

ТРУДНОСТИ И ПОГРЕШНИ СХВАЩАНИЯ НА БЪЛГАРСКИ УЧЕНИЦИ ПРИ ИЗУЧАВАНЕТО НА ХИМИЧНА КИНЕТИКА

Мартина Ценова

Софийски университет "Св. Климент Охридски"

Резюме. Познаването на факторите, които влияят на скоростта на химичните реакции, е от съществено значение не само за цялата химическа промишленост, но и за ежедневието на човека. Разбирането на химичната кинетика доказано представлява трудност за учениците и в научната литература са описани множество погрешни схващания. Целта на настоящото изследване е да установи какви трудности срещат български ученици при изучаването на химична кинетика. Изследването е проведено с количествени методи – тестиране и анкетиране. Проведен е диагностичен тест със 17 единадесетокласници, изучаващи „Химия и опазване на околната среда“ по учебна програма за профилирана подготовка. В допълнение е проведено и анкетно проучване с 39 учители относно трудностите, които те забелязват при учениците във връзка с изучаване на химичната кинетика. От получените резултати се вижда, че и българските ученици срещат подобни на установените в чуждестранни изследвания затруднения при усвояване на учебното съдържание по химична кинетика. За учениците е много по-лесно да възпроизвеждат поднесени наготово факти, отколкото да работят с данни в графичен вид и да правят изводи въз основа на графично представени данни.

Ключови думи: химическо образование; химична кинетика; проблеми в обучението

Въведение

Познаването на скоростта на химичните реакции и факторите, които ѝ влияят, е от съществено значение не само за цялата химическа промишленост, но и за ежедневието на човека. Ето защо изследванията относно скоростта на химичните реакции започват още през XIX век (Ptáček, Opravil & Šoukal 2018). Днес като част от химията е обособена отделна област, изучаваща скоростта на химичните реакции – химичната кинетика. В България химичната кинетика е задължителна част от обучението по химия и опазване на околната среда в средното училище.

Въпреки неоспоримата връзка на понятието „скорост“ с практиката, като част от обучението по химия и физика, то често среща неразбиране (Kolomuç & Tekin 2011, Hewson 1985, Trowbridge & McDermott 1980, Whitaker 1983). В тази връзка и разбирането на химичната кинетика доказано представлява трудност за учениците и погрешните схващания не са рядкост (Sözbilir 2004, Abraham et al. 1992, Staver & Lumpe 1995, Ayas, Özmen & Costu 2002, Costu 2007). В България е правено изследване върху ученическите погрешни схващания относно химичното равновесие (Atanasov & Gendjova 2019), но няма подобно изследване по отношение на химичната кинетика.

Целта на настоящото изследване е да се установи какви трудности срещат учениците при усвояване на съдържание, свързано с химичната кинетика.

Трудности и погрешни схващания при изучаването на химична кинетика в научната литература

Изследванията показват, че има немалко погрешни схващания при преподаването и изучаването на химията и химичната кинетика не е изключение (Abraham et al. 1992, Staver & Lumpe 1995, Ayas, Özmen & Costu 2002, Costu 2007). Темата за химичната кинетика се възприема като една от най-трудните за изучаване и от студентите (Sözbilir 2004). Химичната кинетика е трудна не само за учене от учениците, но и за преподаване от учителите (Chairam et al. 2009, Justi 2003, Kırık & Boz 2012).

Множество изследвания за разбиранията на учениците и студентите за химичната кинетика установяват специфичните проблеми в тази област (Cakmakci, Leach & Donnely 2006, Taştan Kırık, Yalçınkaya & Boz 2010, Van Driel 2002).

Редица проучвания съобщават, че учениците имат грешни разбирания за термина „скорост на химична реакция“: „скоростта е броят на реакциите, протичащи за единица време“ (Fahmi & Irhasyuarna 2017); „скоростта е времето, необходимо на реагентите да се превърнат в продукти“ (Cam, Torcu & Sulun 2015).

Други погрешни схващания, установени сред турски ученици, са: „скоростта е равна на произведението на концентрациите на реагентите и продуктите“ (Yalçınkaya et al. 2012); „скоростта се повишава до максимална стойност, остава постоянна при тази стойност и след това се понижава до нула“ (Cakmakci, Leach & Donnely 2006); „скоростта на реакцията е правопропорционална на концентрацията на всеки реагент“ (Yalçınkaya et al. 2012).

Ahiakwo & Isiguzo (2015) изследват разбиранията за химичната кинетика на 107 ученици и 93 студенти от Нигерия. Малко над тридесет процента от изследваните ученици смятат, че скоростта на реакцията не зависи от температурата, а 40% от студентите посочват, че при повишаване на температурата с 20°C реакцията ще е 20 пъти по-бърза. Само 5% от учениците и 12% от сту-

дентите разбират, че причината храната да се държи в хладилника, е понижаването на скоростта на химичните реакции при понижаване на температурата. Почти 50% от учениците смятат, че с повишаване на температурата активиращата енергия също се повишава, 76% не свързват контактната повърхност на реагиращото вещество с промяна в скоростта на реакцията.

Често се наблюдава и смесване на закономерности и модели от химична кинетика и химично равновесие, което води до погрешни схващания като: „повишаването на температурата не влияе на скоростта на екзотермичните реакции“ (Cakmakci 2010); „при повишаване на температурата скоростта на ендотермичните реакции се повишава, а на екзотермичните се понижава“ (Hackling & Garnett 1985); „екзотермичните реакции са по-бързи от ендотермичните“ (Fahmi & Irhasyurna 2017).

Методи и средства на изследването

За да се установи какви трудности срещат български ученици при изучаването на темите, свързани със скорост на химичните реакции, бяха проведени диагностичен тест с ученици и онлайн анкетиране на учители.

Тестиране на учениците

Диагностичният тест е създаден за ученици, които се обучават в средно училище в София с профил природни науки. Задачите не са подлагани на съдържателно валидиране чрез експертна оценка, защото тестирането има ориентировъчен характер по отношение на възможни трудности в разбирането на темата и нейното трайно усвояване.

Тестирани са 17 ученици от XI клас, изучаващи химия и опазване на околната среда по учебна програма за профилирана подготовка през учебната 2019/2020 година. Тестът е проведен през втория учебен срок, няколко месеца след изучаването на химична кинетика, което показва и кои са трайните знания на учениците в тази тема.

В приложение 1 са показани очакваните резултати според учебната програма и задачата от теста, с която те се проверяват.

Анкетиране на учители

За да се установи какво затруднява учениците при изучаването на химичната кинетика според учителите, е разработена анкета, включваща както въпроси със затворен отговор, така и въпроси с отворен отговор, за да се даде възможност за по-пълно описание на срещаните трудности и възможностите за преодоляването им. Учителите трябва да оценят чрез петстепенна Ликертова скала до каква степен знания и ключови умения, свързани с учебното съдържание по химична кинетика, биха затруднили учениците и да посочат какви методи и техники използват за преодоляване на тези трудности.

В анкетирането взеха участие 39 учители. Анкетата е анонимна и е проведена онлайн, без специален подбор на анкетираните учители. Разпределение

то им спрямо училището, в което преподават, пол, възраст и педагогически стаж е показано в таблица 1.

Таблица 1. Характеристики на анкетираните учители

Пол	Мъж	5
	Жена	34
Възраст (години)	20 – 30	5
	31 – 40	5
	41 – 50	17
	51 – 60	11
	над 60	1
Педагогически стаж (години)	1 – 5	8
	6 – 10	3
	11 – 15	8
	16 – 20	9
	21 – 25	3
	26 – 30	2
	31 – 35	6
Училище	Средно училище	14
	Основно училище	2
	Природо-математическа или математическа гимназия	4
	Езикова гимназия	10
	Професионална гимназия	9

Резултати и обсъждане

Резултати от тестирането на учениците

Анализът на получените от тестирането резултати показва, че 13 ученици дефинират грешно понятието „скорост на химичната реакция“, като сред грешните отговори често се наблюдава „Скоростта е пътят на изменение на концентрацията на реагиращите вещества“. Почти половината от отговорите грешно обаче добавят към дефиницията факторите, от които зависи скоростта на реакцията, и то вярно.

Двама от 17 ученици записват вярно кинетичното уравнение на дадената им реакция, а 5 записват израз за равновесна константа вместо кинетично уравнение.

Нито един от учениците не успява вярно да изрази скоростта на реакцията чрез промяна в концентрацията на някое от реагиращите или получените вещества.

Нито един от учениците не успява да определи количествено влиянието на концентрацията върху скоростта на реакцията, но повече от половината успяват да го опишат качествено. Някои ученици разсъждават за „изместване на равновесието“, макар никъде да не е упоменато, че реакцията е в състояние на равновесие.

Най-много верни отговори има на въпроса за влиянието на промяната на температурата върху дадената химична реакция – 13 отговарят, че при понижаване на температурата ще се понижи скоростта. Останалите отново разсъждават над нарушаване на равновесието.

При анализ на графика, показваща изменението на скоростта при повишаване на температурата, по-малко от половината ученици извеждат правилен извод.

В задачата за построяване на графика само 4 от 17-те ученици правилно разполагат концентрацията по абсцисната ос, а скоростта – по ординатната ос, но нанасят неточно стойностите от таблицата на милиметровата хартия. Въпреки неправилните графики изводът, който са направили учениците от дадените им таблични данни, е правилен в повече от половината случаи. Пет от учениците не успяват да направят какъвто и да е извод от данните.

Резултати от анкетирането на учителите

Анализът на резултатите от анкетирането в съпоставка с теста на учениците показва, че учителите доста добре познават трудностите, които учениците срещат при усвояване на темите, свързани с химична кинетика. В таблица 2 е показано разпределението на отговорите на учителите по петстепенната скала.

Таблица 2. Учебни действия, представляващи най-голяма трудност за учениците според учителите

Действие, което трябва да се извърши от учениците	Брой учители, според които за учениците даденото действие е:				
	много лесно	лесно	и трудно, и лесно	трудно	много трудно
Словесно дефиниране на понятието скорост на химична реакция.	5	15	16	3	0
Изразяване скоростта на реакцията чрез изменение на концентрацията на изходно вещество или продукт и изменението на времето.	2	5	23	8	1

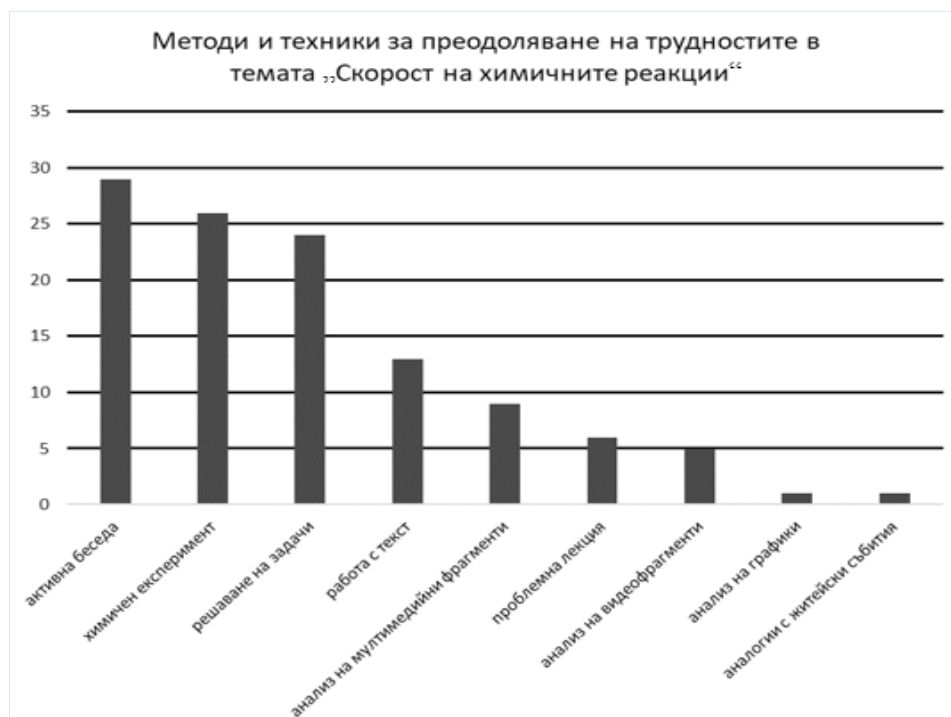
Съставяне на кинетично уравнение за дадена реакция.	0	3	20	7	9
Разбиране за влиянието на концентрацията на реагентите върху скоростта на реакцията.	7	19	10	2	1
Разбиране за влиянието на температурата върху скоростта на реакцията.	8	21	9	1	0
Построяване на графика за изменението на скоростта на реакцията с промяна на концентрацията на реагиращи вещества.	0	1	9	15	14
Съставяне на извод от графично представена зависимост.	0	0	11	16	12

Според учителите най-лесно учениците разбират зависимостта на скоростта на реакцията от концентрацията на реагентите и температурата. Най-много от тестираните ученици отговарят вярно именно на въпроса за влиянието на понижаването на температурата върху скоростта на химичната реакция.

Най-голямо разминаване между резултата от тестирането и предположението на учителите се наблюдава в трудността при дефинирането на понятието скорост на химична реакция. Нито един от учителите не смята, че това представлява голяма трудност за учениците, но само четири от седемнадесетте ученици се справят с тази задача.

От таблицата се вижда, че според учителите най-голяма трудност за учениците представляват ключовите умения за работа с данни. Респондентите предполагат, че учениците биха се затруднили най-много с построяване на графика и съставяне на извод от графично представена зависимост. Резултатите от тестирането на учениците показват най-малка успеваемост именно в задачата за построяване на графика.

Сред методите, използвани от учителите в уроците за скорост на химични реакции, анализът на графично представена информация е слабо застъпен (фиг. 1).



Фигура 1. Използвани от учителите методи и техники за преодоляване на трудностите в обучението по химична кинетика

Предпочитаните от учителите методи са активната беседа и химичният експеримент. Обогащане на тези методи с различни нагледни средства за работа с данни и графики може да помогне за развитието на ключовите умения, които и според анкетата, и според теста не са на необходимото ниво при учениците.

Заклучение

Литературният обзор показва съществен интерес към въпроса за обучението по химична кинетика в средното училище. Изследвания, проведени в различни страни, показват, че трудности и погрешни схващания се наблюдават и при учениците, и при студентите, изучаващи химична кинетика.

От данните, получени от тестирането на учениците се вижда, че и българските ученици срещат подобни на установените в други изследвания затруднения при усвояване на учебното съдържание по химична кинетика. Тестираните ученици не умеят да построяват графика по дадени данни, затрудняват се с правенето на извод по графично представена зависи-

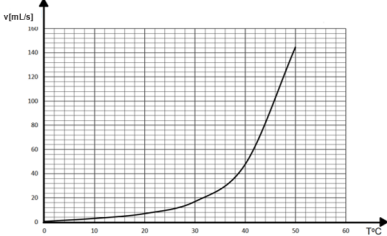
мост, както и с дефинирането на понятието скорост на химична реакция. Макар задачите в теста да са само върху химична кинетика, учениците често и неправилно включват в решенията си понятия и принципи от химично равновесие.

Резултатът от анкетирането на учителите показва, че според тях кодирането и прекодирането на данни в различен вид затруднява повече учениците, отколкото възпроизвеждането на поднесени наготово факти. Причините за това може да се коренят в методите и техниките за преподаване, които учителите използват в уроците за скорост на химичните реакции. Според резултатите от анкетата именно анализът на графики е най-малко използван от учителите, като за сметка на това се фаворизират активната беседа и химичният експеримент.

Очевидно е необходима повече работа с данни и графики в самия процес на обучението, за да развият учениците тези умения, които са ключови не само за усвояване на закономерности, свързани със скоростта на химичните реакции, но и за природонаучното им обучение, като цяло.

Приложение №1. Очаквани резултати и съответстващите им задачи от теста

Очаквани резултати. Ученикът:	Задачи
дефинира понятието скорост;	Запишете определението на понятието средна скорост на химична реакция.
разбира влиянието на концентрацията на реагентите и температурата върху скоростта на реакцията	Б) Колко пъти ще се повиши скоростта ѝ, ако концентрацията на въглеродния оксид се повиши три пъти? В) Как ще се промени скоростта на реакцията, ако температурата на реакционната смес се понижи?
записва кинетично уравнение за дадена реакция	Получаването на въглероден диоксид от въглероден оксид се изразява с химичното уравнение: $2\text{CO}_{(г)} + \text{O}_{2(г)} \rightarrow 2\text{CO}_{2(г)}$ А) Запишете кинетичното уравнение на реакцията.
изразява скоростта на реакцията чрез концентрацията на изходно вещество и продукт	За химичната реакция $\text{A} + \text{B} \rightarrow \text{C}$ означете средната скорост: А) чрез концентрацията на веществото А; Б) чрез концентрацията на веществото С.

Очаквани резултати. Ученикът:	Задачи												
съставя извод от графично представена зависимост;	Б) Проведен е експеримент за установяване влиянието на температурата върху скоростта на химичната реакция. При няколко различни температури и постоянна концентрация на веществата А и Б е измерен обемът на отделения газ за една секунда. По-долу са представени графично данните от проведения експеримент. Какъв извод може да се направи от графиката? 												
построява графика по зададени таблични данни, свързани със скорост на химична реакция;	При взаимодействие на веществата А и Б се получава газ – В. Реакцията протича по уравнението $A + B \rightarrow V$. А) При постоянна концентрация на веществото Б и постоянна температура е измерена скоростта на реакцията при различни концентрации на веществото А. Получени са следните данни: <table border="1" data-bbox="645 1210 954 1491"> <thead> <tr> <th>c(A) mol/L</th><th>v(mol/L.s)</th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0,2</td><td>0,15</td></tr> <tr> <td>0,4</td><td>0,30</td></tr> <tr> <td>0,6</td><td>0,65</td></tr> <tr> <td>0,8</td><td>1,4</td></tr> <tr> <td>1,0</td><td>2,5</td></tr> </tbody> </table> Представете резултатите от експеримента графично. Какво показват те?	c(A) mol/L	v(mol/L.s)	0,2	0,15	0,4	0,30	0,6	0,65	0,8	1,4	1,0	2,5
c(A) mol/L	v(mol/L.s)												
0,2	0,15												
0,4	0,30												
0,6	0,65												
0,8	1,4												
1,0	2,5												

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: 2738-7135.
- ABRAHAM, M.R., et. al., 1992. Understandings and misunderstandings of eighth graders of five chemistry concepts found in textbooks. *Journal of research in science teaching*, vol. 29, no. 2, pp. 105 – 120. ISSN:0022-4308.
- AHIAKWO, M.J., & ISIGUZO, C.Q., 2015. Students' conceptions and misconceptions in chemical kinetics in Port Harcourt Metropolis of Nigeria. *African Journal of Chemical Education*, vol. 5, no. 2, pp. 112–130. ISSN: 2227-5835.
- AYAS, A., ÖZMEN, H. & COSTU, B., 2002. The Determination of the secondary school students' understandings about evaporation concept. *Dokuz Eylül University Journal of Buca Faculty of Education*, vol. 14, pp. 74 – 84. ISSN: 2602-2850.
- CAKMAKCI, G., 2010. Identifying alternative conceptions of chemical kinetics among secondary school and undergraduate students in Turkey. *Journal of chemical education*, vol. 87, no. 4, pp. 449– 455. ISSN: 0021-9584.
- CAKMAKCI, G., LEACH, J., & DONNELLY, J., 2006. Students' ideas about reaction rate and its relationship with concentration or pressure. *International Journal of Science Education*, vol. 28, no. 15, pp. 1795 – 1815. ISSN: 0950-0693.
- CAM, A., TOPCU, M.S., & SULUN, Y., 2015. Preservice science teachers' attitudes towards chemistry and misconceptions about chemical kinetics. *Asia-Pacific Forum on Science Learning & Teaching*, vol. 16, no. 2, pp. 1-16. ISSN 1609-4913.
- CHAIRAM, S., et al., 2009. Enhancing Thai students' learning of chemical kinetics. *Research in Science & Technological Education*, vol. 27, no. 1, pp. 95-115. ISSN: 0263-5143.
- COSTU, B., 2007. Comparison of students' performance on algorithmic, conceptual and graphical chemistry gas problems. *Journal of Science Education and Technology*, vol. 16, no. 5, pp. 379 – 386. ISSN: 1059-0145.
- FAHMI, F. & IRHASYUARNA, Y., 2017. Misconceptions of Reaction Rates on High School Level in Banjarmasin. *IOSR Journal of Research & Method in Education (IOSR – JRME)*, vol. 7, no. 1, pp. 54 – 61. ISSN: 2320-737X.
- HACKLING, M.W. & GARNETT, P.J., 1985. Misconceptions of chemical equilibrium. *European Journal of Science Education*, vol. 7, no. 2, pp. 205 – 214. ISSN: 0140-5284.

- HEWSON, P.W., 1985. Diagnosis and remediation of an alternative conception of velocity using a microcomputer program. *American Journal of Physics*, vol. 53, no. 7, pp. 684 – 690. ISSN: 0002-9505.
- JUSTI, R., 2003. Teaching and learning chemical kinetics. In J. K. Gilbert, et al. (Eds.). *Chemical Education: Towards research-based practice*, pp. 293 – 315. Dordrecht: Kluwer. ISBN: 978-1-4020-1112-2.
- KIRIK, Ö.T., & BOZ, Y., 2012. Cooperative learning instruction for conceptual change in the concepts of chemical kinetics. *Chemistry Education Research and Practice*, vol. 13, no. 3, pp. 221 – 236. ISSN 1756-1108.
- KOLOMUÇ, A., & TEKIN, S., 2011. Chemistry teachers' misconceptions concerning concept of chemical reaction rate. *Eurasian Journal of Physics and Chemistry Education*, vol. 3, no. 2, pp. 84 – 101. ISSN: 1306-3049.
- PTÁČEK, P., OPRAVIL, T. & ŠOUKAL, F., 2018. A Brief Introduction to the History of Chemical Kinetics. *Introducing the Effective Mass of Activated Complex and the Discussion on the Wave Function of this Instanton*. London: IntechOpen. ISBN: 978-1-78923-480-0.
- 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.
- STAVER, J.R. & LUMPE, A.T., 1995. Two investigations of students understanding of the mole concept and its use in problem solving. *Journal of Research in Science Teaching*, vol. 32, no. 2, pp. 177 – 193. ISSN:0022-4308.
- TAŞTAN KIRIK, O., YALÇINKAYA, E. & BOZ, Y., 2010. Pre-service chemistry teachers' ideas about reaction mechanism. *Journal of Turkish Science Education*, vol. 7, no. 1, pp. 47 – 60. ISSN: 0021-9584.
- TROWBRIDGE, D.E. & MCDERMOTT, L.C., 1980. Investigation of student understanding of the concept of velocity in one dimension. *American journal of Physics*, vol. 48, no. 12, pp. 1020 – 1028. ISSN: 0002-9505.
- VAN DRIEL, J.H., 2002. Students' corpuscular conceptions in the context of chemical equilibrium and chemical kinetics. *Chemistry Education Research & Practice in Europe*, vol. 3, no. 2, pp. 201 – 213. ISSN: 1109-4028.
- WHITAKER, R.J., 1983. Aristotle is not dead: Student understanding of trajectory motion. *American Journal of Physics*, vol. 51, no. 4, pp. 352 – 357. ISSN: 0002-9505.
- 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

- ABRAHAM, M.R., et. al., 1992. Understandings and misunderstandings of eighth graders of five chemistry concepts found in textbooks. *Journal of research in science teaching*, vol. 29, no. 2, pp. 105 – 120. ISSN:0022-4308.
- AHIAKWO, M.J., & ISIGUZO, C.Q., 2015. Students' conceptions and misconceptions in chemical kinetics in Port Harcourt Metropolis of Nigeria. *African Journal of Chemical Education*, vol. 5, no. 2, pp. 112 – 130. ISSN: 2227-5835.
- 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: 2738-7135.
- AYAS, A., ÖZMEN, H. & COSTU, B., 2002. The Determination of the secondary school students' understandings about evaporation concept. *Dokuz Eylül University Journal of Buca Faculty of Education*, vol. 14, pp. 74 – 84. ISSN: 2602-2850.
- CAKMAKCI, G., 2010. Identifying alternative conceptions of chemical kinetics among secondary school and undergraduate students in Turkey. *Journal of chemical education*, vol. 87, no. 4, pp. 449 – 455. ISSN: 0021-9584.
- CAKMAKCI, G., LEACH, J., & DONNELLY, J., 2006. Students' ideas about reaction rate and its relationship with concentration or pressure. *International Journal of Science Education*, vol. 28, no. 15, pp. 1795 – 1815. ISSN: 0950-0693.
- CAM, A., TOPCU, M.S., & SULUN, Y., 2015. Preservice science teachers' attitudes towards chemistry and misconceptions about chemical kinetics. *Asia-Pacific Forum on Science Learning & Teaching*, vol. 16, no. 2, pp. 1 – 16. ISSN 1609-4913.
- CHAIRAM, S., et al., 2009. Enhancing Thai students' learning of chemical kinetics. *Research in Science & Technological Education*, vol. 27, no. 1, pp. 95 – 115. ISSN: 0263-5143.
- COSTU, B., 2007. Comparison of students' performance on algorithmic, conceptual and graphical chemistry gas problems. *Journal of Science Education and Technology*, vol. 16, no. 5, pp. 379 – 386. ISSN: 1059-0145.
- FAHMI, F. & IRHASYUARNA, Y., 2017. Misconceptions of Reaction Rates on High School Level in Banjarmasin. *IOSR Journal of Research & Method in Education (IOSR-JRME)*, vol. 7, no. 1, pp. 54 – 61. ISSN: 2320-737X.
- HACKLING, M.W. & GARNETT, P.J., 1985. Misconceptions of chemical equilibrium. *European Journal of Science Education*, vol. 7, no. 2, pp. 205 – 214. ISSN: 0140-5284.

- HEWSON, P.W., 1985. Diagnosis and remediation of an alternative conception of velocity using a microcomputer program. *American Journal of Physics*, vol. 53, no. 7, pp. 684 – 690. ISSN: 0002-9505.
- JUSTI, R., 2003. Teaching and learning chemical kinetics. In J. K. Gilbert, et al. (Eds.). *Chemical Education: Towards research-based practice*, pp. 293 – 315. Dordrecht: Kluwer. ISBN: 978-1-4020-1112-2.
- KIRIK, Ö.T., & BOZ, Y., 2012. Cooperative learning instruction for conceptual change in the concepts of chemical kinetics. *Chemistry Education Research and Practice*, vol. 13, no. 3, pp. 221 – 236. ISSN 1756-1108.
- KOLOMUÇ, A., & TEKIN, S., 2011. Chemistry teachers' misconceptions concerning concept of chemical reaction rate. *Eurasian Journal of Physics and Chemistry Education*, vol. 3, no. 2, pp. 84 – 101. ISSN: 1306-3049.
- PTÁČEK, P., OPRAVIL, T. & ŠOUKAL, F., 2018. A Brief Introduction to the History of Chemical Kinetics. *Introducing the Effective Mass of Activated Complex and the Discussion on the Wave Function of this Instanton*. London: IntechOpen. ISBN: 978-1-78923-480-0.
- 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.
- STAVER, J.R. & LUMPE, A.T., 1995. Two investigations of students understanding of the mole concept and its use in problem solving. *Journal of Research in Science Teaching*, vol. 32, no. 2, pp. 177 – 193. ISSN:0022-4308.
- TAŞTAN KIRIK, O., YALÇINKAYA, E. & BOZ, Y., 2010. Pre-service chemistry teachers' ideas about reaction mechanism. *Journal of Turkish Science Education*, vol. 7, no. 1, pp. 47 – 60. ISSN: 0021-9584.
- TROWBRIDGE, D.E. & MCDERMOTT, L.C., 1980. Investigation of student understanding of the concept of velocity in one dimension. *American journal of Physics*, vol. 48, no. 12, pp. 1020 – 1028. ISSN: 0002-9505.
- VAN DRIEL, J.H., 2002. Students' corpuscular conceptions in the context of chemical equilibrium and chemical kinetics. *Chemistry Education Research & Practice in Europe*, vol. 3, no. 2, pp. 201 – 213. ISSN: 1109-4028.
- WHITAKER, R.J., 1983. Aristotle is not dead: Student understanding of trajectory motion. *American Journal of Physics*, vol. 51, no. 4, pp. 352 – 357. ISSN: 0002-9505.
- 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.

BULGARIAN STUDENTS' DIFFICULTIES AND MISCONCEPTIONS IN LEARNING CHEMICAL KINETICS

Abstract. Knowing the factors that affect the rate of chemical reactions is essential not only for the entire chemical industry, but also applicable in daily life. Understanding chemical kinetics has proven to be a challenge for students, and many misconceptions have been described in the scientific literature. The purpose of the present research is to identify the difficulties that Bulgarian students encounter when studying chemical kinetics. The research was conducted using quantitative methods – testing and surveying. A diagnostic test was conducted with 17 eleventh-graders studying “Chemistry and environmental protection” at an advanced level. In addition, a survey was conducted with 39 teachers regarding the difficulties they observed students encounter in learning chemical kinetics. From the obtained results, it can be seen that the Bulgarian students encounter difficulties similar to those found in foreign studies when learning the content of chemical kinetics. It is much easier for students to reproduce presented facts than to work with data in graphical form and draw conclusions based on graphically presented data.

Keywords: chemical education; chemical kinetics; learning problems

✉ **Ms. Martina Tsenova, PhD student**

ORCID iD: 0009-0008-2365-7415

Web of Science 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