

Катарина Б. Путица¹

Иновациони центар Хемијског факултета
Универзитета у Београду

Слађана Д. Анђелковић

Географски факултет Универзитета у Београду

Драгица Д. Тривић

Хемијски факултет Универзитета у Београду

UDK-371.3::547

DOI: 10.5937/nasvas1801075P

Оригинални научни рад

НВ год. LXVII 1/2018

УТИЦАЈ ПРИМЕНЕ КОНТЕКСТУАЛНОГ ПРИСТУПА У НАСТАВИ ОРГАНСКЕ ХЕМИЈЕ НА УНАПРЕЂИВАЊЕ КОНЦЕПТУАЛНОГ РАЗУМЕВАЊА И ПРИМЕНУ ЗНАЊА УЧЕНИКА ПРИРОДНО-МАТЕМАТИЧКОГ СМЕРА ГИМНАЗИЈЕ²

Апстракт Будући да средњошколци органску хемију доживљавају као апстрактан предмет чије је радиво тешко за разумевање, циљ овог истраживања био је да се утврди да ли контекстуални приступ настави може да унапреди концептуално разумевање и примену знања из ове области хемије код ученика гимназије природно-математичког смера. Последице, у оквиру обраде наставне теме Алкохоли, сprovedен је педагошки експеримент са паралелним групама. Узорак су чинила 163 ученика треће разред гимназије природно-математичког смера (82 ученика у контролној и 81 ученик у експерименталној групи). На иницијалном тесту који је садржао задатке сличних знања о алкохолима. Међутим, на завршном тесту иде је новостичена знања о алкохолима требало применити у решавању проблема из свакодневне животице и детаљно објаснити поступак решавања, ученици из експерименталне групе остварили су статистички значајно већи укупан проценат тачних одговора и статистички значајно већи број тачних одговора на већини задатака из овог теста у односу на ученике из контролне групе. С обзиром на то да резултати експеримента показују да контекстуални приступ настави подстиче концептуално разумевање и примену знања из органске хемије, ово истраживање може да допринесе унапређивању наставе органске хемије у гимназији природно-математичког смера.

Кључне речи: контекстуални приступ настави, настава органске хемије, концептуално разумевање, примена знања

¹ Е-маил: puticakatarina@gmail.com

² Рад је резултат рада на пројекту *Теорија и пракса науке у друштву: образовне, мултидисциплинарне и међугенерациске перспективе* (бр. 179048), чију реализацију финансира Министарство просвете, науке и технолошког развоја Републике Србије.

Увод

Органска хемија има огроман економски значај и представља важан део свакодневног живота. Истраживања су, међутим, показала да ученици средњих школа широм света органску хемију сматрају апстрактним предметом (Bailey & Bailey, 1971; Beasley, 1980; O'Dwyer & Childs, 2014) чије је градиво тешко за разумевање (Bojczuk, 1982; Childs & Sheehan, 2009; Jimoh, 2005; Ratcliffe, 2002).

Низак ниво концептуалног разумевања градива органске хемије првенствено је последица учења напамет, тј. пуког меморисања нових знања без њиховог повезивања с претходно стеченим знањима (Bretz, 2001; Grove & Bretz, 2012; Novak, 2010). То је, пак, последица саме концепције традиционалне наставе органске хемије, која уместо на повезивање новог градива с претходно стеченим знањима, критичко размишљање и проналажење различитих путева за решавање комплексних проблема из реалног живота, ученике подстиче на просту репродукцију градива и усвајање алгоритама за решавање ограниченог броја типичних академских проблема из уџбеника (Nakhleh, 1993; Sanger, 2005).

Став средњошколаца да органска хемија нема много додирних тачака с реалним животом такође је последица концепције традиционалне наставе органске хемије, која је веома слабо повезана с реалним животом и углавном се своди на излагање велике количине искључиво академских знања (Aikenhead, 2006; Ebenezer & Zoller, 1993). Услед овакве организације наставе, код ученика се не развија свест о томе када се и на који начин знања из органске хемије могу искористити у реалном животу, што отежава примену ових знања (O'Dwyer & Childs, 2014) и смањује ученичку мотивацију за учење органске хемије (Linnenbrink Garcia, Pattal & Messersmith., 2013; Vaino, Holbrook & Rannikmae, 2012). С друге стране, стицање нових знања у оквиру аутентичних наставних ситуација код ученика подстиче мотивацију за учење природних наука (Linnenbrink Garcia et al., 2013; Osborne, Simon & Collins, 2003; Vaino et al., 2012), али и боље концептуално разумевање научних знања (Demirciođlu, Demirciođlu & Çalik 2009; Godin et al., 2014; Schwartz Bloom, Halpin & Reiter, 2011; Winther & Volk, 1994). Поред тога, ученици који су у настави нова знања стекли кроз примере из праксе оспособљенији су за њихову примену у свакодневном животу (Dennen & Bruner, 2008).

Контекстуални приступ настави

Контекстуални приступ настави (engl. *context-based approach*) препознат је као један од потенцијално најефективнијих наставних приступа за подстицање концептуалног разумевања и примене знања природних наука. Реч контекст води порекло од латинског глагола *contextere*, што значи умрежити, уградити и латинске именице *contextus*, што значи повезаност. У том смислу, контекст је оквир или мрежа у коју је уграђен дати појам и која, истовремено, овом појму даје одређено значење. Приликом одабира контекста у оквиру којих ће се ученицима презентовати нова знања, неопходно је водити рачуна о неколико фактора. Пре свега, да би ученици знања која су стекли могли да примене у различитим животним ситуацијама, контекст кроз који на школским часовима стичу ова знања мора бити аутентичан, тј. потицати из

реалног живота. Што је разноврсност контекста кроз које се одређено градиво презентује већа, ученицима се пружа прилика да ово градиво сагледају из различитих углова, због чега ће бити оспособљенији да га на различите начине примене и у реалном животу (Nentwig, Demuth, Parchmann, Gräsel & Ralle, 2007; Tytler, 2007).

Мотивација за учење има велики утицај на усвајање новог градива, а добар начин за подстицање интринзичке мотивације за учење јесте представљање нових знања у контекстима који су ученицима блиски, о којима имају довољно потребног претходно стеченог знања, а пре свега контекстима које ученици сматрају релевантним за себе лично, своје ближе окружење, или друштво у коме живе у целини (Nentwig et al., 2007; Schwartz Bloom et al., 2011; Tytler, 2007). На пример, установљено је да неки од контекста о којима би средњошколци желели да сазнају више јесу употреба козметичких средстава, здрава исхрана, превенција и лечење разних болести, утицај дрога и алкохола на људски организам, заштита животне средине (Schwartz Bloom et al., 2011).

Имајући у виду очекиване позитивне ефекте примене контекстуалног приступа у настави, већи број курикулума конципираних у складу с овим приступом уведен је у наставу природних наука у неким од најразвијенијих земаља данашњице. На пример, почев од 2002. године наставници хемије у Немачкој, у сарадњи с колегама с универзитета, развијају контекстуалне наставне јединице у оквиру курикулума под називом *Chemie im Kontext* (ChiK) (Nentwig et al., 2007). На сличан начин, у области хемије у Великој Британији развијен је *Salters' Advanced Chemistry* програм. Реч је о двогодишњем контекстуалном програму намењеном средњошколцима узраста 17-18 година, који се састоји из тринаест теоријских јединица (Barker & Millar, 1996; Bennett & Lubben, 2006; Hughes, 2000). Поред овог програма развијен је и двогодишњи контекстуални програм за ученике старости 14-16 година за целокупну област природних наука, под називом *Science: The Salters' Approach* (Ramsden, 1997). У Сједињеним Америчким Државама, у наставу су уведени *Contextualized chemistry education* (Schwartz, 2006) и *Twenty first century science* – програми засновани на примени контекстуалног приступа у настави хемије (Ratcliffe & Millar, 2009). Поред тога, у Сједињеним Америчким Државама је развијен и контекстуални курикулум под називом *Chemistry in Context: Applying Chemistry to Society* (CiC) чији је задатак да подстакне мотивацију и пренесе кључна знања из области хемије средњошколцима који не намеравају да наставе своје универзитетско образовање у области природних наука (Schwartz, 2006).

У оквиру читавог низа истраживања спроведених широм света проверени су ефекти примене контекстуалног приступа у настави природних наука. Већи број истраживања потврдио је да контекстуални приступ код ученика развија позитивнији однос према природним наукама (Key, 1998; Smith & Matthews, 2000; Wierstra, 1984; Yager & Weld, 1999; Zoller Donn, Wild & Beckett, 1991).

Три истраживања установила су да примена контекстуалног приступа смањује разлику у позитивном односу према природним наукама између ученика различитог пола, која је претходно била померена у корист дечака (Smith & Matthews, 2000; Wierstra, 1984; Yager & Weld, 1999). Такође је потврђено да девојчице које су похађале контекстуалну наставу природних наука имају позитивнији однос према природним

наукама од девојчица које су похађале само традиционалну наставу (Smith & Matthews, 2000; Yager & Weld, 1999). Резултати истраживања које су спровели Јагер и Велд (Yager & Weld, 1999) показали су и да примена контекстуалног приступа у настави природних наука доприноси бољем концептуалном разумевању градива природних наука, као и развоју позитивнијег односа према природним наукама код ученика с посебним потребама.

У области хемије, установљено је да примена контекстуалног приступа настави доприноси побољшању концептуалног разумевања градива из опште хемије (Demircioğlu et al., 2009; Gutwill Wise, 2001), побољшању концептуалног разумевања и примене знања из области термохемије (Cigdemoglu & Geban, 2015), унапређивању ученичке способности решавања проблема у области неорганске хемије (Broman & Parchman, 2014) и подстицању интринзичке мотивације за учење хемије (Mandler, Mamlok Naaman, Blonder, Yayon & Hofstein, 2012; Vaino et al., 2012). Примена контекстуалног приступа у средњошколској настави органске хемије је још увек веома слабо заступљена. Прегледом литературе установљено је да је у само једном истраживању (O'Dwyer & Childs, 2014) испитана ефективност примене овог приступа у настави органске хемије у средњој школи, при чему је установљено да контекстуални приступ има велики потенцијал да допринесе подстицању ученичког интересовања и позитивног односа према учењу градива из ове области хемије.

Методологија истраживања

Имајући у виду проблеме са концептуалним разумевањем и применом знања с којима се средњошколци суочавају приликом учења органске хемије, као и кроз стручну литературу потврђени потенцијал контекстуалног приступа да допринесе превазилажењу ових проблема у области природних наука, циљ овог истраживања је да се утврди да ли је контекстуални приступ настави ефективнији од традиционалног приступа у подстицању бољег концептуалног разумевања и примене знања о алкохолима код ученика трећег разреда гимназије природно-математичког смера. У складу с наведеним циљем, дефинисани су следећи истраживачки задаци: (1) утврдити да ли примена контекстуалног приступа настави у оквиру обраде наставне теме *Алкохоли* код ученика трећег разреда гимназије природно-математичког смера доводи до статистички значајно бољег концептуалног разумевања знања о алкохолима у односу на традиционални приступ настави; (2) утврдити да ли примена контекстуалног приступа настави у оквиру обраде наставне теме *Алкохоли* код ученика трећег разреда гимназије природно-математичког смера доводи до статистички значајно боље оспособљености за примену знања о алкохолима у реалним контекстима у односу на традиционални приступ настави.

У ту сврху спроведен је педагошки експеримент с паралелним групама. У експерименту су учествовала 163 ученика трећег разреда Четврте и Пете београдске гимназије, природно-математичког смера. У оквиру експеримента, 82 ученика из по два одељења сваке од гимназија чинила су контролну, а 81 ученик из по још два одељења сваке од гимназија формирао је експерименталну групу. Извођење експеримента је

одобрила управа сваке од наведених гимназија, а сви ученици који су учествовали у експерименту добровољно су прихватили учешће.

Експеримент је реализован током четири школска часа, при чему је с ученицима из обе групе у свакој од школа наставу реализовао први аутор овог рада. Потребно је истаћи да је присуство новог наставника могло негативно да се одрази на унутрашњу валидност експеримента, због утицаја Хоторновог ефекта (енгл. *Hawthorne effect*). Реч је о томе да приликом сусрета с новим чиниоцима у радној средини, као и у случају када су свесни да се њихова постигнућа прате и пореде, може доћи до привременог повећања радног ангажмана ученика, који изостаје под уобичајеним условима наставе. Да би се ублажило дејство овог ефекта, предузето је више превентивних мера које су препоручене у литератури (Cook, 1967). Сама чињеница да је с ученицима из обе групе радио нови наставник произишла је из препоруке да ће негативни утицај Хоторновог ефекта бити мање изражен уколико се уједначе општи услови организације наставе с ученицима из експерименталне и контролне групе, те обе групе у подједнакој мери буду изложене његовом дејству. Експериментални приступ настави се, наравно, не може избећи као нови чинилац у радној средини ученика из експерименталне групе. Међутим, разлике између експерименталног и традиционалног приступа настави нису потенциране, због чега су у складу с наведеном препоруком ученици из обе групе знања о алкохолима стицали из текстуалног материјала који су добили од новог наставника, с тим што је у случају ученика из контролне групе овај материјал садржао искључиво академска знања о алкохолима изложена у уџбенику. Поред тога, ученицима из различитих одељења није истакнуто да припадају двома групама, нити да се њихова постигнућа прате и пореде, а остављен им је и избор да ли желе да попуњавају тестове који су коришћени као инструменти истраживања. Притом им је регуларни наставник напоменуо да одустајање од тестова неће имати негативне последице, нити ће им, пак, попуњавање ових тестова обезбедити било какве бенефите. Такође, ученицима је наглашено да ће тестове прегледати искључиво нови наставник, да уколико то желе могу да се информишу о резултатима које су остварили, али они неће бити познати њиховом регуларном наставнику. Коначно, сви часови с ученицима из обе групе организовани су у њиховим уобичајеним терминима предвиђеним за часове хемије, у хемијском кабинету.

На првом часу ученици из обе групе радили су иницијално тестирање, чији је циљ био провера нивоа и уједначености њиховог претходно стеченог знања у вези с наставном темом *Алкохоли*. Следећа два часа била су посвећена обради наставне теме *Алкохоли*. Обрада наведене наставне теме с ученицима из експерименталне групе била је заснована на принципима контекстуалног приступа настави, што је подразумевало да су номенклатура, физичка и хемијска својства алкохола обрађени кроз примере њихове примене у реалном животу. Конкретно, након уводног излагања наставника о кључним структурним карактеристикама алкохола (присуство хидроксилне групе и њено везивање за примарни, секундарни или терцијарни угљеников атом у молекулу алкохола), као и правилима именовања алкохола према IUPAC-овој номенклатури, сваки ученик је добио текстуални материјал у оквиру кога су били наведени структурна хемијска формула, назив (тривијални назив и назив по

IUPAC-овој номенклатури), као и примери примене алкохола који су најзаступљенији у свакодневном животу. Од ученика се најпре очекивало да на основу поменутог текстуалног материјала утврде да ли осим алкохола који садрже једну хидроксилну групу постоје и алкохоли са више хидроксилних група (као пример алкохола са две хидроксилне групе био је наведен 1,2-етандиол, док је као пример алкохола са три хидроксилне групе био наведен 1,2,3-пропантриол), као и да наведу тривијалне називе ових алкохола (етилен-гликол, односно глицерол). Потом је требало навести назив конкретног алкохола који садрже тзв. алкохолна пића, али и средство за дезинфекцију познато под називом медицински алкохол. Затим се, такође уз употребу текстуалног материјала, прешло на разматрање физичких и хемијских својстава алкохола. У оквиру разматрања физичких својстава, имајући у виду да када говоримо о алкохолним пићима заправо говоримо о растворима етанола у води, ученици су били позвани да, на основу претходних знања о факторима који утичу на растворљивост органских једињења, објасне због чега се етанол раствара у води. Када је у питању растворљивост етанола у неполарним растварачима, ученици су из текстуалног материјала добили информацију да су понашања карактеристична за интоксикацију алкохолним пићима последица доспећа етанола до нервних ћелија мозга, које од продора већине штетних материја из крвотока штити изразито селективно пропустљива крвно-мождана баријера, чију кључну компоненту чине липидни молекули. Сходно томе, од ученика се очекивало да објасне због чега, осим изразито малих димензија, молекул етанола може да прође кроз крвно-мождану баријеру и доспе до нервних ћелија мозга. Када су остала физичка својства алкохола у питању, од ученика се очекивало да објасне због чега етилен-гликол има вишу температуру кључања од етанола. Такође, требало је објаснити због чега се у присуству етилен-гликола снижава тачка мржњења воде, те овај алкохол представља кључну компоненту антифриза. У оквиру хемијских својстава алкохола, механизам реакције оксидације ових једињења размотрен је на примеру алкотеста. Овај пример је значајан и због тога што се показало да ученици релативно лако науче која једињења настају као производи реакције оксидације алкохола, али имају далеко већи проблем с навођењем оксидационог средства које у тој реакцији учествује. У овом случају, појава зелене боје која се развија у присуству етанола директно је повезана с оксидационим средством калијум-дихроматом, пошто приликом оксидације етанола, редукцијом овог једињења у присуству сумпорне киселине настаје зелени хром(III)-сулфат. Када је у питању примена Лукасовог теста за разликовање примарних, секундарних и терцијарних алкохола, од ученика се очекивало да наведу шта ће се десити ако се Лукасов реагенс дода у медицински алкохол. Такође, реакција сагоревања алкохола до угљеник(II)-оксида и воде размотрена је у светлу примене метанола и етанола као горива за тркачке аутомобиле. Коначно, на основу информације да се све више разматра могућност шире примене етанола као горива, пошто је реч о обновљивом извору енергије који се, између осталог, може добити из шећерне трске, од ученика се очекивало да наведу која супстанца из шећерне трске представља полазну супстанцу за синтезу етанола. На тај начин размотрен је и процес алкохолног врења. Као што се може видети, ученици из експерименталне групе су били у прилици да повезујући новостечена академска знања о алкохолима с претходним знањима из органске хемије у оквиру

аутентичних контекста сазнају како се захваљујући својој структури, као и физичким и хемијским својствима, различити алкохоли могу применити у свакодневном животу. С друге стране, приликом обраде наставне теме *Алкохоли* с контролном групом ученицима су изложена искључиво академска знања о номенклатури, физичким и хемијским својствима алкохола, у готовом облику и без фокуса на њихову примену у реалном животу. На последњем, четвртом часу експеримента ученици из обе групе радили су завршно тестирање, на основу чијих резултата је упоређена ефективност контекстуалног и традиционалног приступа кад је реч о подстицању концептуалног разумевања и функционализације знања о алкохолима код ученика из експерименталне и контролне групе.

Као инструмент за прикупљање података у оквиру иницијалног тестирања коришћен је иницијални тест (Прилог 1), док је као инструмент за прикупљање података у оквиру завршног тестирања коришћен завршни тест (Прилог 2). Приликом конципирања иницијалног и завршног теста пошло се од захтева да иницијални тест не би требало да унапред припреми ученике из експерименталне групе за примену иновативног наставног приступа чија ће се ефективност у експерименту испитати. Такође је узета у обзир чињеница да у експерименталној поставци у којој ученици из експерименталне и контролне групе и на почетку и на крају експеримента раде исти тест поновно решавање истог теста утиче на постигнућа ученика из обе групе на овом тесту (Martella, Nelson, Morgan & Marchand-Martella, 2013). Имајући све то у виду, приликом конципирања иницијалног и завршног теста уважена је смерница у којој стоји да се два теста могу разликовати по концепцији задатака, али се задаци морају односити на исте наставне садржаје (Cohen, Manion & Morrison, 2007). Последице, иницијални и завршни тест у овом експерименту представљали су два различита теста.

Задаци на иницијалном тесту били су конципирани по угледу на задатке у уџбенику, тј. представљали су академске захтеве којима су се проверавала основна знања о алкохолима која су ученици стекли у основној школи (структура и номенклатура алкохола, алкохолно врење, глицерол као компонента масти и уља, продукти оксидације алкохола), као и претходно стечена знања из текуће школске године која су неопходна за савладавање наставне теме *Алкохоли* (реакција хидратације алкена, физичка својства претходно обрађених класа органских једињења, парцијално наелектрисање угљениковог атома за који је везана хидроксилна група). Укупно, тест је садржао осам задатака отвореног типа и шест задатака вишеструког избора. Алфа коефицијент унутрашње конзистентности теста је 0,82 и будући да је ова вредност већа од најниже дозвољене вредности 0,70, може се сматрати да иницијални тест има задовољавајућу унутрашњу конзистентност (Nunnally, 1978). Вредности индекса дискриминативности задатака из овог теста крећу се у опсегу 0,34–0,59, због чега се, према критеријумима који наводи Озмен (Ozmen, 2008), може се сматрати да задаци на иницијалном тесту имају задовољавајућу дискриминативност.

За разлику од задатака на иницијалном тесту који нису захтевали примену академских знања у реалним ситуацијама како се ученици из експерименталне групе не би припремили за примену контекстуалног приступа у настави, задаци на завршном тесту су захтевали примену знања о алкохолима у решавању проблема из реалног живота. Такође, да би се проверило ученичко концептуално разумевање ових знања,

задачи су садржали захтев да ученици објасне поступак решавања који су применили. Укупно, завршни тест је садржао девет задатака отвореног типа, три задатка допуњавања и један задатак вишеструког избора. Алфа коефицијент унутрашње конзистентности теста је 0,76 и будући да је ова вредност већа од најниже дозвољене вредности 0,70, може се сматрати да завршни тест има задовољавајућу унутрашњу конзистентност. Вредности индекса дискриминативности крећу се у опсегу 0,38–0,71, због чега се може сматрати да задаци на завршном тесту имају задовољавајућу дискриминативност.

Резултати и дискусија

У табели 1. наведен је укупан проценат тачних одговора ученика из експерименталне и контролне групе на иницијалном тесту (p_E и p_K), као и вредност $t(162)$ теста којим је испитана статистичка значајност разлике у укупном проценту тачних одговора ученика из две групе.

Табела 1. Укупан проценат тачних одговора ученика из експерименталне и контролне групе на иницијалном тесту (p_E и p_K), уз одговарајућу вредност $t(162)$

Група	Укупан проценат тачних одговора	$p_E - p_K$ (%)	$t(162)$
Експериментална	50,26	-2,09	-0,26
Контролна	52,35		

Број тачних/нетачних одговора у експерименталној и контролној групи за сваки задатак у оквиру иницијалног теста приказан је у табели 2. Уз то, наведене су и вредности $\chi^2(1, N=163)$ теста којим је испитана статистичка значајност разлике у броју тачних одговора ученика из обе групе на сваком задатку.

Као што се из табеле 1 може видети, у оквиру иницијалног тестирања није установљена статистички значајна разлика у укупном проценту тачних одговора између ученика из експерименталне и контролне групе. Такође, за 12 од 14 задатака на иницијалном тесту није установљена статистички значајна разлика у броју тачних одговора између две групе, док је код задатака 3. и 7. установљена статистички значајна разлика у броју тачних одговора, у корист ученика из контролне групе (табела 2).

У оквиру иницијалног теста, део задатака проверавао је знања о алкохолима која је требало да стекну ученици у основној школи. Конкретно, ови задаци су се односили на писање структурних хемијских формула алкохола (задатак 1), разликовање алкохола по положају хидроксилне групе (задатак 2), разликовање алкохола по броју хидроксилних група (задатак 3), глицерол као компоненту масти и уља (задатак 7), етанол као продукт алкохолног врења шећера из воћа (задатак 8) и продукте оксидације алкохола (задатак 10). Као што се може видети, оба задатка код којих је установљена статистички значајна разлика у постигнућима, у корист ученика из контролне групе, проверавала су знања о алкохолима која је требало да стекну ученици у основној школи и оба су као тачан одговор подразумевала глицерол. Као што се из табеле 2 такође може видети, када је у питању ова група задатака из иницијалног

теста, ученици из две групе су највећих потешкоћа имали са решавањем задатка 1в) који се односио на писање структурне хемијске формуле 2-метил-2-пропанола и решавањем задатака 10б) и 10в), који су се односили на оксидацију 2-бутанола и 2-метил-2-пропанола.

Табела 2. Број тачних/нетачних одговора у експерименталној и контролној групи за сваки задатак у оквиру иницијалног теста, уз одговарајуће вредности $\chi^2(1, N=163)$

Задатак	Број тачних одговора у експерименталној групи	Број нетачних одговора у експерименталној групи	Број тачних одговора у контролној групи	Број нетачних одговора у контролној групи	$\chi^2(1, N=163)$
1а)	65	16	67	15	0,056
1б)	39	42	43	39	0,300
1в)	31	50	28	54	0,300
2	43	38	45	37	0,053
3	36	45	51	31	5,159**
4	63	18	65	17	0,054
5	29	52	24	58	0,793
6	27	54	30	52	0,189
7	39	42	54	28	5,213**
8	56	25	53	29	0,373
9	49	32	52	30	0,147
10а)	38	43	36	46	0,149
10б)	27	54	31	51	0,355
10в)	28	53	22	60	1,147

** Разлика у постигнућима ученика у експерименталној и контролној групи је статистички значајна на нивоу $p < 0.05$

Остали задаци из иницијалног теста проверавали су претходно стечена знања о структури, физичким и хемијским својствима различитих класа органских једињења које су ученици обрадили током текуће школске године, а која ће им бити потребна за разумевање структуре и физичких и хемијских својстава алкохола. Конкретно, задаци су се односили на реакцију хидратације алкена (задатак 4), факторе који утичу на растворљивост органских једињења у води (задатак 5), факторе који утичу на температуру кључања органских једињења (задатак 6) и факторе који утичу на парцијално наелектрисање угљениковог атома у различитим функционалним групама органских једињења (задатак 9). Као што се из табеле 2. може видети, кад је реч о овој групи задатака из иницијалног теста, ученици из две групе су највећих потешкоћа имали са решавањем задатака 4. и 5, који су се, као што је претходно истакнуто, односили на растворљивост и температуру кључања, односно на физичка својства органских једињења.

У табели 3. наведен је укупан проценат тачних одговора ученика из експерименталне и контролне групе на завршном тесту (p_E и p_K), као и вредност $t(162)$ теста којим је испитана статистичка значајност разлике у укупном проценту тачних одговора ученика из две групе.

Табела 3. Укупан проценат тачних одговора ученика из експерименталне и контролне групе на завршном тесту (p_E и p_K), уз одговарајућу вредност $t(162)$

Група	Укупан проценат тачних одговора	$p_E - p_K$ (%)	$t(162)$
Експериментална	65,15		
Контролна	48,31	16,48	2,14**

** Разлика у постигнућима ученика у експерименталној и контролној групи је статистички значајна на нивоу $p < 0.05$

Број тачних/нетачних одговора у експерименталној и контролној групи за сваки задатак у оквиру завршног теста приказан је у табели 4. Уз то, наведене су и вредности $\chi^2(1, N=163)$ теста којим је испитана статистичка значајност разлике у броју тачних одговора ученика из две групе на сваком задатку.

Табела 4. Број тачних/нетачних одговора у експерименталној и контролној групи за сваки задатак у оквиру завршног теста, уз одговарајуће вредности $\chi^2(1, N=163)$

Задатак	Број тачних одговора у експерименталној групи	Број нетачних одговора у експерименталној групи	Број тачних одговора у контролној групи	Број нетачних одговора у контролној групи	$\chi^2(1, N=163)$
1	62	19	45	37	8,481*
2а)	43	38	29	53	5,189**
2б)	42	39	27	55	5,978**
2в)	42	39	28	54	5,213**
3	55	26	51	31	0,583
4	43	38	25	57	8,559*
5	51	30	28	54	13,548*
6а)	64	17	57	25	1,923
6б)	63	18	57	25	1,433
7	53	28	39	43	5,293**
8а)	69	12	59	23	4,232**
8б)	55	26	41	42	5,783**
9	44	37	29	53	5,921**

* Разлика у постигнућима ученика у експерименталној и контролној групи је статистички значајна на нивоу $p < 0.01$

** Разлика у постигнућима ученика у експерименталној и контролној групи је статистички значајна на нивоу $p < 0.05$

Као што се из табеле 3. може видети, за разлику од иницијалног теста, на завршном тесту је установљена статистички значајна разлика у укупном проценту тачних одговора, и то у корист ученика из експерименталне групе. Такође, за 10 од 13 задатака на завршном тесту установљена је статистички значајна разлика у броју тачних одговора у корист ученика из експерименталне групе, док је статистички значајна разлика у броју тачних одговора између ученика из две групе изостала код задатака 3, 6а) и 6б) (табела 4). Као што је претходно истакнуто, у оквиру завршног теста од ученика се првенствено очекивало да новостечена знања о алкохолима примене у решавању проблема из реалног живота и кроз детаљно објашњење поступка решавања који су одабрали прикажу концептуално разумевање ових знања. Конкретно, од ученика се очекивало да од три понуђена алкохола (2-пропанол, етанол и глицерол) одаберу онај који улази у састав козметичких препарата који хидрирају кожу и објасне због чега је то тако (задатак 1), примене знања о хемијским (задачи 2, 4. и 5) и физичким својствима алкохола (задатак 7) како би синтетисали или раздвојили важна органска једињења у хемијској индустрији и објаснили који се алкохол и због чега додаје у комерцијални етанол како се не би користио као алкохолно пиће (задатак 8). У задатку 9, пак, од ученика се очекивало да примене знања о факторима који утичу на киселост органских једињења да би одговорили на релативно сложен академски захтев да самостално одреде pK_a вредност етанола. Једноставна репродукција хемијских једначина неких од основних хемијских реакција у којима учествују алкохоли од ученика се очекивала само у оквиру задатака 3. и 6. на завршном тесту.

Може се уочити да задаци из завршног теста код којих је изостала статистички значајна разлика у постигнућима између ученика из две групе нису захтевали примену академских знања у решавању проблема из реалног живота, већ репродукцију академских знања о хемијским својствима алкохола. Конкретно, у задатку 3. од ученика се очекивало да напишу релативно једноставне једначине хемијских реакција редукције алдехида, хидратације алкена и реакције секундарних алкохола с цинк(II)-хлоридом у присуству концентроване хлороводоничне киселине. Такође, у задатку 6. око 70% ученика из обе групе није имало потешкоћа да установи да је реч о естру који глицерол гради с азотном киселином и напише одговарајућу реакцију естерификације. На основу оваквих резултата, можемо закључити да контекстуални приступ настави није ефективнији од традиционалног приступа када је у питању подстицање репродукције академских знања. Међутим, када је у оквиру преосталих задатака завршног теста требало приказати концептуално разумевање, као и примену академских знања о алкохолима у решавању комплексних проблема из реалног живота, или комплексног академског проблема као што је утврђивање pK_a вредности етанола, ученици из експерименталне групе показали су се као статистички значајно успешнији. На пример, задатак 5. је захтевао управо примену знања о реакцији алкохола с цинк(II)-хлоридом у присуству концентроване хлороводоничне киселине да би се, уз коришћење рН метра, утврдило у ком се од понуђених реакционих система налази сваки од два понуђена алкохола (2-метил-2-пропанол и 1-бутанол). Такође, ученици из експерименталне групе су на иницијалном тесту, као што је претходно наведено, показали статистички значајно слабије знање о глицеролу. Међутим, у

првом задатку завршног теста, они су били статистички значајно успешнији када је требало установити да овај алкохол улази у састав крема које хидрирају кожу руку због тога што, за разлику од друга два понуђена алкохола који имају по једну хидроксилну групу, поседује три хидроксилне групе које могу да граде водоничне везе са молекулима воде. Овакви резултати су, по свој прилици, последица саме природе контекстуалног приступа настави, који ученицима пружа прилику да до нових знања дођу кроз примере њихове примене у реалним контекстима. Важно је истаћи да у оквиру овог приступа акценат није на пуком набрајању примера примене одређених алкохола у датим реалним контекстима (које је заступљено и у оквиру традиционалне наставе на самом крају обраде ове наставне теме, по угледу на начин на који је то учињено у уџбенику), већ првенствено на објашњавању због чега се баш тај алкохол може применити у датој ситуацији. На овај начин, као што резултати завршног теста показују, код ученика из експерименталне групе унапређени су како концептуално разумевање физичких и хемијских својстава алкохола, тако и њихова способност да ова знања примене у решавању релевантних проблема из реалног живота, чиме су потврђени претходни литературни налази да презентовање нових знања у оквиру контекста њихове примене у реалном животу подстиче концептуално разумевање ових знања (Demircioğlu et al., 2009; Godin et al., 2014; Schwartz Bloom et al., 2011; Winther & Volk, 1994) и примену знања из области природних наука (Dennen & Bruner, 2008; Nentwig et al., 2007; Tytler, 2007).

Закључак

У раду су представљени резултати педагошког експеримента са паралелним групама који је спроведен да би се утврдило да ли контекстуални приступ настави може да унапреди концептуално разумевање и примену знања из области органске хемије код ученика гимназије природно-математичког смера. На основу резултата експеримента, може се закључити да је контекстуални приступ настави знатно успешнији од традиционалног приступа, који подразумева излагање искључиво академских знања, кад је реч о подстицању концептуалног разумевања и примени знања из органске хемије, док то није случај и са подстицањем репродукције академских знања.

Потребно је, међутим, истаћи да је сасвим могуће да је Хоторнов ефекат, упркос мерама које су предузете за ублажавање његовог дејства, у извесној мери ипак утицао на постигнућа ученика из експерименталне и контролне групе. Ограничавајући фактор је и то што је ово први пут да је педагошким експериментом с паралелним групама упоређена ефективност контекстуалног и традиционалног приступа настави органске хемије у гимназији природно-математичког смера. Будући да је у литератури више пута истакнуто да средњошколци органску хемију доживљавају као апстрактан предмет чије је градиво тешко за разумевање, резултати овог истраживања могу да пруже значајан допринос превазилажењу поменутих проблема и истовремено да укажу наставницима на који начин могу да унапреде наставу органске хемије у гимназији природно-математичког смера. Управо због тога, у будућности је потребно

спровести додатне педагошке експерименте с паралелним групама, како у оквиру обраде наставне теме *Алкохоли* тако и у обради других наставних тема из ове области хемије, како би се резултати овог истраживања потврдили и с већом сигурношћу генерализовали за целу област органске хемије у гимназији природно-математичког смера. Такође, потребно је упоредити и ефективност контекстуалне и традиционалне наставе органске хемије на нивоу основне школе, а слична истраживања се могу организовати и у оквиру других области хемије.

Литература

- Aikenhead, G. S. (2006). *Science education for everyday life-evidence-based practice*. New York: Teacher College Press.
- Bailey, Jr. P. S., & Bailey, C. A. (1971). A program for relevant organic chemistry in high school. *Journal of Chemical Education*, 48(4), 263-264.
- Barker, V., & Millar, R. (1996). *Differences between Salters' and traditional A-level chemistry students' understanding of basic chemical ideas*. York, UK: University of York.
- Beasley, W. (1980). High school organic chemistry studies: Problems and prospects. *Journal of Chemical Education*, 57(11), 807-809.
- Bennett, J., & Lubben, F. (2006). Context-based chemistry: The Salters approach. *International Journal of Science Education*, 28(4), 999-1015.
- Bojczuk, M. (1982). Topic difficulties in O and A level chemistry. *School Science Review*, 63(4), 545-551.
- Bretz, S. L. (2001). Novak's theory of education: human constructivism and meaningful learning. *Journal of Chemical Education*, 78(8), 1107-1116.
- Broman, K., & Parchmann, I. (2014). Students' application of chemical concepts when solving chemistry problems in different contexts. *Chemistry Education Research and Practice*, 15(4), 516-529.
- Childs, P. E., & Sheehan, M. (2009). What's difficult about chemistry? An Irish perspective. *Chemistry Education Research and Practice*, 10(3), 204-218.
- Cigdemoglu, C., & Geban, O. (2015). Improving students' chemical literacy levels on thermochemical and thermodynamics concepts through a context-based approach. *Chemistry Education Research and Practice*, 16(2), 302-317.
- Cohen, L., Manion, L., & Morrison, K. (2007). *Research Methods in Education* (6th ed.). New York: Routledge.
- Cook, D. (1967). *The impact of Hawthorne effect in experimental designs in educational research*. Washington, DC: US Office of Education.
- Demircioğlu, H., Demircioğlu, G. & Çalik, M. (2009). Investigating the effectiveness of storylines embedded within a context-based approach: the case for the Periodic Table. *Chemistry Education Research and Practice*, 10(3), 241-249.
- Dennen, V. P., & Bruner, K. J. (2008). The cognitive apprenticeship model in educational practice. In J. M. Spector, M. D. Merrill, J. J. G. van Merriënboer & M. P. Driscoll (Eds.), *Handbook of research on educational communications and technology*, (pp. 425-439). Mahwah, NJ: Erlbaum.
- Ebenezer, J. V., & Zoller, U. (1993). Grade 10 students' perceptions of and attitudes toward science teaching and school science. *Journal of Research in Science Teaching*, 30(2), 175-186.

- Godin, E. A., Kwiek, N., Sikes, S. S., Halpin, M. J., Weinbaum, C. A., Burgette, L. F., Reiter, J. P., & Schwartz-Bloom, R. D. (2014). Alcohol pharmacology education partnership: Using chemistry and biology concepts to educate high school students about alcohol. *Journal of Chemical Education*, 91(2), 165-172.
- Grove, N. P., & Bretz, S. L. (2012). A continuum of learning: From rote memorization to meaningful learning in organic chemistry. *Chemistry Education Research and Practice*, 13(3), 201-208.
- Gutwill Wise, J. P. (2001). The impact of context-based learning in organic chemistry courses: An early evaluation. *Journal of Chemical Education*, 78(5), 684-690.
- Hughes, G. (2000). Marginalization of socioscientific material in science-technology-society science curricula: Some implications for gender inclusivity and curriculum reform. *Journal of Research in Science Teaching*, 37(5), 426-440.
- Jimoh, A. J. (2005). Perception of difficult topics in chemistry curriculum by students in Nigeria secondary schools. *Ilorin Journal of Education*, 4(1), 1-5.
- Key, M-B. (1998). *Students' perceptions of chemical industry; influences of course syllabi, teachers, firsthand experience*. York, UK: University of York.
- Linnenbrink Garcia, L., Pattal, E. A., & Messersmith, E. E. (2013). Antecedents and consequences of situational interest. *British Journal of Educational Psychology*, 83(4), 591-614.
- Mandler, D., Mamlok Naaman, R., Blonder, R., Yayon, M., & Hofstein, A. (2012). High-school chemistry teaching through environmentally oriented curricula. *Chemistry Education Research and Practice*, 13(2), 80-92.
- Martella, R. C., Nelson, J. R., Morgan, R. L., & Marchand Martella, N. E. (2013). *Understanding and interpreting educational research*. New York: The Guilford Press.
- Nakhleh, M. B. (1993). Are our students conceptual thinkers or algorithmic problem solvers? Identifying conceptual students in general chemistry. *Journal of Chemical Education*, 70(1), 52-55.
- Nentwig, P. M., Demuth, R., Parchmann, I., Gräsel, C., & Ralle, B. (2007). Chemie im Kontext: Situating learning in relevant contexts while systematically developing basic chemical concepts. *Journal of Chemical Education*, 84(9), 1439-1444.
- Novak, J. D. (2010). *Learning, creating, and using knowledge*. New York: Taylor & Francis Group.
- Nunnally J. C. (1978). *Psychometric theory*. New York: McGraw-Hill.
- O'Dwyer, A., & Childs, P. (2014). Organic chemistry an action! Developing an intervention program for Introductory Organic Chemistry to improve learner's understanding, interest and attitudes. *Journal of Chemical Education*, 91(7), 987-993.
- Osborne, J., Simon S., & Collins, S. (2003). Attitudes towards science: a review of the literature and its' implications. *International Journal of Science Education*, 25(9), 1049-1079.
- Ozmen, H. (2008). Determination of students' alternative conceptions about chemical equilibrium: a review of research and the case of Turkey. *Chemistry Education Research and Practice*, 9(3), 225-233.
- Ramsden, J. M. (1997). How does a context-based approach influence understanding of key chemical ideas at 16+? *International Journal of Science Education*, 19(6), 697-710.
- Ratcliffe, M., & Millar, R. (2009). Teaching for understanding of science in context: Evidence from the pilot trials of the Twenty First Century Science courses. *Journal of Research in Science Teaching*, 46(8), 945-959.

- Ratcliffe, M. (2002). What's difficult about A-level Chemistry? *Education in Chemistry*, 39(3), 76-80.
- Sanger, M. J. (2005). Evaluating students' conceptual understanding of balanced equations and stoichiometric ratios using a particulate drawing. *Journal of Chemistry Education*, 82(1), 131-134.
- Schwartz, A. T. (2006). Contextualized Chemistry Education: The American experience. *International Journal of Science Education*, 28(9), 977-998.
- Schwartz Bloom, R. D., Halpin, M. J., & Reiter, J. P. (2011). Teaching high school chemistry in the context of pharmacology helps both teachers and students learn. *Journal of Chemical Education*, 88(6), 744-750.
- Smith, G., & Matthews, P. (2000). Science, technology and society in transition year: A pilot study. *Irish Educational Studies*, 19(1), 107-119.
- Tytler, R. (2007). *Re-imagining Science Education: Engaging students in science for Australia's future*. Camberwell, Victoria: Australian Council for Educational Research.
- Vaino, K., Holbrook, J., & Rannikmae, M. (2012). Stimulating students' intrinsic motivation for learning chemistry through the use of context-based learning module. *Chemistry Education Research and Practice*, 13(4), 410-419.
- Wierstra, R. F. A. (1984). A study on classroom environment and on cognitive and affective outcomes of the PLON-curriculum. *Studies in Educational Evaluation*, 10(3), 273-282.
- Winther, A. A., & Volk, T. L. (1994). Comparing achievement of inner-city high school students in traditional versus STS-based chemistry courses. *Journal of Chemical Education*, 71(6), 501-505.
- Yager, R. E., & Weld, J. D. (1999). Scope, sequence and coordination: The Iowa Project, a national reform effort in the USA. *International Journal of Science Education*, 21(2), 169-194.
- Zoller, U., Donn, S., Wild, R., & Beckett, P. (1991). Students' versus their teachers' beliefs and positions on science/technology/society-oriented issues. *International Journal of Science Education*, 13(1), 25-36.

Примљено: 26. 02. 2018.

Коригована верзија текста примљена: 24. 04. 2018.

Прихваћено за штампу: 30. 04. 2018.

THE EFFECTS OF EMPLOYING A CONTEXTUAL APPROACH TO TEACHING ORGANIC CHEMISTRY ON IMPROVING CONCEPTUAL UNDERSTANDING AND KNOWLEDGE APPLICATION AMONG STUDENTS OF A SCIENCE AND MATHEMATICS HIGH SCHOOL

Abstract *Since high school students tend to perceive organic chemistry as an abstract subject that is difficult to understand, the aim of the research was to examine whether a contextual approach to teaching can improve conceptual understanding and application of knowledge from this chemistry subdiscipline among students of a high school of science and mathematics. For this purpose, a teaching experiment with parallel groups was carried out as part of instruction on the topic of Alcohols. The sample consisted of 163 third grade students at a high school of science and mathematics, with 82 students in the control group and 81 in the experimental group. The initial test, comprising problems*

similar to those in the textbook, showed that students in both groups had a similar level of prior knowledge about alcohols. However, in the final test, where students were expected to apply their newly acquired knowledge about alcohols to solving everyday problems and to provide a detailed explanation of the problem-solving process, students in the experimental group achieved a significantly higher overall percentage of correct responses and a significantly higher number of correct responses to most problems in the test relative to students in the control group. Since the results of the experiment indicate that a contextual approach to teaching fosters conceptual understanding and application of knowledge in the field of organic chemistry, this research could contribute to improving organic chemistry teaching in high schools of science and mathematics.

Keywords: *contextual approach to teaching, organic chemistry teaching, conceptual understanding, application of knowledge*

ВЛИЯНИЕ КОНТЕКСТУАЛЬНОГО ПОДХОДА К ОБУЧЕНИЮ ОРГАНИЧЕСКОЙ ХИМИИ НА УЛУЧШЕНИЕ КОНЦЕПТУАЛЬНОГО ПОНИМАНИЯ И ПРИМЕНЕНИЕ ЗНАНИЯ У УЧЕНИКОВ ГИМНАЗИИ

Резюме *Поскольку ученики средней школы воспринимают органическую химию как абстрактный учебный предмет, материал которого трудно понять, целью данного исследования было определить, может ли контекстуальный подход к обучению улучшить концептуальное понимание и применение знаний в этой области химии у учеников гимназии с естественно-математическим уклоном. Следовательно, в процессе обработки учебной темы алкоholes проведен педагогический эксперимент с параллельными группами. Эксперимент проведен на примере 163 учеников третьего класса гимназии естественно-математического уклона (82 ученика контрольной и 81 ученик экспериментальной группы). При констатирующем тестировании, содержащем задания, аналогичные заданиям в учебнике, было установлено, что обе группы имеют относительно одинаковый уровень ранее приобретенных знаний об алкоholes. Однако на итоговом тесте, когда новые знания об алкоholes было необходимо применять при решении проблем из повседневной жизни и при объяснении процесса решения заданий, ученики экспериментальной группы дали статистически значимо высший процент точных ответов в целом и по большинству вопросов данного теста, по сравнению с учениками из контрольной группы. Поскольку результаты эксперимента показывают, что контекстуальный подход к обучению поощряет концептуальное понимание и применение знаний в области органической химии, данное исследование может способствовать улучшению преподавания органической химии в гимназиях с естественно-математическим уклоном.*

Ключевые слова: *контекстуальный подход к обучению, преподавание органической химии, концептуальное понимание, применение знаний*

Прилог 1

Иницијални *џесџ*

1. Напиши структурне хемијске формуле следећих алкохола:
 - а) метанол
 - б) 2-пропанол
 - в) 2-метил-2-пропанол
2. Заокружи слово поред назива секундарног алкохола:
 - а) етанол
 - б) 2-бутанол
 - в) 2-метил-2-пропанол
3. Заокружи слово поред назива полихидроксилног алкохола:
 - а) 2-метил-1-пропанол
 - б) глицерол
 - в) 2,2-диметил-пропанол
4. Напиши структурну хемијску формулу једињења које настаје у реакцији пропена с водом, у присуству сулфатне киселине:
5. Заокружи слово поред назива једињења које је растворљиво у води:
 - а) 1-бутин
 - б) 1-пропанол
 - в) бутанОбразложи свој избор:
6. Заокружи слово поред назива једињења које има највишу температуру кључања:
 - а) 2,2-пропандиол
 - б) 1-бутанол
 - в) пентанОбразложи свој избор:
7. Заокружи слово поред назива алкохола који улази у састав масти и уља:
 - а) 2-метил-2-пропанол
 - б) етанол
 - в) глицерол
8. Заокружи слово поред назива алкохола који се добија приликом алкохолног врења шећера из воћа, под дејством ензима квасца:
 - а) метанол
 - б) 2-бутанол
 - в) етанол
9. Обележи парцијално наелектрисање угљениковог атома у молекулу метанола:
10. Напиши структурне хемијске формуле једињења која представљају продукте оксидације следећих алкохола, у присуству калијум-дихромата:
 - а) 1-пропанол
 - б) 2-бутанол
 - в) 2-метил-2-пропанол

Прилог 2

Завршни шесџ

1.

а) Заокружи број поред назива алкохола који се због својства да добро хидрира кожу често може наћи у саставу сапуна и крема за негу руку:

- 1) 2-пропанол
- 2) етанол
- 3) глицерол

б) Објасни због чега молекули овог алкохола тако добро везују молекуле воде:

2. У реакционом суду 1 налази се 5 cm³ супстанце X. Када се у овај реакциони суд дода натријум, долази до појаве мехурића гаса, који се затим из реакционог суда 1 спроводе до реакционог суда 2. По доспећу мехурића гаса, у реакционом суду 2 који садржи супстанцу Y, у присуству платине долази до грађења етана.

Допуни следеће реченице:

- а) Супстанца X спада у класу органских једињења која се називају
- б) Супстанца Y је
- в) Гас који се издваја у реакционом суду 1 је

3. Напиши хемијске формуле супстанци које представљају продукте следећих хемијских реакција:

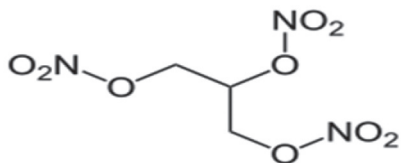
- а) супстанца је продукт редукције бутанала
- б) супстанца је продукт хемијске реакције 2-бутена с водом, у присуству концентроване сумпорне киселине
- в) супстанца настаје када се у раствор Zn(II)-хлорида у концентрованој хлороводоничној киселини дода 2-пропанол

4. У епрувету је сипано 10 cm³ дестиловане воде и убачен комадић лакмус папира. Након тога, у епрувету је додата непозната супстанца X. Ова супстанца представља веома често коришћен додаток храни (обележава се ознаком E262), а користи се за конзервирање пецива, мајонеза, рибе, као и воћа и поврћа; 15 минута након додатка ове супстанце, у епрувети је детектовано присуство етанола, а лакмус папир је био плаве боје. Напиши једначину хемијске реакције која се одиграла.

5. У епрувете 1 и 2 сипано је по 5 cm³ раствора Zn(II)-хлорида у концентрованој хлороводоничној киселини, након чега је у обе епрувете убачен рН метар. Након тога, у сваку од епрувета додато је по 2 cm³ следећа два алкохола: један од њих је 2-метил-2-пропанол, који се може изоловати из биљке познате под називом маниока, коју становници тропских предела Африке и Јужне Америке користе за припремање хлеба и алкохолних пића; други алкохол, 1-бутанол, осим што представља компоненту парфема, служи као растварач у хемијској индустрији и разређивач за боје, лако може да постане биогориво будућности. Међутим, није познато који је алкохол додат у коју епрувету. На који начин ћеш то утврдити?

6. На слици 1. приказана је хемијска формула супстанце која представља јак експлозив, познате под називом нитроглицерин. Занимљиво, ова супстанца се такође користи и за брзо снижавање крвног притиска. Напиши једначину хемијске реакције синтезе ове супстанце полазећи од одговарајућег алкохола и наведи назив класе хемијских једињења којој ова супстанца припада.

Слика 1. Нитроглицерин



7. Само један структурни изомер бутанола има температуру кључања нижу од 85°C. Такође, управо због његове карактеристичне структуре, у присуству овог алкохола повећава се октански број бензина. Напиши структурну хемијску формулу овог алкохола и образложи свој одговор.

8.

а) Напиши структурну хемијску формулу алкохола који, уколико се нађе у довољно великој количини у домаћој ракији произведеној под неконтролисаним условима, доводи до тровања праћеног слепилом, а може да резултира и смрћу корисника.

б) Објасни због чега се поменути алкохол користи у оквиру процеса денатурације техничког алкохола и која је сврха овог процеса:

9. Заокружи слово поред rK_a вредности етанола, а затим образложи свој избор:

а) 5

б) 7

в) 15,9