

Универзитет у Београду
ХЕМИЈСКИ ФАКУЛТЕТ

ПРИЈЕМО: 04-02-2025

Орг. јед.	Број	Прилог	Вредност
	276/3		

Наставно-научно, већу Хемијског факултета

Поштоване колеге,

Одлуком Наставно-научног већа Универзитета у Београду – Хемијског факултета бр. 276/2, од 10. априла 2025. године, одређен сам за једног од рецензената књиге ОРГАНСКЕ СИНТЕЗЕ СА МЕХАНИСТИЧКИМ ОСНОВАМА – 1. ДЕО, аутора др Филипа Бихеловића, ванредног професора. О књизи подносим следећи извештај:

Наука и уметност органске синтезе развија се брзо и континуално, што обухвата откриће нових и развој постојећих реакција, нове експерименталне технике, растући удео информатике у планирању и реализацији органских синтеза, као и многе друге аспекте који доприносе промени „пејзажа“ ове истраживачке области. Стога се, после 20 година коришћења уџбеника ОРГАНСКЕ СИНТЕЗЕ, професора Живорада Чековића, који је обележио једну епоху у развоју и предавањима ове научне области на Хемијском факултету у Београду, појавила потреба за новим уџбеником који би одговорио захтевима савремених курсева ОРГАНСКЕ СИНТЕЗЕ 1 и 2, које студенти слушају на 3. и 4. години студија. Књиге др Филипа Бихеловића: ОРГАНСКЕ СИНТЕЗЕ СА МЕХАНИСТИЧКИМ ОСНОВАМА – 1. ДЕО, као и 2. ДЕО истоимене едиције у пуној мери испуњавају овај захтев. Први том овог двотомног издања посвећен је трансформацијама функционалних група, а други стварању веза угљеник-угљеник. Ова подела учињена је због обимности материјала и прилагођавања курсевима на Хемијском факултету (раније двосеместрални предмет ОРГАНСКЕ СИНТЕЗЕ у време болоњске реформе раздвојен је на два курса: ОРГАНСКЕ СИНТЕЗЕ 1 и 2) и није сасвим стриктна.

Ова рецензија односи се на први том: ОРГАНСКЕ СИНТЕЗЕ СА МЕХАНИСТИЧКИМ ОСНОВАМА – 1. ДЕО. Књига је написана на 754 странице (формат Б5, величина фонта 10) и обухвата шест тематских поглавља (1. Развој и перспектива органске синтезе, 2. Нуклеофилне супституције, 3. Адиције на С-С π -везе и реакције елиминације, 4. Адиције хетеронуклеофила на С-Х π -везе, 5. Оксидације, 6. Редукције), као и Предговор, Списак скраћеница, Индекс појмова и Индекс именованих реакција и реагенаса.

У поглављу 1 дата је кратка историја органске синтезе, од Велерове синтезе урее до данашњих дана. Развој ове области приказан је кроз синтезе природних производа, фармацеутских препарата и платонских молекула које су обележиле своје време и које се могу сматрати „каменовима међа шима“ на овом развојном путу. Овај преглед омогућава студентима контекстуализацију материје која следи и шире сагледавање синтетичке проблематике.

Детаљна обрада тематских целина почиње Поглављем 2, у коме су обрађене нуклеофилне супституције. Поглавље почиње теоретско-механистичком пролегоменом, у којој се дефинише терминологија и приказују механистички основи овог типа реакција. Следе примери нуклеофилних супституција на угљениковом атому, коришћењем кисеоничних, азотних, сумпорних и халогених нуклеофила, уз детаљан приказ структурне разноврсности супстрата, реагенаса и реакционих услова који се примењују за овај тип трансформација. После супституција на угљениковом атому, приказане су и супституције на атомима сумпора, фосфора и силицијума, што, колико је овом рецензенту познато, до сада није било доступно у нашој хемијској литератури.

Треће поглавље посвећено је адицијама на С-С π -везе и њима реверсним, но механистички блиским, реакцијама елиминације. На почетку су обрађене адиције халогеноводоника и халогена

на алкене, као и сродне реакције халохидроксиловања, халоаминовања и сл. Интересантно је да је аутор овде укључио и хидроборовања алкена (нешто касније и алкина), што је проблематика коју би просечан читалац вероватно потражио у поглављу „Редукције“. Предност овакве класификације је што се на једном месту могу приказати све трансформације функционалних група које се заснивају на орѓаноборанима, а недостатак – контраинтуитивно искључивање једне од најважнијих метода за редукцију алкена из Поглавља 6 у које природно спада. Наравно, ово је само један од бројних примера ситуација у хемији када једнозначно, стриктно поштовање номенклатуре/класификације није могуће и на аутору је да направи избор и донесе одлуку. Потпоглавље 3.5, посвећено супституцијама у α -положају у односу на карбонилну групу, класификовано је у адиције на $C=C$ везе према механизму реакције (врши се преко енола, или енолата), а не према формалном типу трансформације (супституција на sp^3 угљениковом атому у α -положају), што илуструје став аутора да целокупну проблематику органске синтезе сагледава и излаже у контексту механистички засноване реактивности, а не као формални каталог трансформација функционалних група. После адиција на неактивирани алкене, описане су и реакције хетеронуклеофила са Мајкловим акцепторима. Наредно потпоглавље обухвата трансформације истог типа, али супротног смера: елиминације. Након приказа механистичких основа овог типа реакција, систематично су приказане синтетички значајне реакције елиминације, што обухвата поларне и неполарне реакције, алкоhole, аминe и друге супстрате и, што је са препаративног становишта нарочито важно, широк дијапазон реагенса за извођење ових трансформација под оптималним условима.

После адиција на $C=C$ везе, у поглављу 4 описане су адиције хетеронуклеофила на угљеник-хетероатом ($C=X$) везе. Приказане су адиције кисеоничних, азотних и сумпорних нуклеофила на карбонилне групе алдехида и кетона, што је илустровано бројним примерима, релевантним за савремену органску синтезу. Ово обухвата и адиције цијанидног нуклеофила, којима би, по мишљењу рецензента, место пре било у другом тому ове едиције, посвећеном стварању веза угљеник-угљеник; но, и оваква класификација има своју логику. Помало је изненађујуће да су добијања активираних деривата карбоксилних киселина обухваћена насловом „4.2 Адиције на карбоксилне киселине и ацил-деривате“. Иако се и овде на класификацију може применити иста лoгика која је наведена у коментару на поглавље 3.5 *Електрофилне супституције α -положају карбонилне групе*, наведене трансформације се традиционално и интуитивно сматрају супституцијама (иако обухватају адиционо-елиминациони механизам), а стављање механистичког нагласка на први корак овог механистичког тандема не делује оправдано, јер је реч о „баналној“ реакцији, која се нигде у тексту детаљно не дискутује. Но, ово се пре може сматрати личним ставом него пропустом.

Поглавље 5 *Оксидације* започиње приказом оксидација алкоhole у алдехиде и кетоне, што обухвата оксидације реагенса на бази прелазних метала, хипервалентног јода, затим оксидације помоћу активираних диметил-сулфоксида, *N*-оксоамонијум-соли и других реагенса. Преглед је систематичан, лoгички конципиран, а велики број примера из савремене органске синтезе омогућава стицање јасне слике о могућностима и ограничењима наведених реагенса. Приказане су и селективне оксидације: алилних, бензилних, пропаргилних алкоhole, као и селективне оксидације примарних и секундарних алкоhole (код полиола). Лoгичан наставак овог поглавља обухвата оксидацију алкоhole и/или алдехида у карбоксилне киселине и естре, где су приказани сви значајнији реагенси који се користе у ту сврху. Преглед оксидација се наставља фрагментационим

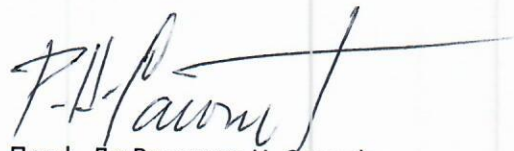
реакцијама диола помоћу два реагенса који су најважнији за овај тип трансформације (натријум-перјодат и олово-тетраацетат). Осим из алкохола, алдехиди се могу добити и из алкил-халогенида, што је приказано у потпоглављима посвећеним Сомелетовој и Корнблумовој оксидацији. Једна страна посвећена је и оксидацијама етара – реакцији која се релативно ретко среће у органској синтези, али која може бити веома корисна. У логичном следу, приказ оксидација наставља се оксидацијама карбонилних једињења у α -положају, што обухвата како директне оксидације карбонилних једињења помоћу селен-диоксида, тако и оксидације одговарајућих енол-етара и енолата. Следе оксидације фенола, које су значајне због тога што омогућавају биомиметски приступ одређеним класама природних производа. С обзиром на то да овде има доста примера стварања везе угљеник-угљеник, неке од ових реакција можда су могле бити приказане у другом тому ове едиције – међу реакцијама за стварање веза угљеник-угљеник. Потпоглавље о оксидацијама алкена и алкина (5.8) започиње њиховим хидратацијама, што стриктно гледајући, нису оксидације већ диспропорционисања алкена и алкина. Но ове реакције свакако су, по типу структурне трансформације, веома блиске касније описаној Вакеровој оксидацији, што оправдава њихово уврштавање у овај тематски блок. Дихидроксилације и епоксидације алкена илустроване су бројним примерима из новије хемијске литературе, а обухватају и енантиселективне реакције. У одговарајућим потпоглављима приказане су и најважније оксидације веза угљеника са хетероатомима (азотом и силицијумом), као и оксидације хетероатома: азота, сумпора, селена и фосфора.

Поглавље 6 Редукције, организовано је тако што је на почетку дат кратак преглед најважнијих редукционих средстава и механистички различитих метода за редукције органских једињења, а затим је ова проблематика разматрана у потпоглављима посвећеним редукцијама појединих функционалних група: алкена, алкина, алена, арена, карбонилних једињења, естара и других деривата карбоксилних киселина, имида и једињења са $C=S$ везом. Посебно потпоглавље – 6.6 Хидрогенолизе – посвећено је хидрогенолизама угљеник-хетероатом (O, N, S) и хетероатом-хетероатом (N-N, N-C, O-O, O-S, N-S, S-S, P-O) веза. Значајки одабраним примерима из новије хемијске литературе на упечатљив начин илустроване су могућности овог типа трансформација у савременој органској синтези. Поглавље се завршава редуктивним стварањем C-C веза, што овај рецензент доживљава као благу недоследност: тачно је да су механистички блиске редукцијама, али онда би и стварање C-C веза помоћу органоборана могло да се нађе у првом тому. Ово утолико пре што су реакције бирадикалских циклизација (пинаколско купловање и ацилоинска кондензација, са свим варијантама) значајне за синтезу средњих прстенова, што можда није довољно наглашено њихова комплементарност са другим циклизационим реакцијама била би очигледнија уколико би све биле у истом тому, или би бар требало допунски нагласити значај овде поменутих циклизационих реакција и нагласити њихову супериорност за макроциклизације, у односу на „класичне“ методе.

Да резимирамо: књига ОРГАНСКЕ СИНТЕЗЕ СА МЕХАНИСТИЧКИМ ОСНОВАМА – 1. ДЕО, аутора др Филипа Ђихеловића, ванредног професора, представља капитално дело у области органске синтезе. Осмишљена као уџбеник, она нуди и знатно више од тога: богатством садржаја, савременошћу примера и обиљем литературних навода (преко 1500 референци прецизно повезаних са датим примерима, што је без преседана у уџбеничкој литератури код нас) она надилази потребе студената основних студија и свакако ће корисно послужити постдипломцима, истраживачима у области органске хемије и свима онима који желе да дубље схвате и потпуније

овладају науком и уметношћу органске синтезе. Стога са великим задовољством предлажем Наставно-научном већу Хемијског факултета да књигу ОРГАНСКЕ СИНТЕЗЕ СА МЕХАНИСТИЧКИМ ОСНОВАМА – 1. ДЕО, аутора др Филипа Бихеловића, прихвати као уџбеник за студенте хемије и преда га у штампу у што краћем року, како би већ наредна генерација студената 3. године могла да користи ову изванредну едицију.

У Београду, 2. 2. 2026.



Проф. Др Радомир Н. Саичић,

Редовни члан САНУ

Рецензија

Књига:

Органске синтезе са механистичким основама - 1. део.

Аутор:

др Филип Бихеловић, ванредни професор, Универзитет у Београду, Хемијски факултет, Катедра за органску хемију

Рецензент:

др Владимир Савић, редовни професор, Универзитет у Београду, Фармацеутски факултет, Катедра за органску хемију

Органска синтеза представља темељни стуб органске хемије и има изузетно важну улогу у савременој науци и технологији. Вишедеценијско знање акумулирано у овој области омогућава дизајн и синтезу органских молекула са унапред дефинисаним особинама, а тиме и приступ биолошки активним једињењима, полимерима, различитим материјалима, природним производима и другим класама органских једињења. Стицање знања у области органске синтезе је есенцијално за студенте хемијских и сродних факултета па су овој теми посвећени посебни курсеви праћени одговарајућом литературом. Таквој литератури припада и књига др Филипа Бихеловића, ванредног професора Хемијског факултета Универзитета у Београду, под називом *Органске синтезе са механистичким основама - 1. део*.

Текст књиге, импресиван и ако се погледају само статистички подаци: 754 стране Б5 формата, 550 схема са 1550 примера и 1549 цитатних навода, садржи следеће области: 1. *Развој и перспектива органске синтезе*, 2. *Нуклеофилне супституције*, 3. *Адиције на C-C π -везе и реакције елиминације*, 4. *Адиције хетеронуклеофила на C-X π -везе*, 5. *Оксидације* и 6. *Редуције*. Поред ових поглавља, књига садржи и следеће: списак скраћеница, индекс појмова и индекс именованих реакција и реагенса, што доприноси прегледности и ефикаснијој употреби текста. Прво поглавље даје кратак али интересантан преглед развоја синтетске органске хемије, од Wöhler-ове синтезе урее, до Kishi-јеве синтезе палитоксина. Поглавља која следе баве се највећим делом трансформацијама функционалних група кроз које су представљене и синтезе различитих класа органских једињења. Ова поглавља су слично конципирана и најчешће започињу објашњењем основних појмова и механистичким разматрањем хемијског процеса, након чега се анализирају одговарајуће трансформације уз илустровање њихове примене у органској синтези. Механизми су детаљно приказани и објашњавају не само очекиване, већ и алтернативне хемијске токове пружајући потпуни увид у природу трансформације. У ова разматрања су укључене и механистичке варијанте условљене примењеним реагенсом или условима реакције. Након овог дела, објашњени су процеси који воде настанку посебних класа једињења уз представљање како оних историјски значајних, тако и оних савремених који данас налазе чешћу примену и имају већи синтетски значај. Свакав концепт чини да је читаоцу омогућено потпуно сагледавање синтетске трансформације, од оног фундаменталног, што је неопходно за разумевање процеса, до оног апликативног, што је неопходно за стратешки приступ синтетским циљним молекулима и реализацију синтезе. Све ово аутор остварује на савремен начин, користећи најновија научна

сазнања и представљајући их на веома јасан начин. Да би се припремио текст високог квалитета на тему из области органских синтеза, каквим се с правом може окарактерисати текст књиге *Органске синтезе са механистичким основама - 1. део*, неопходно је не само добро познавање области у целини, него и исцрпно проучавање савремене научне литературе, а затим и способност правог одабира најзначајнијих синтетских методологија и њихових релевантних модификација. Све наведено јасно се одражава како у садржају дела, тако и у једноставном, прегледном и научно утемељеном начину излагања.

Органска синтеза има снажан едукативни значај развијајући аналитичко размишљање, креативност и способност решавања комплексних проблема јер захтева стратешко планирање и дубоко разумевање хемијских принципа. Књига *Органске синтезе са механистичким основама - 1. део* промовише ове вредности и биће незаменљиво средство у образовању будућих генерација студената хемијске оријентације. Додатни квалитет огледа се и у томе што ће текст бити од велике користи истраживачима у области органске синтезе, као богат извор информација, подсетник и као полазиште у проналажењу примарних извора научних информација.

Београд, 26.1.2026.

Vladimir Stoev