

ДИГИТАЛНИ РЕСУРСИ ЗА РАЗВИТИЕ НА КЛЮЧОВИ КОМПЕТЕНТНОСТИ ПРИ ИЗУЧАВАНЕ НА ХАРАКТЕРИСТИКИТЕ НА ХИМИЧНИТЕ ПРОЦЕСИ В X КЛАС

Мартина Ценова

Софийски университет „Св. Климент Охридски“

Резюме. Настоящите държавни образователни стандарти имплементират тенденцията обучението да е насочено към развиване на ключови компетентности, които ще са необходими на учащите за пълноценен живот в съвременното общество. Сред тези компетентности са и уменията за работа с данни и графики, които са основополагащи за природонаучното обучение. Съвременните информационни технологии предоставят множество възможности за създаване и използване на статична и динамична графика в обучението по химия. Целта на настоящото изследване е да се разработят и оценят дигитални ресурси, които развиват уменията на учениците за създаване и анализиране на графики и подпомагат затвърждаването на знанията от раздел „Характеристики на химичните процеси“ в X клас. Създадените ресурси са оценени от 10 учители по химия и специалисти в областта на химическото образование чрез анкета, съдържаща 20 твърдения, за които се посочва степен на съгласие по петстепенна Ликертова скала. Всички твърдения получиха средна степен на съгласие над 4.0, като средната оценка за ресурсите е 4.73.

Ключови думи: химическо образование; ключови компетентности; ИКТ в обучението

Въведение

Понятието „процес“ е основно в природонаучното образование. В българското средно училище формирането на това понятие започва с изучаването на природните процеси още в трети клас. По-късно тези процеси се свързват с перспективата на конкретна наука – физика, химия, биология. Безспорно познаването на същността и характеристиките на химичните процеси е важна част от природонаучното образование.

Според учебната програма различни аспекти на химичните процеси биват разглеждани, макар и бегло, още в часовете по човекът и природата в прогимназиален етап. Обучението по химия в X клас започва с раздел, посветен

конкретно на особеностите на химичните процеси, в които учениците се запознават с основите на химичната кинетика, термохимията и химичното равновесие. От гледна точка на химичната наука тези особености са свързани, от една страна, с различни функционални зависимости. От друга се отнасят за химични процеси, които могат да се наблюдават на макрониво, както и да се представят на микрониво чрез различни способности за онагледяване. Това предполага едновременно с усвояването на посочените в програмата знания и умения да се насочи вниманието към формирането на важна част от ключовите компетентности по природни науки и математика – разбиране и създаване на графики и визуални средства.

Разбирането на химичните процеси доказано представлява трудност за учениците и погрешните схващания не са рядкост (Sözbilir 2004; Yalçinkaya et al. 2012; Atanasov & Gendjova 2019). Ключовите компетентности за работа с различен вид графични репрезентации също не са достатъчно добре развити при българските ученици (Tafrova-Grigorova 2013). Следва да се насочат усилията към различни методи за улеснение на преподаването и ученето на тази тема. Това би могло да се осъществи чрез съвременните информационни и комуникационни технологии (ИКТ), които показват големи възможности в обучението и са ценен помощник при визуализирането на химични обекти и процеси (Kozma & Russell 2005).

Основните цели на настоящата работа са: да се създадат дигитални ресурси за развитие на уменията за създаване и интерпретиране на графики въз основа на анализ на учебната документация и възможностите на технологиите; да се оценят тези ресурси от експерти.

Ключови компетентности в обучението

Прилагателното компетентен произлиза от латински език (лат. *competentis*) и в буквален превод означава „способен“. От английски език думата компетентност се превежда като способност или дарба. Според Beganskienė et al. (2012) компетентностите са „динамична комбинация от когнитивни и метакогнитивни умения, знания и разбиране, междуличностни, интелектуални и практически умения и етични ценности“. Rychen & Hersch (2003) описват компетентността като „нещо повече от знания или умения“ и смятат, че тя включва „способността да се отговори на сложни изисквания, като се използват и мобилизират психосоциални ресурси в определен контекст“.

Европейският център за развитие на професионалното обучение дефинира компетентността като „способността да се прилагат адекватно резултатите от обучението в определен контекст (образование, обучение, работа или професионално развитие)“ (Cedefop 2014).

Словосъчетанието „ключови компетентности“ навежда на мисълта за знания и умения, които са от голяма важност. През 2006 г. Европейският парла-

мент и Съветът на Европа приемат референтна рамка „Ключови компетентности за учене през целия живот“. В тази рамка компетентностите са дефинирани като „комбинация от знания, умения и нагласи, подходящи за даден контекст“, а ключови се наричат тези компетентности, които са „необходими на всички индивиди за лична реализация и развитие, активна гражданска позиция, социализация и пригодност за работна заетост“.¹

Осем са ключовите компетентности, включени в Европейската референтна рамка: общуване на роден език; общуване на чужди езици; математическа компетентност и основни компетентности в природните науки и технологиите; дигитална компетентност; умения за учене; обществена и гражданска компетентност; инициативност и предприемачество; културна осъзнатост и творчество.¹

Най-актуалната версия на Рамката е от 2018 г. и отново включва осем области, които, макар и с променени наименования, всъщност обхващат същите групи от знания, умения и нагласи: езикова грамотност; многоезикова компетентност; математическа компетентност и компетентност в областта на точните науки, технологиите и инженерството; цифрова компетентност; личностна компетентност, социална компетентност и компетентност за придобиване на умения за учене; гражданска компетентност; предприемаческа компетентност; компетентност за културна осведоменост и изява.²

Според Рамката от 2018 г., подобно на тази от 2006 г., третата компетентност обхваща способностите за: прилагане на математическо мислене за решаване на практически проблеми; способност за използване на математически модели, конструкции, графики, диаграми; способност да се обясни природният свят и да се формулират заключения на базата на факти, наблюдение и експерименти; осъзнаване на промените в околната среда, причинени от човешка дейност.^{1,2}

За целите на настоящата работа интерес представляват няколко умения, които са част от тези ключови компетентности, а именно способността за използване на графики, модели и диаграми и правене на изводи въз основа на научни данни. Те са включени в настоящите ДОС (Държавни образователни стандарти) по природни науки и математика. Анализирането на данни, представени в табличен и графичен вид, както и създаването на различен вид графики и диаграми е застъпено още в прогимназиален етап и продължава да се развива в първи и втори гимназиален етап.

Поради множеството функционални зависимости в химичната кинетика и термодинамика разделът „Характеристики на химичните процеси“, изучаван от българските ученици в X клас, е изключително подходящ за развитие на ключовите компетентности за работа с графики.

Методи на изследването

Създаването на дигитални обучителни ресурси за развитие на ключови компетентности се осъществява след *анализ на учебното съдържание по химия за X клас*, съпътстван от *анализ на възможностите на дигиталните технологии за подпомагане на обучението по химия*.

Прегледът на държавните образователни стандарти и на учебните програми служи за очертаване на възможностите за развитие на конкретни ключови компетентности при изучаването на химичните процеси в първи гимназиален етап. Последващият анализ на възможностите на дигиталните технологии за представяне на природонаучно съдържание цели да се установят принципите, определящи основните характеристики на обучителните дигитални ресурси.

Създадените дигитални ресурси се оценяват чрез *анкетирание на учители и специалисти в областта на химическото образование* с онлайн въпросник от 10 респонденти – трима експерти в областта на химическото образование и седем учители по химия. Анкетата съдържа двадесет твърдения, за които трябва да се посочи степен на съгласие чрез петстепенна Ликертова скала, като 1 отговаря на най-ниска степен на съгласие с твърдението, а 5 – на най-висока степен на съгласие. Тези твърдения проверяват дали ресурсите са съобразени с изискванията за обучителни компютърни програми по химия и допринасят за развитието на ключови умения за работа с графики. Последните два въпроса от анкетата са с отворен отговор – за даване на препоръки към ресурсите.

Разработване на дигиталните ресурси

Анализ на учебното съдържание по химия за X клас

За българските ученици запознаването с химичните процеси започва още с часовете по човекът и природата в прогимназиален етап. Характеристиките на химичните процеси се разглеждат доста по-подробно в X клас, където се въвеждат основните понятия и закономерности от химичната кинетика, термохимията и химичното равновесие.

Съвременното обучение по химия е ориентирано по-малко към запаметяването на фактологични данни и повече към развиване на природонаучната грамотност и ключови умения за събиране и обработване на данни (Тафрова-Григорова 2013). Това се вижда и в ДОС и учебните програми по химия.

Разглеждани от гледна точка на таксономията на Bloom (Bloom et al. 1956), очакванията от ДОС преминават от ниво „Възпроизвеждане“ – „описва закономерности“, към ниво „Разбиране“ – „обяснява влиянието на различни фактори върху скоростта на химичните процеси“, „предвижда влиянието на различни фактори върху система в равновесие“, и достигат до ниво „Анализ“ – „използва данни от наблюдения и химични експерименти за изводи и заключения“, „анализира информация за вещества и процеси, представена чрез текстове, таблици, графики, схеми, диаграми и медийни продукти“.³

Очакванията от ДОС са конкретизирани в учебната програма, като отново се виждат цели, разпределени в различни когнитивни равнища. По-малко от половината от тях са на най-ниското ниво – „Възпроизвеждане“. Вижда се имплементирането на съвременните тенденции за ориентиране на обучението към практиката със залагането на цели, свързани с оценяването на калоричността на горивата и важният за много промишлености процес на получаване на амоняк.⁴

Открояват се и изисквания за висши когнитивни процеси – анализ на данни, създаване на графики. В очакваните резултати от учебната програма експлицитно са включени уменията за работа с данни и графики – учениците трябва да могат да анализират данни и графики, както и да представят данни в графичен вид. Такива умения са необходими за пълноценното обучение по природни науки и са елемент от ключовите компетентности, които трябва да се придобият през целия курс на обучение по химия.⁴

Създаването и интерпретирането на графики учениците би трябвало да са усвоили в часовете по математика в IX клас. Ако приемем, че учениците постъпват в X клас, покрили всички изисквания от учебната програма по математика, те би трябвало да: построяват графики на линейни и на квадратни функции; установяват принадлежност на точка към графика на функция; правят изводи за свойствата на линейната и на квадратната функция по графиките им.⁵

Функционалните зависимости в химичната кинетика и термодинамика дават възможност за прилагане на тези умения в конкретен контекст. За усъвършенстването им е необходимо учителите по природни науки да отделят време за обсъждане, създаване и интерпретиране на графични зависимости.

Анализ на възможностите на дигиталните технологии за подпомагане на обучението по химия

Използването на ИКТ подпомага учениците във възприемането на учебното съдържание и улеснява учителите в процеса на преподаване Bindu (2016). Според Wheeler (2001) използването на дигитални технологии не само подобрява процеса на обучение, но също така помага на учениците да развият умения, които ще са им от полза в различни житейски сфери.

Същността и спецификата на природните науки предполагат богати възможности за прилагане на съвременните информационни технологии в различни аспекти на природонаучното обучение – представяне на учебното съдържание чрез видео (Osborne & Hannessy 2003, Lewis 2004, Ramachandran, Sparck & Levis-Fitzgerald 2019), мултимедийни презентации, анимации и симулации (Kirova 2012, Bogusevski, Muntean & Muntean 2020, Unsworth 2020), както и анализиране на данни (Newton & Rogers 2003, Barton 2004, Wardle 2004).

Разнообразно е приложението на дигиталните технологии конкретно в областта на химията и респективно в химическото образование. В лаборатор-

ната работа химиците използват различни видове хардуер и софтуер за събиране и обработване на експериментални данни. Теоретичната химия изисква дигитални инструменти за изчисления, симулации, създаване и оптимизиране на 3D структури и др.

В литературата има примери за използване ИКТ по отношение на различни дейности и в различни теми на учебното съдържание по химия.

Houten (2009) използва ИКТ, за да реализира обучението по неорганична химия под формата на телевизионна игра.

Abdoolatiff & Narod (2009) откриват, че използването на софтуер в преподаването на темата „Структура и свързване на атомите“ води до по-добри резултати.

Gulińska (2009) използва компютърни анимации, за да пресъздаде и контролира провеждането на химични експерименти.

ИКТ може да се използват активно и от обучаемите. Lerman & Morton (2009) показват, че учениците и сами могат да създадат компютърни анимации, представящи химични реакции и явления в околната среда.

Друго проучване показва, че учениците използват успешно компютърни презентации и уебсайтове, за да представят в електронен вид протоколи от практическа работа по инженерна химия (Reijenga & Roeling 2009).

Науката химия предполага разбиране на абстракти концепции и визуализиране на обекти, които често са твърде малки, за да се видят с просто око, или твърде големи, за да се поберат в класната стая. Ето защо създаването на нагледни средства е ключов елемент в обучението по химия.

Неслучайно използването на графични репрезентации – изображения, графики и диаграми, се е доказало като подпомагащо процеса на учене (Adadan, Irving & Trundle 2009, Dangur et al. 2014, McCrudden, Schraw & Lehman 2009, Vekiri 2002).

Дигиталните технологии са лесен начин за осъществяване на разнообразни графични репрезентации, особено когато става въпрос за динамични такива.

Holzinger, Kickmeier-Rust & Albert (2008) установяват, че динамичните медии са по-резултатни от статичните в обучението по природни науки, най-вече когато става въпрос за по-комплексните елементи от учебния материал.

Дигитализираните анимации дават възможност на учениците да визуализират система, която иначе не биха могли да симулират чрез въображение, или да облекчат когнитивното натоварване за ученици, които са способни да си представят динамична система (Mayer & Anderson 1991). Позитивни резултати дава също комбинирането на анимирани графики с текст (Mayer & Sims 1994, Moreno & Mayer 1999), както и възможността учащите да контролират разглежданата анимация (Mayer & Chandler 2001).

Поради многото фактори, от които зависи приложението на дигитални ресурси в обучението, е невъзможно да се създаде дигитален ресурс, който да

работи еднакво добре във всеки контекст, но Moreno (2005) извежда някои основополагащи правила за изработването на максимално ефективни компютърни програми за обучение. Според тези правила, когато се използват компютърни програми с цел обучение, учениците учат по-добре: от думи и картини, отколкото само от думи; от думи и картини, когато думите са изговорени, а не напечатани; от картини и разказ, отколкото от картини, разказ и текст; когато изговорените думи и картините са представени синхронно, а не последователно; когато различните източници на информация са интегрирани; когато им се дава възможност да си взаимодействат с учебните материали и рефлексия. Тези принципи са приложими за всички предметни области.

По отношение на приложението на компютърни програми конкретно в обучението по химия, Kirova (2012) предлага система от четири модула с изисквания, които могат да се използват за формиращо или крайно оценяване на обучителни програми.

Първият модул обхваща целите на обучението. Компютърната програма трябва да е насочена към конкретна цел или цели от учебната програма и да съответства по сложност на действията, предвидени чрез учебните цели в програмата, осигурявайки постигане на цели от различни когнитивни нива.

Вторият модул включва изисквания към съдържанието на компютърната програма. То трябва да е представено без фактологични грешки, с наличие на междупредметни връзки и връзки между отделните елементи от една и съща тема, като се вземат предвид възрастовите особености на учениците и се обвърже с практически проблеми. Текстът трябва да е сведен до оптималния минимум и представен заедно с изображения.

Третият модул обхваща взаимодействието на програмата с потребителите. Отделните елементи от съдържанието трябва да са представени под формата на меню с хипервръзки. Хипервръзки трябва да има и между отделните смислово обвързани елементи. Електронният ресурс трябва да представя фрагментарно задачи, които повишават мотивацията и ангажираността на учениците чрез подходящи дейности. В самата програма трябва да са подсигурени и инструкции за използването ѝ.

Последният модул представя изискванията към технологично-дизайнерските решения. Тук се обръща внимание на подходящото форматиране на текста – достатъчно голям размер, лесно четим шрифт. Трябва да има добър контраст между цвета на текста и цвета на фона, като фонът трябва да е по-светъл от текста и да не разсейва потребителите. Представените анимации и видеофрагменти трябва да са с добро качество и лесно достъпни. Хипервръзките трябва да се откриват лесно, за да се улесни навигацията в програмата.

От казаното дотук следва, че успешните обучителни електронни ресурси позволяват мултимедийно представяне на информацията, съдържат динамични графики и позволяват взаимодействие с потребителя – интерактивност.

Kirova (2012) дефинира и конкретни изисквания спрямо областта от учебното съдържание, към която е насочена дигиталната мултимедия. По отношение на характеристиките на химичните процеси изискванията са за наличие на: снимки или видео на химичните процеси; представяне на процесите на макро- и микрониво; симулации на процесите; представяне на закони, закономерности и други характеристики на процесите чрез комбинации от изразни средства – математически изрази, графики, схеми.

Създаване на дигитални ресурси

Създадените дигитални ресурси целят подпомагане работата на учителя за затвърдяване на знания и умения от раздел „Характеристики на химичните процеси“ и се основават на:

- очакваните резултати в ДОС и учебната програма по химия за X клас;
- разгледаните насоки за създаване на компютърни програми за обучение по химия;
- задачи за развиване на ключовите компетентности за създаване и интерпретиране на графики.

Крайният продукт представлява интерактивна мултимедийна презентация, съставена от 16 различни фрагмента със задачи, които са обособени в три раздела – „Термохимия“, „Химична кинетика“ и „Химично равновесие“. В допълнение е предложен и работният лист за учениците със задачите от презентацията. Тъй като учителите може да нямат възможност за цветно отпечатване, линиите, които са изобразени в различни цветове в презентацията, в него са представени в различни стилове.

Условието на задачите, включени в работния лист, и съответстващите им очаквани резултати от учебната програма може да видите в Приложение 1.

Както се вижда от Приложение 1, задачите могат да се разделят на два вида – задачи за анализ на графика (задачи 1, 2, 3, 4.3, 4.3, 6, 7, 8, 9, 10, 11 и 12) и задачи за създаване на графика (задачи 4.1, 4.2 и 5).

При задачите за анализ на графика първо на слайда са показани условията на задачата и графиката, която трябва да се анализира. Следващата стъпка е да се покаже помощ за решението под формата на насочващ към правилните разсъждения текст и означение по графиката. Анимациите за появяването на отделните обекти са зададени да се изпълняват при клик с мишката, за да има учителят пълен контрол над тях и да разпределя времето за отделните етапи на решаване на задачата спрямо потребностите на своите ученици. След последния клик върху слайда се появява крайното решение на задачата.

За някои фрагменти анимирани графики са подкрепени от симулации на макро- и микрониво. Във фрагментите, с които се визуализира промяната на скоростта на реакцията при повишаване на температурата, се използва симулация на реакцията между цинк и солна киселина. В последната задача се използва видеоклип – симулация на микрониво, която показва промените в

системата, когато реакцията $N_2 + 3H_2 \rightleftharpoons 2NH_3$ протича в цилиндър с бутало, което се използва за промяна на налягането

Създаването на графики вероятно е по-трудно за учениците, отколкото анализирането им, тъй като попада в по-високото равнище „Синтез“ по таксономията на Блум.

При задачите за създаване на графика първо на слайда са показани условията на задачата, координатна мрежа и необходимите данни за построяване на графиката. Етапите на построяване на графиката се визуализират на части, като това става чрез поетапно появяващи се бутони, което дава възможност да се съобрази ходът на урока с възможностите на съответната аудитория.

За тези задачи е предвидено много детайлно обяснение за всеки етап от построяването на графиката. Обяснението включва дори знания, които учениците би трябвало да имат от часовете по математика, като това да определят коя променлива се нанася на абсцисата и коя – на ординатата.

Отделните фрагменти от презентацията са свързани в слайд „Съдържание“ под формата на хипервръзки. С цел по-лесно навигиране и прехвърляне между трите подтеми всеки от слайдовете има стандартно изглеждащ бутон за връщане в началото на презентацията, който е разположен в долен ляв ъгъл.

В началото на съдържанието е включен и слайд с инструкции за използване на ресурса. Допълнително упътване има и в бележките под всеки слайд, където подробно е описано какво се случва при натискане на бутоните или при клик с мишката върху конкретния слайд.

Оценка на дигиталните ресурси

В таблица 1 са представени твърденията, които трябва да се оценят, средната оценка и процент на съгласие (отговорилите с 4 или 5) за конкретното твърдение.

Таблица 1. Обобщени резултати от анкетата

Твърдение	Средна оценка	% на съгласие
Задачите отговарят на цели, съответстващи на темата „Химични процеси“, описани в ДОС и учебната програма по ХООС за X клас.	4,9	100
Задачите са подходящи за затвърдяване на изученото, обобщение и упражнение.	5	100
Задачите развиват ключови умения за работа с графики и модели.	4,9	100
Задачите от ресурса са съобразени с възрастовите особености на учениците за възприемане и осмисляне на информация.	4,4	80

Твърдение	Средна оценка	% на съгласие
Задачите се представят фрагментарно: условие, помощ с графични означения, крайно решение.	4,7	90
Налице са фактологична точност, правилно използвани понятия и термини, вярно представени закони и закономерности.	4,8	90
В ресурса има представяне на закони, закономерности и други характеристики на процесите чрез комбинации от изразни средства – математически изрази, графики, модели.	4,9	100
Текстът в ресурса съдържа ясно формулирани изречения, спазени граматични и правописни норми.	4,3	80
Текстът е представен с подходящ размер, цвят и шрифт, така че да се чете лесно.	4,9	100
Графиките в ресурса имат добро качество.	4,8	100
Налице са смислено анимиране на обектите и правилно подреждане на анимациите.	4,4	80
Има добро цветово съчетание на фон, текст и изображения.	4,8	100
Налице е представяне на процесите на макро- и микрониво.	4,8	100
В ресурса има симулации на процеси.	4,6	90
Включено е съдържание на презентацията с връзки към отделните елементи.	4,9	100
Осигурени са хипервръзки между съдържателно свързани части от презентацията.	4,7	90
Включените в ресурса указания за използване са полезни и лесни за разбиране.	4,4	80
Задачите и указанията в работния лист са ясно поставени.	4,7	90
В работния лист има добра видимост на данните и графиките.	4,8	90
В работния лист има достатъчно място за представяне на решенията и аргументацията.	4,9	100

Както се вижда от таблицата, половината от показателите са оценени със степен на съгласие 100 %. Само четири от твърденията получават средна оценка между 4,3 и 4,5.

Във въпросите с отворен отговор липсва пояснение кое в задачите не е съобразено с възрастовите особености на учениците. Макар че твърдението не е оценено с несъгласие, двама от респондентите са дали оценка 3, което показва, че не могат да преценят дали са съгласни, или несъгласни с твърдението. Това вероятно произтича от факта, че учениците на една възраст често се разминават в нивото на знания и имат различен стил на учене. Ако за един ученик осмислянето на дадена графична информация е лесно, то за друг ученик на същата възраст е възможно това да представлява трудност.

Най-ниска степен на съгласие – 4,30, регистрираме при твърдението „Текстът в ресурса съдържа ясно формулирани изречения, спазени граматични и правописни норми“. Респондентите, които са несъгласни с това твърдение, са посочили във въпроса със свободен отговор техническите грешки, които са открили в текста на ресурсите, което е от голяма полза за усъвършенстването му. Във въпросите с отворен отговор са отправени препоръките: да се включи звукозапис с обясненията, които са написани като текст; работният лист да се предостави и във версия, в която графиките са цветни; да се разработят такива ресурси и за профилирана подготовка.

Средната оценка на двадесетте твърдения е 4,73, което показва, че респондентите смятат ресурсите за приложими и полезни за затвърждаване на знанията от раздел „Характеристики на химичните процеси“ и развиване на ключови компетентности за създаване и интерпретиране на графики.

Заклучение

Прегледът на държавните образователни стандарти и учебните програми по химия за X клас показва, че заедно с основните понятия и закономерности от химичната кинетика и термодинамика са заложили и цели, свързани с развитие на ключовите компетентности за създаване и интерпретиране на графики.

Анализът на литература показва, че в обучението по химия онагледяването на обекти и явления със статична и динамичната графика има ключова роля. Това може да се постигне ползотворно чрез използване на различни дигитални технологии и някои автори дават насоки за разработване на дигитални ресурси в обучението.

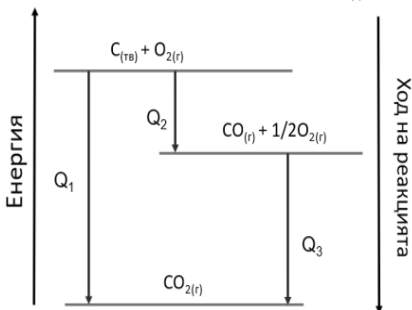
Въз основа на тези насоки бяха създадени дигитални ресурси за подпомагане работата на учителя в раздел „Характеристики на химичните процеси“ чрез мултимедийни интерактивни задачи, насочени към развиване на ключовите компетентности за създаване и анализиране на графики.

Ресурсите бяха оценени от 10 учители по химия и специалисти в областта на химическото образование чрез онлайн анкета. Анкетата съдържа 20 твърдения, за които се посочва степен на съгласие по Ликертова скала от 1 до 5. Всички твърдения получиха средна оценка над 4,0, като средната оценка за ресурса е 4,73.

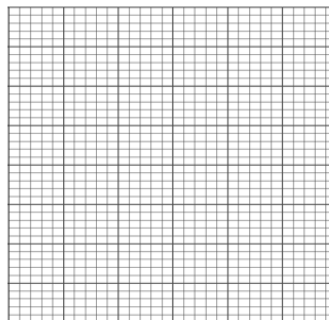
Анализът на резултатите от анкетата показва, че респондентите одобряват технологично-дизайнерските характеристики на ресурса, смятат че задачите в него съответстват на очакваните резултати според ДОС, подходящи са за затвърждаване на знанията от раздел „Характеристики на химичните процеси“ и за развитие на умения за създаване и анализиране на графики.

Предстои създадените ресурси да се тестват в реална учебна среда, след като се допълнят и модифицират, като се вземат предвид препоръките, отправени от участниците в анкетата.

Приложение 1

Задачи за анализ и създаване на графики и съответстващите им очаквани резултати от учебната програма	
Зад. 1	 Графиката показва как се изменя енергията на една система в хода на реакцията. Екзотермична или ендотермична е тази реакция? Обосновете се, като използвате графиката.
	Различава ендотермични и екзотермични процеси по описание, графика или термохимично уравнение.
Зад. 2	 Топлинният ефект на реакцията $C_{(tr)} + O_{2(g)} \rightarrow CO_{2(g)}$ е 393,5 kJ/mol Топлинният ефект на реакцията $CO_{(r)} + 1/2 O_{2(g)} \rightarrow CO_{2(g)}$ е 282,5 kJ/mol Разгледайте графиката и отговорете на въпроса: Какъв е топлинният ефект на процеса $C_{(tr)} + O_{2(g)} \rightarrow CO_{(r)} + 1/2 O_{2(g)}$?
	Изчислява топлинни ефекти на химични реакции, като използва закона на Хес.

Зад. 4.2.



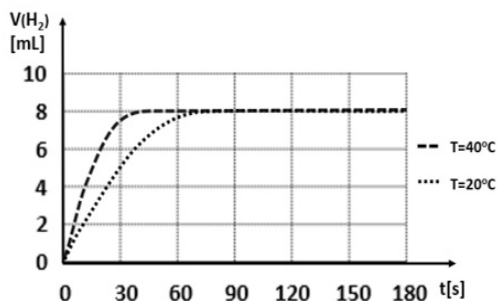
Време (s)	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
Обем (ml)	0	13	26	35	44	51	56	61	65	68	70

Постройте графика, показваща изменението на концентрацията на HCl с времето, като използвате данните от таблицата.

Очаквани
резултати
към зад. 4.2

Представя графично резултати от проведени експерименти и ги използва за формулиране на изводи и заключения.

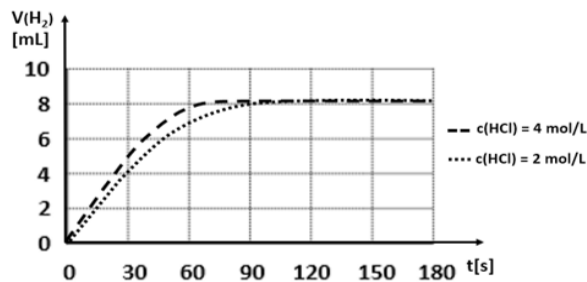
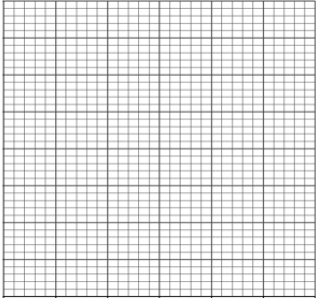
Зад. 4.3.

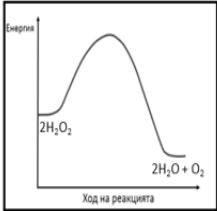
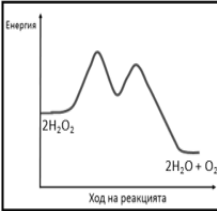
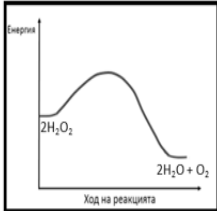


Графиката показва изменението на обема на водорода при 40°C и 20°C. Отговорете на въпроса: Как влияе температурата на скоростта на химичната реакция? Използвайте данните от графиката, за да обосновате отговора си.

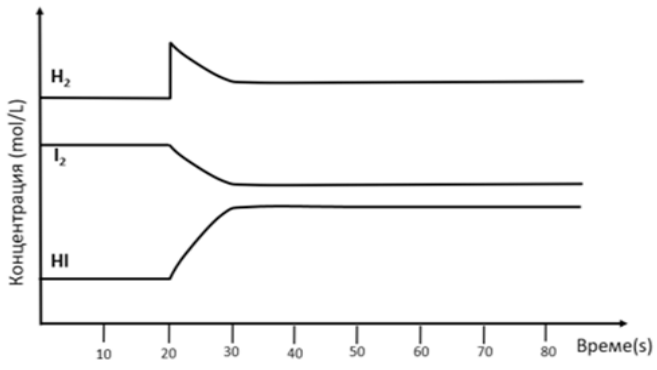
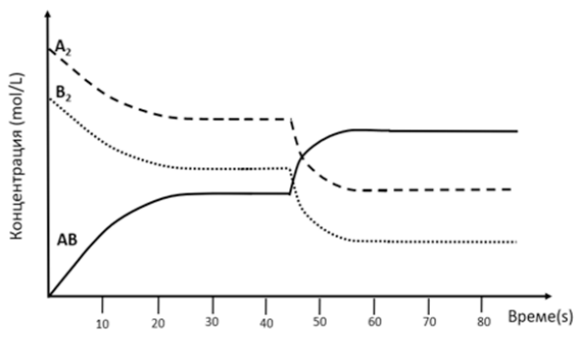
Очаквани
резултати
към зад. 4.3.

Анализира данни от проведени експерименти за изследване влиянието на различни фактори върху скоростта на химичните процеси и върху системата в химично равновесие. Описва качествено влиянието на температурата върху скоростта на химичните процеси.

Зад. 4.4.	 Графиката показва изменението на обема на водорода в два случая – когато реагентът HCl има концентрация съответно 4mol/L и 2mol/L. Отговорете на въпроса: Как влияе концентрацията на реагент върху скоростта на химичната реакция? Използвайте данните от графиката, за да обосновате отговора си.														
Очаквани резултати към зад. 4.4.	Анализира данни от проведени експерименти за изследване влиянието на различни фактори върху скоростта на химичните процеси и върху система в химично равновесие. Описва качествено влиянието на концентрацията на взаимодействащите вещества върху скоростта на химичните процеси.														
Зад. 5.	<table border="1" data-bbox="367 1031 669 1266"> <thead> <tr> <th>Концентрация на NO[mol/L]</th><th>Скорост [mol/L.s]</th></tr> </thead> <tbody> <tr><td>0</td><td>0</td></tr> <tr><td>0,1</td><td>1,9</td></tr> <tr><td>0,2</td><td>5,7</td></tr> <tr><td>0,3</td><td>12,5</td></tr> <tr><td>0,4</td><td>22,5</td></tr> <tr><td>0,5</td><td>35,5</td></tr> </tbody> </table>  Изчислена е скоростта на реакцията $2\text{NO} + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{NO}_2$ при различни концентрации на NO. Получените резултати са представени в таблицата. Използвайте ги, за да построите графика, показваща как скоростта на реакцията зависи от концентрацията на азотния оксид.	Концентрация на NO[mol/L]	Скорост [mol/L.s]	0	0	0,1	1,9	0,2	5,7	0,3	12,5	0,4	22,5	0,5	35,5
Концентрация на NO[mol/L]	Скорост [mol/L.s]														
0	0														
0,1	1,9														
0,2	5,7														
0,3	12,5														
0,4	22,5														
0,5	35,5														

Очаквани резултати към зад. 5	Представя графично резултати от проведени експерименти и ги използва за формулиране на изводи и заключения.
Зад. 6.	1)  2)  3)  Трите графики показват как се изменя енергията в хода на реакцията при разлагането на водороден пероксид до вода и кислород. Коя от кривите се отнася за: а) разлагане на водороден пероксид без катализатор; б) разлагане на водороден пероксид с катализатор $\text{MnO}_{2(\text{тв})}$; в) разлагане на водороден пероксид с разтвор на $\text{FeCl}_{3(\text{р-р})}$. Обосновете отговора си.
Очаквани резултати към зад. 6	Описва влиянието на катализаторите върху скоростта на химичните процеси. Описва качествено влиянието на концентрацията на катализатора (при хомогенна катализа) и на повърхността на катализатора (при хетерогенна катализа) върху скоростта на процеса.

Зад. 7.	Графиката показва изменението на концентрацията на продукта на реакцията $A \rightarrow B$ с времето. Коя от кривите показва изменението на концентрацията на B при: а) протичане на реакцията при 50°C без катализатор; б) протичане на реакцията при 60°C с катализатор; в) протичане на реакцията при 50°C с катализатор. Обосновете отговора си.
Очаквани резултати към зад. 7	Описва влиянието на катализаторите върху скоростта на химичните процеси. Описва качествено влиянието на температурата върху скоростта на химичните процеси
Зад. 8.	Графиката показва протичане на реакцията $A + B \rightleftharpoons B$. В равновесие ли е системата между 5-ата и 15-ата секунда след началото на реакцията? Аргументирайте се, като използвате данните от графиката.
Очаквани резултати към зад. 8	Описва състоянието на химично равновесие и предвижда влиянието на различни фактори върху система в химично равновесие.

Зад. 9.	
	Графиката показва протичането на обратимата реакция $\text{H}_2 + \text{I}_2 \rightleftharpoons 2\text{HI}$. В какво състояние (равновесно/неравновесно) е системата между десетата и двадесетата секунда? На какво се дължат протичащите след това промени в състоянието на системата? Какви процеси настъпват в системата след тази промяна?
Очаквани резултати към зад. 9	Описва състоянието на химично равновесие и предвижда влиянието на различни фактори върху система в химично равновесие.
Зад. 10.1.	
	Графиката показва протичането на обратимата реакция $\text{A}_2 + \text{B}_2 \rightleftharpoons 2\text{AB}$. 10.1. В какво състояние (равновесно/неравновесно) е системата между: – първите 10 секунди? – 30-ата и 40-ата секунда? – 45-ата и 55-ата секунда? Обосновете отговора си.

Очаквани резултати към зад. 10.1	Описва състоянието на химично равновесие и предвижда влиянието на различни фактори върху система в химично равновесие.
Зад. 10.2.	В затворена система протича обратимата химична реакция $A_2 + B_2 \rightleftharpoons 2AB$, показана чрез графиката в зад.10.1. Промяната в концентрациите на веществата след 40-ата минута се дължи на повишаване на температурата. Какъв е топлинният ефект на правата реакция? Обосновете отговора си.
Очаквани резултати към зад. 10.2	Описва състоянието на химично равновесие и предвижда влиянието на различни фактори върху система в химично равновесие. Анализира данни от проведени експерименти за изследване на влиянието на различни фактори върху скоростта на химичните процеси и върху система в химично равновесие.

Зад. 11.	Показани са модели на три химични системи, в които се извършва реакцията $2A \rightleftharpoons B$. Веществото А е изобразено чрез овали, а веществото В – чрез правоъгълници. Всяка група от изображения показва промяната на химичната система с времето. Коя от трите системи не достига до състояние на равновесие според моделите? Обосновете отговора си.
Очаквани резултати към зад. 11	Описва състоянието на химично равновесие и предвижда влиянието на различни фактори върху система в химично равновесие.
Зад. 12.	Във видеото е показан е модел на протичащата реакция в цилиндър с бутало. Протича реакцията $N_2 + 3H_2 \rightleftharpoons 2NH_3$. Какви промени се случват в системата и защо?
Очаквани резултати към зад. 12	Описва състоянието на химично равновесие и предвижда влиянието на различни фактори върху система в химично равновесие.

БЕЛЕЖКИ

1. Recommendation 2006/962/EC of the European Parliament and of the Council of 18 December 2006 on key competences for lifelong learning. Official Journal L 394 of 30.12.2006
2. [https://eur-lex.europa.eu/legal-content/BG/TXT/PDF/?uri=CELEX:32018H0604\(01\)&from=GA](https://eur-lex.europa.eu/legal-content/BG/TXT/PDF/?uri=CELEX:32018H0604(01)&from=GA)
3. https://www.mon.bg/nfs/2023/09/nrdb5-2015_oop_izm092023_27092023.pdf
4. https://www.mon.bg/nfs/2018/01/pril9_up_10kl_chemistry.pdf
5. https://www.mon.bg/nfs/2023/11/up_ix_math.pdf

ЛИТЕРАТУРА

- АТАНАСОВ, К., & ГЕНДЖОВА, А., 2019. Ученически погрешни схващания, свързани с химичното равновесие. *Химия: Природни науки в образованието*, Т. 28, № 3, с. 314 – 330. ISSN 0861 – 9255.
- КИРОВА, М., 2012. Съвременни информационни технологии в химическото образование: изследвания, анализи и перспективи за обучението на учители по химия. *Bulgarian Journal of Science and Education Policy (BJSEP)*, Т. 6, № 2, с. 321 – 369. ISSN: 1313-9118.
- ТАФРОВА-ГРИГОРОВА, А., 2013. Съвременни тенденции в природо-научното образование на учениците. *Bulgarian Journal of Science and Education Policy (BJSEP)*, Т. 7, № 1, с. 121 – 200. ISSN: 1313-9118.
- ABDOOLATIFF, S., & NAROD, F. B., 2009. Investigating the effectiveness of computer simulations in the teaching of “Atomic Structure and Bonding”. In: M. GUPTA-BHOWON et al. (Eds.). *Chemistry Education in the ICT Age*, pp. 85 – 100. Springer. ISBN: 978-140-209-73-17.
- ADADAN, E., IRVING, K. E., & TRUNDLE, K. C., 2009. Impacts of multi-representational instruction on high school students’ conceptual understandings of the particulate nature of matter. *International Journal of Science Education*, vol. 31, no. 13, pp. 1743 – 1775. ISSN: 0950-0693.
- BARTON, R., 2004. *Teaching secondary science with ICT*. Buckingham: Open University Press. ISBN: 0-335-208-62-2.
- BEGANSKIENĖ, A., BRUKŠTUS, A., BUDRIENĖ, S., CESIULIS, H., GEFENAS, V., PRICHODKO, A., ... & VIČKAČKAITĖ, V., 2012. *Guidelines of competence development in the study field of Chemistry*. Vilnius: Vilnius University. ISBN: 978-609-462-003-4.
- BINDU, C. N., 2016. Impact of ICT on teaching and learning: A literature review. *International Journal of Management and Commerce Innovations*, vol. 4, no. 1, pp. 24 – 31. ISSN: 2348-7585.
- BLOOM, B. S., ENGELHART, M. D., FURST, E. J., HILL, W. H., & KRATHWOHL, D. R. (Eds.), 1956. *Taxonomy of educational objectives*:

- The classification of educational goals. Handbook I: Cognitive domain.* New York: David McKay. ISBN: 978-058-232-386-5.
- BOGUSEVSCHI, D., MUNTEAN, C., & MUNTEAN, G. M., 2020. Teaching and learning physics using 3D virtual learning environment: A case study of combined virtual reality and virtual laboratory in secondary school. *Journal of Computers in Mathematics and Science Teaching*, vol. 39, no. 1, pp. 5 – 18. ISSN: 0731-9258.
- CEDEFOP, 2014. *Terminology of European education and training policy: a selection of 130 key terms.* (2 ed.). Luxembourg: Publications Office. ISBN: 978-92-896-1165-7.
- DANGUR, V., AVARGIL, S., PESKIN, U., & DORI, Y. J., 2014. Learning quantum chemistry via a visual-conceptual approach: students' bidirectional textual and visual understanding. *Chemistry Education Research and Practice*, vol. 15, no. 3, pp. 297 – 310. ISSN: 1756-1108.
- GULINSKA, H., 2009. Using new technologies in teaching chemistry. In: M. Gupta-Bhowon et al. (Eds.). *Chemistry Education in the ICT Age*, pp. 131 – 144. Springer. ISBN: 978-140-209-73-17.
- HOLZINGER, A., M. KICKMEIER-RUST AND D. ALBERT, 2008. Dynamic Media in Computer Science Education; Content Complexity and Learning Performance: Is Less More?. *Journal of Educational Technology and Society*, vol. 11, no. 1, pp. 279 – 290. ISSN: 3046-8345
- HOUTEN, J. V., 2009. "Jeopardy" in the Inorganic Classroom-Teaching Descriptive Chemistry Using a Television Game Show Format. In: M. Gupta-Bhowon et al. (Eds.). *Chemistry Education in the ICT Age*, pp. 11 – 17. Springer. ISBN: 978-140-209-73-17.
- KOZMA, R. & RUSSELL, J., 2005. Multimedia Learning of Chemistry. In: R. MAYER (Ed.). *Cambridge Handbook of Multimedia Learning*, pp. 409–429. New York: Cambridge University Press. ISBN: 978-0521547512.
- LERMAN, Z. M., & MORTON, D., 2009. Using the arts and computer animation to make chemistry accessible to all in the twenty-first century. In: M. GUPTA-BHOWON et al. (Eds.). *Chemistry Education in the ICT Age*, pp. 31 – 39. Netherlands: Springer. ISBN: 978-140-209-73-17.
- LEWIS, S., 2004. *Using ICT to enhance teaching and learning chemistry.* London: Royal Society of Chemistry. ISBN: 978-0854043835.
- MAYER, R. E., & ANDERSON, R. B., 1991. Animations need narrations: An experimental test of a dual-coding hypothesis. *Journal of educational psychology*, vol. 83, no. 4, pp. 484 – 490. ISSN: 0022-0663.
- MAYER, R. E., & CHANDLER, P., 2001. When learning is just a click away: Does simple user interaction foster deeper understanding of multimedia messages?. *Journal of educational psychology*, vol. 93, no. 2, pp. 390 – 397. ISSN: 0022-0663.

- MAYER, R. E., & SIMS, V. K., 1994. For whom is a picture worth a thousand words? Extensions of a dual-coding theory of multimedia learning. *Journal of educational psychology*, vol. 86, no. 3, pp. 389 – 401. ISSN: 0022-0663.
- MCCRUDDEN, M. T., SCHRAW, G., & LEHMAN, S., 2009. The use of adjunct displays to facilitate comprehension of causal relationships in expository text. *Instructional Science*, vol. 37, no. 1, pp. 65 – 86. ISSN: 0020-4277.
- MORENO, R., 2005. Instructional Technology: Promise and Pitfalls. In: L. PYTLIKZILLIG, M. BODVARSSON. & R. BRUNING (Eds.). *Technology-Based Education: Bringing researchers and Practitioners Together*, pp. 1 – 19. Greenwich, CT: Information Age Publishing. ISBN: 1593112203.
- MORENO, R., & MAYER, R. E., 1999. Cognitive principles of multimedia learning: The role of modality and contiguity. *Journal of educational psychology*, vol. 91, no. 2, pp. 358 – 368. ISSN: 0022-0663.
- NEWTON, L. & ROGERS, L., 2003. Thinking frameworks for planning ICT in science lessons. *School Science Review*. vol. 84, no. 309, pp. 113 – 120. ISSN: 0036-6811.
- OSBORNE, J., & HENNESSY, S., 2003. *Literature review in science education and the role of ICT: promise, problems and future directions*. London: Futurelab.
- REIJENGA, J. C., & ROELING, M. M., 2009. ICT and reporting skills in chemical engineering education. In: M. GUPTA-BHOWON et al. (Eds.). *Chemistry Education in the ICT Age*, pp. 345 – 351. Springer. ISBN: 978-140-209-73-17.
- RAMACHANDRAN, R., SPARCK, E. M., & LEVIS-FITZGERALD, M., 2019. Investigating the effectiveness of using application-based science education videos in a general chemistry lecture course. *Journal of Chemical Education*, vol. 96, no. 3, pp. 479 – 485. ISSN: 0021-9584.
- RYCHEN, D. S. & HERSCH, S. L. (Eds), 2003. *Key Competencies for a Successful Life and a WellFunctioning Society*. Cambridge, MA: Hogrefe & Huber. ISBN: 0-88937-272-1.
- SÖZBİLİR, M., 2004. What makes physical chemistry difficult? Perceptions of Turkish chemistry undergraduates and lecturers. *Journal of chemical education*, vol. 81, no. 4, pp. 573 – 578. ISSN: 0021-9584.
- UNSWORTH, L. (Ed.), 2020. *Learning from Animations in Science Education: Innovating in Semiotic and Educational Research*. Cham: Springer. ISBN: 978-3-030-56046-1.
- VEKIRI, I., 2002. What is the value of graphical displays in learning?. *Educational psychology review*, vol. 14, no. 3, pp. 261 – 312. ISSN: 1040-726X.
- WARDLE, J., 2004. Handling and interpreting data in school science. In: R. BARTON (Ed.) *Teaching secondary science with ICT*, pp. 107 – 126. Buckingham: Open University Press. ISBN: 0-335-208-62-2.

- WHEELER, S., 2001. Information and communication technologies and the changing role of the teacher. *Journal of Educational Media*, vol. 26, no. 1, pp. 7 – 17.
- YALÇINKAYA, E., et al., 2012. Is case-based learning an effective teaching strategy to challenge students' alternative conceptions regarding chemical kinetics?. *Research in Science & Technological Education*, vol. 30, no. 2, pp. 151 – 172. ISSN: 0263-5143.

REFERENCES

- ABDOOLATIFF, S., & NAROD, F. B., 2009. Investigating the effectiveness of computer simulations in the teaching of “Atomic Structure and Bonding”. In: M. GUPTA-BHOWON et al. (Eds.). *Chemistry Education in the ICT Age*, pp. 85 – 100. Netherlands: Springer. ISBN: 978-140-209-73-17.
- ADADAN, E., IRVING, K. E., & TRUNDLE, K. C., 2009. Impacts of multi-representational instruction on high school students' conceptual understandings of the particulate nature of matter. *International Journal of Science Education*, vol. 31, no. 13, pp. 1743 – 1775. ISSN: 0950-0693.
- ATANASOV, K. & GENDJOVA, A., 2019. High-school students' misconceptions about chemical equilibrium. *Chemistry: Bulgarian Journal of Science Education*, vol. 28, no. 3, pp. 314 – 330 [in Bulgarian]. ISSN: 0861 – 9255.
- BARTON, R., 2004. *Teaching secondary science with ICT*. Buckingham: Open University Press. ISBN: 0-335-208-62-2.
- BEGANSKIENĖ, A., BRUKŠTUS, A., BUDRIENĖ, S., CESIULIS, H., GEFENAS, V., PRICHODKO, A., ... & VIČKAČKAITĖ, V., 2012. *Guidelines of competence development in the study field of Chemistry*. Vilnius: Vilnius University. ISBN: 978-609-462-003-4.
- BINDU, C. N., 2016. Impact of ICT on teaching and learning: A literature review. *International Journal of Management and Commerce Innovations*, vol. 4, no. 1, pp. 24 – 31. ISSN: 2348-7585.
- BLOOM, B. S., ENGELHART, M. D., FURST, E. J., HILL, W. H., & KRATHWOHL, D. R. (Eds.), 1956. *Taxonomy of educational objectives: The classification of educational goals. Handbook I: Cognitive domain*. New York: David McKay. ISBN: 978-058-232-386-5.
- BOGUSEVSCHI, D., MUNTEAN, C., & MUNTEAN, G. M., 2020. Teaching and learning physics using 3D virtual learning environment: A case study of combined virtual reality and virtual laboratory in secondary school. *Journal of Computers in Mathematics and Science Teaching*, vol. 39, no. 1, pp. 5 – 18. ISSN: 0731-9258.
- CEDEFOP, 2014. *Terminology of European education and training policy: a selection of 130 key terms*. (2 ed.). Luxembourg: Publications Office. ISBN: 978-92-896-1165-7.

- DANGUR, V., AVARGIL, S., PESKIN, U., & DORI, Y. J., 2014. Learning quantum chemistry via a visual-conceptual approach: students' bidirectional textual and visual understanding. *Chemistry Education Research and Practice*, vol. 15, no. 3, pp. 297 – 310. ISSN: 1756-1108.
- GULINSKA, H., 2009. Using new technologies in teaching chemistry. In: M. GUPTA-BHOWON et al. (Eds.). *Chemistry Education in the ICT Age*, pp. 131 – 144. Springer. ISBN: 978-140-209-73-17.
- HOLZINGER, A., M. KICKMEIER-RUST AND D. ALBERT, 2008. Dynamic Media in Computer Science Education; Content Complexity and Learning Performance: Is Less More?. *Journal of Educational Technology and Society*, vol. 11, no. 1, pp. 279 – 290. ISSN: 3046-8345
- HOUTEN, J. V., 2009. "Jeopardy" in the Inorganic Classroom-Teaching Descriptive Chemistry Using a Television Game Show Format. In: M. GUPTA-BHOWON et al. (Eds.). *Chemistry Education in the ICT Age*, pp. 11 – 17. Springer. ISBN: 978-140-209-73-17.
- KIROVA, M., 2012. Contemporary information technology in chemistry education: research, analysis, and perspectives for chemistry teacher education. *Bulgarian Journal of Science and Education Policy (BJSEP)*, vol. 6, no. 2, pp. 321 – 369 [in Bulgarian]. ISSN: 1313-9118.
- KOZMA, R. & RUSSELL, J., 2005. Multimedia Learning of Chemistry. In: R. MAYER (Ed.). *Cambridge Handbook of Multimedia Learning*, pp. 409 – 429. New York: Cambridge University Press. ISBN: 978-0521547512.
- LERMAN, Z. M., & MORTON, D., 2009. Using the arts and computer animation to make chemistry accessible to all in the twenty-first century. In: M. GUPTA-BHOWON et al. (Eds.). *Chemistry Education in the ICT Age*, pp. 31 – 39. Springer. ISBN: 978-140-209-73-17.
- LEWIS, S., 2004. *Using ICT to enhance teaching and learning chemistry*. London: Royal Society of Chemistry. ISBN: 978-0854043835.
- MAYER, R. E., & ANDERSON, R. B., 1991. Animations need narrations: An experimental test of a dual-coding hypothesis. *Journal of educational psychology*, vol. 83, no. 4, pp. 484 – 490. ISSN: 0022-0663.
- MAYER, R. E., & CHANDLER, P., 2001. When learning is just a click away: Does simple user interaction foster deeper understanding of multimedia messages?. *Journal of educational psychology*, vol. 93, no. 2, 390 – 397. ISSN: 0022-0663.
- MAYER, R. E., & SIMS, V. K., 1994. For whom is a picture worth a thousand words? Extensions of a dual-coding theory of multimedia learning. *Journal of educational psychology*, vol. 86, no. 3, 389 – 401. ISSN: 0022-0663.
- MCCRUDDEN, M. T., SCHRAW, G., & LEHMAN, S., 2009. The use of adjunct displays to facilitate comprehension of causal relationships in expository text. *Instructional Science*, vol. 37, no. 1, pp. 65 – 86. ISSN: 0020-4277.

- MORENO, R., 2005. Instructional Technology: Promise and Pitfalls. In: L. PYTLIKZILLIG, M. BODVARSSON & R. BRUNING (Eds.). *Technology-Based Education: Bringing researchers and Practitioners Together*; pp. 1 – 19. Greenwich, CT: Information Age Publishing. ISBN: 1593112203.
- MORENO, R., & MAYER, R. E., 1999. Cognitive principles of multimedia learning: The role of modality and contiguity. *Journal of educational psychology*, vol. 91, no. 2, pp. 358 – 368. ISSN: 0022-0663.
- NEWTON, L. & ROGERS, L., 2003. Thinking frameworks for planning ICT in science lessons. *School Science Review*, vol. 84, no. 309, pp. 113 – 120. ISSN: 0036-6811.
- OSBORNE, J., & HENNESSY, S., 2003. *Literature review in science education and the role of ICT: promise, problems and future directions*. London: Futurelab.
- REIJENGA, J. C., & ROELING, M. M., 2009. ICT and reporting skills in chemical engineering education. In: M. GUPTA-BHOWON et al. (Eds.). *Chemistry Education in the ICT Age*, pp. 345 – 351. Springer. ISBN: 978-140-209-73-17.
- RAMACHANDRAN, R., SPARCK, E. M., & LEVIS-FITZGERALD, M., 2019. Investigating the effectiveness of using application-based science education videos in a general chemistry lecture course. *Journal of Chemical Education*, vol. 96, no. 3, pp. 479 – 485. ISSN: 0021-9584.
- RYCHEN, D. S. & HERSCH, S. L. (Eds), 2003. *Key Competencies for a Successful Life and a WellFunctioning Society*. Cambridge, MA: Hogrefe & Huber. ISBN: 0-88937-272-1.
- SÖZBİLİR, M., 2004. What makes physical chemistry difficult? Perceptions of Turkish chemistry undergraduates and lecturers. *Journal of chemical education*, vol. 81, no. 4, pp. 573 – 578. ISSN: 0021-9584.
- TAFROVA-GRIGOROVA, A., 2013. Contemporary trends in pupils' science education. *Bulgarian Journal of Science and Education Policy (BJSEP)*, vol. 7, no. 1, pp. 121 – 200 [in Bulgarian]. ISSN: 1313-9118.
- UNSWORTH, L. (Ed.), 2020. *Learning from Animations in Science Education: Innovating in Semiotic and Educational Research*. Cham: Springer. ISBN: 978-3-030-56046-1.
- VEKIRI, I., 2002. What is the value of graphical displays in learning?. *Educational psychology review*, vol. 14, no. 3, pp. 261 – 312. ISSN: 1040-726X.
- WARDLE, J., 2004. Handling and interpreting data in school science. In: R. BARTON (Ed.) *Teaching secondary science with ICT*, pp. 107 – 126. Buckingham: Open University Press. ISBN: 0-335-208-62-2.
- WHEELER, S., 2001. Information and communication technologies and the changing role of the teacher. *Journal of Educational Media*, vol. 26, no. 1, pp. 7 – 17.

YALÇINKAYA, E., et al., 2012. Is case-based learning an effective teaching strategy to challenge students' alternative conceptions regarding chemical kinetics?. *Research in Science & Technological Education*, vol. 30, no. 2, pp. 151 – 172. ISSN: 0263-5143.

DIGITAL RESOURCES FOR DEVELOPING KEY COMPETENCIES IN STUDYING THE CHARACTERISTICS OF CHEMICAL PROCESSES IN 10TH GRADE

Absrtact. The current education standards implement the pursuit of key competencies focused learning, necessary for living fully in today's society. Among these competencies are the skills to work with data and graphics, which are fundamental to science education. Modern information technologies provide many opportunities for creating and using static and dynamic graphics in chemistry education. The purpose of this study is to develop and evaluate digital resources that develop students' skills in creating and analyzing graphs and support the consolidation of knowledge from the study section „Characteristics of chemical processes“ in the 10th grade. The created resources were evaluated by 10 chemistry teachers and specialists in the field of chemical education, using a survey containing 20 statements, for which the degree of agreement is indicated on a five-point Likert scale. All statements received an average score of agreement above 4.0, with an average score for the resource of 4.73.

✉ **Martina Tsenova, PhD student**

ORCID iD: 0009-0008-2365-7415

WoS Researcher ID: IWE-3687-2023

Research Laboratory on Chemistry Education and History and Philosophy of Chemistry
Faculty of Chemistry & Pharmacy, University of Sofia
1, James Bourchier Blvd.
1164 Sofia, Bulgaria
E-mail: martinatsenova@abv.bg