

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЧЕРНІГІВСЬКА ПОЛІТЕХНІКА»

ОРГАНІЧНА ХІМІЯ

Методичні вказівки до практичних занять
здобувачів вищої освіти першого (бакалаврського) рівня
освітньо-професійної програми «Екологія»

Обговорено і рекомендовано
на засіданні кафедри харчових
технологій
Протокол № 6 від 26.06. 2023 р.

Чернігів 2023

Органічна хімія. Методичні вказівки до практичних занять для здобувачів вищої освіти першого (бакалаврського) рівня освітньо-професійної програми «Екологія» / Укл.: Ж.В. Замай.– Чернігів: НУ «Чернігівська політехніка», 2023. – 49 с.

Укладач:

Замай Жанна Василівна

кандидат технічних наук, доцент кафедри харчових технологій Національного університету «Чернігівська політехніка»

Рецензент:

Гуменюк Оксана Леонідівна,

кандидат хімічних наук, доцент, доцент кафедри харчових технологій Національного університету «Чернігівська політехніка»

Відповідальний

Хребтань Олена Борисівна,

за випуск:

завідувач кафедри харчових технологій Національного університету «Чернігівська політехніка», кандидат технічних наук

Зміст

<u>ВСТУП.....</u>	<u>4</u>
<u>ПЛАН ПРОВЕДЕННЯ ПРАКТИЧНИХ ЗАНЯТЬ.....</u>	<u>5</u>
<u>1. ПРАКТИЧНА РОБОТА № 1 КЛАСИФІКАЦІЯ, НОМЕНКЛАТУРА ОРГАНІЧНИХ СПОЛУК.....</u>	<u>6</u>
<u>2. ПРАКТИЧНА РОБОТА № 2 НОМЕНКЛАТУРА, ДОБУВАННЯ І ВЛАСТИВОСТІ НАСИЧЕНИХ ВУГЛЕВОДНІВ.....</u>	<u>13</u>
<u>3. ПРАКТИЧНА РОБОТА №3 НОМЕНКЛАТУРА, ДОБУВАННЯ І ВЛАСТИВОСТІ НЕНАСИЧЕНИХ ВУГЛЕВОДНІВ.....</u>	<u>20</u>
<u>4. ПРАКТИЧНА РОБОТА №4 НОМЕНКЛАТУРА, ДОБУВАННЯ І ВЛАСТИВОСТІ АРОМАТИЧНИХ ВУГЛЕВОДНІВ.....</u>	<u>24</u>
<u>5. ПРАКТИЧНА РОБОТА №5 ОДНО- ТА БАГАТОАТОМНІ СПИРТИ.....</u>	<u>28</u>
<u>6. ПРАКТИЧНА РОБОТА №6 НОМЕНКЛАТУРА, ДОБУВАННЯ І ВЛАСТИВОСТІ АЛЬДЕГІДІВ, КЕТОНІВ ...</u>	<u>32</u>
<u>7. ПРАКТИЧНА РОБОТА № 7 НОМЕНКЛАТУРА, ДОБУВАННЯ І ВЛАСТИВОСТІ КАРБОНОВИХ КИСЛОТ .</u>	<u>34</u>
<u>8. ПРАКТИЧНА РОБОТА №8 ГЕТЕРОЦИКЛИ. ПРИРОДНІ ГЕТЕРОЦИКЛІЧНІ СПОЛУКИ.....</u>	<u>37</u>
<u>9. ПРАКТИЧНА РОБОТА № 9 ВУГЛЕВОДИ</u>	<u>40</u>
<u>10. ПРАКТИЧНА РОБОТА № 10 ЗНАХОДЖЕННЯ ФОРМУЛИ РЕЧОВИНИ ЗА РЕЗУЛЬТАТАМИ АНАЛІЗУ</u> <u>45</u>	
<u>ПЕРЕЛІК ПИТАНЬ ДО ЕКЗАМЕНУ.....</u>	<u>49</u>
<u>РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА</u>	<u>50</u>

ВСТУП

Підготовка кваліфікованого бакалавра - еколога включає вивчення органічної хімії як базової дисципліни для вивчення освітніх компонентів еколого-біологічного спрямування. В дисципліні вивчаються теоретичні основи органічної хімії; будова, властивості, класифікація і номенклатура органічних сполук, роль і значення органічних сполук в навколишньому середовищі.

Мета та цілі курсу Метою викладання навчальної дисципліни «Органічна хімія» є набуття студентами компетенцій і компетентностей про закономірності хімічної поведінки органічних сполук у взаємозв'язку з їх будовою; надати здобувачам ВО детальні знання про склад, природу, будову та перетворення природних сполук; підготувати до вивчення еколого-біологічних дисциплін.

Під час вивчення дисципліни ЗВО має набути або розширити наступні фахові (ФК) компетентності, передбачені освітньою програмою:

ФК 16. Здатність до критичного осмислення основних теорій, методів та принципів природничих наук.

Цілі курсу

1. Навчитися встановлювати будову органічних сполук, виходячи з результатів аналізу;
2. Опанувати класифікацію і номенклатуру органічних речовин.
3. Застосовувати основні поняття, закони та моделі органічних речовин, їх реакційну здатність для вивчення складових навколишнього середовища;
4. Навчитися прогнозувати поведінку хімічних сполук, що є забрудниками навколишнього середовища.

Результати навчання. Здобувач вищої освіти після вивчення курсу отримає навички:

ПР 02. Розуміти основні екологічні закони, правила та принципи охорони довкілля та природокористування.

ПР 19. Підвищувати професійний рівень шляхом продовження освіти і самоосвіти.

Обсяг курсу.

Загальна кількість кредитів-5

Вид заняття	Загальна кількість годин
лекції	20
практичні	20
Самостійна робота	110

План проведення практичних занять

Мо- дуль	Кіль- кість годин	Тема заняття	Вид конт- ролю	Кількість балів	
				за МРС	оде- р- жана
I	2	Класифікація, номенклатура органічних сполук.			
	2	Номенклатура, добування і властивості насичених вуглеводнів			
	2	Номенклатура, добування і властивості ненасичених вуглеводнів			
	2	Номенклатура, добування і властивості ароматичних вуглеводнів			
		Модульний контроль 1	тест	15	
II	2	Одно- та багатоатомні спирти			
	2	Номенклатура, добування і властивості альдегідів, кетонів			
	2	Номенклатура, добування і властивості карбонових кислот			
		Модульний контроль 2	тест	20	
III	2	Гетероцикли. Природні гетероциклічні сполуки			
	2	Вуглеводи. Моносахариди.			
	2	Знаходження формули речовини за результатами аналізу	пз	5	
		Модульний контроль 3.	тест	10	
		Контрольна робота	Захист КР	25	
Всього:	20			75	

1. Практична робота № 1

Класифікація, номенклатура органічних сполук.

1.1 Мета роботи: навчитись визначати належність органічних речовин до класів за функціональними групами та за будовою вуглецевого скелету; навчитись давати назву органічним сполукам за систематичною номенклатурою.

1.2 Теоретичні відомості

Найбільш стійкою і відносно малозмінною частиною складної органічної сполуки є вуглецевий ланцюг – вуглецевий скелет. В залежності від структури вуглецевого скелета усі органічні речовини класифікуються на ациклічні та циклічні (рисунок 1.1).

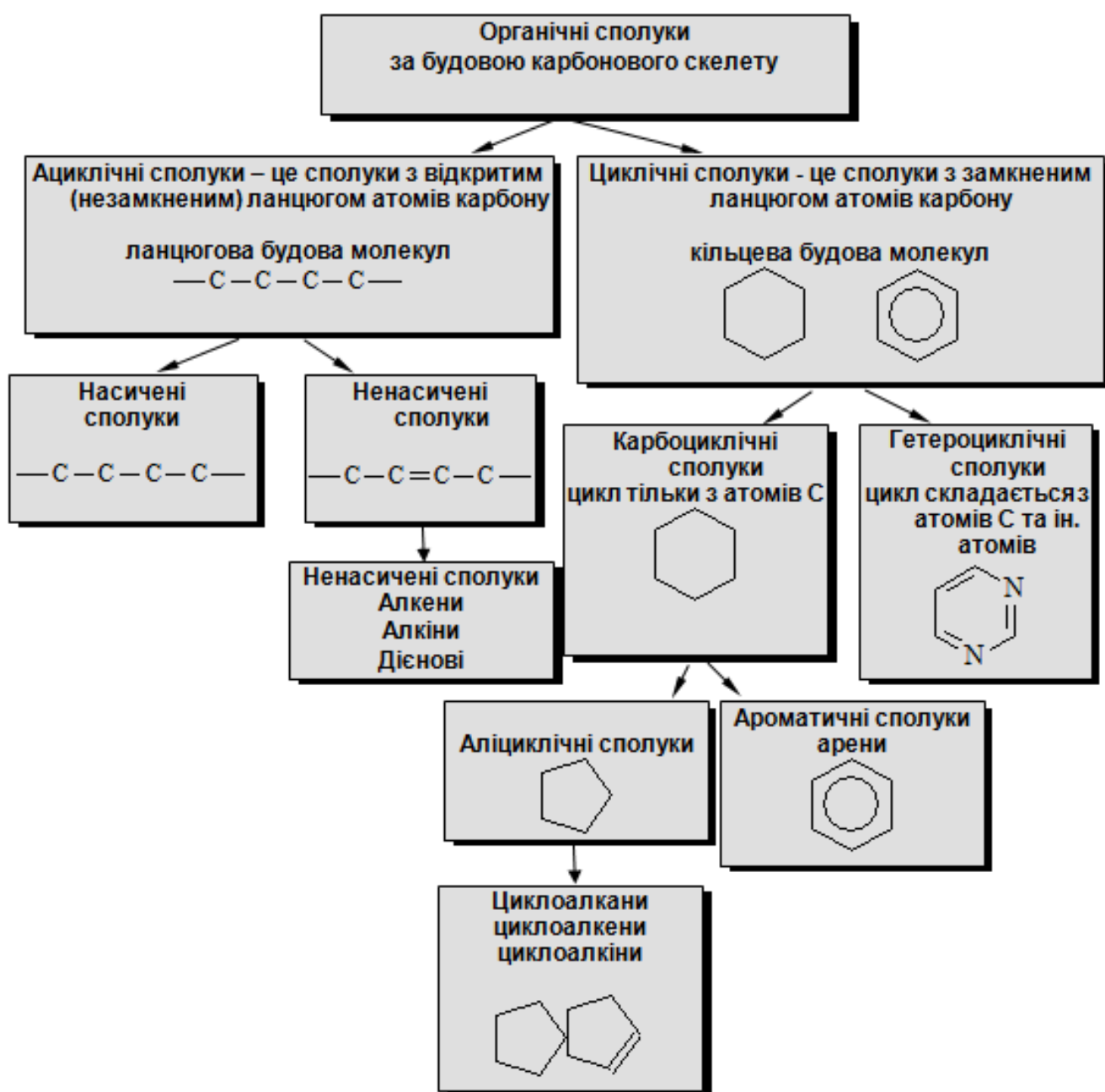
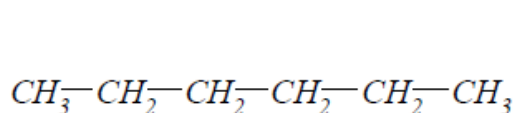


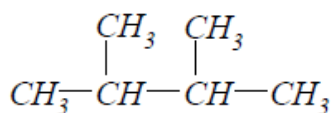
Рисунок 1.1 – Класифікація органічних сполук за будовою карбонового скелету

Ациклічні сполуки – сполуки з відкритим (незамкнутим) ланцюгом. Їх найпростішими представниками є аліфатичні вуглеводні, які містять тільки атоми Карбону та Гідрогену. Вони можуть бути насиченими (алкани) і ненасиченими (алкени, алкіни, алкадієни). Вуглецевий ланцюг може бути нерозгалуженим (наприклад, в n-гексані) і розгалуженим (наприклад, в 2,3-диметилбутані).

АЛКАНИ

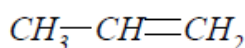


n-гексан



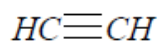
2,3-диметилбутан

АЛКЕНИ



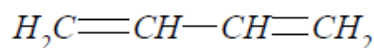
пропен

АЛКІНИ



етин (ацетилен)

АЛКАДІЄНИ

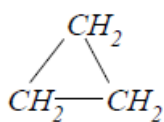


1,3-бутадієн

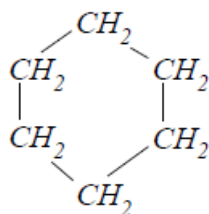
Циклічні сполуки – сполуки з замкнутим вуглецевим ланцюгом. В залежності від природи атомів, які складають цикл, циклічні сполуки поділяють на карбоциклічні та гетероциклічні.

Карбоциклічні сполуки в циклі містять тільки атоми Карбону і поділяються на дві істотно відмінні за хімічними властивостями групи: аліциклічні сполуки (циклоалкани), наприклад, циклопропан, циклогексан, та ароматичні сполуки (арени), наприклад бензен, нафтаген.

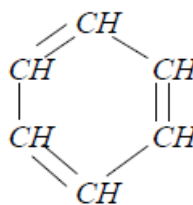
ЦИКЛОАЛКАНИ



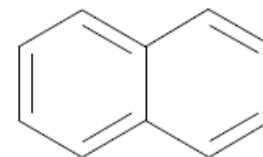
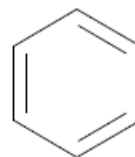
циклопропан



циклогексан



бензен (бензол)

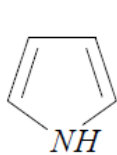


нафтаген (нафталін)

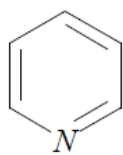
Гетероциклічні сполуки в циклі крім атомів Карбону містять один або кілька атомів інших елементів – гетероатомів: Оксиген, Нітроген, Сульфур та ін. Ці сполуки можуть мати як ароматичний (пірол,

піридин, тіофен), так і неароматичний характер (етиленоксид, піролідин).

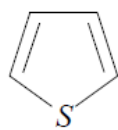
АРОМАТИЧНІ



пірол

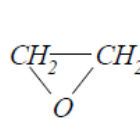


піридин

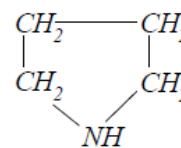


тіофен

НЕАРОМАТИЧНІ



етиленоксид



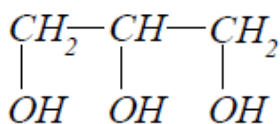
піролідин

При систематизації органічні сполуки поділяють на класи у відповідності до того, які функціональні групи містяться в молекулах.

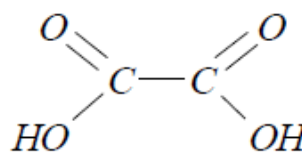
Функціональна група – атом або група атомів, які визначають належність сполуки до певного класу і відповідальні за її хімічні властивості.

Хімічні властивості даного класу органічних сполук визначаються як характером вуглецевого скелету, так і числом і характером функціональних груп.

Сполуки з декількома однаковими функціональними групами називаються поліфункціональними, наприклад:

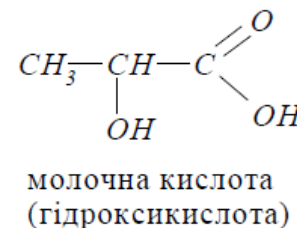
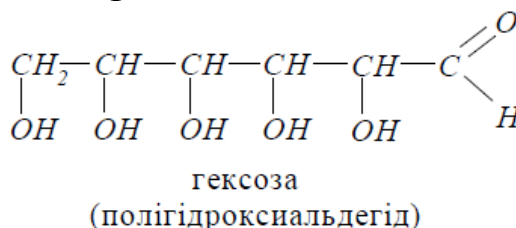
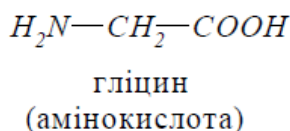


гліцерол
(гліцерин)



щавлева (оксалатна)
кислота

Сполуки з різними функціональними групами називають гетерофункціональними, наприклад:



Загальні положення про номенклатуру органічних сполук

Номенклатура органічних сполук виникла практично з першими теоретичними поглядами на їх хімічну будову. Хімічна номенклатура – це сукупність правил назвоутворення окремих сполук та їх класів. Відомі три основні різновиди номенклатур для органічних сполук:

- 1) тривіальна,
- 2) раціональна,
- 3) систематична, або міжнародна (IUPAC).

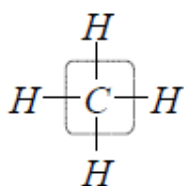
Тривіальна номенклатура. Тривіальні, або емпіричні назви органічних сполук були першими, які надавалися речовинам згідно з:

1) природними джерелами одержання (яблучна, молочна, бурштинова, винна кислоти, сечовина, індиго тощо);

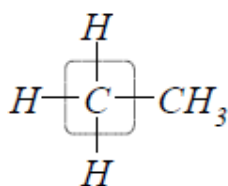
2) методами одержання (сірчаний ефір – етер, який одержували в присутності сульфатної кислоти; пірвиноградна кислота, яку добували за допомогою піролізу тощо);

3) ім'ям першовідкривача (реактив Грін'єра, спирти Фаворського, кетон Міхлера тощо).

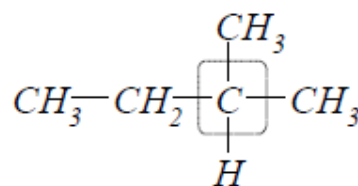
Раціональна номенклатура. Раціональна номенклатура (від лат. ratio – розум) враховує будову сполуки. В її основу покладено поділ органічних сполук на певні класи у вигляді гомологічних рядів. Так, за основу гомологічного ряду аліфатичних насичених вуглеводнів взято найпростіший їх представник – метан CH_4 , а інші розглядають як похідні метану, наприклад:



метан

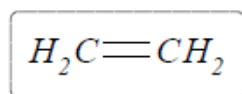


метилметан

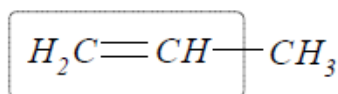


диметилетилметан

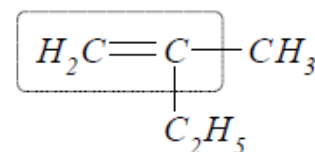
Для ненасичених сполук з подвійним зв'язком за основу взято етилен:



етилен



метилетилен



метилетилетилен

З наведених прикладів виходить, що раціональна номенклатура є по суті сучасним варіантом теорії типів. Для утворення назв складніших сполук раціональна номенклатура непридатна і тепер не рекомендована до використання, за винятком деяких назв: триметилоцтова кислота, дифеніл- і трифенілметан тощо.

Систематична номенклатура IUPAC (IUPAC – International Union of Pure and Applied Chemistry – Міжнародна спілка чистої (теоретичної) і прикладної хімії). Основу назви органічної сполуки за цією

номенклатурою складає назва головного вуглецевого ланцюга молекули. Він не завжди найдовший, але обов'язково містить найстаршу функціональну групу даної сполуки. Функціональні групи позначаються префіксами (приставками) або суфіксами. В таблиці 1.1 наведені основні функціональні групи в порядку зменшення їх старшинства і вказані відповідні їм префікси і суфікси. Функціональні групи слід вивчити і запам'ятати, щоб, поглянувши на структурну формулу речовини, можна було одразу встановити, які функціональні групи присутні у цій речовині і до якого класу органічних сполук вона відноситься.

Основні правила міжнародної номенклатури.

Назва сполуки складається з префіксів, кореня та суфіксів.

Префіксами (таблиця 1.1) позначають назви усіх функціональних груп даної сполуки, які розташовують в алфавітному порядку, крім найстаршої, назву якої позначають суфіксом.

Корінь позначає назву головного вуглецевого ланцюга чи карбоциклічної або гетероциклічної структури.

Суфіксами (таблиця 1.1) позначають ступінь насиченості головного ланцюга (-ан, -ен, -ин, -ін) і старшу функціональну групу. Отже, назва органічної сполуки складається за наступною схемою:

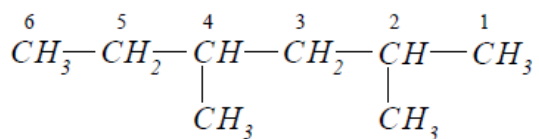
Префікси	Корінь	Суфікси
вказують українські назви усіх функціональних груп в алфавітному порядку (крім найстаршої)	вказує назву головного вуглецевого ланцюга чи карбоциклічної або гетероциклічної структур	вказують ступінь насиченості головного ланцюга (-ан, -ен, -ин, -ін) та назву старшої функціональної групи

В головному ланцюгу нумерацію атомів Карбону починають з того боку, до якого ближче розміщена старша функціональна група, а якщо її немає, то циклі початок нумерації визначають гетероатомом.

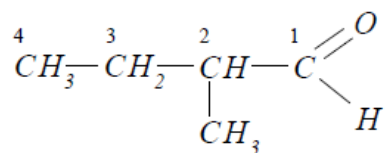
Перед префіксами і після суфіксів відповідних функціональних груп і суфіксів ступеня насиченості ставлять цифри, які вказують положення груп і кратних зв'язків, які відділяють одна від одної комами, а від префіксів, суфіксів і назв груп – дефісом. Після суфіксів „-аль” або „-ова кислота” цифри, які вказують положення альдегідної або карбоксильної групи, не ставлять, так як з їх атома Карбону починається нумерація головного ланцюга.

Для однакових функціональних груп перед їх префіксами або суфіксами використовуються грецькі числівники: ди-, три-, тетра-, пента- та ін. При наявності в сполуці кількох однакових замісників біля одного і того ж атома Карбону цифра, що позначає місце цих

замісників, повторюється в назві стільки ж разів, скільки є замісників, і вони ставляться перед відповідним грецьким числівником. Розглянемо складання назв органічних сполук за міжнародною номенклатурою на наступних прикладах:



2,4-диметилгексан



2-метилбутаналь

Таблиця 1.1 – Основні функціональні групи, які позначаються префіксами та суфіксами, в порядку зменшення їх старшинства

Назва класу сполуки та його загальна формула	Функціональна група	Префікс	Суфікс
Карбонові кислоти $R-C \begin{matrix} \nearrow O \\ \searrow OH \end{matrix}$	Карбоксильна $-C \begin{matrix} \nearrow O \\ \searrow OH \end{matrix}$	карбокси-	-карбонова кислота
Сульфонові кислоти $R-S \begin{matrix} \uparrow O \\ \downarrow O \\ \rightarrow OH \end{matrix}$	Сульфоокислотна $-S \begin{matrix} \uparrow O \\ \downarrow O \\ \rightarrow OH \end{matrix}$	сульфо-	-сульфонова кислота
Солі карбонових кислот $R-C \begin{matrix} \nearrow O \\ \searrow O^- \end{matrix}$	Карбоксилат $-C \begin{matrix} \nearrow O \\ \searrow O^- \end{matrix}$	-	-оат
Складні ефіри (естери) $R-C \begin{matrix} \nearrow O \\ \searrow O-R' \end{matrix}$	Алкілкарбоксилатна $-C \begin{matrix} \nearrow O \\ \searrow O-R' \end{matrix}$	карбоалкокси-	алкіл...оат
Аміди $R-C \begin{matrix} \nearrow O \\ \searrow NH_2 \end{matrix}$	Амідна $-C \begin{matrix} \nearrow O \\ \searrow NH_2 \end{matrix}$	карбомоїл-	-амід
Нітрили $R-C \equiv N$	Нітрильна $-C \equiv N$	ціано-	-нітрил
Альдегіди $R-C \begin{matrix} \nearrow O \\ \searrow H \end{matrix}$	Альдегідна $-C \begin{matrix} \nearrow O \\ \searrow H \end{matrix}$	оксо-	-аль
Кетони $R-C \begin{matrix} \parallel O \\ \rightarrow R' \end{matrix}$	Карбонільна $-C \begin{matrix} \parallel O \\ \rightarrow \end{matrix}$	оксо-	-он
Спирти $R-OH$	Гідрокси $-OH$	(гідр)окси-	-ол
Тіоли $R-SH$	Меркапто $-SH$	меркапто-	-тіол
Аміни $R-NH_2, NHR_2, NR_3$	$-NH_2, -NHR, -NR_2$	аміно-	-амін
Алкіни C_nH_{2n-2}	$-C \equiv C -$	-	-ин (-ін)
Алкени C_nH_{2n}	$-C = C -$	-	-ен
Алкани C_nH_{2n+2}	-	-	-ан

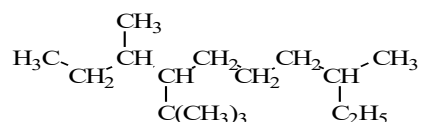
1.3. Практична частина

1. Наведіть молекулярні і структурні формули метану, етану, пропану, бутану та ізобутану. Відмітьте первинні, вторинні і третинні атоми Карбону. Утворіть від цих вуглеводнів усі можливі одновалентні радикали (алкіли). Назвіть їх.

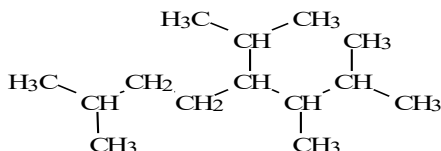
2. Наведіть всі можливі ізомери вуглеводню складу C_6H_{14} та назвіть їх.

3. Наведіть всі можливі ізомери вуглеводню C_8H_{16} , враховуючи можливість міжкласової ізомерії та назвіть їх.

4. Оберіть найдовший ланцюг та назвіть вуглеводень за міжнародною номенклатурою:



5. Назвіть сполуку за міжнародною номенклатурою:



6. Напишіть структурні формули сполук: а) 2,3,4-триметилпентан; б) 3,3-диметилгексан; в) 2,4-диметил-3-етилпентан; г) 2,2,3,3-тетраметилгексан.

У завданнях 7-15 напишіть структурну формулу алканів:

7. а) 2,3,4-триметилпентан; б) 3-етил-2,4-диметилпентан.
8. а) 4-етил-2-метилпентан; б) 3-ізопропіл-2-метилгексан.
9. а) 2,2,3,3-тетраметилгексан; б) 4-ізопропіл-3,5,5-триметилгексан.
10. а) 2,3-диетилгептан; б) 3-ізопропіл-2,3-диметилгексан
11. а) 2,2,3-триметил-3-етилгексан; б) 2,4-диметил-3-етилпентан.
12. а) 2,3,4-триметилгексан; б) 3-ізопропіл-2-метилпентан.
13. а) 2,2,4-триметилпентан, б) 2,2,3,5-тетраметилгексан.
14. а) 3,3,4-триметилпентан, б) 3-етил- 2,3,5-триметилгексан.
15. а) 3-ізопропілгептан; б) 4-етил -2,4,5-триметилгептан.

2. Практична робота № 2

Номенклатура, добування і властивості насичених вуглеводнів

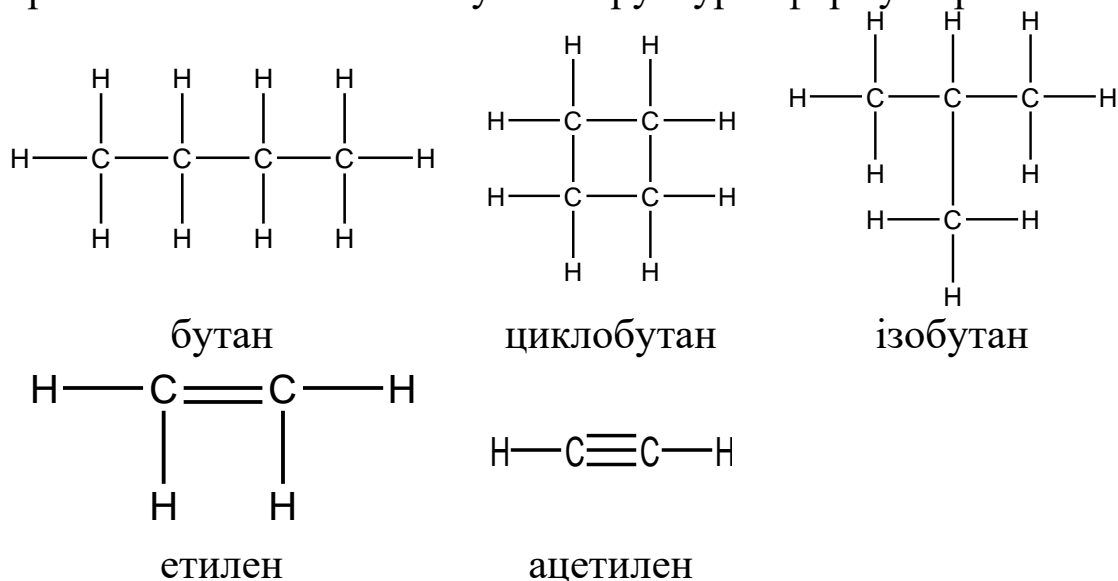
2.1. Мета: вивчити номенклатуру, способи добування, властивості та поширеність у природі насичених вуглеводнів.

2.2. Теоретичні відомості

Якщо розмістити n-алкани у ряд, в якому молекула кожного наступного алкану подовжується на одну групу CH_2 , то вийде ряд, що називають гомологічним рядом: перші члени ряду (C_1 - C_4) мають тривіальні назви. Назви решта гомологів утворено від грецьких та латинських чисельників, що відповідають числу атомів вуглецю в ланцюзі. Назви всіх алканів мають суфікс -ан. Справа наведено скорочене зображення формул.

CH_4	метан	
CH_3CH_3	етан	
$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_3$	пропан	
$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3$	бутан	
$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3$	пентан	
$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_4\text{CH}_3$	гексан	
$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_5\text{CH}_3$	гептан	
$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_6\text{CH}_3$	октан	
$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_7\text{CH}_3$	нонан	
$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_8\text{CH}_3$	декан	

В органічній хімії застосовують структурні формули речовин:



Якщо треба підкреслити нормальну будову ланцюга, перед назвою додають позначення н-: н-бутан, н-декан. Читають такі назви так: нормальний бутан, нормальний декан.

Алкільні радикали.

Загальна назва гомологічного ряду – алкіли:

Від кожного нормального алкану походить група (радикал, залишок) – алкіл – це залишок алкану, що утворився при відщепленні атома Гідрогену.

Алкіл може бути замісником водню в розгалужених алканах і, взагалі, в інших структурах. Назви алкілів утворюють шляхом заміни у назві алкану суфікса – ан на суфікс – ил (-іл):

CH_3 – метил

CH_3CH_2 -, C_2H_5 – етил

$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2$ -, C_3H_7 – пропіл

$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_2\text{CH}_2$ -, C_4H_9 – бутил

$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_3\text{CH}_2$ -, C_5H_{11} – пентил

$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_4\text{CH}_2$ -, C_6H_{13} – гексил тощо.

Назви деяких найпростіших алканів розгалуженої будови мають префікс *ізо-*, що додається до назви відповідного алкану нормальної будови (звертаємо увагу на те, що цей префікс пишуть разом з наступною частиною назви):

$(\text{CH}_3)_2\text{CHCH}_3$ *ізобутан*

$(\text{CH}_3)_2\text{CHCH}_2\text{CH}_3$ *ізопентан*

$(\text{CH}_3)_2\text{CH}(\text{CH}_2)_2\text{CH}_3$ *ізогексан*.

Відповідно називають алкільні групи:

$(\text{CH}_3)_2\text{CHCH}_2$ – *ізобутил*

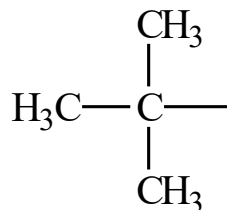
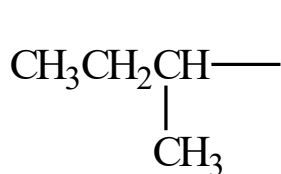
$(\text{CH}_3)_2\text{CHCH}_2\text{CH}_2$ – *ізопентил*

$(\text{CH}_3)_2\text{CH}(\text{CH}_2)_2\text{CH}_2$ – *ізогексил*.

Є ще одна *ізо-* група, що не має відповідного *ізоалкану*:

$(\text{CH}_3)_2\text{CH}$ – *ізопропіл*. Відповідний алкан – пропан.

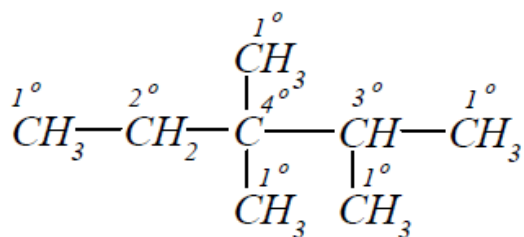
Часто зустрічаються також групи з префіксами *втор-* і *трет-* (їх пишуть курсивом і через дефіс), наприклад:



*втор-*бутил (вторинний бутил), *трет-*бутил (третинний бутил).

Походження цих позначень впливає з того, що атом Карбону, зв'язаний ще з одним атомом Карбону, називають первинним, з двома – вторинним, з трьома – третинним, з чотирма – четвертинним.

Розрізняють первинні, вторинні, третинні і четвертинні атоми Карбону:



- 1° - первинний атом Карбону
- 2° - вторинний атом Карбону
- 3° - третинний атом Карбону
- 4° - четвертинний атом Карбону

Для найпростіших груп застосовуються скорочені символи, що можуть нагадувати символи хімічних елементів:

Me (метил), Et (етил), Pr (пропіл), i-Pr (ізопропіл), Bu (бутил), i-Bu (ізобутил), sec-Bu (втор-бутил), t-Bu (трет-бутил).

Побудова назви алкану розгалуженої будови складається з таких етапів:

- вибір головного вуглецевого ланцюга ;
- нумерація ланцюга (присвоєння порядкових номерів атомам ланцюга від першого до останнього) ;
- визначення бічних відгалужень та їх локантів (тобто номерів вуглецевих атомів, з яких починаються відгалуження) .

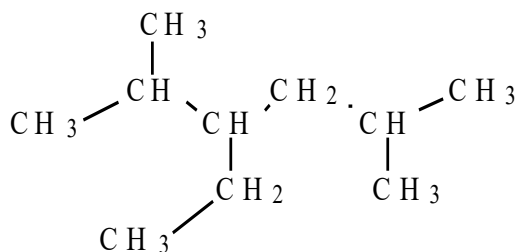
Правила вибору головного ланцюга та його нумерації :

- головний ланцюг має бути найдовшим серед усіх можливих у даній структурі;
- головний ланцюг повинен мати як найбільше найпростіших відгалужень ;
- нумерацію головного ланцюга визначають у такій послідовності : (а) замісники мають найменші локанти ; (б) порядок нумерації визначається алфавітним порядком замісників .

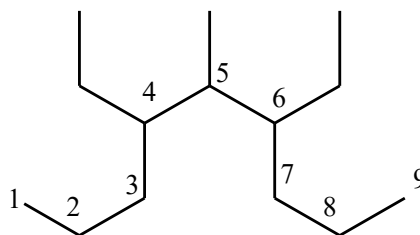
Правила побудови назви розгалуженого алкану :

- головний ланцюг отримує назву нормального алкану з тим самим числом С-атомів;
- бічні відгалуження перелічуються перед назвою головного ланцюга в алфавітному порядку з відповідними локантами і, якщо потрібно, множними (ди-, три-, тетра- тощо) префіксами ;
- при визначенні алфавітного порядку позначень бічних відгалужень множні префікси не враховуються (тобто, скажімо, диметил, триметил, тетраметил тощо – як такі, що починаються з літери м) ;
- локанти розділяються між собою комами, а від словесних частин назви відокремлюються дефісом .

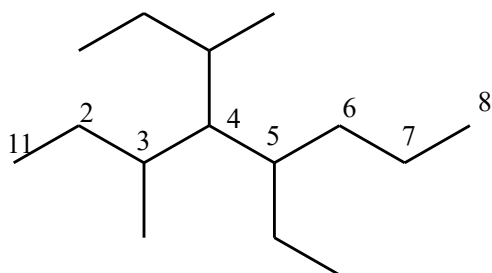
У наступних прикладах наведено вуглецеві скелети алканів:



3-етил-2,5-диметилгексан

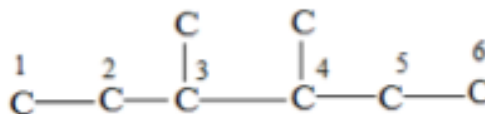
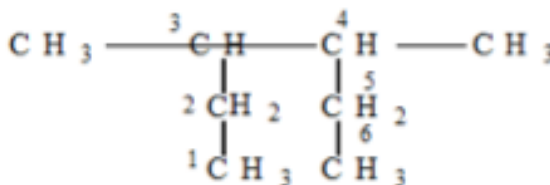
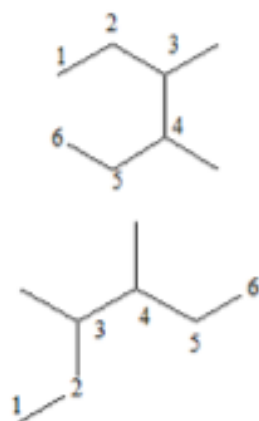


4,6-діетил-5-метилнонан



4-втор-бутил-5-етил-3-метилоктан

Вибір головного ланцюга ніяк не залежить від способу зображення формули. Важливо навчитися зіставляти між собою структури і бачити серед них принципово різні і тотожні, тобто абсолютно однакові по суті, хоча й по-різному записані структури, а це можливо лише практично. Нижче наведено приклади тотожних структур у вигляді їхніх скелетів:

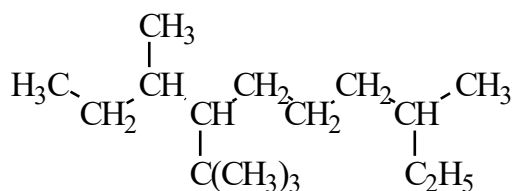


Тотожні структури 3,4-диметилгексану.

2.3. Практична частина

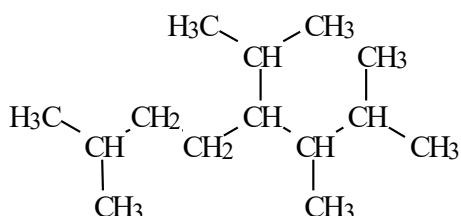
1. Знайдіть відповідність наведених формул їх назвам за ІЮПАК номенклатурою:

а)



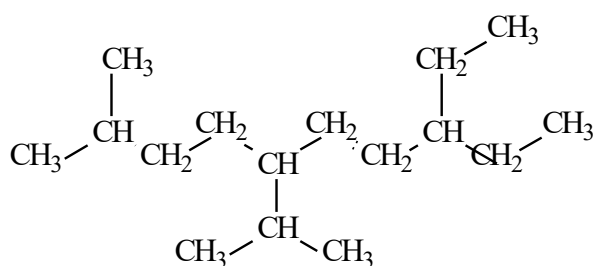
1. 3-ізопропіл -2-метил-гептан

б)



2.3,8-диметил-4-третбутилдекан

в)



3.4-ізопропіл-
триметилоктан

2,3,7-

4.8-етил -5-ізопропіл- 2-
метилдекан

5. 2,5-диметил-3,4-діетилнонан

2. Напишіть реакцію монохлорування 2-метилбутану. Опишіть окремі стадії вільнорадикального ланцюгового процесу.

3. З якими із наведених сполук реагує н-бутан за вказаних умов? Напишіть ці реакції: а) I_2 , освітлення, 20°C ; б) HNO_3 (конц.), 20°C ; в) Na , 20°C ; г) Br_2 , у темряві, 20°C ; д) Br_2 , освітлення, 20°C ; е) KMnO_4 , H_2O , 20°C ; ж) HNO_3 (розвед.), 140°C , тиск; з) O_2 , полум'я; і) HBr ;

4. Напишіть реакцію М.І.Коновалова для наступних вуглеводнів: а) етану; б) н-пентану; в) 2-метилбутану. У яких умовах перебігає реакція?

5. Напишіть рівняння реакцій і назвіть продукти, що утворюються:

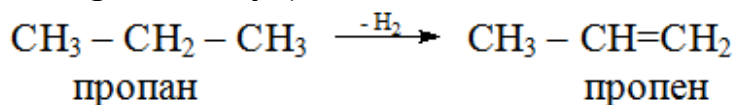
3. Практична робота №3

Номенклатура, добування і властивості ненасичених вуглеводнів

3.1. Мета: вивчити будову, властивості і способи одержання алкенів, алкінів та алкадієнів.

3.2. Теоретичні відомості

Алкени (олефіни) – вуглеводні з одним подвійним Карбон-Карбоновим зв'язком. Їх можна уявити як сполуки, що утворюються шляхом відняття двох атомів Гідрогену від сусідніх атомів Карбону (така реакція насправді існує):

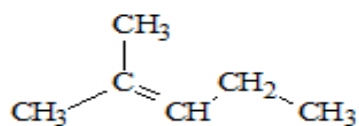


Алкадієни, або просто дієни – вуглеводні з двома подвійними зв'язками С=С, триєни – з трьома, а полієни містять кілька таких зв'язків.

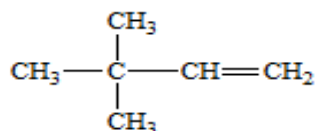
Назви алкенів, дієнів, трієнів тощо утворюються від назв алканів з такою самою довжиною вуглецевого ланцюга шляхом заміни суфікса –ан відповідно на –єн, -адієн, -атриєн і т. д.

У розгалужених ненасичених вуглеводнів вибір головного ланцюга і напрям нумерації визначається не його довжиною, а перед усім наявністю подвійних зв'язків. Положення подвійного зв'язку (зв'язків) позначається локантом. Це цифра, яка показує номер в атома Карбону, від якого починається подвійний зв'язок.

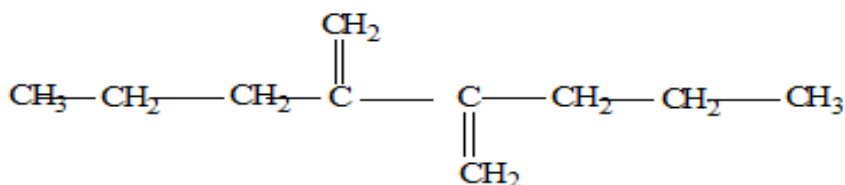
Локант подвійного зв'язку записується або перед коренем назви, або після нього або перед суфіксом. Бічні відгалуження отримують такі самі назви, як і у випадку алканів, але локанти – з урахуванням зазначеної особливості вибору напрямку нумерації. Група $\text{CH}_2=$ або $-\text{CH}_2-$ має назву метилен.



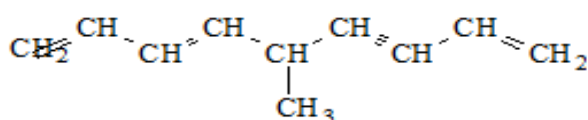
2-метил-2-пентен



3,3-диметил-1-бутен



2,3-дипропіл-1,3-бутадиєн

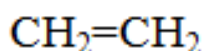


5-метил-1,3,6,8-нонатетраєн

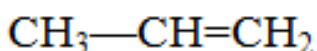


1,3 – бутадиєн

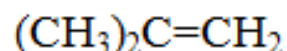
Для деяких найпростіших алкенів правилами IUPAC залишено традиційні назви:



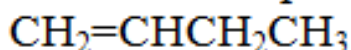
етилен



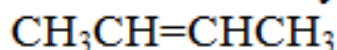
пропілен



ізобутилен

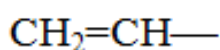


α -бутилен



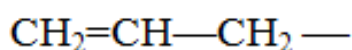
β -бутилен

Для груп, що походять від алкенів, назви утворюють у такий спосіб: суфікс –ен замінюють на –еніл. При цьому атом Карбону з вільною валентністю завжди отримує номер 1. Для деяких найпростіших груп збережено традиційні назви:



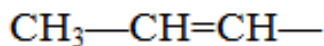
етеніл

вініл



2-пропеніл

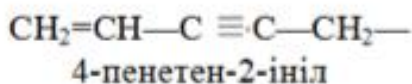
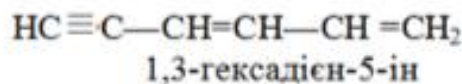
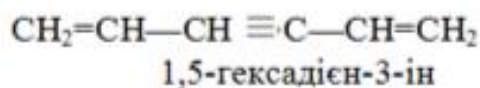
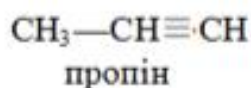
аліл



1-пропеніл

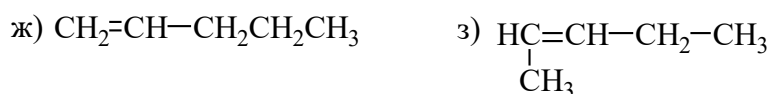
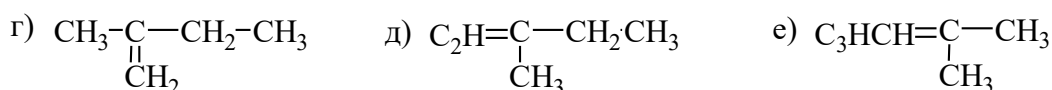
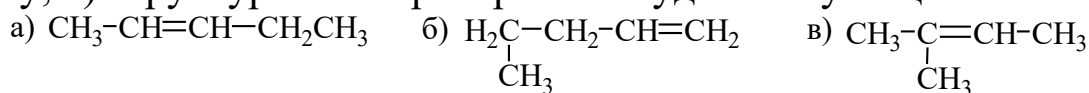
Алкінами (ацетиленами) називають ненасичені вуглеводні з потрійним Карбон-Карбоним зв'язком. Їхні назви утворюються цілком аналогічно алкенам – шляхом заміни суфікса –ан у назвах алканів на суфікс –ин (після приголосних л, м, н, п пишемо –ін, після голосних – їн). При наявності в молекулі вуглеводню як подвійних, так і потрійних зв'язків, при визначенні напрямку нумерації перевага віддається подвійним зв'язкам, а локант потрійного зв'язку пишеться перед суфіксом –ин (-ін). Назви груп з потрійним зв'язком утворюють

за тим самим принципом, що й для груп, похідних від алкенів. атом з вільним зв'язком завжди отримує номер 1.



3.3. Практична частина

1. Назвіть наведені нижче алкени. Відмітьте серед них: а) ідентичні; б) структурні ізомери, що відрізняються лише положенням подвійного зв'язку; в) структурні ізомери з різною будовою вуглецевого скелету:



У завданнях 2-4 наведіть формули названих алкенів:

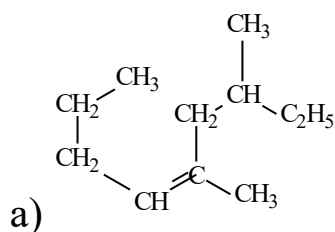
2. а) 2,3-диметилпент-2-єн; б) 2,6,6-триметилгепт-3-єн;

3. а) 2,2,5,5,-тетраметил-3-гексен; б) 3,4-диетил 2-метил -3-гептен;

4. а) 4-єтил -2,3.5-триметил-3-гептен; б) 3,4-диметил-3-гексен

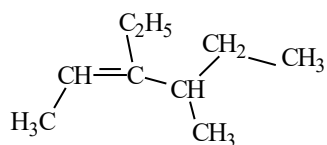
5. Напишіть структурні формули наступних сполук: а) 3-метилпент-1-єн; б) 4-метилпент-1-єн; в) 2.4-диметилпент-1-єн; г) 3-єтилпент-2-єн; д) 2,3-диметилгекс-3-єн; е) 3,4,4-триметилпент-2-єн.

6. Знайдіть відповідність наведених формул їх назвам за ІЮПАК номенклатурою:



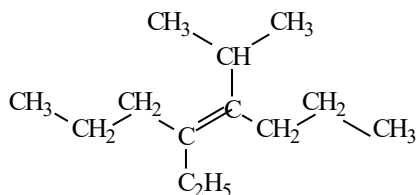
1. 2,5-диметил-3-пропіл-2-гексен

2. 2,3,8,9-тетраметил-3-декєн



3. 4-етил-5-ізопропіл-4-октен

б)



4. 3-етил-4-метил-2-гексен

в)

5. 5,7-диметил-4-нонен

7. Напишіть структурні формули алкінів та назвіть їх за національною номенклатурою:

- пент-1-ин;
- гекс-2-ин;
- 4-метилпент-2-ин;
- 2,5-диметилгепт-3-ин;
- гекса-1,5-дієн-3-ин.

8. Напишіть структурні формули наступних алкінів:

- бут-2-ин;
- 2-метилгекс-3-ин;
- 4-метилпент-2-ин;
- 2,5-диметилгексин-3;
- 3,3-диметилбут-1-ин;
- 4-метил-3-етилпентин-1
- 5-йодо-5-метил-1-гексину.

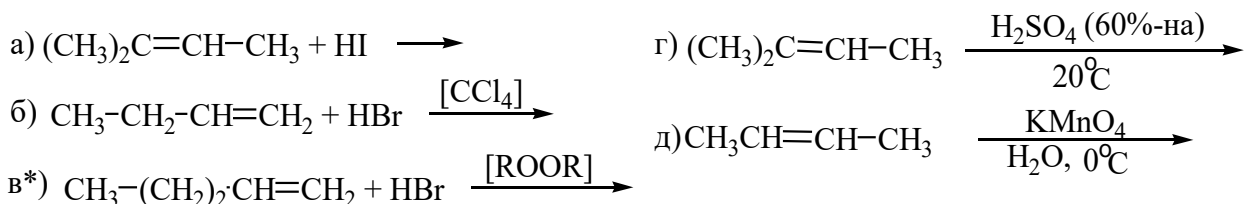
9. Напишіть та назвіть ацетиленові вуглеводні, які ізомерні наведеним нижче дієнам та мають однаковий вуглецевий скелет:

- бута-1,3-дієн;
- 2-метилбута-1,3-дієн;
- 3,3-диметилпента-1,4-дієн;
- 2,3-диметилпента-1,3-дієн;
- 2,3-диметилбута-1,3-дієн.

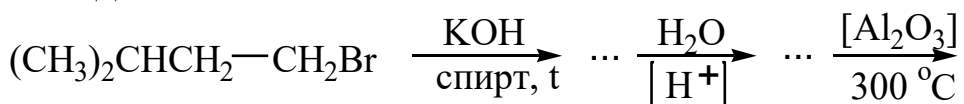
10. Напишіть реакції бут-2-ену із вказаними реагентами: а) Br₂ [CCl₄]; б) Cl₂ [CCl₄]; в) HBr; г) H₂O [H⁺]; д) HCl; е) HI; ж) H₂SO₄.

11. Яка сполука утворюється при взаємодії пропену з HBr за наявності пероксидів? Напишіть рівняння реакцій.

12. Назвіть вихідні сполуки та тип хімічного перетворення:



13. Напишіть рінання всіх послідовних реакцій. Назвіть отриманий вуглеводень:



14. Напишіть реакції гекса-2,4-дієну з вказаними реагентами:

- а) Br_2 [CCl_4 , 20°C];
- б) HBr [20°C];
- в) HBr [ROOR];
- г) H_2 (надл.) [Pt];
- д) O_3 (надл.), потім H_2O [Zn];
- е) KMnO_4 , H_2O , t ;
- є) $\text{Na} + \text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$.

15. Здійсніть наступні переходи:

- а) 1-бромобутан \rightarrow бута-1,3-дієн;
- б) 1,2-дибромобут-3-єн \rightarrow 1-бромобут-2-єн;
- в) бутан-1,4-діол \rightarrow 1,4-дихлоробут-2-єн.

4. Практична робота №4

Номенклатура, добування і властивості ароматичних вуглеводнів

4.1. Мета: Вивчити номенклатуру, способи добування, хімічні властивості ароматичних вуглеводнів.

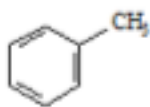
4.2. Теоретичні відомості

Формулу бензену записують у вигляді правильного шестикутника з трьома кон'югованими подвійними зв'язками (формули Кекуле) або з колом посередині шестикутника. Бензоїдні вуглеводні складаються з кількох кілець бензену. Системи, в яких кільця мають два і більше спільних атомів Карбону, називають конденсованими.

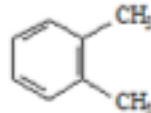
Групу C_6H_5 - без одного атома Карбону називають фенілом і скорочено позначають Ph. Загальна назва груп, що походять від ароматичних сполук і мають одну вільну валентність – арильні групи. За деякими простими гомологами і похідними бензену і арильними групами правилами IUPAC закріплено традиційні назви:



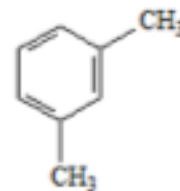
бензен



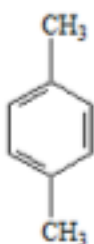
толуен



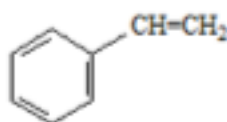
o-ксилен



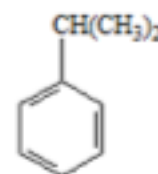
m-ксилен



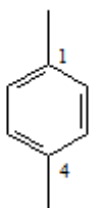
p-ксилен



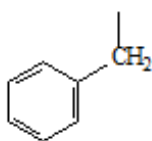
стирен



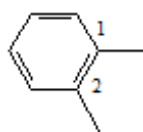
кумен



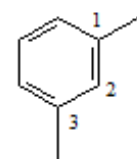
p-фенілен
1,4-фенілен



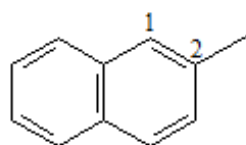
бензил



o-фенілен
1,2-фенілен



m-фенілен
1,3-фенілен

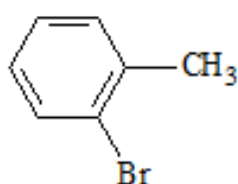
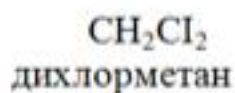
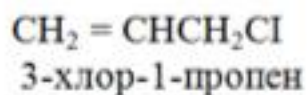
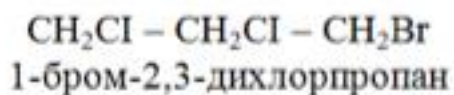
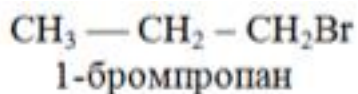


2-нафтіл
 β -нафтіл

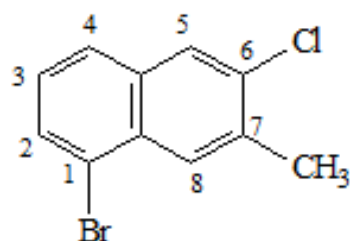
Органічні галогенпохідні. Сполуки, що утворюються з аліфатичних і ароматичних вуглеводнів шляхом заміщення одного атома Гідрогену на Флуор, Хлор, Бром або Іод, називають алкіл- або арилгалогенідами. При заміщенні кількох атомів Гідрогену утворюються полігалогеніди.

Алкілгалогеніди називають подібно до розгалужених вуглеводнів. При цьому використовують префікси флуор-, хлор-, бром-, іод-.

Приклади:

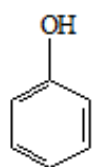
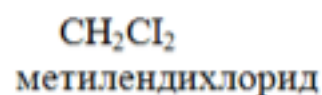
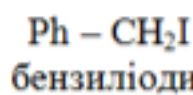
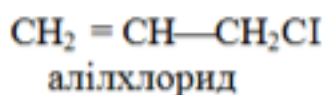
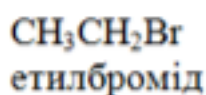


о-бромтолуен

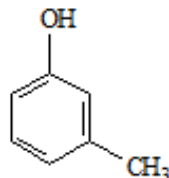


1-бром-7-метил-6-хлорнафтален

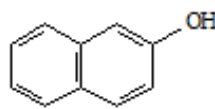
Є ще один традиційний шлях (не за правилами IUPAC) утворення назв найпростіших алкілгалогенідів (коли непотрібні локанти), схожий з назвоутворенням солей: до назви алкільного радикала додають назву галогену і суфікс –ид (-ід). Усі частини назви пишуть разом:



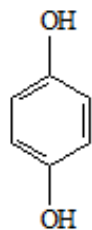
Фенол



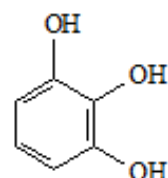
м-Крезол



2-Нафтол



Гідрохінон

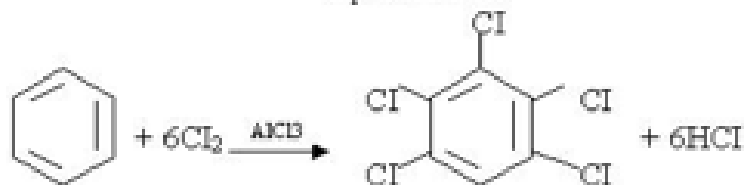


Пірогалол

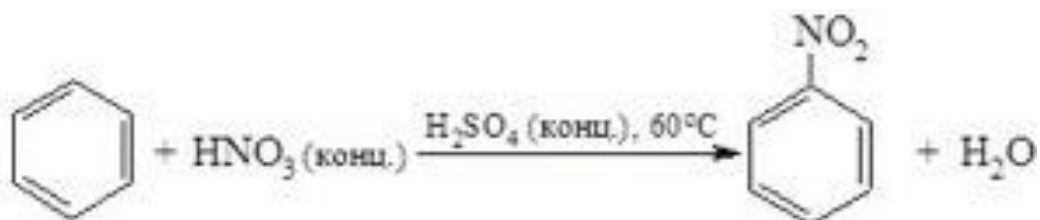
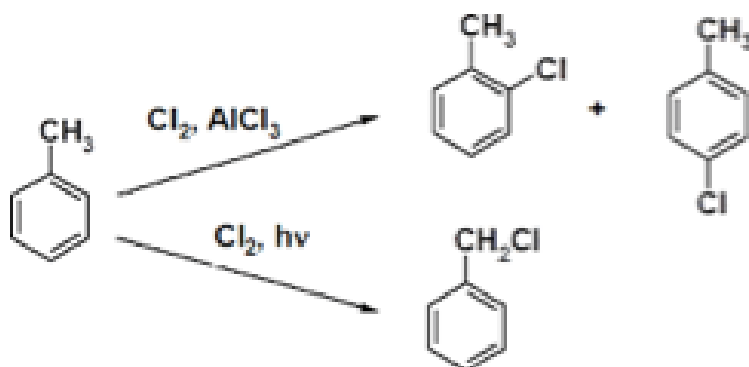
Типові реакції:



Бромбензол



Гексахлорбензол



нітробензен

4.3. Практична частина

1. Напишіть структурні формули сполук: а) етилбензену; б) 1,3-диметилбензену; в) 1,3,5-триметилбензену; г) ізопропілбензену; д) 3-фенілпентану; е) вінілбензену; ж) фенілацетилену.

8. Напишіть структурні формули монозаміщених бензену, що утворюються в реакціях бензену з наступними реагентами: а) H_2SO_4 (конц.); б) HNO_3 ; H_2SO_4 (конц.); в) Br_2/Fe ; г) Cl_2/Al ; д) $\text{CH}_3\text{Br}/\text{AlBr}_3$; е) $\text{CH}_3\text{COOCl}/\text{AlCl}_3$. Назвіть реакції та їх продукти.

9. Напишіть реакції хлорбензену з наступними реагентами: а) H_2SO_4 ; б) HNO_3 (H_2SO_4); в) Br_2 (FeBr_3); г) $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{Br}$ (AlBr_3); д) CH_3COCl (AlCl_3).

10. Назвіть вуглеводні, які є продуктами наступних реакцій:

- а) метилциклогексан $\xrightarrow[t, p]{[\text{Pd}]}$... д) $\text{C}_6\text{H}_5\text{COCH}_2\text{CH}_3 \xrightarrow[\text{HCl}]{\text{Zn}, [\text{Hg}]}$...
- б) толуен $\xrightarrow{[\text{AlBr}_3]}{\text{CH}_3\text{CH}_2\text{Br}}$... е) $\text{C}_6\text{H}_5\text{Br} + \text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{Br} \xrightarrow{2 \text{ Na}}$...
- в) етилбензен $\xrightarrow[600^\circ \text{ C}]{[\text{Cr}_2\text{O}_3 \text{ x } \text{Al}_2\text{O}_3]}$... ж) $\text{C}_6\text{H}_5\text{CHBrCH}_2\text{Br} \xrightarrow[\text{спирт, t}]{2 \text{ KOH}}$...
- г) бензен + пропілен $\xrightarrow[250^\circ \text{ C}, 3334 \text{ кПа}]{[\text{H}_3\text{PO}_4]}$...

11. Заповніть схему перетворень:



12. Як, виходячи з електронної будови бензену і толуену (взаємного впливу атомів у молекулі) пояснити більшу активність толуену порівняно з бензеном в реакції бромовання?

13. Напишіть схему нітрування толуену і назвіть моно-, ди- і тринітросполуки які утворилися. Поясніть орієнтуючий вплив замісників першого роду на прикладі толуену.

14. Проведіть реакцію окиснення мононітросполуки. Виходячи з бензену добути всі ізомерні нітрохлорбензени. Проведіть для одного з них (м-ізомер) реакцію алкілювання етилбромідом (за наявності каталізатора). Напишіть рівняння реакцій вказаних перетворень і назвіть усі речовини.

15. Як можна добути з бензену та інших неорганічних реагентів наступні сполуки: а) м-нітрохлорбензен; б) п-бромбензенову кислоту. Напишіть рівняння реакцій. Вкажіть умови їх перебігу. Назвіть проміжні речовини.

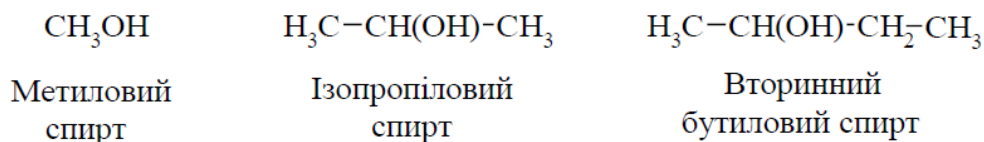
5. Практична робота №5 Одно- та багатоатомні спирти

5.1. Мета: вивчити властивості, способи добування одно-, багатоатомних спиртів і фенолів.

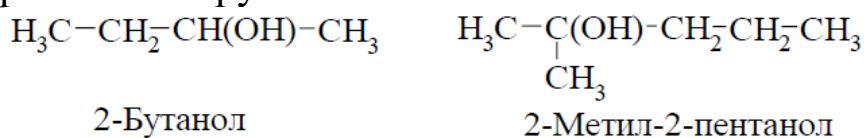
5.2. Теоретичні відомості

Одноатомні спирти (алканолі) – похідні алканів, у яких один атом Гідрогену заміщений на гідроксильну групу. Загальна формула – $C_nH_{2n+1}OH$. Ізомерія алканолів залежить від будови вуглецевого скелету й положення гідроксильної групи. Залежно від природи атома Карбону, з яким зв'язана гідроксильна група, розрізняють первинні, вторинні та третинні спирти.

Назва насичених одноатомних спиртів за радикально-функціональною номенклатурою утворюється від назви радикалів, із якими сполучена гідроксильна група:



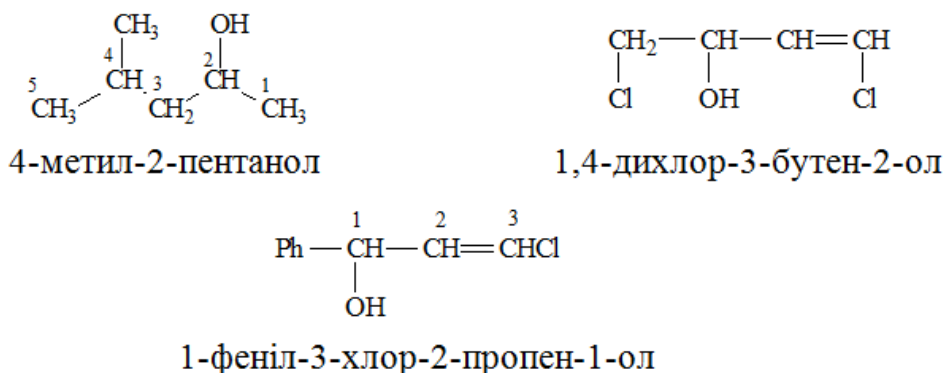
За номенклатурою IUPAC їх назву утворюють від назв відповідного алкану додаванням закінчення -ол і числовим позначенням атома Карбону, біля якого знаходиться -гідроксильна група. Головний ланцюг нумерують з того кінця, до якого ближче міститься гідроксильна група:



Розрізняють *первинні* спирти RCH_2-OH , *вторинні* спирти R_2CH-OH і *третинні* спирти R_3C-OH . У межах однієї молекули вторинного або третинного спирту групи R можуть бути однаковими або різними.

Наявність однієї гідроксигрупи позначається суфіксом -ол, двох – діол, трьох – триол тощо.

Сполука $C_6H_5CH_2OH$ має традиційну назву *бензиловий спирт* (систематична назва *фенілметанол*). Сполуки з двома гідроксигрупами називають двохатомними спиртами або гліколями (*діолами*), з трьома – трьохатомними спиртами або гліцеридами (*триолами*).



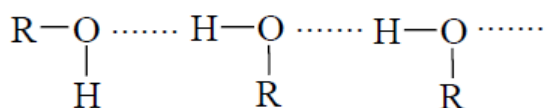
Назви груп типу RO (алкоксигруп) утворюються від назв груп R заміною суфікса *-ил (-il)* на суфікс *-окси*: CH₃O– *метокси*, C₂H₅O– *етокси*, C₃H₇O– *пропокси*, C₄H₉O– *бутокси*. Продукти заміщення атома Гідрогену гідроксигрупи спиртів на метал називають *алканольатами* (несистематична назва – *алкоголяти*), а на алкільний або арильний радикал – *етерами* (стара назва – *прості ефіри*).

Назви аніонів типу RO– утворюються від назв відповідних спиртів шляхом заміни суфікса *-ол* на *-олят*: CH₃O⁻ *метанолят*, C₂H₅O⁻ *етанолят*.

Назви *етерів* будують як назви заміщених вуглеводнів з алкоксильними замісниками: CH₃OC₂H₅ *метоксиетан*.

Феноли- гідроксипохідні, де група –ОН приєднана безпосередньо до ароматичного кільця. Властивості цих сполук істотно відрізняються від властивостей спиртів. Найпростіша сполука цього класу має назву фенол. Його метилпохідні називають *крезолами*. Тут можливі три ізомери: орто-(2-), мета-(3-) і пара-(4-). Від нафталену походять два ізомерні нафтоли (1- та 2-, або α- і β-). Продукти заміщення атома Гідрогену гідроксигрупи на метал називають *фенолятами*, а на алкільний або арильний радикал – *етерами фенолів* (стара назва – *прості ефіри фенолів*). Їхні назви будують аналогічно *алкоголятам* і *етерам*.

Наявність гідроксильної групи в молекулі речовини зумовлюють її фізико-хімічні властивості. Підвищення температури кипіння пояснюється асоціацією молекули спирту, що відбувається завдяки появі водневих зв'язків:



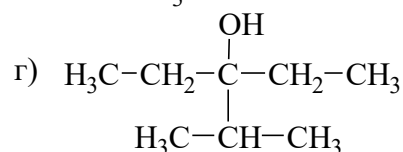
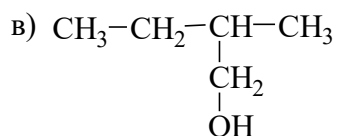
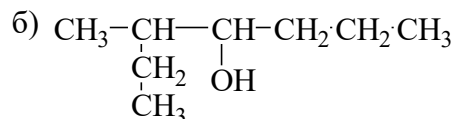
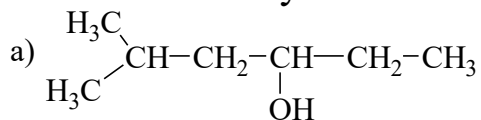
Хімічні властивості спиртів визначаються наявністю полярних зв'язків O–H та C–O. Полярність O–H зв'язку значно вища, ніж полярність зв'язку C–O, про що свідчать значення μ: 1,5 і 0,9, відповідно.

Спирти проявляють досить високу реакційну здатність. Реакції можуть проходити з розривом зв'язку O–H або зв'язку C–O.

До першого типу реакцій належать *кислотно-основні*, *етерифікації*, *окиснення* і *дегідрування*, до другого типу – *реакції утворення етерів*, *дегідратації*, *перегрупування*.

5.3. Практична частина

1. Назвіть сполуки за ІЮПАК номенклатурою.



2. Наведіть структурні формули сполук: а) 3,3-диметилбутан-1-ол; б) 2-етилгексан-1,3-діол; в) пент-4-ен-1-ол; г) бут-3-ин-2-ол; д) пропан-1,2,3-тріол. Серед названих спиртів відмітьте: насичені одноатомні, насичені двохатомні, насичені трьохатомні, ненасичені одноатомні.

3. Які сполуки утворюються при взаємодії 1-пропанолу з реагентами: а) SOCl_2 ; б) PCl_5 ; в) PBr_3 ?

4. Наведіть схеми реакцій внутрішньомолекулярної і міжмолекулярної дегідратації етилового спирту за наявності сульфатної кислоти. Вкажіть умови. Назвіть продукти, що утворюються.

5. Напишіть реакції дегідрування спиртів (Cu , $200-300^\circ\text{C}$): а) пропан-1-олу; б) пропан-2-олу; в) 3-метилбутан-1-олу; г) 3-метилбутан-2-олу.

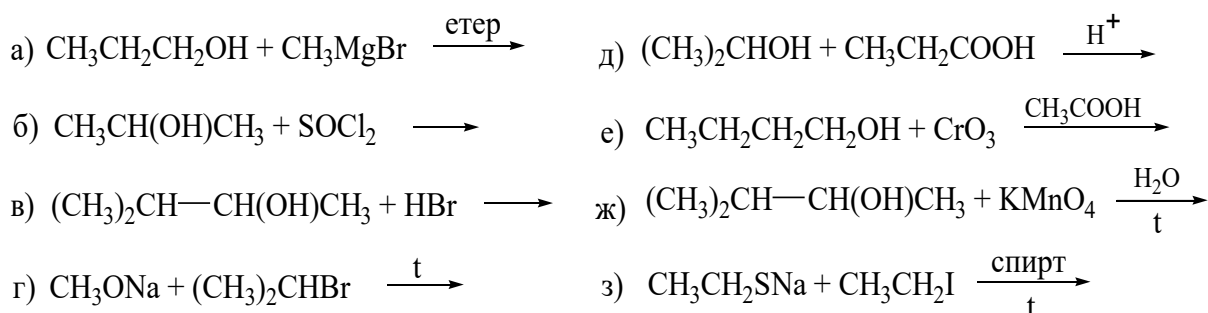
6. Як реагує аліловий спирт (проп-2-ен-1-ол) із вказаними реагентами: а) H_2 (Ni); б) Br_2 (CCl_4); в) KMnO_4 (H_2O , 0°C); г) KMnO_4 (H_2SO_4 , t); д) Cu (200°C); е) 2HBr ? Наведіть рівняння реакцій.

7. Напишіть реакції етиленгліколю (етан-1,2-діолу) з наступними реагентами: а) Na ; б) HBr ; в) CH_3COOH [H^+]; г) HNO_3 ; д) HIO_4 .

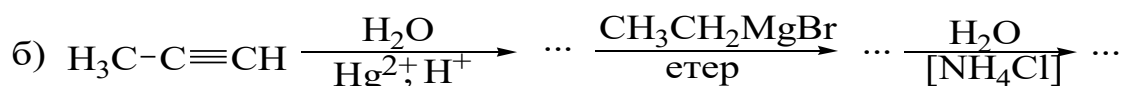
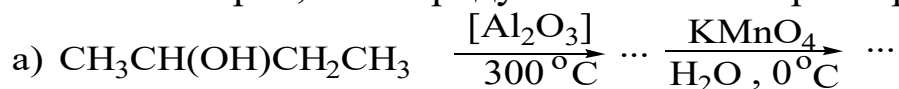
8. Напишіть реакції гліцерину (пропан-1,2,3-тріолу) із такими реагентами: а) Na ; б) CuO ; в) HBr ; г) HNO_3 ; д) H_2SO_4 , нагрівання; е) CH_3COOH [H^+]; ж) $\text{C}_{17}\text{H}_{33}\text{COOH}$ (H^+ , 200°C).

9. Напишіть схеми одержання бутан-2-олу із вказаних сполук: а) 2-хлоробутану; б) *n*-бутану; в) бут-1-ену; г) бутан-2-ону; д) бут-2-ину.

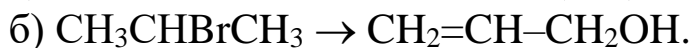
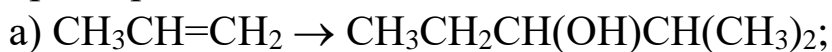
10. Напишіть реакції, назвіть вихідні сполуки і продукти реакцій:



11. Назвіть спирти, які є продуктами таких перетворень:



12. Використовуючи тільки неорганічні реагенти, здійсніть наступні перетворення:



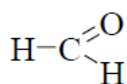
6. Практична робота №6

Номенклатура, добування і властивості альдегідів, кетонів

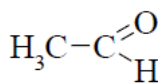
6.1. Мета: Вивчити способи добування та хімічні властивості карбонільних сполук.

6.2. Теоретичні відомості

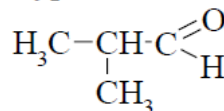
Альдегіди називають або за назвою кислоти, в яку вони переходять під час окиснення (*тривіальна* номенклатура), або за назвою насичених вуглеводнів із закінченням **-аль** (*систематична* номенклатура, IUPAC).



Мурашиний альдегід,
або метаналь

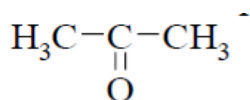


Оцтовий альдегід,
або етаналь

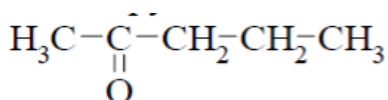


Ізомасляний альдегід,
або 2-метилпропаналь

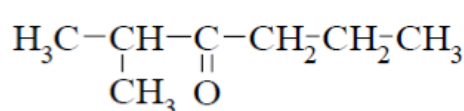
Кетони за раціональною номенклатурою називають за назвою вуглеводневих залишків (радикалів), які входять до молекули, із закінченням **-кетон**. За систематичною номенклатурою (IUPAC) кетони називають за назвою відповідного вуглеводню із закінченням **-он** та зазначенням місцезнаходження карбонільної групи.



Ацетон,
або диметилкетон
або 2-пропанон



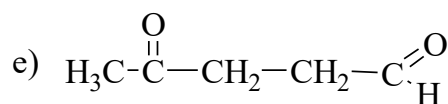
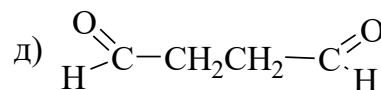
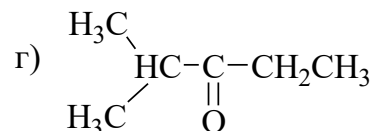
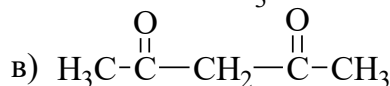
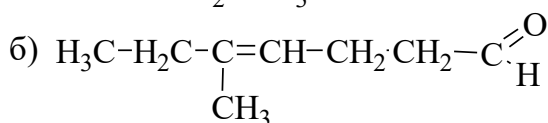
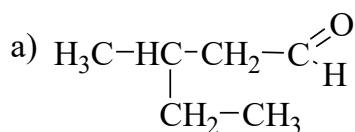
Метилпропілкетон,
або 2-пентанон



Пропілізопропілкетон,
або 2-метил-3-пентанон

6.3. Практична частина

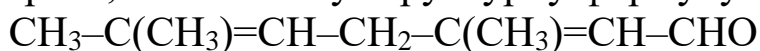
1. Назвіть такі карбонільні сполуки:



2. Напишіть структурні формули таких сполук: а) 5,5-диметилгексан-3-ону; б) 2,2,6-триметилгептан-4-ону; в) 3-метилбут-2-еналю; г) 2-метил-2-гепт-4-енону; д) пентан-2,4-діону.

3. Напишіть структурні формули таких кетонів: а) гепт-2-ен-4-он; б) 1,1,1-трихлорпропанон; в) пентан-2,4-діон; г) 3-метоксибутанон; д) 3,4-епоксипентан-2-он; е) 2,2,3-триметилгептан-4-он.

4. В ефірних оліях цитрусових міститься духмяна речовина цитраль, яка має таку структурну формулу:



Назвіть її за систематичною номенклатурою і вкажіть кількість можливих геометричних ізомерів.

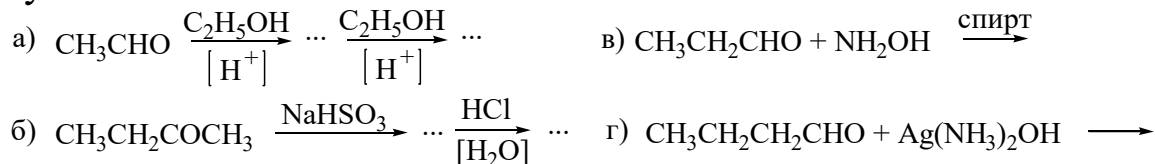
5. У листях фіалок та в огірках міститься ненасичений альдегід нона-2,6-діеналь. Напишіть його структурну формулу. Які речовини отримують при його озонолізі?

6. Напишіть реакції пропанового альдегіду з такими реагентами: а) H_2O [H^+]; б) $2 \text{CH}_3\text{OH}$ [H^+]; в) NH_3 (спирт); г) NH_2OH (спирт); д) NH_2NH_2 (спирт); е) $\text{NH}_2-\text{NHC}_6\text{H}_5$ (спирт). Назвіть сполуки, що утворюються.

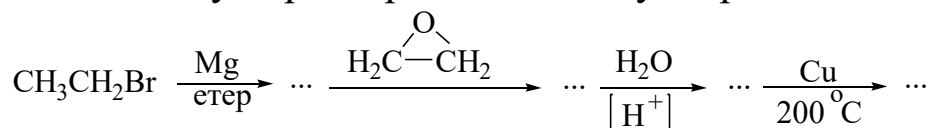
7. Напишіть схеми реакцій бутаналю і бутан-2-ону з такими реагентами: а) CH_3MgI ; б) LiAlH_4 ; в) NaBH_4 ; г) PCl_5 . Назвіть сполуки, що утворюються.

8. Розгляньте взаємодію акролеїну $\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CHO}$ з реагентами: а) Br_2 [CCl_4]; б) HBr ; в) $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ [H^+]; г) HCN [OH^-]; д) CH_3MgI ; е) $\text{Ag}(\text{NH}_3)_2\text{OH}$; ж) LiAlH_4 ; з) NH_2OH ; і) KMnO_4 (H_2O , 20°C).

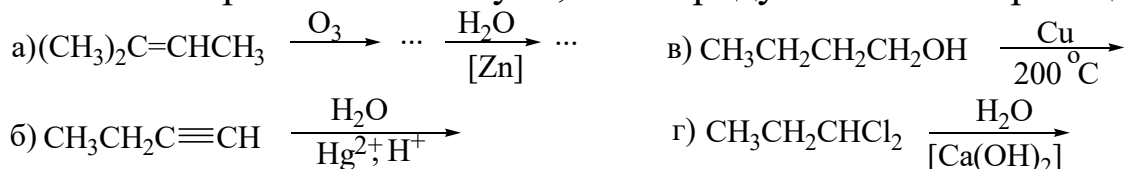
9. Напишіть рівняння реакцій. Назвіть вихідні і кінцеві органічні сполуки:



10. Заповніть схему перетворень. Назвіть усі органічні сполуки:

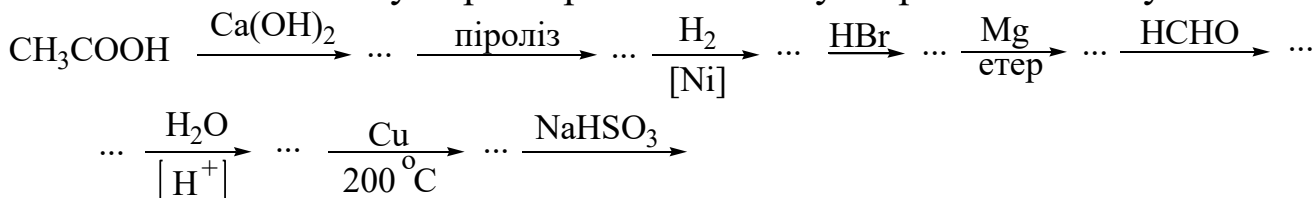


11. Назвіть карбонільні сполуки, які є продуктами таких реакцій:

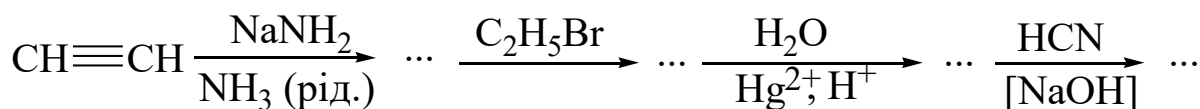


12. Із бутилового спирту і неорганічних реагентів запропонуйте схеми одержання: а) масляного альдегіду; б) метилетилкетону.

13. Заповніть схему перетворень. Назвіть усі органічні сполуки:



14. Заповніть схему перетворень. Назвіть усі органічні сполуки:



7. Практична робота № 7

Номенклатура, добування і властивості карбонових кислот

7.1. Мета: вивчити номенклатуру і властивості карбонових кислот

7.2. Теоретичні відомості:

Карбонові кислоти – це похідні вуглеводнів, які містять у молекулі одну або декілька карбоксильних груп

Назва «карбоксильна група» утворюється з назв карбонільної $>C=O$ і гідроксильної $-OH$.

Кількість карбоксильних груп визначає основність кислоти. Звідси $R-COOH$ – одноосновна, або моноосновна кислота, $HOOC-(CH_2)_xCOOH$ – двоосновна, або дикарбонова. Залежно від характеру вуглеводневого залишку розрізняють насичені, ненасичені і ароматичні карбонові кислоти.

Одноосновними карбовоними кислотами називають похідні вуглеводнів, у яких один атом Гідрогену заміщений на карбоксильну групу – $COOH$.

Загальна формула гомологічного ряду насичених одноосновних карбовоних кислот – $C_n H_{2n+1} COOH$.

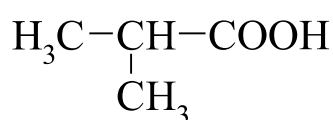
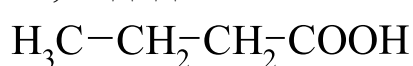
За певних хімічних перетворень карбоксильна група утворює ряд важливих функціональних похідних, а саме: Дуже поширені похідні карбовоних кислот, в яких поряд з карбоксильною групою містяться гідроксильна, карбонільна, амінна групи або галогени. Такі сполуки називають сполуками із змішаними функціями, відповідно – гідрокси кислоти, оксо кислоти, амінокислоти, галогенозаміщені кислоти.

Одноосновні карбовоні кислоти часто називають за *тривіальними* назвами, які здебільшого відображають джерело їх першого добування:

$H-COOH$, мурашина кислота, або форміатна міститься в мурашках (лат. *formica* – мурашка)

$CH_3-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-COOH$ – капронова кислота входить до складу козячого жиру (лат. *capra* – коза).

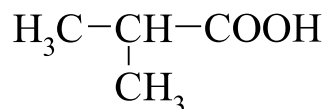
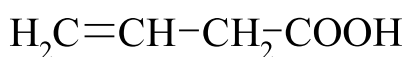
За номенклатурою IUPAC назви кислот утворюють з назв відповідного алкану із тим самим числом атомів Карбону, що і кислоти, із додаванням закінчення **-ова** і слова «кислота»:



Бутанова кислота

2-Метилпропанова кислота

Інколи вживають назви кислот за раціональною номенклатурою, як похідні оцтової кислоти:

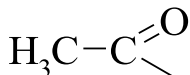
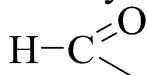


Вінілоцтова кислота

Диметилоцтова кислота

Залишок карбонової кислоти, що утворився при відніманні гідроксильної групи від карбоксильної, називається кислотним або ацильним радикалом або просто ацилом (Ac – лат. Acidum – кислота).

За номенклатурою ІUPAC назву ацилу утворюють з назви відповідного алкану за кількістю атомів Карбону і закінчення –оїл:



Метаноїл, форміл

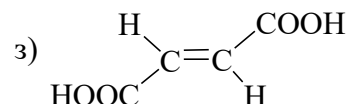
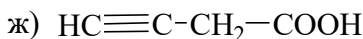
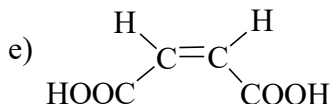
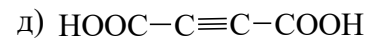
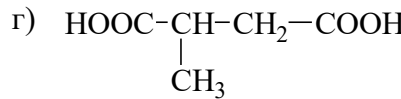
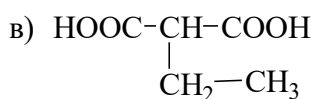
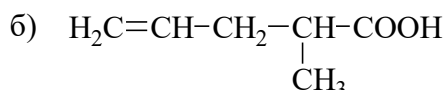
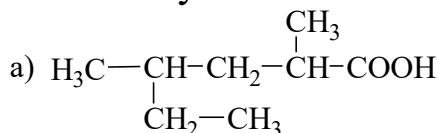
Етаноїл, ацетил

Пропаноїл

Для ацилів мурашиної і оцтової кислот часто вживають тривіальні назви – форміл і ацетил, відповідно.

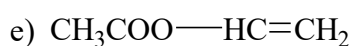
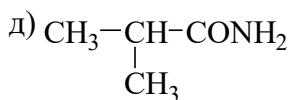
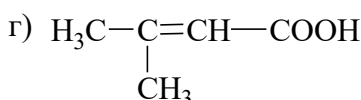
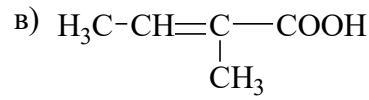
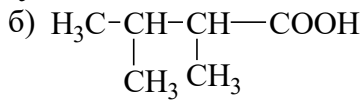
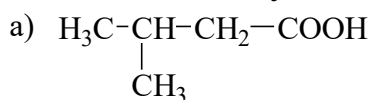
7.3. Практична частина

1. Назвіть сполуки:



2. Напишіть структурні формули сполук: а) 2,2-диметилпропанової кислоти; б) 2-метилбутанової кислоти; в) 2,3-диметилбутанової кислоти; г) 3,3-диметилбутанової кислоти; д) гександіової кислоти; е) бромангідриду α -бромпропіонової кислоти; ж) акрилонітрилу.

3. Назвіть наступні сполуки:



4. Напишіть рівняння реакцій пропанової кислоти з вказаними реагентами: а) Zn; б) NaOH; в) NaHCO₃; г) NH₄OH; д) Ca(OH)₂; е)

CH_3MgI . Яка властивість пропанової кислоти проявляється у цих реакціях? Назвіть сполуки, що утворюються.

5. Застосовуючи тільки неорганічні реагенти, запропонуйте схеми реакцій таких синтезів: а) 2-гептинової кислоти з пропілену; б) фенілоцтової кислоти з толуену. Назвіть проміжні речовини.

6. З бромистого пропілу і неорганічних реагентів добувають ізопропіловий естер ізомасляної кислоти. Напишіть рівняння відповідних реакцій.

7. Напишіть формули тригліцеридів, які містять: а) залишок пальмітинової й два залишки олеїнової кислот; б) залишок олеїнової й два залишки стеаринової кислот; в) залишок ліноленової й два залишки олеїнової кислот. Проведіть реакцію лужного гідролізу тригліцериду в). Назвіть усі тригліцериди.

8. У процесі омилення жиру добути натрієві солі олеїнової, лінолевої й ліноленової кислот. Яку будову має цей жир? Скільки молів Гідрогену він може приєднати? Напишіть рівняння відповідних реакцій.

8. Практична робота №8

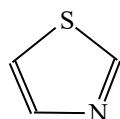
Гетероцикли. Природні гетероциклічні сполуки

8.1 Мета: вивчити будову та властивості ряду природних гетероциклічних сполук.

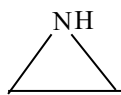
8.2. Теоретичні відомості

Гетероциклічними називають такі сполуки циклічної будови, у циклах яких поряд з атомами Карбону знаходяться атоми інших елементів. Ці та інші атоми називають гетероатомами. Номенклатура гетероциклічної системи включає величину циклу, його ненасиченість, кількість гетероатомів, їх вид і положення. Назва гетероциклу складається з трьох частин: кореня, який вказує розмір циклу, суфікса (часто суміщеного з коренем), який вказує ступінь ненасиченості гетероциклічної системи, і префікса, який вказує вид гетероатомів і їх кількість. Тричленний цикл має корінь -ір, чотиричленний -ет, п'ятичленний -ол; шестичленний -ін. Насичені гетероцикли з атомом Нітрогену мають суфікс -ідін-, насичені гетероцикли без атому Нітрогену мають суфікс -ан-, ненасичені гетероциклічні системи мають суфікс -ін-

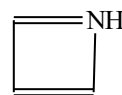
Природа гетероатома вказується префіксами окса-, тіа- і аза відповідно для Оксигену, Сульфуру та Нітрогену. Якщо в гетероциклі два або більше різних гетероатомів, то вони перелічуються за старшинством і їх нумерують у такому порядку: O, S, N. При наявності в гетероциклі одного атому Оксигену і одного Нітрогену використовують префікс оксаза-, а при наявності одного атома Сульфуру і одного атому Нітрогену -тіаза-.



1,3-тіазол



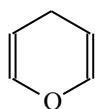
азири́н



азет

Для назви похідних гетероциклічних сполук атоми циклу нумерують. Звичайно нумерацію починають з гетероатома. Якщо є декілька гетероатомів, нумерацію починають з того, який у ряді O, S, Se, Te, N, P, As, Sb, Bi, Si, Ge, Sn, Pb, Hg знаходиться лівіше. Нумерацію атомів здійснюють у напрямку, щоб гетероатоми отримали найменші цифри. Для деяких гетероциклічних сполук зберігається певний вид нумерації.

Для давно відомих гетероциклічних сполук часто використовують тривіальні назви.



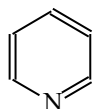
4Н-піран



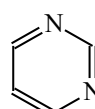
піро́л



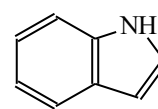
фура́н



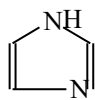
піри́дин



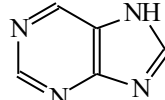
піри́мідин



індо́л



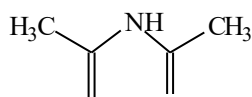
імі́дазол



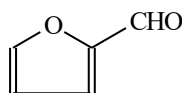
пури́н

В раціональній номенклатурі за основу беруть назву певного гетероциклу- фурану, тіофену, піролу, піридину чи іншого, а положення замісників у них позначають цифрами або буквами грецького алфавіту. У п'ятичленних гетероциклах з одним гетероатомом положення 2 і 5 позначають відповідно буквами α і α' , положення 3 і 4 – β і β' . У шестичленних гетероциклах з одним

гетероатомом положення 2, 3 і 4 позначають відповідно буквами α , β , γ , а положення 5 і 6 – α' і β' .



α , α' -диметилпірол



α -фуранкарбальдегід

8.3. Практична частина

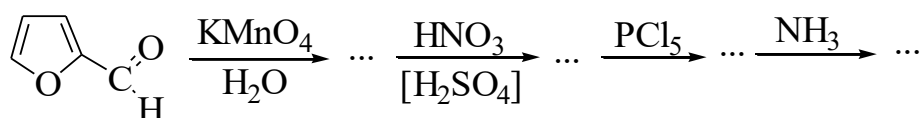
1. Напишіть структурні формули: а) пірану; б) фурану; в) пуріну; г) аденіну; д) гуаніну; е) піримідину; ж) тіміну; з) урацилу; і) цитозіну.

2. Напишіть структурні формули: а) α -метилфурану; б) 2-бром-4-метилфурану; в) N-метилпіролу; г) бензофурану; д) α -ацетилтіофену; е) бензотіофену.

3. Напишіть формули таких сполук: а) фурфурол; б) 5-нітрофурфурол; в) 2-карбоксіпірол; г) α -тіофенсульфо кислота; д) індол.

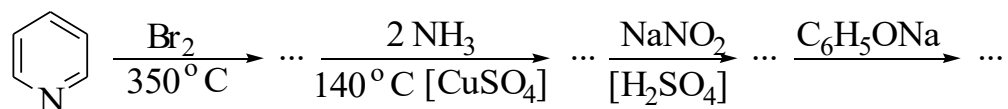
4. Наведіть реакції піролу з реагентами: а) CH_3MgI ; б) NaNH_2 ; в) NaNH_2 , потім CH_3I , потім t; г) CH_3MgI , потім CO_2 ; д) CH_3MgI , потім CH_3COCl , потім t. Назвіть одержані сполуки.

5. Заповніть схему перетворень. Назвіть одержані сполуки:



6. З якими із наведених нижче сполук реагує піридин? Наведіть схеми можливих реакцій: а) HBr ; б) H_2SO_4 , 0°C ; в) H_2SO_4 , SO_3 , 350°C ; г) H_2SO_4 , HNO_3 , 300°C ; д) Br_2 , CCl_4 ; е) Br_2 , 350°C ; ж) KMnO_4 , H_2O ; з) CH_3COOH ; і) $\text{C}_2\text{H}_5\text{Br}$; к) $(\text{CH}_3\text{CO})_2\text{O}$; л) CH_3COCl , AlCl_3 ; м) KOH , H_2O ; н) KOH (тв.), O_2 , t; о) NaNH_2 , NH_3 (рід.).

7. Здійсніть наступні перетворення:



8. Наведіть формули аденіну, гуаніну, тіміну, цитозину, урацилу.

9. Практична робота № 9

Вуглеводи

9.1. Мета: розглянути будову, властивості та поширеність вуглеводів у природі.

9.2. Теоретичні відомості

Вуглеводи дістали таку назву тому, що їх раніше розглядали як сполуки Карбону з водою (гідрати Карбону) з загальною формулою $C_n(H_2O)_n$. Вуглеводи називають також сахарами або карбогідратами.

Вуглеводи дуже поширені в природі і мають виняткове значення в харчовій промисловості і життєдіяльності тваринних і рослинних організмів, так як є джерелом енергії для біологічних систем. Поряд з білками, нуклеїновими кислотами і ліпідами вони є основними компонентами, з яких формуються клітини організмів людей і тварин.

У природі вуглеводи утворюються в рослинах із CO_2 і H_2O під дією сонячної енергії і природного каталізатора хлорофілу. При цьому відбувається складний хіміко-біологічний процес фотосинтезу вуглеводів, який схематично можна представити так:



В рослинах вуглеводи накопичуються як запасні поживні речовини (крохмаль, глікоген), або відіграють роль опорного матеріалу (клітковина).

Нарівні з жирами і білковими речовинами вуглеводи є основними компонентами їжі для людей і тварин. На добу дорослій людині необхідно 400...500 г вуглеводів.

За здібністю до реакцій гідролізу всі вуглеводи поділяють на дві великі групи: *моносахариди (монози)* – не здатні до реакції гідролізу і *полісахариди (поліози)* – здатні до реакції гідролізу з утворенням найпростіших вуглеводів.

Моносахариди (монози) – найпростіші сахаристі речовини. Вони є продуктами гідролізу полісахаридів.

Загальна назва моносахаридів складається з назви числівника, що відповідає загальній кількості атомів Карбону (*три-, тетра-, пента-, гекса-* і т.д.) і закінчення –**оза**. Так, моносахариди з п'ятьма атомами Карбону – пентози, з шістьма – гексози.

За функціональною групою моносахариди поділяють на альдози і кетози. Повну загальну назву моносахариду утворюють з префікса **альдо-** або **кето-**, до якого додають назву числівника і закінчення –**оза**.

Так, моносахариди пентози $C_5H_{10}O_5$, що мають альдегідну групу називаються *альдопентозами* (рибоза, арабіноза, ксилоза, ліксоза), а з кетонною групою – *кетопентозами* (рибулоза, ксилулоза).

Найбільше значення з природних сахаридів мають пентози та гексози. Триози (гліцериновий альдегід, дигідроксиацетон) не вважається сахарами через суттєву відмінність їх хімічних властивостей від інших моносахаридів, а тетрози в природі не зустрічаються.

Родоначальником генетичного ряду моносахаридів є гліцериновий альдегід. Якщо в його молекулі гідроксил біля хірального (асиметричного) атома Карбону знаходиться справа – D-конфігурація гліцеринового альдегіду, а зліва L-конфігурації

З цих сполук можна отримати синтетичним методом генетичні ряди D- або L-моносахаридів, методом альдольної конденсації з мурашиним альдегідом і отримати відповідні D- або L-генетичні ряди від тетроз до гексоз.

Віднесення вуглеводів до D- або L-ряду залежить від конфігурації (розміщення H- і OH-груп) у найбільш віддаленого асиметричного атома Карбону від карбонільної групи на відміну від гідроксикислот і амінокислот для яких конформація визначається за верхнім хіральним атомом.

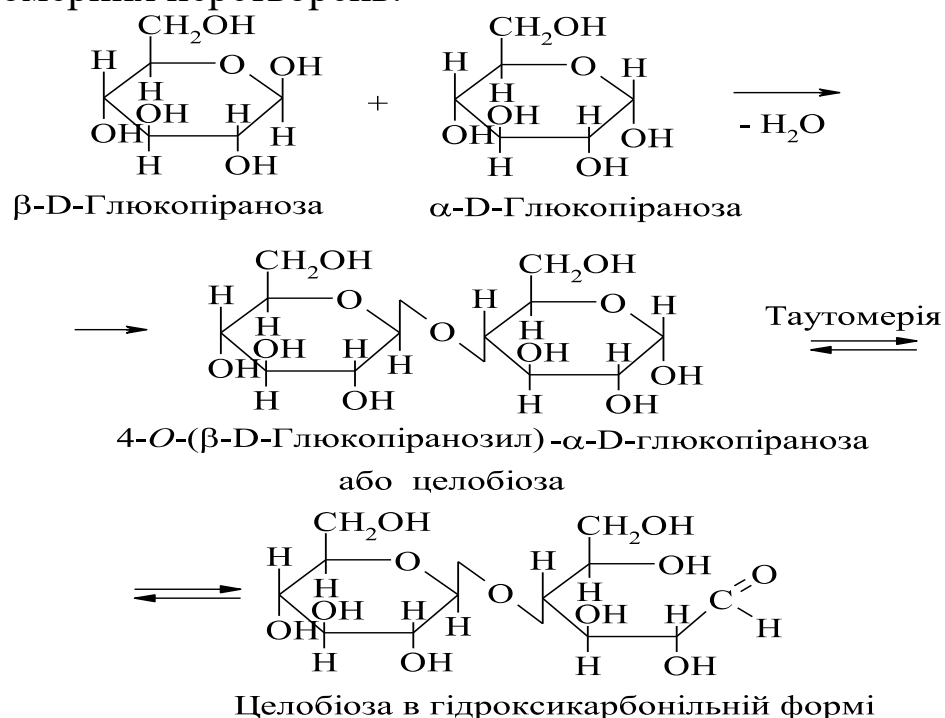
Дисахариди належать до складних вуглеводів, або олігосахаридів. Вони складаються з двох залишків моносахаридів, сполучених між собою глікозидним зв'язком. Під час гідролізу вони розпадаються на дві молекули моносахаридів. Дисахариди – природні речовини, містяться у плодах, овочах і утворюються за умови часткового гідролізу полісахаридів. До дисахаридів належать сахароза, трегалоза, лактоза, мальтоза, целобіоза та ін.

Усі дисахариди, які складаються з залишків гексоз, мають одну формулу – $C_{12}H_{22}O_{11}$. Це тверді речовини, добре розчинні у воді, оптично активні, солодкі на смак і широко використовуються у харчовій промисловості.

За будовою і хімічними властивостями дисахариди поділяються на дві групи: *відновлювальні* і *невідновлювальні*.

Відновлювальні дисахариди утворюються у результаті відщеплення води з двох моносахаридів за рахунок напівацетального гідроксиду однієї молекули моносахариду і спиртового гідроксилу другого моносахариду. До них відносяться: мальтоза, целобіоза,

лактоза. Ці дисахариди мають один вільний *глікозидний гідроксил*, здатний до таутомерних перетворень:



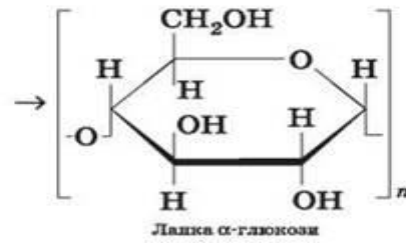
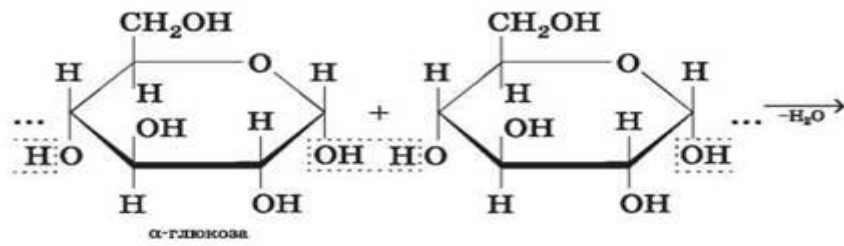
Вищі несахароподібні вуглеводи, або *полісахариди*, – це природні високомолекулярні речовини (біополімери), молекули яких складаються з великої кількості однакових або різних залишків моносахаридів. Вони поділяються на гомополісахариди (гомоглікани), молекула яких складається із залишків якогось одного простого вуглеводу, і гетерополісахариди (гетероглікани), молекули яких містять залишки різних простих вуглеводів та їх похідних.

Утворення полісахаридів відбувається шляхом поліконденсації молекул моносахаридів:

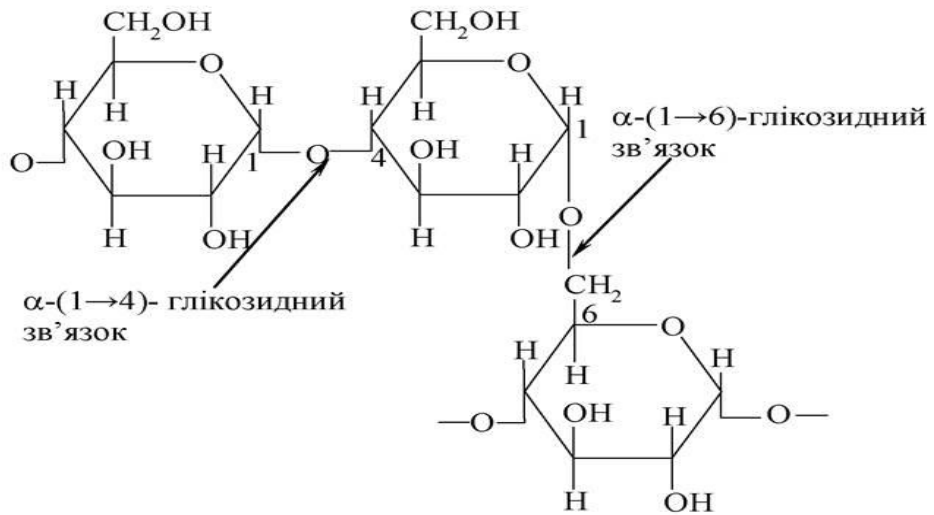


Полісахариди побудовані подібно до дисахаридів: залишки циклічних форм моносахаридів у молекулах полісахаридів сполучені між собою кисневими містками, в утворенні яких беруть участь глікозидний гідроксил одної молекули і гідроксил четвертого (в більшості випадків) атома Карбону іншої молекули моносахариду.

Основними представниками вищих полісахаридів є крохмаль, клітковина (целюлоза), глікоген (тваринний крохмаль), інουλін тощо. До полісахаридів відносять і пентозани загальної формули $(\text{C}_5\text{H}_8\text{O}_4)_n$, у будові яких беруть участь не гексози, а пентози.

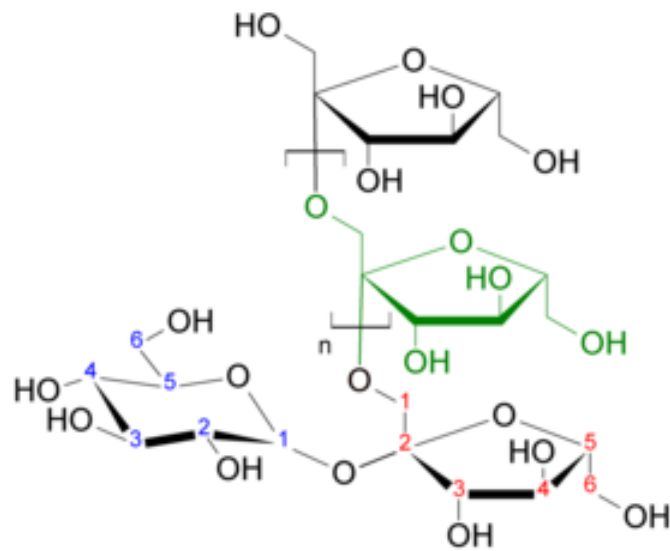


амілоза



амілопектин





інулін

9.3. Практична частина

1. Наведіть фуранозні і піранозні циклічні формули D-глюкози. Яка форма більш стійка і чому? Який атом Карбону називають аномерним? Що таке α - і β -аномери?

2. Наведіть формули Фішера α - і β -аномерів D-маннози і D-галактози. Які сполуки називають епімерами?

3. Наведіть схеми циклоланцюгового таутомерного перетворення D-глюкози і D-фруктози у водних розчинах. Назвіть усі форми цих цукрів. Яке явище називають мутаротацією?

4. Які вуглеводи називають дисахаридами? Що таке глікозидний зв'язок? Яку будову має сахароза? Наведіть схему гідроліза сахарози. Чому продукт гідролізу називають інвертним цукром?

5. Напишіть структурні формули мальтози, лактози, целлобіози і сахарози. Чи будуть реагувати ці дисахариди з реактивом Толленса $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]\text{OH}$? Чи можуть вони існувати в α - і β -формах? Назвіть монози, які утворюються при гідролізі цих дисахаридів.

6. Який полісахарид називають крохмалем? Які властивості він має? Який дисахарид і моносахарид будуть продуктами його гідролізу? Яку будову мають полімерні ланцюги крохмалю?

7. Охарактеризуйте властивості клітковини (целюлози). Наведіть будову відрізка молекули целюлози. В чому полягає найбільш істотна різниця цього полісахариду від крохмалю?

8. Напишіть структурні формули рибози і дезоксирибози. Яка головна роль цих моносахаридів у природі?

9. Напишіть формули таких сполук: а) метил- α -D-глюкопіранозид; б) метил- β -D-галактопіранозид; в) метил- α -D-фруктофуранозид.

10. Напишіть проєкційні формули D- і L-глюкози. Який із атомів Карбону визначає віднесення глюкози до D- чи L-ряду?

11. Напишіть формули відкритої і циклічних форм D-фруктози.

12. Чим відрізняється будова крохмалю від будови клітковини (целюлози)?

13. Напишіть формулами Хеуорса наступні біози: а) 4-(α -D-глюкопіранозил)-D-глюкопіранозу; б) α -D-глюкопіранозил- α -D-глюкопіранозид; в) 4-(β -D-галактопіранозил)-D-глюкопіранозу.

14. Напишіть проєкційні формули α -D- і β -D-галактози, α -D- і β -D-фруктози.

15. Напишіть реакції глюкози з такими сполуками: а) Br_2 (H_2O); б) HNO_3 ; в) NaBH_4 ; г) $\text{Ag}(\text{NH}_3)_2\text{OH}$; д) $\text{C}_6\text{H}_5\text{NHNH}_2$; е) $(\text{CH}_3\text{CO})_2\text{O}$; ж) CH_3OH (HCl). В якій формі реагує глюкоза у кожній реакції?

16. Наведіть хімічні реакції, які доводять наявність в молекулі глюкози: а) нормального ланцюга атомів Карбону; б) альдегідної групи; в) п'яти гідроксильних груп; г) глюкозидного (напівацетального) гідроксилу.

17. Чому мальтоза відновлює реактив Фелінга, а сахароза не відновлює? Напишіть відповідні рівняння реакцій.

18. За допомогою яких реакцій можна відрізнити сахарозу від лактози? Наведіть відповідні рівняння реакцій.

10. Практична робота № 10

Знаходження формули речовини за результатами аналізу

10.1. Мета: навчитись визначати формулу органічних речовин за результатами аналізу продуктів їх згоряння.

10.2. Теоретичні відомості

Молекулярна формула - це одна з кількісних характеристик речовини. Коли в науковій практиці одержують нову речовину чи в навколишньому середовищі виявляють якусь речовину, то одним з перших кроків її ідентифікації є знаходження молекулярної брутто - формули. Для цього виконують якісний та кількісний елементний аналізи.

Послідовність дій у знаходженні молекулярної формули речовини в лабораторії така:

1. Якісний аналіз, тобто визначення, з яких елементів складається речовина.

2. Кількісний аналіз, тобто визначення кількості (або маси чи масової частки) кожного елемента, що входять у певну кількість (або масу) речовини.

Якщо досліджується органічна речовина, її звичайно спалюють у кисні. У цьому разі елементи Карбон, Гідроген, Оксиген, Сульфур або інші переходять у відповідні оксиди,

Нітроген - у молекулярний азот N_2 . Процес спалювання речовини невідомого складу $C_xH_yN_nO_zS_m$ можна зобразити схемою:



Наявність оксидів певного елемента в продуктах спалювання свідчить про те, що він міститься у речовині. Так, утворення карбон (IV) оксиду CO_2 та води H_2O дозволяє припустити, що до складу речовини входять елементи Карбон, Гідроген та, можливо, Оксиген. Після розрахунків кількостей або мас кожного елемента за даними аналізу та підведення балансу можна зробити висновок про наявність у речовині Оксигену.

3. Розрахунок молярного співвідношення елементів у формулі речовини, тобто знаходження емпіричної (найпростішої) формули.

4. Визначення відносної молекулярної маси .

5. Знаходження молекулярної брутто- формули за поєднанням результатів дій 3 та 4.

Приклад 1. При згорянні вуглеводню, кількість речовини якого дорівнює 0.1 моль, отримано 6.72 л карбон (IV) оксиду (н.у.) та 7.2 г води. Визначить формулу вуглеводню.

Р о з р а х у н о к . Розраховуємо кількість речовини карбон (IV) оксиду, отриманого при спалюванні вуглеводню:

$$v(CO_2) = V(CO_2) / V_m ; \quad v(CO_2) = 6.72 / 22.4 = 0.3 \text{ моль.}$$

Кількість речовини Карбону, що міститься у спаленому зразку вуглеводню, дорівнює

$$v(C) = v(CO_2) ; \quad v(C) = 0.3 \text{ моль.}$$

Розраховуємо кількість речовини води, отриманої при спаленні вуглеводню:

$$v(H_2O) = m(H_2O) / M(H_2O) ; \quad v(H_2O) = 7.2 / 18 = 0.4 \text{ моль.}$$

Визначимо кількість речовини Гідрогену, що міститься у зразку вуглеводню:

$$v(\text{H}) = 2 v(\text{H}_2\text{O}); v(\text{H}) = 2 \cdot 0.4 = 0.8 \text{ моль.}$$

Таким чином, зразок вуглеводню кількістю речовини 0.1 моль містить 0.3 моль Карбону та 0.8 моль Гідрогену. Отже, 1 моль вуглеводню містить 3 моль Карбону та 8 моль Гідрогену, тобто формула вуглеводню C_3H_8 . Це пропан.

Приклад 2. Знайти молекулярну формулу речовини, якщо внаслідок повного згоряння цієї речовини масою 0.0104 кг утворюються 0.01792 м³ карбон (IV) оксиду (н.у.), і вода масою 0.0072 кг. Відносна густина речовини в газоподібному стані за воднем дорівнює 39.

Р о з р а х у н о к :

1) за результатами спалювання речовини можна припустити, що вона складається з Карбону С, Гідрогену Н та Оксигену О, отже її формулу у загальному вигляді запишемо як $\text{C}_x\text{H}_y\text{O}_z$;

2) розрахуємо масу Гідрогену, який з речовини 0.0104 кг перейшов у карбон (IV) оксид CO_2 об'ємом 0.01792 м³:

$$v(\text{CO}_2) = V(\text{CO}_2) / V_m = 0.01792 / 0.0224 = 0.8 \text{ моль};$$

$$v(\text{C}) = v(\text{CO}_2),$$

$$m(\text{C}) = v(\text{C}) \cdot M(\text{C}); m(\text{C}) = 0.8 \cdot 0.012 = 0.0096 \text{ кг};$$

3) розрахуємо масу Гідрогену, який з речовини масою 0.0104 кг перейшов у воду масою 0.0072 кг:

$$v(\text{H}_2\text{O}) = m(\text{H}_2\text{O}) / M(\text{H}_2\text{O}) = 0.0072 / 0.018 = 0.4 \text{ моль},$$

$$\text{за формулою } \text{H}_2\text{O}: v(\text{H}) = 2v(\text{H}_2\text{O}), m(\text{H}) = v(\text{H}) \cdot M(\text{H}) =$$

$$2 v(\text{H}_2\text{O}) \cdot M(\text{H}),$$

$$m(\text{H}) = 2 \cdot 0.4 \cdot 0.001 = 0.0008 \text{ кг};$$

4) складаємо баланс мас елементів, що містяться в речовині масою 0.0104 кг: $m(\text{C}) + m(\text{H}) = 0.0096 + 0.0008 = 0.0104$ кг, отже, Оксигену в складі речовини немає, тобто загальна формула речовини $\text{C}_x \text{H}_y$;

5) знайдемо молярне співвідношення елементів у формулі, тобто емпіричну формулу речовини

$$x : y = v(\text{C}) : v(\text{H}) = 0.8 : 0.8 = 1 : 1,$$

оскільки в результаті дій **2** і **3** ми вже знайшли, що $v(\text{C}) = v(\text{CO}_2) = 0.8$ моль, $v(\text{H}) = 2v(\text{H}_2\text{O}) = 0.8$ моль; емпірична формула речовини - CH ;

б) визначимо відносну молекулярну масу речовини

$$M_r(C_xH_y) = 2 D(H_2) = 39 \cdot 2 = 78;$$

7) знайдемо молекулярну формулу речовини

$$M_r(CH)_n = 78; n = 78 / (12 + 1) = 6.$$

Відповідь: молекулярна формула речовини - C_6H_6 .

10.3. Практична частина

1. Органічна речовина має густину речовини в газоподібному стані за воднем 46. Зразок цієї речовини масою 13.8 г спалили та отримали карбон (IV) оксид об'ємом 23.52 л (н.у.) та воду масою 10.8 г. Визначте формулу органічної речовини, враховуючи, що вона є ароматичною ($C_6H_5CH_3$).

2. Відносна молекулярна маса органічної речовини, що складається з С, Н та О, дорівнює 88. При повному спаленні 0.44 г речовини утворилося 560 мл карбон (IV) оксиду (н.у.) та 0,5 г води. Встановіть молекулярну формулу речовини.

3. При спалюванні 1.84 г органічної речовини утворюється 3.136 л карбон (IV) оксиду (н.у.) і 1.44 г води. Молекулярна маса речовини дорівнює 92 г/ моль. Знайдіть молекулярну формулу сполуки та наведіть формули ізомерів цієї речовини. (C_7H_8)

4. При спалюванні 13.8 г органічної речовини утворюється 26.4 г карбон (IV) оксиду і 16.2 г води. Відносна густина пари цієї речовини за карбон (IV) оксидом дорівнює 1.0455. Виведіть молекулярну формулу речовини та наведіть формули ізомерів цієї сполуки. (C_2H_6O)

5. При спалюванні 15.68 л органічної речовини утворилось 78.4 л карбон (IV) оксиду (н.у.) і 75.6 г води. Відносна густина пари цієї речовини за повітрям дорівнює 2.483. Виведіть молекулярну формулу речовини та наведіть формули ізомерів цієї сполуки. (C_5H_{12})

6. При спалюванні 1.12 л органічної речовини утворилось 3.36 л карбон (IV) оксиду (н.у.) і 2.7 г води. Відносна густина пари цієї речовини за гелієм дорівнює 14.5. Виведіть молекулярну формулу речовини та наведіть формули ізомерів цієї сполуки. (C_3H_6O)

7. При спалюванні 29 г органічної речовини утворилось 88 г карбон (IV) оксиду і 45 г води. Відносна густина пари цієї речовини за повітрям дорівнює 2. Виведіть молекулярну формулу речовини та наведіть формули ізомерів цієї сполуки.

8. При спалюванні 0.93 г органічної речовини утворилось 0.672 л карбон (IV) оксиду (н.у.), 1.35 г води і азот. Відносна густина пари цієї речовини за воднем дорівнює 15.5. Наведіть структурну формулу цієї речовини. (CH_3NH_2)

9. При спалюванні 0.1 моль вуглеводню утворилось 0.5 моль карбон (IV) оксиду і 10.8 г води. Виведіть молекулярну формулу речовини та наведіть формули ізомерів цієї сполуки.

10. При спалюванні 5.6 л газоподібного вуглеводню утворилось 22.4 л карбон (IV) оксиду (н.у.) і 22.5 г води. Знайдіть формулу речовини та наведіть формули ізомерів цієї сполуки.

Перелік питань до екзамену

1. Основи будови органічних сполук, теорія хімічної будови О.М.Бутлерова;
2. Склад та хімічна будова органічних сполук, їх класифікація; сировинні джерела органічних сполук.
3. ІЮПАК номенклатура органічних сполук.
4. Алкани. Хімічні властивості.
5. Алкани. Способи одержання.
6. Алкени. Хімічні властивості.
7. Алкени. Способи одержання.
8. Алкіни. Хімічні властивості.
9. Алкіни. Способи одержання.
10. Алкадієни. Хімічні властивості.
11. Алкадієни. Способи одержання.
12. Галогенпохідні алканів. Хімічні властивості.
13. Галогенпохідні алканів. Способи одержання.
14. Алканолі. Хімічні властивості.
15. Алканолі. Способи одержання.
16. Альдегіди. Хімічні властивості.
17. Альдегіди. Способи одержання.
18. Кетони. Хімічні властивості
19. Кетони. Способи одержання.
20. Карбонові кислоти. Хімічні властивості
21. Карбонові кислоти. Способи одержання.
22. Похідні карбонових кислот. Естери.

23. Арени. Електронна будова. Способи одержання.
24. Арени. Електронна будова. Хімічні властивості.
25. Реакції електрофільного заміщення бензену. Механізм.
26. Галогено- похідні аренів. Способи одержання . Хімічні властивості.
27. П'ятичленні гетероциклічні сполуки. Номенклатура. Хімічні властивості.
28. Шестичленні гетероциклічні сполуки. Номенклатура. Хімічні властивості.
29. Вуглеводи. Моносахариди. Таутомерні форми D-глюкози.
30. Вуглеводи. Моносахариди. Таутомерні форми D-фруктози.
31. Хімічні властивості D-глюкози.
32. Хімічні властивості D-фруктози.
33. Дисахариди. Будова сахарози та мальтози. Хімічні властивості.
34. Крохмаль. Будова. Хімічні властивості.
35. Целюлоза. Будова. Хімічні властивості.

Рекомендована література

1. В.П. Черних, Б.С. Зіменковський, І.С.Г риценко. Органічна хімія. Харків, Вид-во НФаУ, “Оригінал”, 2008 – 778 с.
2. Збірник завдань з курсу «Органічна хімія»: матеріали прикладного характеру; навч. посіб. / М. Ю. Онисько, М. В. Сливка, М. В. Сливка., П. П. Онисько, В. Г. Лендел - Ужгород : Говерла, 2008. - 198 с.
3. Органічна хімія і екологія: В 2-х частинах. Частина 1. Теоретичні основи органічної хімії. Аліфатичні вуглеводні : навчальний посібник / Ранський А. П. – Вінниця : ВНТУ, 2012. – 120 с.
4. Organic Chemistry, Seventh Edition. William H. Brown, Brent L. Iverson, Eric V. Anslyn, Christopher S. Foote 2013, USA, 1318 p. ISBN-10: 1-133-95284-4.
5. Кравченко Е. Ф. Органічна хімія : навч. посібн. у 2 частинах. Ч. I. Вуглеводні й оксигеновмісні похідні / Е. Ф. Кравченко, Н. В. Мурликіна. –Х. : ХДУХТ, 2004. – 224 с.

6. Шульга С.І., Шульга О.С. Органічна хімія. Практикум: навч.посіб.-
К.: НУХТ, 2014.-440 с.