва с кислород O_2 . Изразете с химични уравнения реакциите, които протичат в двата съда. Означете на фиг. 7 кой газ преминава във втория съд.



Фигура 7. Свойства на азотен оксид NO и азотен диоксид NO_2

Задача 8. Дадена е проба от минерален тор, за който се предполага, че е амофос $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$. Като използвате фиг. 8, опитно установете неговия състав. Наблюденията си отразете в таблица 3.



Фигура 8. Доказване състава на минералния тор амофос $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$

Таблица 3. Доказване състава на минералния тор амофос $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$

Минерален тор	Йони в разтвора	Реактив	Наблюдения и обяснение	
Амофос $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$	NH_4^+			
	H_2PO_4^-			

ЛИТЕРАТУРА

- АНГЕЛОВА, В., МАЛЧЕВА, З. & ГЕНКОВА, Л., 1994. *Методика на обучението по химия*. София: Св. Климент Охридски.
- БЕНЕВА, С., КОСТАДИНОВ, М., ДАНАЛЕВ, Д., ОВЧАРОВА, Л. & ЙОТОВА, М., 2017. *Химия и опазване на околната среда за VIII клас*. София: Булвест 2000.
- БОЯНОВА, Л., НИКОЛОВ, К., УШАГЕЛОВ, И. & ТОДОРОВА, Е., 2017. *Химия и опазване на околната среда за VIII клас*. София: Просвета Плюс.
- ДАМИТОВ, Б. & ФРИДМАН, Л., 1987. *Физические задачи и методы их решения*. Алма-Ата: Мектеп.
- МАНЕВ, С., АТАНАСОВ, К. & МИХОВА, Л., 2017. *Химия и опазване на околната среда за VIII клас*. София: Просвета.

- ПАВЛОВА, М., КИРОВА, М., БОЯДЖИЕВА, Е., ВЪРБАНОВА, Н., ИВАНОВА, В. & КРЪСТЕВ, А., 2017. *Химия и опазване на околната среда за VIII клас*. София: Педагог 6.
- ПЕТРОВА, Х., 2010. Формиране на графични знания и умения у учениците чрез решаване на графични задачи върху топлинни явления. *Физика*, Т. 35, № 4, с. 177 – 182.
- ПЕТРОВА, Х., 2011. Използване на графичния метод в обучението по физика в средното училище (раздел „Кинематика“ и „Топлинни явления“). *Автореферат на дисертация за присъждане на образователната и научна степен „доктор“*. Пловдив.
- ПЕТРОВА, Х., 2013. Формиране на графични знания и умения у учениците чрез решаване на графични задачи върху равномерно и равнопроменливо движение. *Физика: Методология на обучението*, Т. 1, с. 33 – 38.
- ПЕТРОВА, Х., 2014. Формиране на графични знания и умения у учениците при решаване на физични задачи с графичен метод. *Chemistry: Bulgarian Journal of Science Education*, vol. 23, no. 4, pp. 527 – 534.
- ПЕТРОВА, Х., 2015. Графични задачи в обучението по физика в средното училище. *Chemistry: Bulgarian Journal of Science Education*, vol. 24, no. 1, pp. 88 – 94.
- ПЕТРОВА, Х., 2017. Формиране на графични знания и умения в обучението по човекът и природата в пети и шести клас. *Образование и технологии*, Т. 8, с. 181 – 184.
- ПЕТРОВА, Х., 2018. Решаване на физични задачи с графичен метод в средното училище. *Образование и технологии*, Т. 9, с. 266 – 269.
- ЦАКОВСКИ, С., ВАСИЛЕВА, П., ГЕНДЖОВА, А., ТОЛЕВ, Б. & ШУМАНОВА, Г., 2017. *Химия и опазване на околната среда за VIII клас*. София: Анубис.
- BLOOM, B., 1976. *Taxonomie von Lernzielen im kognitiven Bereich*. Weinheim: Verlag Beltz.
- EASTON, D., 1985. A graphic solution. *The Physics Teacher*, vol. 23, no. 10, p. 429.
- PETROVA, H., 2016. Developing students graphic skills in physics education at secondary school. *Journal of Research and Method in Education*, vol. 6, no. 5, pp. 123 – 126. [In Bulgarian]

REFERENCES

- ANGELOVA, V., MALCHEVA, Z. & GENKOVA, L., 1994. *Metodika na obuchenieto po himija*. Sofia: Sv. Kliment Ohridski [In Bulgarian].

- BENEVA, S., KOSTADINOV, M., DANALEV, D., OVCHAROVA, L. & YOTOVA, M., 2017. *Chemistry and Environmental Protection for 8. class*. Sofia: Bulvest 2000 [In Bulgarian].
- BOYANOVA, L., NIKOLOV, K., USHAGELOV, I. & TODOROVA, E., 2017. *Chemistry and Environmental Protection for 8. class*. Sofia: Prosveta Plus [In Bulgarian].
- DAMITOV, B. & FRIDMAN, L., 1987. *Physical Problems and Methods of Their Solution*. Alma-Ata: Mektep [In Russian].
- MANEV, S., ATANASOV, K. & MIHOVA, L., 2017. *Chemistry and Environmental Protection for 8th class*. Sophia: Education [In Bulgarian].
- PAVLOVA, M., KIROVA, M., BOYADZHIEVA, E., VARBANOVA, N., IVANOVA, V. & KRASSTEV, A., 2017. *Chemistry and Environmental Protection for 8th class*. Sofia: Pedagogue 6 [In Bulgarian].
- PETROVA, H., 2010. Formation of graphic knowledge and skills in students by solving graphical problems on thermal phenomena. *Physics*, vol. 35, no. 4, pp. 177 – 182. [In Bulgarian]
- PETROVA, H., 2011. Use of the graphic method in secondary school physics education (section “Kinematics” and “Thermal phenomena”). *Dissertation for awarding the educational and scientific degree of Doctor*. Plovdiv [In Bulgarian].
- PETROVA, H., 2013. Formation of graphic knowledge and skills in students by solving graphic problems on uniform and equal movement. *Physics: Training Methodology*, vol. 1, pp. 33 – 38 [In Bulgarian].
- PETROVA, H., 2014. Formation of graphic knowledge and skills in students in solving physical problems with a graphical method. *Chemistry: Bulgarian Journal of Science Education*, vol. 23, no. 4, pp. 527 – 534 [In Bulgarian].
- PETROVA, H., 2015. Graphical Tasks in Physics Education in Secondary School. *Chemistry: Bulgarian Journal of Science Education*, vol. 24, no. 1, pp. 88 – 94 [In Bulgarian].
- PETROVA, H., 2017. Formation of graphic knowledge and skills in the training of “Man and Nature” in fifth and sixth grade. *Education and Technology*, vol. 8, pp. 181 – 184 [In Bulgarian].
- PETROVA, H., 2018. Solving physical problems with a graphic method in secondary school. *Education and Technology*, vol. 9, pp. 266 – 269 [In Bulgarian].
- TSAKOVSKI, S., VASSILEVA, P., GENDJOVA, A., TOLEV, B. & SHUMANOVA, G., 2017. *Chemistry and Environmental Protection for 8. class*. Sofia: Anubis [In Bulgarian].

- BLOOM, B., 1976. *Taxonomie von Lernzielen im kognitiven Bereich*. Weinheim: Verlag Beltz.
- EASTON, D., 1985. A graphic solution. *The Physics Teacher*, vol. 23, no. 10, p. 429.
- PETROVA, H., 2016. Developing students graphic skills in physics education at secondary school. *Journal of Research and Method in Education*, vol. 6, no. 5, pp. 123 – 126 [In Bulgarian].

APPLICATION OF GRAPHICAL PROBLEMS IN CHEMISTRY EDUCATION

Abstract. Solving graphical problems brings potential opportunities for students to master knowledge and skills to create and use graphical models – sketches, schemes, drawings, tables, etc. Graphical knowledge and skills are part of the key competences of students and play an important role in learning as a tool of cognition, as a factor for building positive motivation for learning and for forming constructive skills in students. In the work, a classification of graphical problems in chemistry is proposed. A methodology for selection, compilation and application of graphical problems in chemistry education has been developed. On this basis, a system of graphical tasks has been created for the section “Properties of nonmetals and their compounds” 8th grade. Its effectiveness has been proven through pedagogical experiment.

Keywords: chemistry education; chemistry graphical learning tasks

✉ **Dr. Antoaneta Angelacheva, Assoc. Prof.**

ORCID iD: 0000-0001-9391-1716

Plovdiv University “Paisii Hilendarski”

24, Tsar Assen St.

4000 Plovdiv, Bulgaria

E-mail: angel@uni-plovdiv.bg