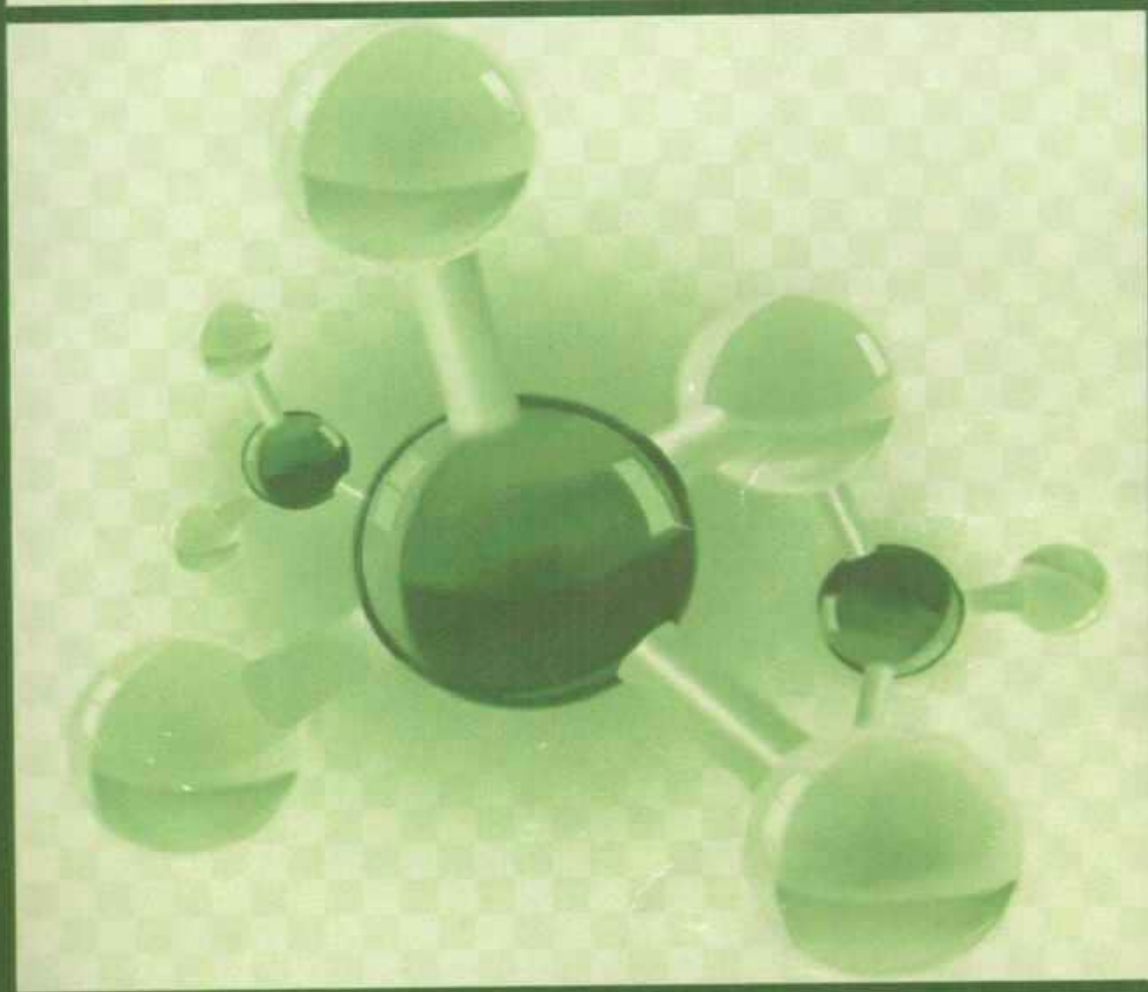


О. І. МУЛЯК
В. В. КАРП'ЯК
М. Д. ОБУШАК



ЛАБОРАТОРНІ РОБОТИ І ЗАДАЧІ
З ОРГАНІЧНОЇ ХІМІЇ

Міністерство освіти і науки України
Львівський національний університет імені Івана Франка

О. І. Муляк,
В. В. Карп'як,
М. Д. Обушак

ЛАБОРАТОРНІ РОБОТИ І ЗАДАЧІ З ОРГАНІЧНОЇ ХІМІЇ

Навчальний посібник
Видання друге, перероблене і доповнене

Львів
ЛНУ імені Івана Франка
2019

УДК 547(076)
М 90

Рецензенти:

д-р хім. наук, проф. *В. С. Броварець*
(Інститут біоорганічної хімії і нафтохімії НАН України);
д-р хім. наук, доц. *О. І. Гевусь*
(Національний університет "Львівська політехніка");
д-р хім. наук, проф. *П. І. Ягодинець*
(Чернівецький торговельно-економічний інститут Київського
національного торговельно-економічного університету)

*Рекомендовано до друку Вченою Радою Львівського
національного університету імені Івана Франка
Протокол №56/10 від 31 жовтня 2018 р.*

Муляк О. І.

М 90 Лабораторні роботи і задачі з органічної хімії: навч.
посібник (2-ге видання) / О. І. Муляк, В. В. Карп'як, М. Д. Обушак. – Львів : ЛНУ імені Івана Франка, 2019. – 198 с.

ISBN 978-617-10-0510-5.

Описано методики лабораторних робіт та наведено завдання з органічної хімії. Завдання призначені для закріплення та поглиблення знань студентів біологічного факультету з основних розділів курсу органічної хімії.

Для студентів вищих навчальних закладів.

УДК 547(076)

© Муляк О. І., Карп'як В. В., Обушак М. Д., 2019

© Львівський національний університет імені
Івана Франка, 2019

ISBN 978-617-10-0510-5

ПЕРЕДМОВА

Головна мета цього лабораторного практикуму – допомогти студентам глибше вивчити теоретичний матеріал з органічної хімії, ознайомити їх через експериментальні дослідження з загальними властивостями та характерними реакціями різних класів органічних сполук, а також із методами виділення й очищення органічних речовин.

Лабораторні заняття є важливою ланкою навчального процесу. На цих заняттях студенти отримують навички експериментальної роботи з органічними речовинами, лабораторним посудом і обладнанням, вчать робити висновки з експериментальних результатів, використовуючи теоретичні знання.

Ретельне й усвідомлене виконання робіт цього лабораторного практикуму допоможе студентам накопичити досвід практичної діяльності за фахом, буде підґрунтям для подальшого навчання і виконання практикумів з біологічних дисциплін.

Практикум проводять паралельно з вивченням теоретичного курсу. Перед початком роботи студент має детально ознайомитися зі змістом і технікою виконання дослідів, а також з потенційно небезпечними властивостями речовин, які будуть використані у досліді. Пропонований практикум складений за розділами, що охоплюють основні класи органічних сполук. До кожного завдання студент вивчає відповідний теоретичний матеріал згідно з програмою, готує відповіді на запитання для самоконтролю з розділу курсу. Перед почат-

ОЧИЩЕННЯ ОРГАНІЧНИХ РЕЧОВИН І ВИЗНАЧЕННЯ ФІЗИЧНИХ КОНСТАНТ

Органічні речовини трапляються в природі й утворюються під час синтезу, звичайно, не в чистому стані, а в суміші з іншими речовинами. Під час хімічних процесів майже завжди одночасно з основною реакцією відбуваються побічні реакції, продукти яких забруднюють основну сполуку. Тому, перш ніж приступити до вивчення органічних сполук, треба одержати їх у чистому стані. Найчастіше органічні речовини є в складі твердих або рідких сумішей. Залежно від характеру суміші застосовують різні способи виділення й очищення речовин.

Виділення органічних сполук із сумішей, добутих синтетично, та виділення з природних продуктів досягають двома принципово різними способами.

Перший спосіб ґрунтується на використанні різних хімічних властивостей сполук. Він дає змогу швидко та повно відділити одну речовину від інших, які мають відмінні хімічні властивості, тобто належать до інших класів сполук.

Другий метод ґрунтується на використанні різних фізичних властивостей речовин: температури кипіння та плавлення, розчинності, різного агрегатного стану тощо.

Суміші, які потрібно розділити, можуть складатися з твердих, рідких і газоподібних речовин.

Суміші твердих речовин. Для розділення сумішей твердих речовин найчастіше використовують метод перекристалізації, який ґрунтується на різній розчинності компонентів у якомусь розчиннику (спирт, гексан, бензен, вода тощо). Якщо тверді речовини можна переганяти, то розділення проводять за допомогою перегонки чи фракційної дистиляції.

Суміші рідких речовин. Фізично *однорідні* суміші (розчини рідин у рідинах) розділяють різними видами перегонки або екстрагуванням. *Неоднорідні* суміші розділяють за допомогою ділильної лійки (коли рідини взаємно не розчинні, мають різну густину й утворюють два шари), екстрагуванням одного з компонентів або перегонкою (якщо рідини мають близьку питому вагу й утворюють емульсію).

Суміші рідин з твердими речовинами. Суміші рідин з твердими речовинами бувають однорідними (справжні розчини) та неоднорідними. Якщо тверда речовина нерозчинна, то її відокремлюють від рідини фільтруванням. Однорідні суміші (розчини) розділяють відгонкою розчинника (якщо тверда речовина нелетка), випарюванням розчину до початку кристалізації або досуха, перегонкою з водяною парою (якщо один з компонентів леткий) і екстрагуванням.

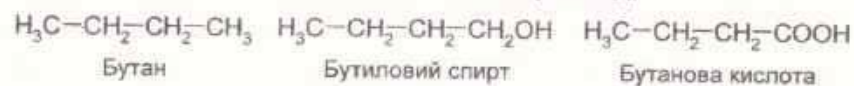
Розчини газів у рідині. Такі суміші розділяють нагріванням розчину, причому газу виділяються з нього. Іноколи вдаються до відсмоктування вакуумом.

Газові суміші. Їх розділяють, використовуючи різні температури кипіння компонентів. Для цього суміші охолоджують під тиском, причому той чи інший газ конденсується, або зріджують усю газову суміш у рідину, яку потім піддають дробному випарюванню. Часто користуються різною розчинністю газів у деяких рідинах або хімічними реакціями цих газів з певними речовинами.

МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ ДО РОЗВ'ЯЗУВАННЯ ЗАДАЧ

Перш ніж приступити до розв'язування задач, потрібно вивчити відповідний розділ курсу. Варто звернути увагу на основні методи одержання, хімічні властивості, умови реакцій і на зв'язок конкретного класу сполук з іншими класами.

Усі рівняння реакцій треба записувати, зазначаючи, якщо треба, умови їхнього перебігу. Для всіх органічних речовин потрібно писати структурні формули, проте можна не зазначати всі зв'язки карбон-гідроген. Функційні групи в формулах зазвичай пишуть у правій частині. Наприклад,



Найчастіше траплятимуться такі типи задач.

I. Ізомерія та номенклатура органічних сполук.

II. Синтезувати (або ланцюг перетворень) за допомогою заданих реагентів.

III. Синтез конкретної речовини відповідним заданим способом.

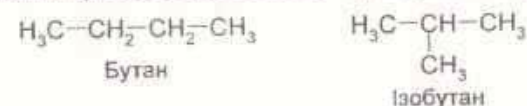
IV. Синтез конкретної речовини з заданої вихідної.

V. Синтез конкретної речовини і написання хімічних реакцій, у які вона вступає.

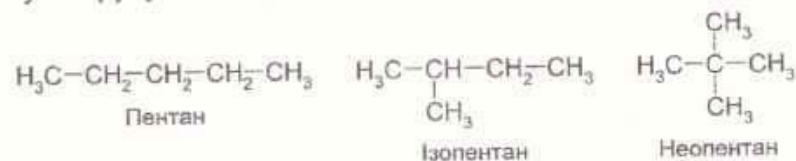
VI. Визначення структурної формули органічної сполуки з використанням наведених у задачі даних (зокрема, властивостей цієї сполуки).

❶. Під час написання формул ізомерів заданої сполуки можна використовувати два прийоми.

1. Використовують формули ізомерів попереднього гомолога, замінюючи в них різні за положенням атоми карбону групою CH_3 . Наприклад, якщо потрібно написати формули ізомерних вуглеводнів складу C_5H_{12} , то спочатку пишуть формули ізомерних вуглеводнів складу C_4H_{10} , яких є два:



Замінюючи різні атоми гідрогену у формулах ізомерів бутану на групу CH_3 , отримують:



2. Враховують формули нормальної (нерозгалуженої) будови для заданої сполуки. Змінюючи положення функційних груп або кратних зв'язків, отримують формули ізомерів. Наприклад, для вуглеводню складу C_6H_{12} :

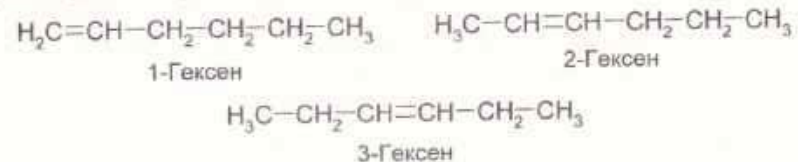
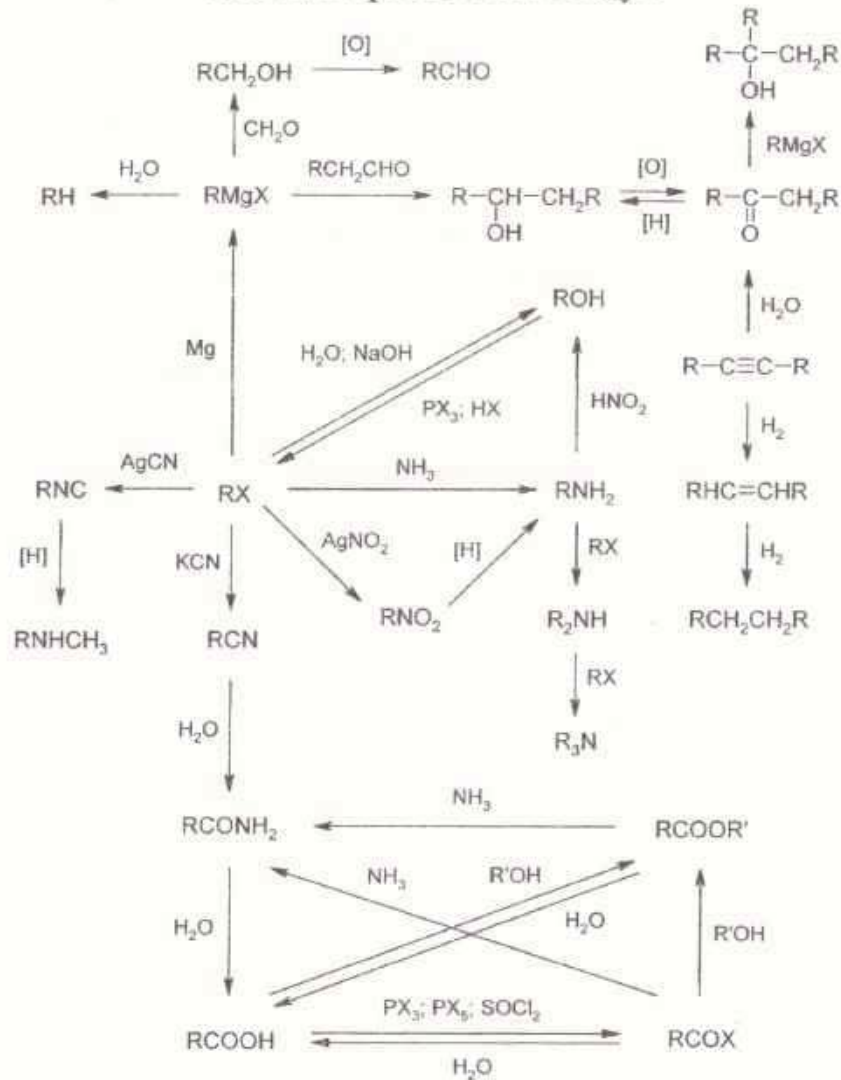


Схема переходів між найважливішими класами органічних сполук

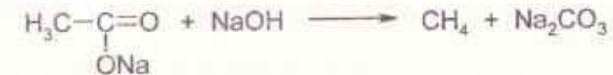


НАСИЧЕНІ ВУГЛЕВОДНІ

1. Отримання метану та дослідження його властивостей

У суху пробірку приблизно на 1/3 її об'єму насипати суміш (добре розтерту в ступці) однієї частини безводного натрій ацетату з двома частинами прожареного натронного вапна $[\text{NaOH} + \text{Ca}(\text{OH})_2]$. Пробірку закрити корком з газовідвідною трубкою і закріпити у штативі. Нагріти суміш на полум'ї пальника. Що виділяється під час цього? Отриманий газ підпалити. Яке забарвлення полум'я?

Дослідити властивості метану. Перевірити його здатність до окиснення і дії бромю на холоді. Для цього газовідвідну трубку опустити у пробірку з розчином калій перманганату, а потім в іншу пробірку з бромною водою. Описати свої спостереження.



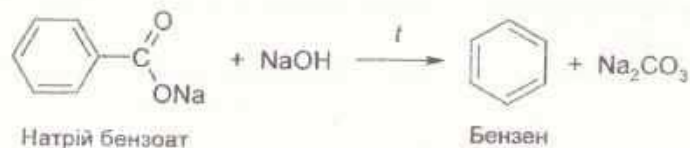
2. Бромовання гексану

У суху пробірку влити п'ять крапель гексану і додати дві краплі розчину бромю в тетрахлорометані, збовтати вміст і записати, що під час цього простежується.

АРОМАТИЧНІ ВУГЛЕВОДНІ

1. Отримання бензену

У суху пробірку помістити 2 г натрій бензоату та 4 г натронного вапна. Суміш ретельно перемішати, пробірку закрити корком з газовідвідною трубкою, кінець якої опустити у пробірку з холодною водою. Нагріти пробірку в полум'ї пальника. Записати свої спостереження. Чи розчиняється бензен у воді? Який його запах?

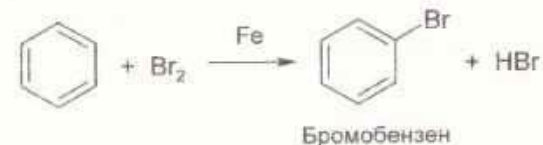


2. Взаємодія бензену та його гомологів з бромом

А. У пробірку налити 1 мл бензену і 2 мл бромної води. Енергійно збовтати і залишити для порівняння з дослідом (Б).

Б. У дві сухі пробірки налити по 1 мл розчину бром у тетрахлорометані та додати по 0,1 г залізних ошурок. В одну пробірку додати 2 мл бензену, а в іншу – 2 мл толуену. Вміст усіх трьох пробірок обережно нагріти на водяній бані протягом 3 хв. Перевірити рН розчинів у кожній пробірці змоченим водою індикаторним папірцем.

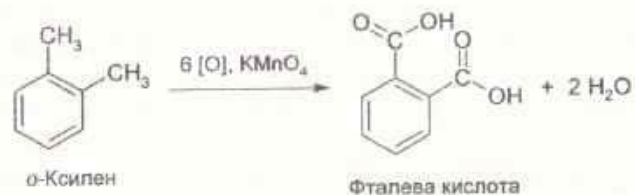
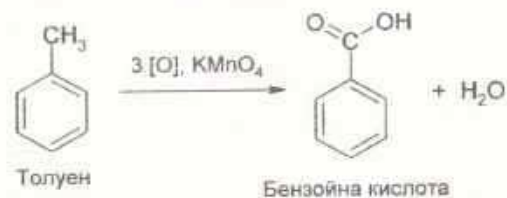
Записати спостереження та пояснити отримані експериментальні дані.

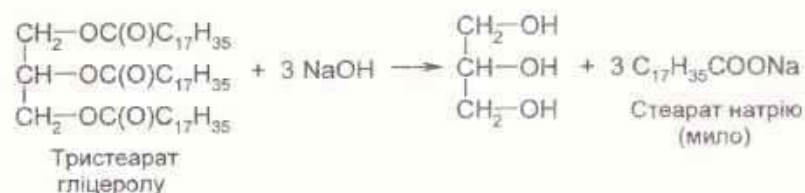


3. Окиснення бензену та його гомологів

У три пробірки налити по 2 мл 0,5 % розчину калій перманганату та додати по три краплі 10 % розчину сульфатної кислоти. У першу пробірку налити 2 мл бензену, у другу – 2 мл толуену, а в третю – 2 мл о-ксилену. Вміст пробірок збовтати й обережно нагріти на водяній бані.

Записати свої спостереження.





6. Виділення жирних кислот з мила

У пробірку помістити п'ять крапель концентрованого розчину мила, додати дві краплі 10 % розчину сульфатної кислоти і спостерігати за зміною в пробірці. Яка реакція відбувається? Пояснити, чим зумовлені зміни в реакційній суміші.



Запитання для самоконтролю знань
і задачі до теми „Одноосновні карбонові
кислоти та їхні функціональні похідні“

Насичені одноосновні

карбонові кислоти та їхні похідні

1. Які сполуки називають карбовоними кислотами? Як їх поділяють залежно від будови вуглеводневого радикала і кількості карбоксильних груп?
2. Записати формули насичених одноосновних кислот до C_5 та назвати їх. Які кислоти належать до вищих? Записати формули і назвати дві вищі насичені одноосновні кислоти.

3. Який вид ізомерії характерний для насичених одноосновних кислот? Записати формули всіх ізомерних кислот загального складу $\text{C}_5\text{H}_{10}\text{O}_2$ і назвати їх.
4. Отримати бутанову кислоту: а) окисненням спирту; б) з алкену оксосинтезом; в) з галогеналкану через нітрил; г) з галогеналкану через магнійорганічну сполуку.
5. Із бромистого бутилу, використовуючи магнійорганічний синтез, одержати відповідну кислоту.
6. Які кислоти утворюються за реакцією Гриньяра, якщо, крім карбон(IV) оксиду, використати: а) бромистий ізопропілмагній; б) йодистий етилмагній?
7. Яка електронна будова карбоксильної групи? У якому стані гібридизації міститься атом карбону? Які електронні ефекти простежуються в карбоксильній групі?
8. Який електронний ефект виявляє карбоксильна група до вуглеводневого радикала? Як будова цього радикала впливає на силу кислоти?
9. Які типи реакцій характерні для карбовоних кислот? Записати для пропанкарбової кислоти рівняння реакцій: а) з цинком; б) з калій гідроксидом; в) з етанолом; г) з фосфор(V) хлоридом; д) з амоніаком (під час нагрівання); е) з хлором. Назвати продукти реакцій і зазначити тип кожної з них.
10. Одержати масляну кислоту: а) гідролізом нітрилу; б) окисненням альдегіду. Написати для кислоти рівняння реакції з пропіловим спиртом за наявності H_2SO_4 .
11. Які сполуки належать до функціональних похідних кислот? Записати формули метилового естеру, хлорангідриду, аміду й ангідриду бутанової кислоти.
12. Одержати із 2-метилбутанової кислоти: а) хлорангідрид; б) етиловий естер. Для другої реакції описати механізм.
13. Одержати за реакцією Гелля–Фольгарда–Зелінського 2-бромпропанову кислоту. Що утвориться в разі

– на сульфур у білках 143	Температура плавлення 33
– нінгідрінова 142	Трифенілкарбінол 175
– Селіванова 160	Фелінга реактив 96
– срібного дзеркала 159	α -Фенілазо- β -нафтол 154
– Троммера 97, 160	Фенілдіазонійхлорид 152
Саліциловий альдегід 107	Фенол 90
Сахароза	Фурфурол 184–186
– інверсія 161	Хлоробензен 79
– якісна реакція 162	Циклогексан 169
Сублімація 35, 123, 178	
Сульфування	
– бензену 70	
– нафталену 179	

ЗМІСТ

Передмова.....	3
Програма навчальної дисципліни „Органічна хімія” для студентів біологічного факультету.....	5
Правила роботи та техніка безпеки в лабораторії органічної хімії.....	25
Ліквідація наслідків нещасних випадків і надання першої допомоги.....	28
Очищення органічних речовин і визначення фізичних констант.....	30
Методичні рекомендації до розв'язування задач.....	42
Насичені вуглеводні.....	57
Ненасичені вуглеводні.....	61
Ароматичні вуглеводні.....	68
Правила орієнтації електрофільного заміщення у бензеновому ядрі. Властивості похідних ароматичних вуглеводнів.....	73
Галогенопохідні вуглеводнів.....	77
Спирти.....	83
Феноли й ароматичні спирти.....	90
Альдегіди і кетони аліфатичного ряду.....	96
Альдегіди і кетони ароматичного ряду.....	103
Одноосновні карбонові кислоти та їхні функціональні похідні.....	110
Дикарбонові кислоти.....	117
Ароматичні карбонові кислоти та їхні похідні.....	123

Сполуки зі змішаними функціями.....	129
Аміни аліфатичного ряду. Амінокислоти і білки.....	140
Ароматичні аміни, діазо- й азосполуки. Азобарвники.....	150
Вуглеводи.....	158
Аліциклічні сполуки.....	169
Багатоядерні ароматичні сполуки.....	175
Гетероциклічні сполуки.....	184
Список літератури.....	190
Предметний покажчик.....	192

Навчальне видання

МУЛЯК Олександра Іванівна ,
КАРП'ЯК Володимир Володимирович ,
ОБУШАК Микола Дмитрович

ЛАБОРАТОРНІ РОБОТИ І ЗАДАЧІ З ОРГАНІЧНОЇ ХІМІЇ

Навчальний посібник

Видання друге, перероблене і доповнене

Редактор *Н. Плиса*
Технічний редактор *С. Сенік*
Комп'ютерне верстання *Н. Лобач*

ISBN 978-617-10-0510-5

