

ПРИЛОЖЕНИЕ НА ИЗСЛЕДОВАТЕЛСКИЯ ПОДХОД ЗА РАЗВИТИЕ НА НАУЧНА ГРАМОТНОСТ ПРИ ИЗУЧАВАНЕ ХИМИЧНИТЕ ПРОЦЕСИ В ОБУЧЕНИЕТО ПО ХИМИЯ И ОПАЗВАНЕ НА ОКОЛНАТА СРЕДА – X КЛАС

Д-р Йорданка Стефанова

Пловдивски университет „Паисий Хилендарски“

Резюме. Научното образование на младите хора ще им позволи да живеят и действат адекватно в общество, повлияното от идеите и ценностите на науката. Затова в центъра на редица образователни системи се поставя акцент върху формиране и развитие на научна грамотност (scientific literacy) у учениците. Един от аспектите ѝ е свързан с познаване на научните методи и прилагането им в научните изследвания; познаване на естеството и природата на науката. Изследователският подход в обучението е едно от важните средства за формирането и развитието ѝ, тъй като поставя учениците в ситуация да извършат изследователска дейност, да опишат и анализират резултатите от нея.

В тази статия е представен опит за организиране на обучение, основано на изследване при изучаване на конкретно учебно съдържание от учебната програма по химия и опазване на околната среда в X клас. За осъществяването му е разработен методически модел за прилагане на изследователския подход, базиран на конструктивистките теории в обучението. Представени са резултатите от проведено експериментално обучение за установяване на целесъобразността на модела. Разработен е тест за установяване обучеността на учениците с акцент върху научната грамотност. Резултатите от тестирането показват, че разработеният методически модел създава добри условия за развитие на научна грамотност.

Ключови думи: научна грамотност; природни науки; химия

Увод

В съвременното информационно общество в световен мащаб се поставя въпросът за промяна приоритетите на образованието, като на преден план се поставя въпросът за развитието на личностните качества на ученика. Новото

виждане за обучението по природни науки и за резултатите от него се свързва с необходимостта от такива знания, умения и компетентности, които да позволяват на младите хора да се справят с динамиката на житейските проблеми, да ги подготвят за учене през целия живот. Ето защо през 90-те години на XX век се издига идеята цел на обучението по природните науки в училище да е изграждането на научна грамотност.

Необходимостта от изграждане на научна грамотност се свързва и с влиянието ѝ върху икономическото и духовното развитие на нацията. Защото „само общества, чиито граждани са научно грамотни, могат да „отгледат“ учени, изследователи, инженерни и технически кадри. Тази теза засяга отлива на младите хора от природните науки – няма как да те привлича науката, ако не знаеш с какво се занимава и как се прави тя“ (Tafrova-Grigorova 2013, 137).

В литературата съществуват много опити за дефиниране на понятието научна грамотност (AAAS, 1993, OESD, 2006, Petrova & Vasileva 2007; Minevska & Stefanova 2007; Raykova 2008; Tafrova-Grigorova 2011, 2014, и др.). Според PISA научната грамотност предполага способността да се правят и излагат научни заключения, да се привеждат доказателства, да се правят обосновани научни заключения, като се използват научни понятия, закономерности, критично отношение към твърденията на други (OESD, 2006).

Научната грамотност се свързва с разбиране на природата на научните знания и прилагането им в конкретни житейски ситуации, познаване на процесите, присъщи, на научното познание, осведоменост за връзката между наука и технологии (Tafrova-Grigorova 2011, 2013; Minevska & Stefanova 2007; Stefanova, Minevska & Evtimova 2011).

Научната грамотност не е просто познаване на научни факти, закони, закономерности, теории, но и знания за научното изследване, което се свързва с познаване на научните методи и прилагането им в научните изследвания; познаване естеството и природата на науката (Ledeman 2013, 2014; Raykova 2019).

Независимо от различните схващания за научната грамотност, в това число и в литературата на български език, се очертават няколко общи и важни характеристики. Първата се свързва с научните знания – разбиране на основни природонаучни понятия, явления и концепции. Втората се отнася до знания за науката – знания за структурата и същността и историята на науката; познаването на етапите и характера на научната работа и на научното изследване (планиране, провеждане и анализ на експеримент, поставянето и проверяването на хипотеза, представяне на резултатите). Третата се отнася до разбиране на отношенията между науката, техниката и обществото и оценяване на ползата и вредата от постиженията на науката и техниката и въздействието им върху околната среда (Raykova 2008; Tafrova-Grigorova 2014).

Познаването на методите на научното изследване е необходимо на всеки човек, за да поставя въпроси, отнасящи се до обектите и явленията от заоби-

каляция ги свят, за търсене на алтернативни отговори и тяхното последващо аргументирано оценяване от гледна точка на научните постижения; за да разграничава въпросите, на които науката може да даде отговор, от тези, на които тя не може да отговори; за да може да направи преценка на аспектите на своя живот, които са повлияни от науката. Това ще подпомогне подрастващите при вземането на решения „за или против“ даден начин на действие на личностно, социално или глобално равнище.

От гледна точка на практиката на обучението по химия разработването на проблема се провокира от следното.

Проведени международни изследвания (VASI), в които участват и ученици от различни училища в Пловдив, върху разбирането на природата на науката, показват, че нито учители, нито ученици са информирани в достатъчна степен как се прави научно изследване (Raykova 2019). По отношение на показатели-те за природонаучна грамотност и проява на ключови умения на българските учениците в международни сравнителни програми като PISA и TIMSS установява, че те не умеят да планират експеримент и да правят изводи въз основа на наблюдения (Petrova 2007, 2013; Tafrova-Grigorova 2013).

Причините за това състояние са комплексни и показват необходимостта от промени в посока целенасочено формиране на знания за науката и научното изследване. Тези промени в българското училище започват с нормативните документи. Анализът на ДООИ и учебните програми към тях¹⁾ показва, че целите и задачите на обучението по химия и опазване на околната среда предполагат не само усвояването на система от знания за веществата и промените, които се извършват с тях, но и умения за планиране и провеждане на химичен експеримент и използване на получените данни за изводи и заключения, умения за интерпретиране на данни от таблици, диаграми и схеми.

За постигането на очакваните резултати от учебната програма е необходимо прилагането и съчетаването на традиционни и съвременни форми, методи и подходи при организиране на учебния процес с активно включване на изследователския и на проблемния подход и използване възможностите на информационно-комуникационните технологии.

Изследователският подход се свързва с прилагане пътя на научното търсене в обучението: експеримент, наблюдение, хипотеза, проверка на хипотезата, отчитане на резултата – потвърждаване или отхвърляне на хипотезата, изводи или нова хипотеза (Tafrova-Grigorova 2014).

Прилагането на изследователския подход в обучението поставя учениците в ситуация на творчески процес в който те самостоятелно преоткриват научните факти. Така се включва емоционалната компонента и знанието става част от съзнанието. Ролята на учителите е да подпомогнат учениците да разгърнат творческите си способности в този процес (Grozdev & Dekov 2014).

Поставянето на учениците в ситуация да планират и извършат изследователска дейност, да опишат и анализират резултатите от нея, да прогнозират следствия, е важно условие за формиране не само на знания, но и на социални умения и умения за учене през целия живот.

В съответствие с целите на обучението по химия особеностите на химичното знание и необходимостта от обучение, ориентирано към ученика, възможностите за промяна на учебната среда, *ние предлагаме методически модел* за прилагане на изследователския подход при изучаване на химичните процеси в X клас.

Теоретични основи на изследването

Изследователският подход се основава на конструктивистката теория в педагогиката. В светлината на конструктивистките практики от изключително значение за ученето е придобитият личен опит на учениците при взаимодействието им с околния свят и стимулиране на учениците да формулират и поставят въпроси. Този опит и преживявания подпомагат учещите при усвояването на новата информация и трансформацията на наличните у тях знания. Моделирането на условията на учебната среда, предлагани от възрастните, играе значителна роля в развитието на способностите на учениците за самостоятелно поставяне на проблеми и решаването им (Tafrova-Grigorova et al. 2012). Така съвместната дейност на учителите и учениците в училище ще бъде ориентирана към учениците и успешната им подготовка за живот като възрастни (Brooks & Brooks 1999).

Изследователския подход по отношение дейността на учителя предполага запознаване на учениците с неговата същност, стъпките през които преминава неговото прилагане, запознаване с дейностите, които извършват учениците, провеждайки изследване, и не на последно място разглеждане на примери за конкретни научни изследвания. Важно значение за разбирането на същността и значението на този подход не само за науката, но и за живота на хората са срещите с учени, които имат опит и успехи в прилагането му.

Прилагането на изследователския подход изисква поставянето на акцента в обучението върху *откриването на знанието*, а задачите, ресурсите, учебната среда, стратегиите на обучение и оценяване подкрепят ученето чрез процесите на изследване и откриване.

По отношение на дейността на учениците прилагането на този подход предполага поставянето им в ситуация самостоятелно да планират и да извършат изследване – да формулират въпроси; да планират и извършват експерименти; да събират и обработват данни; да използват данни за доказателства, да изграждат на обяснения.

Химията, като експериментална наука, предоставя изключителни възможности за прилагане на изследователския подход, чрез които се провокира активността на учениците в процеса на учене.

Grawford очертава следната рамка на изследователския подход: (а) задаване на въпрос и търсене на отговор и сравняване на отговора с това, което вече е известно на учените по въпроса; (б) анализ на данни и представянето им по значими начини чрез разработване на модели и обяснения, които са логически последователни; (в) изследването има много цели и използва множество методи; (г) в хода на изследването се формулират обяснения, прилагат се доказателства и се предлагат алтернативни обяснения; (д) изследователите често работят в екипи с различни индивиди, допринасящи за различни идеи; (е) творчеството се открива във всички аспекти на изследователската работа; (ж) резултатите от изследванията се публикуват (Grawford, 2007).

За прилагане на изследователския подход при изучаването на химичните процеси в обучението по химия и опазване на околната среда – X клас, е разработен методически модел, базиран на основните идеи на конструктивистката теория за ученето (Brooks & Brooks 1999; Pelech & Pieper 2010).

Основните идеи на конструктивизма, на базата на които съставихме методичния модел за приложение на изследователския подход при изучаване на химичните процеси, са (Brooks and Brooks 1999; Kim, 2005; Taber 2006; Raykova, 2008):

- Знанията се конструират чрез личния опит и преживявания на учащия.
- Знанието, като персонално разбиране на външния свят, се осъществява по-скоро от личните преживявания и опит на учащия, отколкото от опита на другите.
- Новото знание се придобива на база на други структури знания.
- Ученето е активен процес на развитие на смисъла, базиран на личните преживявания и опит. Ученето се разглежда като развиващ процес на разбиране на реалния свят от учащия.
- При ученето знанията се създават в контекста на ситуации близки до ежедневната реалност.

В обучението по химия лабораторната работа на учениците в уроците за нови знания и в лабораторните упражнения е една от подходящите форми за реализиране на учене, основано на изследване (Epitropova et al. 2012).

Методичният модел за приложение на изследователския подход включва задачи за дейностно учене, като всяка задача се изпълнява в малки групи (от по 4 – 5 ученици), след което резултатите се споделят с целия клас. Задачите са разпределени в 5 етапа и подредени в система, така че следват етапите на изследователския процес (Grawford 2007; Pedaste et al., 2015). Това изисква предварително планирана и приложена учебна дейност, която да подпомага учениците да формират собствените си знания за конкретен проблем. Този модел включва следните етапи: подготвителен – включва ориентиране в тематиката и контекста на изследването; етап на изследване – повеждане на

изследване, събиране и анализ на данни, формулиране на изводи, споделяне на идеи, дискусия, и заключителен етап – съотнасяне на изводите с изследователския въпрос и идеи за бъдещи изследвания. Тези етапи са представени на схема 1.

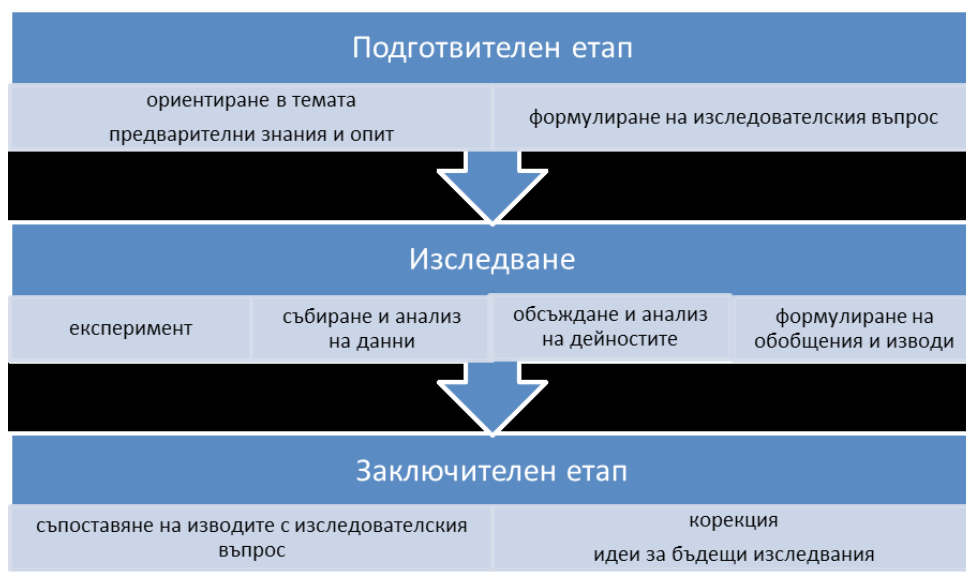


Схема 1. Методически модел за приложение на изследователския подход в обучението по химия

Първи етап – подготвителен. На този етап учителят въвежда учениците в темата чрез беседа за актуализиране на знанията и създава условия за генериране на връзки между старите и новите знания в контекста на създадените ситуации. Целта на този етап е да се стимулира любопитството към изучавания проблем и така да се създаде интерес у учениците към избраната тема. Формулирането на изследователския въпрос е един от основните моменти в този етап, тъй като всяко научно изследване започва с него.

Втори етап – изследване. Включва планиране на изследване, експеримент с различни химични обекти – вещества и химични реакции, в резултат на което събират и анализират експериментални данни.

Ролята на учителя на този етап е организатор на дейността на учениците. Той инициира изследователската дейност на учениците и им предоставя време да проучат предоставените им химични обекти на базата на собствени идеи за изучаваните явления.

На този етап учениците участват в дискусии и дейности, които провокират обсъждане и анализ на дейностите. Груповите дискусии и участие в съвместни учебни ситуации на този етап осигуряват възможност на учениците да изразят своето разбиране за изучаваните обекти и получаването на обратна връзка от други, които са много близо до тяхното ниво на обученост и разбираня.

Заключителен етап. На този етап се извеждат заключения от натрупаните и анализирани данни. Сравняват се изводите, направени въз основа на данните с изследователския въпрос. Представяне на направените констатации в предишния етап на изследователския процес.

Методология и инструментариум на изследването

Разработеният модел е приложен в практиката на обучението по химия при изучаване на раздела „Химични процеси“ – X клас. Учебното съдържание от този раздел е сложна система от понятия, които имат фундаментално значение за обяснението на същността и механизмите на протичане на химичните процеси и създава условия за прогнозиране относно скоростта и възможностите за протичането им. Наблюденията ни в практиката на обучението по химия показват предпочитание на словесните методи от страна на учителите за разкриване същността на катализата, обяснение на факторите, които влияят върху скоростта, въвеждането на химичното равновесие и установяване на факторите, които влияят върху нето. Това, от своя страна, затруднява учениците при овладяването на основните понятия и закономерности и намалява интереса им към изучаване на химичната наука.

Целта на проведеното експериментално изследване е да се получат данни за ефективността на създадения методически модел относно обогатяване на системата от знания за – химичните процеси, същността и етапите на научното изследване; умения за планиране на експеримент, събиране и анализ на данни; ценностни отношения учениците към ученията и науката.

Целева група на изследването. Изследването е проведено през учебните 2019/2020 година и 2020/2021 година с ученици от XI клас от Пловдив, върху следните теми: „Скорост на химичните реакции“, „Фактори, влияещи върху скоростта на химичните реакции“, „Скорост на химичните реакции в присъствие на катализатори“, „Химично равновесие“, „Изследване влиянието на различни фактори върху химичното равновесие“.

За провеждане на педагогическия експеримент са формирани са две групи – експериментална ЕК (която се обучава по методика за приложение на изследователския подход) и контролна КГ (при която не се използва методичният модел). Двете групи са изравнени по успех по химия чрез входящ тест, про-

веден в началото на учебната година. От двете групи се избират по случаен признак две независими извадки от ученици (по 40 ученици от всяка група) със сходни резултати от входното ниво. След това се извършва обучение на експерименталната група по методика за приложение на изследователския подход в редовните часове за изучаване на раздела „Характеристика на химичните процеси“ по учебника по химия и опазване на околната среда за X клас. В настоящата работа е представена методическата конструкция на един от експерименталните уроци, който илюстрира приложението на изследователския подход с цел формиране на научна грамотност (приложение 1). След изучаване на раздела се провежда изходящо тестиране (тест 2) и в двете групи (приложение 2).

Обект на количествено изследване са познавателните резултати на учениците от проведеното тестиране, констатиращо обучеността на учениците по следните критерии и показатели:

а) научни знания с показател – знания за характеристиката на химичните процеси;

б) компетентност за определяне на научен проблем с показател разпознаване на въпрос, на който може да се отговори чрез научно изследване;

в) компетентност за използване на научни данни с показател извличане на данни от таблици и графики;

г) компетентност за обяснение на природни процеси – с показател разкриване на причинно-следствени връзки.

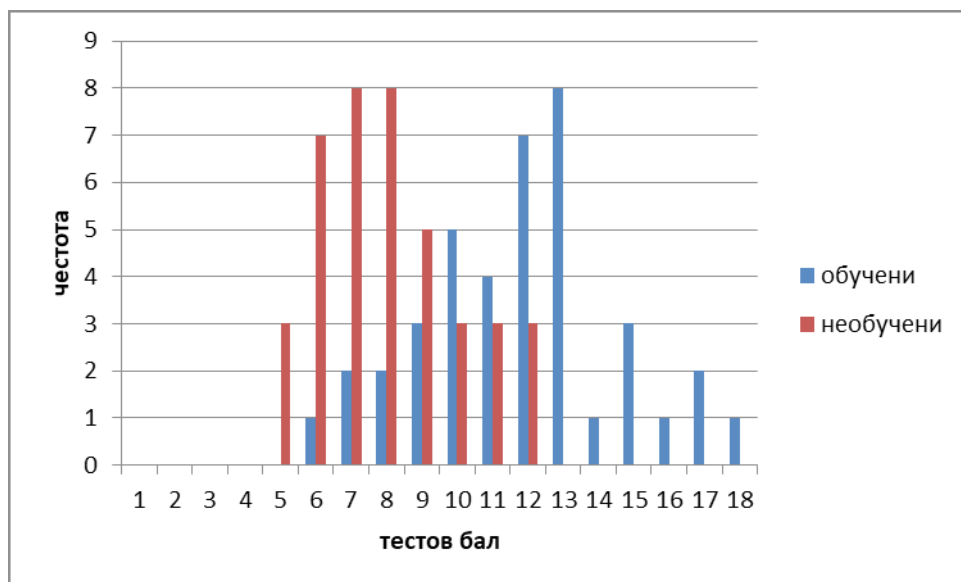
Получените данни са обработени със съответните статистически методи за анализ на зависимости (Lakurski 1999; Georgieva & Panayotov 2002; Stoychev 2007). Обект на количественото изследване са познавателните резултати на учениците от изходящото тестиране, констатиращо научната грамотност.

Резултати и обсъждане

От проведения изходящ тест (тест 2) са получени данни за бала на учениците, който се определя като сума от определен брой точки, фиксирани за всяка вярно решена задача. Резултатите от теста в групите на обучените и на необучените ученици са представени таблично и графично (таблица 1 и фиг. 1).

Таблица 1. Резултати от проведения тест 2 в групите на обучените и необучените ученици

Бал	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Обучени	0	1	2	2	3	5	4	7	8	1	3	1	2	1
Необучени	3	7	8	8	5	3	3	3	-	-	-	-	-	-



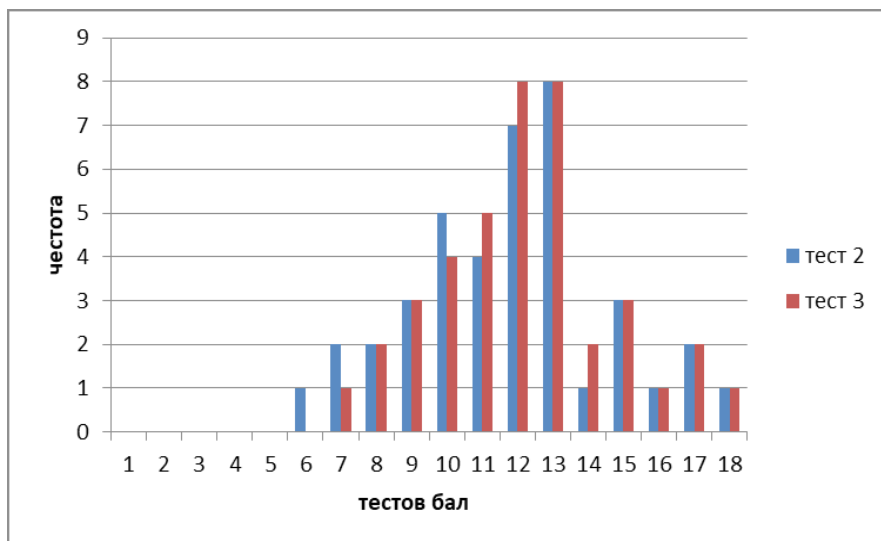
Фигура 1. Резултати от проведения тест в групите на обучените и необучените ученици

Графичното представяне на данните различно разпределение на честотите в групата на обучените и необучените ученици. В групата на необучените ученици по-високи честоти има при бал 6, 8, 9 и 10, докато за обучените ученици са при бал 11, 12, 13. Това дава основание да се приемат по-добри резултати от изходящия тест на обучените ученици. За едно и също учебно време учениците от експерименталната група достигат по-високо равнище на постиженията по избраните критерии и показатели. За учениците от контролната група се установяват затруднения при решаването на задачи, изискващи анализ на данни и представени таблично и извличане на информация от графично представени данни. Вземането на целесъобразни решения в дадена ситуация е ограничено, което обяснява регистрираните невисоки резултати по критерия обяснение на природни процеси – с показател разкриване на причинно-следствени връзки.

С цел установяване трайността на знанията и повторемостта на резултатите от проведения експеримент се провежда тест – ретест, който за краткост означаваме като тест 3 в експерименталната група (ЕГ), което е два месеца след обучението. Резултатите от тест 3 в експерименталната група ученици са представени таблично и графично (таблица 2 и фиг. 2), като са сравнени с резултатите от тест 2.

Таблица 2. Резултати от проведения ретест в експерименталната група

Бал	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Тест 2	0	1	2	2	3	5	4	7	8	1	3	1	2	1
Тест 3			1	2	3	4	5	8	8	2	3	1	2	1



Фигура 2. Резултати от проведения ретест в експерименталната група

За анализа на резултатите от проведеното изследване са изчислени статистическите величини: средноаритметична $\bar{x}$, дисперсия s^2 , стандартно отклонение, които са представени в таблица 3.

Таблица 3. Обобщени резултати от статистическото изследване

Статистически величини	Тест 2	Тест 3
Брой изследвани лица	40	40
Минимална стойност $X_{\min}$	6	7
Максимална стойност $X_{\max}$	18	18
Средноаритметична $\bar{x}$	11,8	12,1
Дисперсия s^2	3,54	3,6
Стандартно отклонение s	1,88	1,9

Статистическият анализ на резултатите от теста потвърждава очакването за добри резултати от обучението в експерименталната група ученици по от-

ношение трайност на знанията. Това се потвърждава и от стойностите на изчислените статистически величини.

Резултатите от теста показват, че методическият модел за прилагане на изследователския подход в обучението по химия и опазване на околната среда има положително влияние върху обучеността на учениците с акцент върху научната грамотност. Активното участие на учениците в процеса на извеждането на новите знания и в експерименталната дейност ги приобщава към процесите, присъщи на научното изследване. Приложимостта на изведените знания ги прави съпричастни към проблемите, които се решават в науката химия, и така ги мотивира за нейното изучаване.

Приложение 1

Тема: Фактори, които влияят върху скоростта на химичните реакции Лабораторен урок – X клас

Цели:

- Да се разширят и задълбочат знанията на учениците за факторите, които влияят върху скоростта на химичните реакции.
- Да се създадат условия за осъзнаване на връзката между теоретичните знания и приложението им в практиката.

Очаквани резултати:

Ученикът да:

- описва и обяснява качествено влиянието на концентрацията и температурата върху скоростта на химичните реакции;
- събира и анализира експериментални данни;
- изчислява промяна на скоростта при промяна концентрацията на реагиращите вещества;
- формулира въпроси, на които може да се даде отговор чрез експериментално изследване;
- планира и провежда експериментално изследване;
- да прилага знания за връзката между скорост на химичните реакции и факторите, които влияят върху нея при решаването на конкретни задачи.

Организация на дейностите в урока

Group Investigation – Групово изследване

- Учителят въвежда учениците в темата, като представя информация за значимостта на проблема за факторите, които влияят върху скоростта на химичните реакции.
- Класът се разделя на подгрупи от по 4 – 6 ученици.
- Провежда се дискусия в групи и се формулират въпроси, на които може да се отговори чрез експеримент.

- Всяка група планира и провежда експеримент, свързан с избран въпрос.
- Планираните активности се извършват от всяка група. Учителят действа като сътрудник на всяка от тях.
- Всяка група представя своите резултати устно или на постер.
- Резултатите на всяка група се оценяват и от учениците, и от учителя.
- Формулират се отговори на поставените в началото на часа въпроси.

Работен лист

Фактори, които влияят върху скоростта на химичните реакции Лабораторен урок – X клас

Техника на безопасност

- Използвайте защитни очила.
- Спазвайте правилата за безопасна работа с веществата.
- Не пийайте реактивите с ръце и не опитвайте вкуса им.
- Спазвайте правилата за работа със спиртна лампа!
- След приключване на работа почистете и подредете работното място.

Прочетете текста и отговорете на поставените въпроси.

Текст: Изучаването на скоростта, с която протичат химичните реакции, има важно значение за практиката. В производствени условия е важно е да се познават факторите, които влияят върху нея. Така при подходящи условия може да се получи необходимото количество от даден продукт с минимален разход на средства за единица време.

Химична реакция, която е в основата на лабораторния метод за получаване на водород, е взаимодействието между Zn и разредена H_2SO_4 .

Задача 1. Запишете уравнението на химичната реакция в работния лист.

.....

Задача 2. Обсъдете в група по четирима или шестима и предложете идеи за условия, чрез които може да се промени скоростта на химичната реакция. Запишете вашите предложения в работния лист.

.....

Въпрос 1. Кои от тези условия могат да бъдат установени в училищната лаборатория?

.....

Опит 1. Установете експериментално влиянието на различни фактори върху скоростта на химичната реакция между цинк и солна киселина.

Реактиви и пособия: капкова плоча, цинк на гранули, р-р на 0,1 М H_2SO_4 и 1 М H_2SO_4 , шкурка.

Указания за работата

Стъпка 1. Почистете механично с шкурка две гранули Zn и ги поставете в две гнезда на капкова плоча. Към едното гнездо на капковата плоча прибавете 3 – 4 капки 1 М H_2SO_4 , а в другото – 2 М H_2SO_4 . Сравнете визуално

количеството на отделения газ в двата случая. Запишете своите наблюдения в таблица 1.

Стъпка 2. Повторете опита, като използвате цинк на прах и цинк на гранули и 1 М H_2SO_4 . В едно от гнездата на капкова плоча поставете парченце цинк (или гранула), а в друго – цинк на прах. Прибавете 3 – 4 капки 1 М H_2SO_4 и в двете гнезда. Сравнете количеството на отделения газ в двата случая и направете извод за влиянието на повърхността на алуминия върху скоростта на химичната реакция.

Таблица 1. Взаимодействие на цинк с разредени разтвори на H_2SO_4

Действие	Наблюдение	Извод
Стъпка 1 3а Zn и 0,1 М H_2SO_4 3а Zn и 1 М H_2SO_4		
Стъпка 2 3а Zn на гранули и 1 М H_2SO_4 3а Zn на прах и 1 М H_2SO_4		

Задача 1. Обсъдете в групата следните въпроси и запишете отговорите в работния лист.

Въпрос 1. Как може да се докаже отделеният при химичната реакция газ?

.....

Въпрос 2. Влиянието на кои фактори върху химичната реакция установихте експериментално?

.....

Задача 2. Формулирайте извод.

.....

Задача 3. Студенти изследвали в химичната лаборатория влиянието на концентрацията на натриев тиосулфат $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ върху скоростта на химичната реакция $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{SO}_2 + \text{H}_2\text{O} + \text{S}$ при стайна температура. В резултат на проведени експерименти получили следните данни (таблица 1).

Таблица 2

Концентрация на $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ в mol/L	$v \mu$
0,02	0,005
0,04	0,011
0,06	0,017
0,08	0,025
1,00	0,031

А) Анализирайте в групата данните, посочени в таблица 2, и представете графично изменението на скоростта на реакцията в зависимост от концентрацията на натриев тиосулфат.

Б) Като използвате построената от вас графика, определете скоростта на реакцията при концентрация на $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ $c=0,07 \text{ mol/L}$.

В) Ще се отрази ли на скоростта на химичната реакция промяната на концентрацията на H_2SO_4 ?

Опит 2. Извършете експериментално описания опит

Реактиви и пособия: Zn – гранули, две епруветки, статив, спиртна лампа, щипка за епруветки, $1 \text{ M H}_2\text{SO}_4$, кибрит.

Указания за работата

Стъпка 1. В две епруветки поставете последователно по една гранула цинк.

Стъпка 2. Към всяка от тях налейте приблизително равен обем $1 \text{ M H}_2\text{SO}_4$.

Стъпка 3. Едната епруветка оставете на статива за сравнение.

Стъпка 4. Другата епруветка внимателно нагрейте в пламъка на спиртна лампа.

Внимание! Спазвайте правилата за работа със спиртна лампа!

Стъпка 54. Сравнете интензивността на отделянето на мехурчета газ и в двете епруветки.

Задача 1. Обсъдете в групата следните въпроси и запишете отговорите в работния лист.

Въпрос 1. В коя епруветка отделянето на мехурчета газ е по-интензивно?

.....

Въпрос 2. Влиянието на кой фактор върху химичната реакция установихте експериментално?

.....

Задача 2. Формулирайте извод.

.....

Задача. 3. Скоростта на една химична реакция при 50°C е $0,05 \text{ mol/(L.s)}$. При повишаване на температурата с 10°C тази скорост нараства 2 пъти.

А) По данните от условието на задачата изчислете скоростта на реакцията за пет температури в посочения интервал. Представете ги в таблица 2.

Таблица 3

$t^\circ\text{C}$	50	60	70	80	90	100
$V, (\text{mol/L.s})$	0,05					

Б) Изберете подходящ мащаб и представете графично данните от таблицата.

Приложение 2

ТЕСТ

Характеристика на химичните процеси

Име.....

клас.....училище.....

Времетраене: един учебен час (40 минути).

Тестът съдържа общо 12 задачи:

– 9 задачи с избираем отговор (от 1. до 9. задача), всяка от които има един верен отговор. Всяка задача се оценява с 1 точка за правилен отговор и с 0 т. за грешен отговор или при липса на отговор.

– 3 задачи със свободен отговор (10., 11. и 12. задача).

Резултатът от теста се образува като сбор от получения брой точки за всички задачи. Максималният резултат за теста е 18 точки.

– *Прочетете внимателно задачите от 1. до 9. и заградете буквата на правилния отговор.*

Задача 1. Колко пъти ще се повиши скоростта на хомогенната химична реакция $3A+B \rightarrow A_3B$, ако коцентрациите на А и В се повишат два пъти?

- а) 4 пъти
- б) 2 пъти
- в) 8 пъти
- г) 16 пъти

Задача 2. Кое от следните твърдения не обяснява действието на катализаторите?

- а) променят начина на протичане на реакцията;
- б) променят скоростта на реакцията чрез промяна на енергетичната бариера;
- в) влияят само върху реакции, които протичат без катализатор;
- г) повишават активността си при дълга употреба.

Задача 3. При установяване на химично равновесие при дадени условия:

- а) концентрациите на всички вещества са равни;
- б) концентрациите на веществата се запазват постоянни;
- в) концентрацията на продуктите се увеличава плавно;
- г) концентрациите на веществата стават нула.

Задача 4. За да се установи влиянието на повърхността върху скоростта на химичната реакция $2Al + 6HCl \rightarrow 2AlCl_3 + 3H_2 \uparrow$, трябва да се използва:

- а) Al фолио и Al на прах;
- б) Al фолио и Al на гранули;
- в) 1 M HCl и 2 M HCl;
- г) 1 M $AlCl_3$ и 1 M HCl.

Задача 5. На кой от посочените в а), б), в) и г) въпроси може да се отговори с данните, получени в резултат на описания експеримент:

Една от химичните реакции, която протича в атмосферата при образуването на фотохимичния смог, се изразява с уравнението $2\text{NO}_{2(\text{газ})} \rightarrow 2\text{NO}_{(\text{газ})} + \text{O}_{2(\text{газ})}$. При изследвания на тази химична реакция в лабораторни условия при 300°C са получени данните, представени в таблица 1.

Концентрация на NO_2 [mol/L]	Време, t [s]
0,0100	0
0,0079	50
0,0065	100
0,0055	150
0,0048	200
0,0043	250

- Каква е средната скорост на реакцията?
- Кои фактори влияят върху скоростта на химичната реакция?
- Коя дейност причинява фотохимичния смог?
- Защо се отделя NO_2 в атмосферата?

Задача 6. Влиянието на кой фактор върху скоростта на химичната реакция



- влиянието на повърхността на катализатора върху скоростта на тази реакция;
- влиянието на концентрацията на катализатора върху скоростта на тази реакция;
- влиянието на температурата върху скоростта на тази реакция;
- влиянието на

Задача 7. При повишаване на температурата скоростта на химичните реакции нараства, защото:

- се увеличава броят на ефективните удари между частиците;
- се увеличава концентрацията на веществата;
- се намалява броят на ефективните удари между частиците;
- се намалява концентрацията на веществата.

Задача 8. Чисто желязо се получава при редукция на Fe_2O_3 с H_2 . В кой от следните случаи скоростта на реакцията ще бъде най-голяма:

- ако оксидът е на едри късове;
- ако оксидът е на гранули;
- ако оксидът е ситнозърнест;
- видът на оксида не влияя върху скоростта.

Задача 9. Проведено е взаимодействие между H_2 и I_2 с изходни концентрации съответно 0,5 mol/L и 0,4 mol/L. Как и колко пъти ще се промени скоростта, ако реакцията се проведе с изходни концентрации на H_2 и I_2 съответно 1 mol/L и 1,6 mol/L:

- А) увеличава се 8 пъти;
- Б)) намалява се 8 пъти;
- В) намалява се 16 пъти;
- Г) увеличава се 16 пъти.

– *Прочетете внимателно 10., 11. и 12. задача и запишете отговора си в листа за отговори.*

Задача 10. За да изследва влиянието на морска вода върху скоростта на окисление на железни предмети ученици провели следния опит:

В две чаши поставили неокислени пирончета. В едната чаша налили дестилирана вода, а в другата – морска вода. Наблюдавали през няколко дни измененията и ги записвали.

- а) Какво са наблюдавали?
- б) Какво е практическото значение на направеното наблюдение?
- в) Каква е ролята на дестилираната вода в този експеримент?

Задача 11. Защо съществува опасност от експлозия на прахообразни горливи вещества, ако се съхраняват продължително време?

Задача 12. Студенти изследвали в химичната лаборатория скоростта на химична реакция, която протича в съответствие с уравнението $CH_3COCH_3 + I_2 \xrightarrow{H^+} CH_3COCH_2I + HI$. Те установили промяната на концентрацията на йод I_2 в хода на реакцията при две различни температури - 22°C и 45°C. В резултат на проведения експеримент те получили данните, посочени в таблица 2.

t [s]	0	10	20	30	40	50	60
c(I ₂)[mol/L] при 22 °C	0,0312	0,0301	0,0298	0,0296	0,0291	0,0292	0,0288
c(I ₂)[mol/L] при 45 °C	0,0266	0,0251	0,0237	0,0226	0,0209	0,01938	0,0177

- а) Изберете подходящ мащаб и представете графично изменението на концентрацията на йод I_2 в зависимост от времето по данните от таблицата.
- б) Сравнете промяната на концентрацията на йод I_2 при двете температури.

БЕЛЕЖКИ

1. <https://www.mon.bg/bg/100105>

REFERENCES

- Grozdev, S. & Dekov, D., 2014. Learning through discoveries – a new effective approach within learning through experimentation. *Mathematics and Informatics*, **57**(6), p. 568 – 585 [In Bulgarian]
- Crawford, B. A., 2007. Learning to Teach Science as Inquiry in the Rough and Tumble of Practice . *Journal Of Research In Science Teaching*, **44**(4), 613 – 642.
- Tafrova-Grigorova, A., 2010. Bulgarian School Chemical Education: The State of the Art, What Then? (Results from International and National Studies). *Chemistry. Bulgarian journal of Science Education*, **19**, 163 – 188 [In Bulgarian]
- Tafrova-Grigorova, A. 2011. Scientific literacy: a key goal of science education in schools. *Chemistry*, **20** (6), 27 – 47 [In Bulgarian].
- Tafrova-Grigorova, M. Kirova, E. Boiadjieva. 2012. Science Teacher's Views on the Constructivist Learning Environment In the Bulgarian Schools. *Chemistry. Bulgarian journal of Science Education*, **21**(3), 364 – 375. [In Bulgarian].
- Tafrova-Grigorova, A., 2013. Contemporary trends in pupils' science education. *Bulgarian J. Science & Education Policy*, **7**, 121 – 200. [In Bulgarian]
- Tafrova-Grigorova, A., 2014. Education for enhancing scientific literacy. *Chemistry. Bulgarian Journal of Science Education*, **23**(1), 27 – 47 [In Bulgarian]
- Pedaste, M., M. Mäeots , L. A. Siiman , Ton de Jong , S. A. N. van Riesen , E. T. Kamp, C. C. Manoli , Z. C. Zacharia , E. Tsourlidaki, 2015. Phases of inquiry-based learning: Definitions and the inquiry cycle. *Educational Research Review* **14**, 47 – 61.
- Pelech, J. & G. Pieper. 2010. *The Comprehensive Handbook of Constructivist Teaching: from theory to practice*. Information Age Publishing, Charlotte.
- Brooks, J. G. & Brooks M. G., 1999. In search of understanding. *The Case for Constructivist Classrooms*. Alexandria: Association for Supervision and Curriculum Development.
- Petrova, S., 2013. Challenges for school education: Results of Bulgaria's participation in the Programme for International Student Assessment – PISA 2012. Sofia [in Bulgarian]
- Petrova, S. & Vasileva, N., 2007. *Natural sciences, school and tomorrow world: results from the participation of Bulgaria – PISA 2006*. Sofia [in Bulgarian]
- Kim, J.S., 2005. The Effects of a constructivist Teaching Approach on Student Academic achievement, Self – concept, and Learning Strategies. *Asia Pasific Education Review*. **6**(1), 7 – 19.
- Taber, K. S., 2006 Beyond Constructivism: the progressive Research Programme into Learning Science. *Studies in Science Education*, **42**, ProQuest Central, 125 – 184.

- Taber, K. S., 2006. *Constructivism's New Clothes; The Trivial, The Contingent and a Progressive Research Programme into Learning of Science*.
- AAAS [American Association for the Advancement of Science], 1989. *Science for all Americans: a project 2061 report on literacy goals in science, mathematics and technology*. Washington: AAAS.
- OECD (2006). *Assessing Scientific, Reading and Mathematical Literacy; A Framework for PISA 2006*. OECD, Paris, 187.
- Stefanova, Y., Minevska, M. & Evtimova, S., 2011. Scientific literacy: teachers' and students' opinions. *Chemistry. Bulgarian Journal of Science Education*, **20**(6), 496 – 50. [In Bulgarian]
- Minevska, M. & Stefanova, Y., 2007. Comparison of the 'Life Skills' Strategy with PISA, Programme for International Student Assessment. *Chemistry. Bulgarian Journal of Science Education* (2), 99 – 107. [In Bulgarian]
- Raykova, Zh., 2008. *Development procedural skills in science education – constructivist approach*. Plovdiv: Plovdiv Univesrsity press.
- Raykova, Zh., 2019. *Contemporary trends in physics education*. Plovdiv: Plovdiv Univesrsity Press. [in Bulgarian]
- Georgieva, M. & Panayotov, A., 2002. Application of statistical methods in empirical research in pedagogy, didactics and subject teaching methods. In: *Scientific development of the pedagogical staff*. Veliko Tarnovo: VTU Univesrsity Press. [in Bulgarian]
- Stoychev, D. 2007. *Quantitative methods for modeling and diagnostics in experimental pedagogy, psychology and sociology*. Plovdiv: Plovdiv Univesrsity Press. [in Bulgarian].
- Lederman, N. G., Antink, A. & Bartos S., 2014. Nature of Science, Scientific Inquiry, and Socio-Scientific Issues Arising from Genetics: A Pathway to Developing a Scientifically Literate Citizenry. *Science & Education* **23**, 285 – 302.
- Lederman, N.G., Lederman, J.S., & Antink, A., 2013. Nature of science and scientific inquiry as contexts for the learning of science and achievement of scientific literacy. *International Journal of Education in Mathematics, Science and Technology*, **1**(3), 138 – 147.
- Kagan, S. & Kagan, M., 2009. *Kagan cooperative learning*. San Clemente: Kagan Publishing.
- Epitropova, A., Dimova, J. & Kamarska, K., 2012. *Active science Education*. Plovdiv: Plovdiv University Press. [in Bulgarian]
- Lakurski, A., 1999. *Mathematical and statistical methods in psychological and pedagogical researches*. Sofia: Softtreid Publishing House. [In Bulgarian]

APPLICATION OF THE INQUIRY-BASED APPROACH FOR THE DEVELOPMENT OF SCIENTIFIC LITERACY IN THE STUDY OF CHEMICAL PROCESSES IN CHEMISTRY AND ENVIRONMENTAL PROTECTION IN THE 10TH GRADE

Abstract. For the future life of young people their scientific education will allow them to live and act adequately in a society influenced by the ideas and values of science. Therefore, in the center of many educational systems an emphasis is placed on forming and developing scientific literacy in students. Inquiry-based approach in education is one of the important means for its formation and development as it puts the students in a situation where they carry out research activity, describe and analyze its results.

In this article is presented an attempt to use inquiry-based approach in the study of chemical processes in Chemistry and environmental protection in the 10th. class. For its implementation a methodical model for application of scientific approach based on constructivist theories in education is developed. The results of a conducted experimental training for the determination of the expediency of the model are presented. A test is developed for establishing the training of students with an emphasis on scientific literacy. Testing results show that the developed methodical model creates good conditions for the development of scientific literacy.

Keywords: scientific literacy; chemistry education; inquiry-based approach

✉ **Dr. Yordanka Stefanova**

ORCID iD: 0000-0002-6996-2369

University of Plovdiv

24, Tsar Assen St.

Plovdiv, Bulgaria

E-mail: jorpste@yahoo.com