

**ЗАКАРПАТСЬКИЙ УГОРСЬКИЙ ІНСТИТУТ ІМЕНІ ФЕРЕНЦА РАКОЦІ ІІ
II. RÁKÓCZI FERENC KÁRPÁLTALJAI MAGYAR FŐISKOLA**

**Кафедра біології та хімії
Biológia és Kémia Tanszék**

**МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ / MÓDSZERTANI ÚTMUTATÓ
ДЛЯ САМОСТІЙНОЇ РОБОТИ ТА
ТА ВИКОНАННЯ ЛАБОРАТОРНИХ РОБІТ З ДИСЦИПЛІНИ
“ОРГАНІЧНА ХІМІЯ”**

(назва навчальної дисципліни / a tantárgy neve)

Перший (бакалаврський) / Alapképzés (BSc)
(ступінь вищої освіти / felsőoktatás szintje)

01 Освіта/Педагогіка / 01 Oktatás/Pedagógia
(галузь знань / képzési ág)

014 Середня освіта (Природничі науки)/ 014 Középfiskolai oktatás (Természettudományok)
(освітня програма / képzési program)

Частина 1



Берегове /
Beregszász
2024р. / 2024

Методичні вказівки розроблені на основі діючого законодавства України та Стандартів вищої освіти за спеціальністю 014 «Середня освіта (Природничі науки)» для першого (бакалаврського) рівня вищої освіти, з метою забезпечення здобувачів методичними вказівками до лабораторних занять з курсу «Органічна хімія»

Частина 1. Методичні вказівки охоплюють всі практичні роботи, виконання яких передбачене робочою програмою дисципліни.

Затверджено до використання у навчальному процесі на засіданні кафедри біології та хімії ЗУІ ім. Ф. Ракоці ІІ

(«12» серпня 2024. року, протокол №1.).

Рекомендовано до видання в електронній формі (PDF) рішенням Вченої ради Закарпатського угорського інституту ім. Ф. Ракоці ІІ

(протокол № 22 від 26. серпня 2024р.).

Укладачі:

Джосія МОЛНАР-БАБІЛЯ –доцент кафедри біології та хімії Закарпатського угорського інституту імені Ференца Ракоці ІІ, кандидат хімічних наук, доцент;

Єва БАК – старший викладач кафедри біології та хімії Закарпатського угорського інституту імені Ференца Ракоці ІІ,

Крістіна МОЛНАР - асистент кафедри біології та хімії Закарпатського угорського інституту імені Ференца Ракоці ІІ

Рецензенти:

Тетяна ЛУЖАНСЬКА - доцент кафедри туризму та географії Мукачівського державного університету, к. г. н., доцент

Михайло ФІЛЕП - доцент кафедри біології та хімії Закарпатського угорського інституту, к.х.н., старший дослідник

Відповідальний за випуск:

Ержебет Когут – доктор філософії, доцент кафедри біології та хімії Закарпатського угорського інституту імені Ференца Ракоці ІІ, завідувач кафедри

За зміст методичних вказівок відповідальність несуть розробники

Видавництво: Закарпатський угорський інститут імені Ференца Ракоці ІІ (адреса: пл. Кошута 6, м. Берегове, 90202. Електронна пошта: foiskola@kmf.uz.ua)

© Розробники методичної вказівки, 2024

© Кафедра біології та хімії ЗУІ ім. Ф. Ракоці ІІ, 2024

Мета даного видання – допомогти здобувачам опанувати програмний матеріал з дисципліни «Органічна хімія»

Методичні вказівки включають зміст всіх тем дисципліни «Органічна хімія» та список рекомендованої літератури, план вивчення дисципліни, методичні поради до кожної теми, виконання лабораторних робіт, теоретичні питання для самостійної роботи та комплекс контрольних питань і тестів для самоперевірки знань.

Після вивчення дисципліни **студенти повинні знати:**

- основні типи хімічної рівноваги для формування цілісного фізико-хімічного підходу до вивчення процесів життєдіяльності організму;
- основні правила замісничкової номенклатури ІЮПАК для побудови назв органічних сполук;
- відповідність структури органічних сполук фізіологічним функціям, які вони виконують в організмі людини;
- реакційну здатність вуглеводів, ліпідів, амінокислот;
- особливості будови та перетворень органічних сполук;
- правила техніки безпеки, охорони праці, професійної безпеки під час виконання лабораторних робіт.

Студенти повинні вміти:

- робити висновки й аналізувати взаємозв'язок між будовою, конфігурацією та конформацією органічних сполук;
- пояснювати залежність активності від просторової будови речовини;
- інтерпретувати особливості будови α -амінокислот як основи біополімерів— білків, що є структурними компонентами всіх тканин організму;
- інтерпретувати особливості будови та перетворень в організмі гомополісахаридів як харчових речовин — джерел енергії для процесів життєдіяльності;
- аналізувати принципи методів виявлення та визначення моносахаридів;
- пояснювати залежність реакційної здатності гетероциклічних сполук від їхньої будови, що сприяє їх лабораторному синтезу;
- аналізувати значення мононуклеотидів для побудови нуклеїнових кислот і дії нуклеотидних кофакторів;
- дотримуватися правил техніки безпеки, охорони праці, професійної безпеки під час виконання лабораторних робіт.

ЗМІСТ ТЕМ ДИСЦИПЛІНИ «ОРГАНІЧНА ХІМІЯ»

Тема 1. Предмет і значення органічної хімії.

Теоретичні основи органічної хімії. Класифікація органічних сполук. Типи хімічного зв'язку в органічних сполуках. Природні джерела органічних сполук. Деревина як сировина для виробництва органічних сполук.

Основна література: [1, 2, 3].

Тема 2. Вуглеводні.

Насичені та ненасичені вуглеводні (алкани, алкени, алкіни, алкадієни). Гомологічний ряд. Ізомерія. Номенклатура. Методи одержання. Фізичні властивості. Хімічні властивості. Реакції полімеризації. Поліетилен. Поліпропілен. Дивініловий, ізопреновий, хлоропреновий каучук. Поняття про будову природного каучуку. Вулканізація каучуку. Застосування вуглеводнів.

Основна література: [1, 2, 3].

Тема 3. Арени (ароматичні вуглеводні), циклоалкани, терпени.

Ароматичність та теорія будови аренів. Номенклатура, ізомерія. Методи одержання. Фізичні властивості. Хімічні властивості. Реакції електрофільного заміщення. Правила заміщення в бензеновому ядрі. Застосування.

Циклоалкани. Номенклатура. Ізомерія. Методи одержання, фізичні та хімічні властивості, застосування.

Терпени. Природні джерела. Живиця, ефірні масла. Каніфоль, скипидар – продукти лісохімічного виробництва. Класифікація терпенів: аліфатичні, моноциклічні та біциклічні. Методи одержання, властивості та застосування.

Основна література: [1, 2, 3].

Тема 4. Спирти.

Класифікація спиртів. Одноатомні спирти. Номенклатура. Ізомерія. Методи одержання. Фізичні та хімічні властивості. Окремі представники. Застосування одноатомних спиртів.

Двох- та трьохатомні спирти. Ізомерія, номенклатура, одержання, властивості та застосування. Поняття про багатоатомні спирти. Ненасичені спирти. Одержання, хімічні властивості та застосування.

Основна література: [1, 2, 3].

Тема 5. Феноли.

Окремі представники. Знаходження в природі. Будова, номенклатура, ізомерія фенолів. Одержання, фізичні та хімічні властивості, застосування. Одержання фенолформальдегідної смоли та її властивості.

Двох- та трьохатомні феноли (резорцин, пірокатехін, гідрохінон, пірогалол, флороглюцин, оксигідрохінон). Хімічні властивості та застосування.

Основна література: [1, 2, 3].

Тема 6. Альдегіди і кетони.

Гомологічний ряд, ізомерія, номенклатура, поширення в природі. Одержання, фізичні та хімічні властивості (реакції приєднання, окислення, заміщення, полімеризації та поліконденсації). Застосування альдегідів і кетонів.

Основна література: [1, 2, 3].

Тема 7. Карбонові кислоти.

Насичені одно- та двохосновні карбонові кислоти. Гомологічний ряд, номенклатура, одержання, фізичні та хімічні властивості. Застосування. Похідні карбонових кислот: солі, ангідриди, галогенангідриди, аміди, естери. Окремі представники: мурашина, оцтова, щавлева, малінова, янтарна, глутарова та адипінова кислота. Сечовина, її одержання властивості та застосування в сільському господарстві.

Ненасичені одно- та двохосновні карбонові кислоти. Номенклатура, одержання, фізичні та хімічні властивості, застосування. Окремі представники: акрилова кислота, нітрил акрилової кислоти, метакрилова кислота. Їх полімеризація. Пластмаса на їх основі.

Вищі жирні насичені та ненасичені кислоти. Жири. Поширення в природі, склад, будова, хімічні властивості, технічна переробка та використання. Значення жирів.

Одно- та двохосновні кислоти ароматичного ряду: бензойна кислота, фталеві кислоти. Їх одержання, властивості та застосування.

Гідрокси- та оксокарбонові кислоти. Номенклатура. Знаходження у природі та методи одержання. Фізичні та хімічні властивості. Окремі представники гідроксикарбонових кислот: молочна, яблучна, винна, лимонна. Окремі представники оксокарбонових кислот: гліоксилова, піровиноградна, ацетооцтова. Застосування гідрокси- та оксокарбонових кислот. Біологічне значення.

Явище оптичної ізомерії. Основні поняття оптичної ізомерії. Поняття про асиметричний атом Карбону. Оптична ізомерія на прикладі гідроксикарбонових кислот. Формули Фішера. D- та L- стереічні ряди. Оптичні ізомери молочної кислоти. Оптична ізомерія винних кислот. Біологічне значення явища оптичної ізомерії.

Основна література: [1, 2, 3].

Тема 8. Вуглеводи.

Моно- та дисахариди. Поширення у природі та біологічна роль. Номенклатура та класифікація. Пентози, гексози, їх будова, стереоізомерія. Таутомерія, напівацетальний гідроксил, мутаротація. Формули Фішера та Хеуорса. Відновлюючі та невідновлюючі дисахариди. Методи одержання та хімічні властивості моносахаридів: глюкози, фруктози; та дисахаридів: сахарози, мальтози, лактози.

Полісахариди: клітковина, крохмаль, глікоген. Знаходження в природі. Методи одержання. Будова полісахаридів (формули Фішера та Хеуорса). Фізичні та хімічні властивості. Застосування.

Способи хімічної переробки деревини: сульфатний, сульфітний, натронний. Фізичні та хімічні властивості целюлози. Етери (метил-, етил-, карбоксиметил-) та естери (ацетати, нітрати) целюлози. Застосування целюлози та її похідних.

Основна література: [1, 2, 3].

Тема 9. Аміни.

Класифікація амінів. Аліфатичні аміни: номенклатура, ізомерія, одержання, фізичні та хімічні властивості.

Ароматичні аміни: ізомерія, номенклатура, одержання. Хімічні властивості: реакції заміщення в бензеновому кільці та реакції, які проходять по аміногрупі. Застосування амінів.

Основна література: [1, 2, 3].

Тема 10. Амінокислоти та білки.

Амінокислоти. Ізомерія. Номенклатура. Поширення в природі та біологічна роль. Методи одержання. Фізичні властивості. Хімічні властивості: амфотерна природа, декарбоксилювання, дезамінування, переамінування. Незамінні амінокислоти. Окремі представники. Застосування амінокислот у сільському господарстві.

Поліпептиди та білки. Пептидний зв'язок. Класифікація білків. Поширення в природі та біологічна роль. Елементний склад та молекулярна маса. Первинна, вторинна та третинна структура білків. Хімічні властивості білків. Застосування білків.

Основна література: [1, 2, 3].

Тема 11. П'яти- та шестичленні гетероцикли.

Одержання та хімічні властивості піролу, індолу, піридину. Піримідин та його похідні: урацил, тимін, цитозин. Пурин та його похідні: аденін, гуанін. Біологічна роль гетероциклів.

Основна література: [1, 2, 3].

Список рекомендованої літератури

Базова / Alapművek

1. Чирва В.Я., Ярмолюк С.М., Толкачова Н.В., Земляков О.С. Органічна хімія: Підручник. – Львів: Бак, 2009. -966с.
2. Ластухін Ю.О., Воронов С.А. Органічна хімія. –Львів: Центр Європи, 2009. – 868 с.
3. Мітрясова О.П. Органічна хімія. – Київ: Кондор, 2018. – 412 с.
4. Бобрівник Л.Д., Руденко В.М., Лезенко Р.О. Органічна хімія. – Київ : Ірпінь: Перун, 2005. – 544 с.

Допоміжна / Kiegészítő olvasmányok

1. Номенклатура органічних сполук : навчальний посібник / Толмачова В.С., Ковтун О.М., Дубовик О.А., Фицайло С.С. – Тернопіль: Мандрівець, 2014,— 12 с.
2. Черних В.П., Зіменковський Б.С., Гриценко І.С. Органічна хімія : навчальний посібник. – Харків: Вид-во НФаУ; Оригінал, 2008. – 752 с.
3. А. В. Домбровський, В. М. Найдан. Органічна хімія.- К.: Вища школа, 1992. 4. О. В. Стеценко, Р.П. Виноградова. Біоорганічна хімія. Навчальний посібник.-К.: Вища школа, 1992.
5. В. М. Найдан. Органічна хімія. Малий лабораторний практикум.-К., 1994.

Інформаційні ресурси / Internetes, elektronikus források

1. База хімічних сполук: <https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/>
2. Хімічний софт: <https://chemistry.com.pk/software/chemdraw-free/>
3. <http://library.chem.univ.kiev.ua> Велика бібліотека підручників з органічної хімії хімічного факультету Київського національного університету ім. Тараса Шевченка.

Методичні поради до самостійної підготовки зокремих тем органічної хімії

Починаючи вивчення органічної хімії, по кожному розділу необхідно ознайомитися з програмою курсу, даними методичними порадами, вивчити кожну тему за рекомендованими підручниками в тій послідовності, яка наведена в програмі. Бажано скласти конспект.

Після вивчення кожної теми необхідно дати відповіді до контрольних завдань, номери яких треба визначити за таблицею, що наведена нижче.

При написанні рівнянь хімічних реакцій необхідно користуватися структурними та напівструктурними формулами. Відповідати конкретно на поставлені запитання. Відповіді мають бути повними, з формулами та реакціями.

ТЕХНІКА БЕЗПЕКИ В ХІМІЧНІЙ ЛАБОРАТОРІЇ

1. Необхідно дотримувати чистоту, тишу, порядок, а також точність при виконанні роботи.
2. Не пити воду з хімічного посуду, не їсти, не пробувати речовину на смак.
3. Не залишати без догляду працюючий прилад або розпочатий дослід.
4. Не виливати у раковину залишки кислот, лугів, вогнебезпечних та отруйних рідин, а також кидати папір, пісок та інші тверді залишки.
5. Не можна нагрівати закупорені посудини або апарати, крім спеціально призначених для такого процесу.
6. Працювати в лабораторії дозволяється тільки в халатах.
7. Необхідно чітко дотримуватися правил роботи та зберігання легкозаймистих, отруйних та шкідливих речовин.
8. Легкозаймісті рідини нагрівати тільки на водяній бані або на плитці із закритою спіраллю.
9. З отруйними та шкідливими речовинами працювати тільки у витяжній шафі.
10. Працюючи з металічним натрієм чи калієм, твердими гідроксидами лужних металів, а також з вакуумом, обов'язково користуватися захисними окулярами. Металічний натрій або калій брати лише пінцетом або щипцями та працювати з цими речовинами на значній відстані від води. Обрізки цих металів неможна кидати у раковину або ящик для сміття.
11. Після закінчення роботи необхідно вимити та висушити посуд, прибрати робоче місце, провітрити приміщення, відключити всі нагрівальні та освітлювальні прилади, закрутити водопровідні та газові крани.
12. Категорично забороняється працювати в лабораторії одному.
13. Категорично забороняється залишати брудний посуд та неприбране робоче місце.
14. Виходячи з лабораторії, обов'язково перевірте, чи вимкнено газ, вода, електроенергія.

НАДАННЯ ПЕРШОЇ ДОПОМОГИ

При виникненні *пожежі* в лабораторії необхідно негайно виключити газ та нагрівальні прилади, прибрати легкозаймисті рідини, вогонь засипати піском або накрити шерстяною ковдрою, шматком азбесту, рушником або залити тетрахлорометаном. Великий вогонь гасять за допомогою вогнегасника. Не можна задувати палаючу рідину або заливати її водою. Якщо на людині палає одяг, її треба швидко закутати в ковдру, халат або покласти на підлогу та перекочуючи збивати полум'я. Якщо загорілися дерев'яні предмети, полум'я гасять водою або вогнегасником.

При *теплових опіках* роблять примочку з розчином 5%-го калій манганату(VII) KMnO_4 або етанолу $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$, а потім наносять мазь відопіків.

При *опіках кислотами* ушкоджене місце обмивають водою з крану, а потім 3 %-м розчином натрій гідрогенкарбонату (питної соди); при *опіках їдкими лугами* – водою, а потім 2 %-ним розчином оцтової або борної кислот і знову водою.

При *опіках очей кислотою* необхідно промити їх великою кількістю води, потім обробити тампоном, змоченим у розчині питної соди (3 %-ним), і знову змити водою; при *опіках очей лугом* – промити їх великою кількістю води, потім обробити тампоном, змоченим у 2

%-му розчині борної кислоти, і знову промити водою. Після цього необхідно звернутись до лікаря.

При *опіках бромом* ушкоджене місце необхідно швидко промити спиртом та змастити маззю від опіків.

У випадку *опіку фенолом* ушкоджене місце розтирають гліцеролом до відновлення природного кольору шкіри, потім промивають водою і накладають пов'язку з марлі, змоченої у розчині гліцеролу.

При *порізах склом* з рани видаляють шматки скла, промивають дистильованою водою або протирають тампоном, змоченим в етиловому спирті, змащують 5%-ним розчином йоду та бинтують. Невеликі порізи можна заклеїти антисептичним пластиром.

При *ураженні електрострумом* насамперед необхідно відключити електроенергію, а потім, якщо необхідно, зробити штучне дихання та викликати швидку допомогу.

При *вдиханні галогенів, галогеноводнів та оксидів Нітрогену* потрібно вдихнути спирт або понюхати 5%-ний розчин амоніаку, а потім вийти на свіже повітря.

Тема 1. Предмет і значення органічної хімії.

Методичні поради

Органічна хімія – це хімія сполук Карбону. Все живе побудоване з органічних речовин, і обмін речовин, що складає основу життєдіяльності, є перетворенням органічних сполук. Ось чому ця наука лежить в основі біологічних наук.

Сільському господарству органічна хімія дає добрива, засоби боротьби з бур'янами і шкідниками, ростоактивуючі речовини, що підвищують продуктивність рослин і тварин. Виключно велика роль її у всьому житті сучасного суспільства.

Починаючи вивчення органічної хімії, необхідно насамперед звернути увагу на основні положення теорії хімічної будови органічних сполук О.М.Бутлерова, тому що вона є теоретичною основою всього курсу.

Згідно з цією теорією атоми в молекулах органічних сполук зв'язані в певній послідовності відповідно з їх валентністю. Властивості речовин залежать не тільки від якісного і кількісного складу молекул, але і від характеру зв'язку між атомами в молекулі, тобто від їх просторового розміщення. Порядок сполучення атомів у молекулі зображується структурними формулами. При написанні їх необхідно правильно враховувати валентність елементів. Дуже важливо засвоїти матеріал про взаємний вплив атомів у молекулі. Хімічний характер атомів змінюється залежно від того, з якими атомами вони зв'язані в молекулі. Кожний атом або група атомів у молекулі має певні хімічні властивості, за якими речовини об'єднуються в певні класи органічних сполук. Кожний клас речовин включає ряд сполук, які відрізняються лише гомологічною різницею ($-\text{CH}_2-$), а подібні сполуки складають гомологічний ряд.

Органічні сполуки побудовані з вуглеводневого радикалу та функціональної групи, що визначає клас сполук.

Найважливішими функціональними групами є, наприклад, для спиртів ($-\text{OH}$) – гідроксильна група, для альдегідів ($-\text{COH}$) і кетонів ($>\text{CO}$) – карбонільна, для кислот ($-\text{COOH}$) – карбоксильна, нітросполук ($-\text{NO}_2$) – нітрогрупа, для амінів ($-\text{NH}_2$) – аміногрупа.

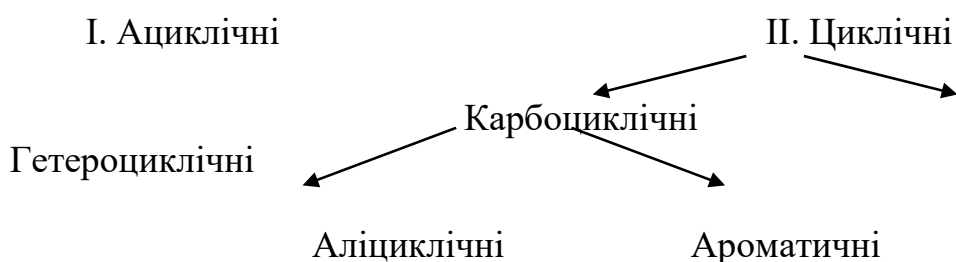
Значна кількість сполук містить різні функціональні групи в одній молекулі, наприклад, оксикислоти, вуглеводи, амінокислоти та ін. При вивченні хімічних властивостей органічних сполук потрібно виходити з хімічних перетворень функціональних груп, а потім радикала.

Завдяки особливій властивості атома Карбону сполучатися один з одним і утворювати прямі і розгалужені ланцюги, існує велика різноманітність органічних сполук. Це явище лежить в основі ізомерії, коли речовини відрізняються лише просторовим розміщенням атомів.

Необхідно правильно називати сполуки, для яких існують певні види номенклатури. Однією з останніх номенклатур є IUPAC.

Класифікація органічних сполук

Органічні сполуки поділяються на такі ряди:



Кожний ряд органічних сполук ділиться на класи. Найпростішими представниками всіх рядів є вуглеводні. У випадку заміни атома гідрогену у вуглеводнях на функціональні групи одержуємо інші класи органічних сполук.

При вивченні теоретичного матеріалу дуже важливо з'ясувати сучасні погляди на природу хімічного зв'язку в молекулах органічних сполук.

Природними джерелами органічних сполук є тваринні і рослинні організми та продукти їх життєдіяльності: природний газ, нафта, кам'яне та буре вугілля, торф, горючі сланці.

1. Самостійна та індивідуальна робота – 8 год

Теоретичні питання

Предмет і значення органічної хімії як науки. Теорія хімічної будови органічних сполук О.М.Бутлерова. Типи хімічного зв'язку в органічних сполуках. Класифікація органічних сполук. Природні джерела органічних сполук.

2. Контрольні завдання для самоперевірки

(див. [1, 2, 3])

3. Комплекс тестових завдань для самоперевірки

1. Від чого залежать властивості органічних сполук?

1	Від якісного складу молекул
2	Від якісного та кількісного складу молекул
3	Від якісного та кількісного складу та від просторової будови молекули
4	Від якісного та кількісного складу , від просторової будови молекули та від взаємного впливу атомів

2. Яке твердження пропущено у визначенні ізомерів?

Ізомерними є речовини, молекули яких мають однаковий якісний і кількісний склад, але різну ... ?	(у бланку відповідей подати одним словом)
--	---

3. Для кожної сполуки визначте відповідність:

Сполука	Гібридизація атомних орбіталей атома Карбону
1. $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CH}_3$ 2. $\text{CH}_2=\text{CH}_2\text{-CH}_3$ 3. $\text{CH}\equiv\text{CH}$ 4. 	А. sp Б. sp^3 В. sp^2

4. Розставити органічні сполуки у відповідності до класу:

Класи сполук	Назви сполук	
1.Арени	А.Етин	Г.Пропін
2.Алкени	Б.Бензен	Д.Пропен
3.Алкіни	В.Метилбензен	Е.Диметилбензен

5. Визначте відповідність:

Радикал	Назва радикалу
1. $\text{CH}_3\text{-}$	А. Ізопропіл
2. $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-}$	Б. Пропіл
3. $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CH-}$	В. Етил
4. $\text{CH}_3\text{-CH-CH}_3$	Г. Метил

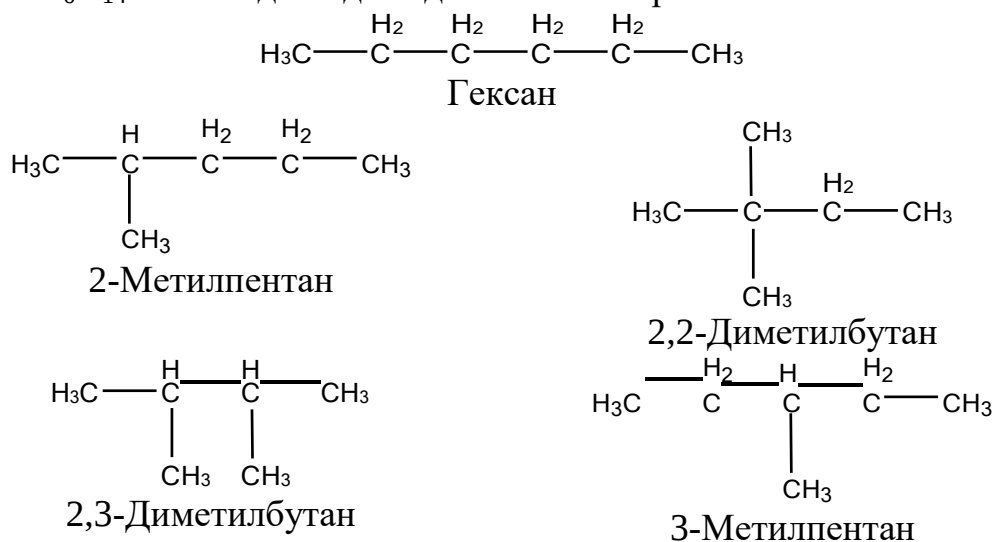
Тема 2: Вуглеводні: алкани, алкени, алкіни, алкадієни

Методичні поради

Алкани

До складу вуглеводнів входять атоми Карбон і Гідрогену. У насичених вуглеводнях всі атоми Карбону зв'язані простим (сигма) зв'язком, а решта валентностей насичені атомами Гідрогену. Насамперед потрібно вивчити гомологічний ряд, загальна формула якого C_nH_{2n+2} і запам'ятати формули і назви перших десяти представників гомологічного ряду (метан, етан, пропан, бутан, пентан, гексан, гептан, октан, нонан, декан). При написанні структурних формул гомологів метану потрібно враховувати, що атоми Карбону є чотиривалентними.

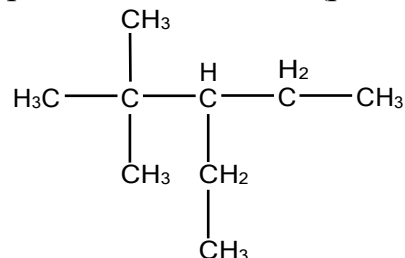
Особливу увагу необхідно звернути на явище ізомерії. В органічній хімії зустрічається дуже багато сполук, які мають однакові молекулярні формули, але відрізняються одна від іншої своїми фізичними властивостями. Це явище залежить від порядку зв'язку між атомами в молекулі і називається структурною ізомерією. Наприклад, формулі C_6H_{14} може відповідати декілька ізомерів:



в яких є відповідно $-\text{CH}_3$ –первинний, $>\text{CH}_2$ –вторинний, $-\text{CH}=$ – третинний, $-\text{C}\equiv$ –четвертинний атоми Карбону.

При наявності великої кількості ізомерів у гомологічному ряду особливе значення має їх номенклатура (назви). Для вуглеводнів з нормальною будовою застосовують тривіальні назви. Для назв ізомерів застосовується міжнародна номенклатура IUPAC.

При складанні назв вуглеводнів за міжнародною номенклатурою в першу чергу вибирають найдовший нерозгалужений ланцюг атомів Карбону у молекулі, нумерують їх, починаючи з того кінця, до якого найближче стоїть найпростіший замісник (радикал). Наприклад,



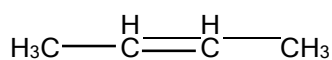
Найдовший ланцюг відповідає пентану (5 атомів Карбону). При складанні назви спочатку ставлять номери атомів Карбону, біля яких знаходяться радикали, потім називають радикали і в кінці – назву вуглеводню головного ланцюга. Вказаний вуглеводень називається 2,2-диметил-3-етилпентан.

Для одержання насичених вуглеводнів важливе значення мають природні джерела – газ, нафта. Для алканів характерні реакції заміщення: радикальне галогенування, нітрування (реакція Коновалова), сульфохлорування. Окрім того, характерні реакції термічного розкладу та окиснення при певних умовах. Насичені вуглеводні використовуються як паливо і як сировина для органічного синтезу.

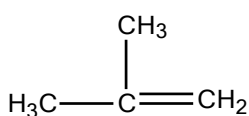
Алкени (етиленові вуглеводні)

Загальна формула гомологічного ряду етиленових вуглеводнів C_nH_{2n} . Між атомами Карбону є один подвійний зв'язок, $>\text{C}=\text{C}<$, з якого один σ -зв'язок, інший – π -зв'язок.

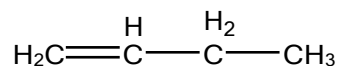
Потрібно звернути увагу на те, що число ізомерів для етиленових вуглеводнів більше ніж для відповідних насичених вуглеводнів, тому що окрім ізомерії вуглеводневого ланцюга можлива ізомерія за положенням подвійного зв'язку, а також геометрична цис-транс-ізомерія, яка залежить від різного просторового розміщення замісників біля атомів Карбону, сполучених подвійним зв'язком. Наприклад, для бутену можливі такі ізомери:



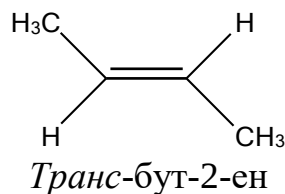
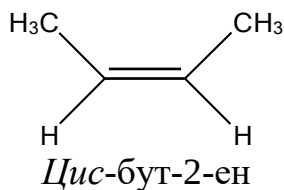
Бут-2-ен



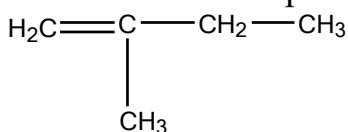
2-Метилпроп-1-ен



Бут-1-ен



Назви етиленових вуглеводнів за міжнародною номенклатурою складаються так, як і для насичених, різниця тільки в тому, що закінчення головного ланцюга змінюється з “ан” на “ен” і на початку назви головного ланцюга ставлять цифру того карбонового атома, біля якого починається подвійний зв’язок. Наприклад,



2-Метилбут-1-ен

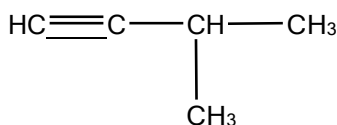
Одержують алкени з насичених вуглеводнів та їх галогенопохідних, із спиртів. Зверніть увагу на закономірну зміну фізичних властивостей. При вивченні хімічних властивостей необхідно відзначити характерні для них реакції приєднання, окиснення і полімеризації.

До несиметрично побудованих молекул ненасичених вуглеводнів галогеноводні приєднуються за правилом Марковникова, тобто атом Гідрогену приєднується до найбільш гідрогенізованого атома Карбону. Реакції окиснення можуть бути двох типів – м’яке окиснення, продуктами якого є двохатомні спирти, і озонування, яке застосовується для визначення місця знаходження подвійного зв’язку в алкенах за кінцевими продуктами реакції. Необхідно добре вивчити реакції полімеризації, тому що вони широко застосовуються в промисловості для добування пластмас, синтетичних смол і інших речовин.

Алкіни (ацетиленові вуглеводні)

Алкіни містять потрійний зв’язок між атомами Карбону ($-\text{C}\equiv\text{C}-$). Загальна формула гомологічного ряду алкінів - $\text{C}_n\text{H}_{2n-2}$.

Називаючи алкіни, потрібно мати на увазі, що закінчення “ан” відповідних насичених вуглеводнів замінюється на “ін” (“ин”) з дотриманням решти правил міжнародної номенклатури. Наприклад,



3-Метилбут-1-ин

Для алкінів характерні реакції приєднання, окиснення, полімеризації.

Особливою властивістю ацетилену є наявність рухомого атома Гідрогену, який може заміщуватися на метал, а також приєднуватися до альдегідів і кетонів за карбонільною групою. Необхідно звернути увагу на реакцію Кучерова, яка має велике теоретичне та практичне значення.

Дієни (дієнові вуглеводні)

Дієнові вуглеводні містять два подвійних зв'язки. Загальна формула гомологічного ряду дієнових вуглеводнів - C_nH_{2n-2} . Дієнові вуглеводні можуть бути кумульованими, ізольованими і спряженими. У спряжених дієнових вуглеводнях подвійні зв'язки чергуються з одинарним. У молекулах спряжених дієнових вуглеводнів можливе перекривання р-орбіталей не тільки між першим і другим, третім і четвертим атомами, але і між другим та третім. Така взаємодія електронів двох сусідніх π -зв'язків, що називається спряженням, зумовлює особливі хімічні властивості (приєднання в 1,4-положення).

Реакції полімеризації дієнових вуглеводнів були використані для промислового одержання синтетичного каучуку С.В.Лебедевим. Розгляньте будову натурального каучуку.

1. Лекція. Насичені вуглеводні -1 год.

1. Природні джерела
2. Загальна формула гомологічного ряду, основні представники.
3. Номенклатура.
4. Ізомерія.
5. Способи добування.
6. Фізичні властивості.
7. Хімічні властивості.
8. Застосування.

2. Лабораторні заняття. Насичені та ненасичені вуглеводні (алкани, алкени, алкіни). Одержання та вивчення властивостей метану, етилену, етину - 1 год.

1. Одержання метану та вивчення його властивостей

У пробірку з газовідвідною трубкою насипають 3...4 г дрібно розтертої суміші прожареного безводного натрій ацетату та натронного вапна (1:2). Суміш нагрівають, виділяється газ метан:



При тривалому нагріванні йде піроліз CH_4 з утворенням етину (ацетилену), який може вступати в реакцію з Br_2 і $KMnO_4$.

Властивості метану вивчають таким чином:

а) Окиснення метану – пропускають газ у пробірку з розчином калій манганатом(VII). Чи змінюється забарвлення розчину?

б) Відношення метану до приєднання галогенів – пропускають газ у пробірку з бромною водою. Чи змінюється забарвлення бромної води?

в) проба на горіння – метан можна підпалити після пропускання його у вищезазначені розчини, якщо повітря у пробірці відсутнє. Підпалюють метан біля виходу газовідвідної трубки.

Написати рівняння горіння метану:

Висновки:

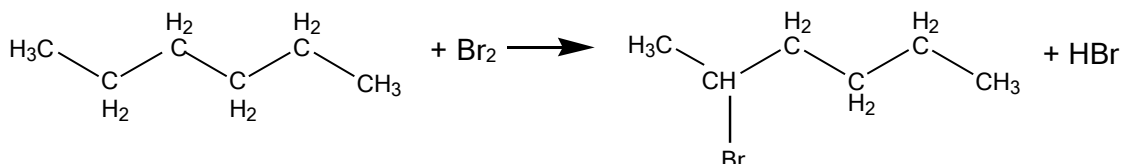
а) _____

б) _____

в) _____

2. Бромовання гексану

У пробірку наливають ~1 мл гексану, додають краплями при легкому струшуванні бромну воду. Суміш злегка нагрівають на водяній бані. До отвору пробірки підносять вологий синій лакмусовий папірець. Відбувається наступна реакція:

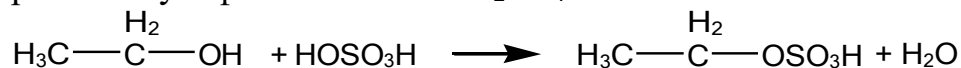


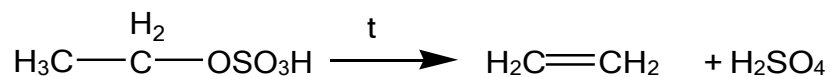
Який газ при цьому виділяється? Як змінюється колір лакмусового папірця? Яке середовище показує вологий лакмусовий папірець? Назвіть органічну сполуку, яка утворюється при бромованні гексану.

Висновки: _____

3. Одержання етилену та вивчення його властивостей

Етилен одержують реакцією дегідратації спирту в присутності концентрованої сульфатної кислоти H_2SO_4 :





У пробірку з газовідвідною трубкою наливають 3...4 мл суміші етанолу й концентрованої H_2SO_4 (1:1), додають 0,01...0,05 г піску. За нагрівання суміш у пробірці чорніє з поступовим виділенням газів: етилену, SO_2 та CO_2 (реакцію проводять у витяжній шафі).

4. Приєднання бромів до етилену

Суміш газів етилену, SO_2 та CO_2 пропускають у пробірку з бромною водою. Відбувається приєднання бромів до етилену.

Чи змінюється забарвлення бромної води?

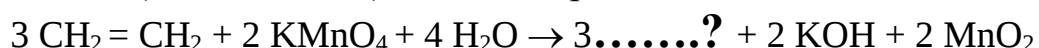
Висновки: _____

Написати рівняння приєднання бромів до етилену. Назвіть органічну сполуку, яка утворюється при бромуванні етилену.

Висновки: _____

5. М'яке окиснення етилену (реакція Вагнера)

Етилен пропускають у пробірку, наповнену слабким розчином калій манганату(VII). Фіалкове забарвлення зникає. Утворюється етан-1,2-діол (етиленгліколь), а також коричневий осад MnO_2 :



Написати структурну формулу органічної сполуки, яку пропущено у рівнянні реакції.

Висновки: _____

Знебарвлення бромної води і зміна забарвлення розчину калій манганату(VII) є якісними реакціями на ненасичені вуглеводні.

6. Одержання етину (ацетилену) та вивчення його властивостей

Працювати у витяжній шафі!

У пробірку наливають 2...3 мл води, кидають шматочок кальцій карбіді та швидко закривають пробірку пробкою з газовідвідною трубкою. Проходить бурхлива реакція і виділяється ацетилен.

Написати рівняння реакції одержання ацетилену із карбіді кальцію.

Висновки: _____

7. Приєднання бромі до етіну

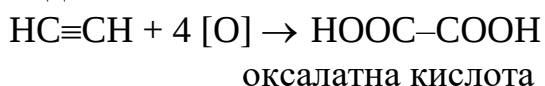
Одержаний ацетилен пропускають у пробірку з бромною водою. Чи змінюється забарвлення бромної води?

Висновки: _____
Написати рівняння реакції приєднання бромі до етіну у дві стадії. Назвіть органічні сполуки.

Висновки: _____

8. М'яке окиснення етіну

У пробірку наливають близько 2 мл розчину калій манганату(VII), через нього повільно пропускають ацетилен. Ацетилен окислюється до оксалатної кислоти:

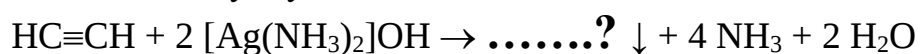


Чи змінюється забарвлення розчину калій манганату(VII) в результаті реакції?

Висновки: _____

9. Утворення аргентум(I) ацетиленіду

До 1...2 мл аргентум(I) нітрату приливають краплями розчин амоніаку до утворення прозорого розчину та після цього пропускають ацетилен. Утворюється сірий осад аргентум(I) ацетиленіду, який після висушування може вибухнути.



Написати структурну формулу органічної сполуки, яку пропущено у рівнянні реакції. До якого типу реакцій: приєднання чи заміщення, відноситься реакція утворення ацетеленіду аргентуму?

Висновки: _____

3. Самостійна та індивідуальна робота – 8 год.

Теоретичні питання

Ненасичені вуглеводні (алкени, алкіни, алкадієни). Гомологічний ряд. Ізомерія. Номенклатура. Методи одержання. Фізичні властивості. Хімічні властивості. Реакції полімеризації. Поліетилен. Поліпропілен. Дивініловий, ізопреновий, хлоропреновий каучук. Поняття про будову природного каучуку. Вулканізація каучуку. Застосування полімерів.

Приклади розв'язання задач

Задача. Визначить молекулярну формулу насиченого вуглеводню, відносна молекулярна маса якого дорівнює 142.

Розв'язання:

Загальна формула алканів C_xH_{2x+2} . Тоді:

$$12x + 2x + 2 = 142,$$

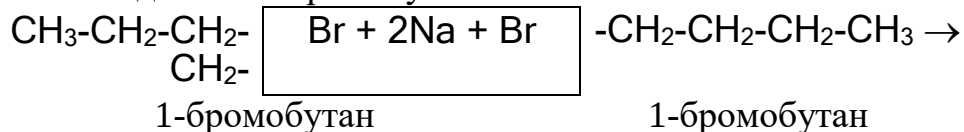
$$14x = 140 \rightarrow x = 10.$$

Отже молекулярна формула насиченого вуглеводню $C_{10}H_{22}$. Це - декан.

Задача. Як одержати октан за реакцією Вюрца?

Розв'язання:

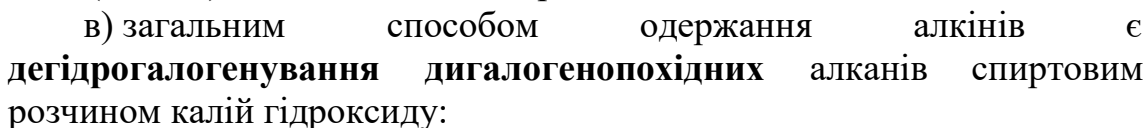
За реакцією Вюрца алкани одержують із галогенопохідних вуглеводнів дією металічного натрію. Відповідні галогенопохідні вуглеводнів вибирають приймаючи до уваги будову карбонового ланцюга вуглеводню. Октан має вісім атомів Карбону. Зазвичай, для синтезу цього вуглеводню використовують галогенопохідну, яка має карбоновий ланцюг вдвічі менший – чотири атоми Карбону. Такою галогенопохідною є 1-бромобутан:



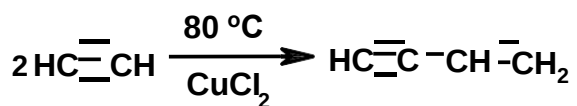


Розв'язання:

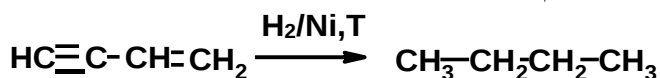
б) приєднання хлороводню до етену:


$$\begin{array}{lcl}
 2 \text{H}_2\text{C}=\text{CH}_2 \longrightarrow & \text{H}_3\text{C}-\text{CH}_2-\text{CH}=\text{CH}_2 & \begin{array}{l} \xrightarrow[500^\circ\text{C}]{\text{SiO}_2} \text{H}_3\text{C}-\text{CH}=\text{CH}-\text{CH}_3 \\ \xrightarrow[250^\circ\text{C}]{\text{Al}_2\text{O}_3} \text{CH}_3-\underset{\text{CH}_3}{\text{C}}=\text{CH}_2 \\ \xrightarrow{650^\circ\text{C}} \text{CH}_2=\text{CH}-\text{CH}=\text{CH}_2 \end{array} \\
 & \text{1-бутен} & \begin{array}{l} \text{2-бутен} \\ \text{2-метилпропен} \\ \text{1,3-бутадиєн} \end{array}
 \end{array}$$

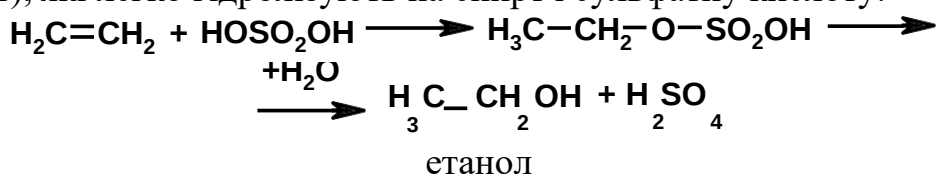
або



вінілацетилен

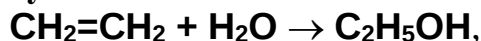


г) з концентрованою сульфатною кислотою алкени реагують з утворенням кислих естерів сульфатної кислоти (алкілсульфатних кислот), які легко гідролізують на спирт і сульфатну кислоту:



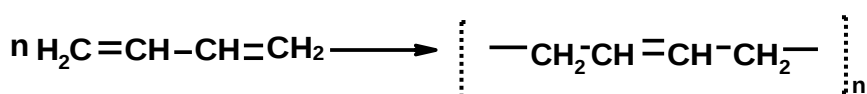
етанол

Один із сучасних способів синтезу етанолу – одностадійна (пряма) гідратація етену:



здійснюється на фосфатнокислотному каталізаторі за 280–300 °С і підвищеного тиску.

д) бутадієновий каучук (СКБ) одержують полімеризацією бута-1,3-дієну за присутності пероксидних або металоорганічних каталізаторів.



Задача. Визначить масу (в грамах) 8 л етену.

Дано:

$$V(\text{CH}_2=\text{CH}_2) = 8 \text{ л}$$

$$m(\text{CH}_2=\text{CH}_2) - ?$$

Розв'язання:

$$M(\text{CH}_2=\text{CH}_2) = 28 \text{ г/моль.}$$

Отже, 1 моль етену має масу 28 г та займає об'єм 22,4 л (н.у.).

$$\begin{array}{cc} m(\text{CH}_2=\text{CH}_2) & - & 8 \text{ л} \end{array}$$

$$m(\text{CH}_2=\text{CH}_2) = \frac{28 \text{ г} \times 8 \text{ л}}{22,4 \text{ л}} = 10 \text{ г}$$

Відповідь: маса 8 л етену 10 г.

Задача. Густина газуватого алкену 1,25 г/л (за н.у.). Визначте його молекулярну формулу, дайте йому назву. Яка кількість речовини водню буде витрачена на перетворення 112 л (за н.у.) алкену у алкан? Яку назву має цей алкан?

Дано:

$$\rho(C_nH_{2n}) = 1,25 \text{ г/л}$$

$$V_0(C_nH_{2n}) = 112 \text{ л}$$

$$n(H_2) - ?$$

$$C_nH_{2n} - ?$$

Розв'язання:

1. Загальна формула алкенів C_nH_{2n}

$$M(C_nH_{2n}) = 12n + 2n \text{ (г/моль)}.$$

2. Молярний об'єм алкену (вважаємо його ідеальним газом) дорівнює 22,4 л/моль.

$$\text{Тоді } M(C_nH_{2n}) = 1,25 \text{ г/л} \cdot 22,4 \text{ л/моль} = 28 \text{ г/моль}.$$

3. Визначаємо n у формулі C_nH_{2n} :

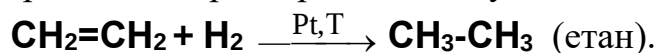
$$28 = 12n + 2n = 14n$$

Звідси:

$$n = \frac{28}{14} = 2.$$

Молекулярна формула алкену C_2H_4 (етен).

4. Складаємо рівняння перетворення алкену на алкан:



Як видно з рівняння реакції $n(C_2H_4) = n(H_2)$;

$$n(H_2) = \frac{112}{22,4} = 5 \text{ (моль)}.$$

Відповідь: на перетворення 112 л етену в етан буде витрачено 5 моль водню.

Задача. Дивініл (бута-1,3-дієн) можна синтезувати з етанолу:



Розрахуйте масу дивінілу, який можна одержати з 200 л 96 % етанолу з густиною 0,8 г/мл, якщо масова частка виходу дивінілу складає 75 % від теоретичного.

Дано:

$$V(p.C_2H_5OH) = 200^\circ\text{л}$$

$$\rho(p.C_2H_5OH) = 0,8 \text{ г/мл}$$

$$w(C_2H_5OH) = 96\%$$

$$\eta(C_4H_6) = 75\%$$

$$m_{\text{практ.}}(C_4H_6) - ?$$

Розв'язання:

$$1. M(C_2H_5OH) = 46 \text{ г/моль}$$

$$M(C_4H_6) = 54 \text{ г/моль}$$

2. Визначаємо масу 96 %-го спирту:

$$m(p.C_2H_5OH) = V(p.C_2H_5OH) \cdot \rho(p.C_2H_5OH) = 200 \cdot 10^3 \text{ мл} \cdot 0,8 \text{ г/мл} = 160 \cdot 10^3 \text{ г} = 160 \text{ кг}$$

3. Визначаємо масу чистого спирту:

$$w(C_2H_5OH) = \frac{m(C_2H_5OH)}{m(p.C_2H_5OH)};$$

$$m(C_2H_5OH) = 160 \cdot 0,96 = 154 \text{ (кг)}$$

4. Визначаємо масу дивінілу, що може теоретично утворитися з 154 кг спирту:

з 2 моль C_2H_5OH теоретично може утворитися 1 моль дивінілу

з $2 \cdot 46 \text{ г } C_2H_5OH$

—

54 г дивінілу

з 154 кг C_2H_5OH

—

$m(C_4H_6) \text{ г дивінілу}$

$$m(\text{C}_4\text{H}_6) = \frac{154 \text{ кг} \times 54 \text{ г}}{2 \times 46 \text{ г}} = 90 \text{ кг}$$

5. Реально (практично) утворюється:

$$m_{\text{практ.}}(\text{C}_4\text{H}_6) = m(\text{C}_4\text{H}_6) \cdot \eta(\text{C}_4\text{H}_6) = 90 \text{ кг} \cdot 0,75 \approx 68 \text{ кг}$$

II спосіб:

$$\begin{aligned} m(\text{p.C}_2\text{H}_5\text{OH}) &= V(\text{p.C}_2\text{H}_5\text{OH}) \cdot \rho(\text{p.C}_2\text{H}_5\text{OH}); \\ m(\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}) &= m(\text{p.C}_2\text{H}_5\text{OH}) \cdot w(\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}) = \\ &= V(\text{p.C}_2\text{H}_5\text{OH}) \cdot \rho(\text{p.C}_2\text{H}_5\text{OH}) \cdot w(\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}). \end{aligned}$$

З рівняння реакції:

$$n(\text{C}_4\text{H}_6) = 0,5 n(\text{C}_2\text{H}_5\text{OH});$$

$$n(\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}) = \frac{m(\text{C}_2\text{H}_5\text{OH})}{M(\text{C}_2\text{H}_5\text{OH})};$$

$$\begin{aligned} m(\text{C}_4\text{H}_6) &= n(\text{C}_4\text{H}_6) \cdot M(\text{C}_4\text{H}_6) = 0,5 n(\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}) \cdot M(\text{C}_4\text{H}_6) = \\ &= 0,5 \frac{m(\text{C}_2\text{H}_5\text{OH})}{M(\text{C}_2\text{H}_5\text{OH})} \times M(\text{C}_4\text{H}_6) = \end{aligned}$$

$$= 0,5 V(\text{p.C}_2\text{H}_5\text{OH}) \times \rho(\text{p.C}_2\text{H}_5\text{OH}) \times w(\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}) \times \frac{M(\text{C}_4\text{H}_6)}{M(\text{C}_2\text{H}_5\text{OH})};$$

$$M(\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}) = 46 \text{ г/моль}; M(\text{C}_4\text{H}_6) = 54 \text{ г/моль};$$

$$m_{\text{практ.}}(\text{C}_4\text{H}_6) = m(\text{C}_4\text{H}_6) \cdot \eta(\text{C}_4\text{H}_6) =$$

$$= 0,5 V(\text{p.C}_2\text{H}_5\text{OH}) \times \rho(\text{p.C}_2\text{H}_5\text{OH}) \times w(\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}) \times \frac{M(\text{C}_4\text{H}_6)}{M(\text{C}_2\text{H}_5\text{OH})} \times \eta(\text{C}_4\text{H}_6) =$$

$$= 0,5 \cdot 200 \cdot 10^3 \cdot 0,8 \cdot 0,96 \cdot 0,75 \cdot \frac{54}{46} = 68 \cdot 10^3 (\text{г}) = 68 (\text{кг}).$$

Відповідь: можна одержати 68 кг дивінілу.

Задача. Яка маса дивінілу утвориться з 1,000 м³ 96 %-го спирту (густина 0,8 кг/л), якщо масова частка виходу продукту 89 % від теоретично можливого?

Дано:

$$\begin{aligned} V(\text{p.C}_2\text{H}_5\text{OH}) &= 1000^\circ\text{л} \\ \rho(\text{p.C}_2\text{H}_5\text{OH}) &= 0,8^\circ\text{кг/л} \\ w(\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}) &= 96^\circ\% \\ \eta(\text{C}_4\text{H}_6) &= 89^\circ\% \end{aligned}$$

$$m_{\text{практ.}}(\text{C}_4\text{H}_6) - ?$$

Розв'язання:

1. Обчислюємо масу спирту:

$$w(\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}) = \frac{m(\text{C}_2\text{H}_5\text{OH})}{m(\text{p.C}_2\text{H}_5\text{OH})} \cdot 100\%$$

$$m(\text{p.C}_2\text{H}_5\text{OH}) =$$

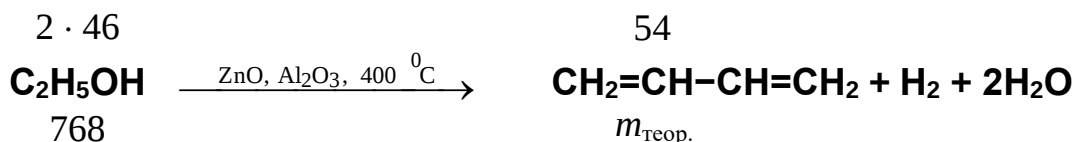
$$= V(\text{p.C}_2\text{H}_5\text{OH}) \cdot \rho(\text{p.C}_2\text{H}_5\text{OH}).$$

$$m(\text{p.C}_2\text{H}_5\text{OH}) = 1000 \text{ л} \cdot 0,8 \text{ кг/л} = 800 \text{ кг}$$

$$m(\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}) = 800 \text{ кг} \cdot 0,96 = 768 \text{ кг}.$$

$$2. M(\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}) = 46 \text{ г/моль}; M(\text{C}_4\text{H}_6) = 54 \text{ г/моль}.$$

За рівнянням реакції обчислюємо масу дивінілу, що можна одержати теоретично:



$$m_{\text{теор}}(\text{C}_4\text{H}_6) = \frac{768 \text{ кг} \cdot 54 \text{ кг}}{2 \cdot 46 \text{ кг}} = 450,8 \text{ кг}.$$

3. Масову частку виходу дивінілу розраховують за формулою:

$$\eta(\text{C}_4\text{H}_6) = \frac{m_{\text{практ.}}(\text{C}_4\text{H}_6)}{m_{\text{теор.}}(\text{C}_4\text{H}_6)} \cdot 100\%.$$

4. Звідки обчислюємо масу дивінілу, що утвориться за масової частки виходу продукту 89 % від теоретично можливого:

$$m_{\text{практ.}}(\text{C}_4\text{H}_6) = \frac{m_{\text{теор.}}(\text{C}_4\text{H}_6) \times \eta(\text{C}_4\text{H}_6)}{100\%};$$

$$m_{\text{практ.}}(\text{C}_4\text{H}_6) = 450,8 \text{ кг} \cdot 0,89 = 401,2 \text{ кг} \approx 401 \text{ кг}.$$

Відповідь: утвориться 401 кг дивінілу.

Задача. Яка маса технічного карбіду кальцію, що містить 80 % карбіду кальцію, потрібна для одержання ацетилену об'ємом 112 л (н.у.)? Як реагує ацетилен з водою? Складіть рівняння.

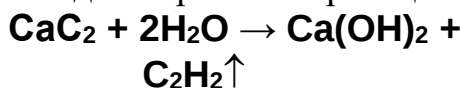
Дано:

$$\begin{array}{l}
 w(\text{CaC}_2) = 80 \% \\
 V_0(\text{C}_2\text{H}_2) = 112 \text{ л}
 \end{array}$$

$$m(\text{техн. CaC}_2) - ?$$

Розв'язання:

1. Складаємо рівняння реакції:



2. $M(\text{CaC}_2) = 64 \text{ г/моль}.$

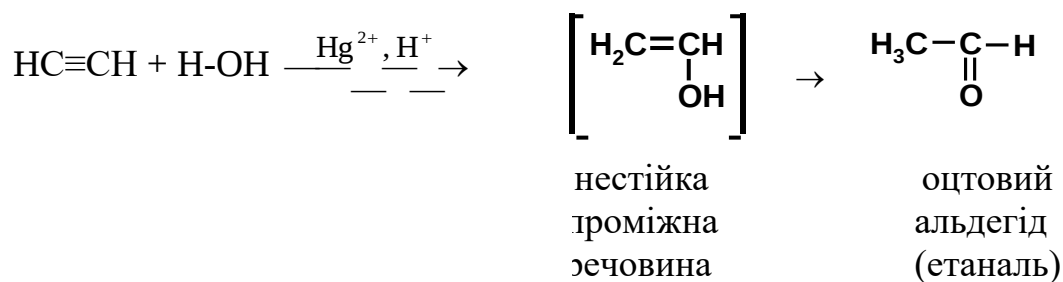
3. Складаємо пропорцію для розрахунку маси карбіду кальцію у технічному карбіді кальцію, потрібного для одержання 112 л C_2H_2 :

$$\begin{array}{l}
 64 \text{ г/моль} \text{-----} 22,4 \text{ л} \\
 m(\text{CaC}_2) \text{ г} \text{-----} 112 \text{ л} \\
 m(\text{CaC}_2) = \frac{64 \cdot 112}{22,4} = 320 \text{ (г)}.
 \end{array}$$

4. Визначаємо масу технічного карбіду кальцію:

$$\begin{array}{l}
 100 \text{ г} \text{-----} 80 \text{ г} \\
 m(\text{техн. CaC}_2) \text{ г} \text{-----} 320 \text{ г} \\
 m(\text{техн. CaC}_2) = \frac{320 \cdot 100}{80} = 400 \text{ (г)}.
 \end{array}$$

5. Ацетилен реагує з водою за наявності каталізаторів – солей Меркурію(II) (реакція гідратації):



Відбувається реакція Кучерова: спочатку молекула води приєднується до молекули ацетилену, утворюється нестійка речовина, яка потім ізомеризується у оцтовий альдегід (етаналь).

Відповідь: для одержання ацетилену об'ємом 112°л (н.у.) потрібно 400 г технічного карбіду кальцію.

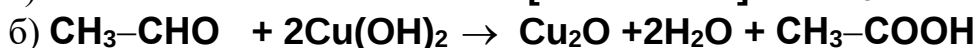
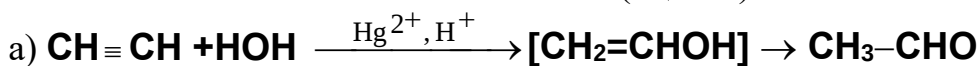
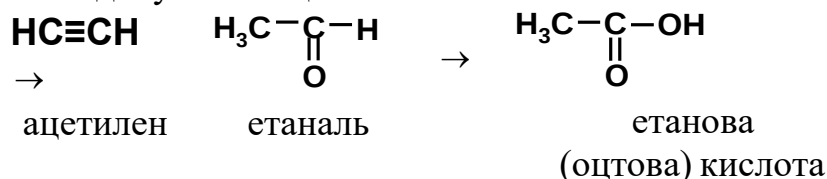
Задача. Наведіть схему та рівняння реакцій добування оцтової кислоти з ацетилену. Яку масу цієї кислоти можна добути з 5,6°л ацетилену (н.у.)?

Дано:

$$\frac{V_0(\text{C}_2\text{H}_2) = 5,6 \text{ л}}{m(\text{CH}_3\text{COOH}) - ?}$$

Розв'язання:

1. Схема добування оцтової кислоти:



Як видно з рівняння реакцій, з 1 моль ацетилену утворюється 1°моль оцтової кислоти.

2. Обчислюємо масу кислоти. (Вважаємо ацетилен ідеальним газом).

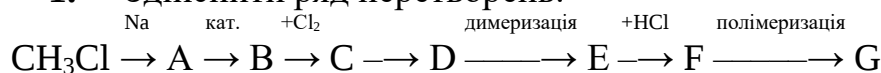
$$n(\text{C}_2\text{H}_2) = n(\text{CH}_3\text{COOH}) = \frac{5,6 \text{ л}}{22,4 \text{ л / моль}} = 0,25 \text{ моль}$$

$$m(\text{CH}_3\text{COOH}) = 60 \text{ г/моль} \cdot 0,25 \text{ моль} = 15 \text{ г.}$$

Відповідь: з 5,6°л ацетилену (н.у.) можна одержати 15°г оцтової кислоти.

4. Контрольні завдання для самоперевірки

1. Здійснити ряд перетворень:

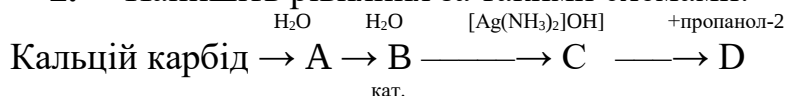


- H₂

-2HCl

Назвіть продукти реакції. Напишіть рівняння.

2. Напишіть рівняння за такими схемами:



Назвіть продукти реакцій. Напишіть рівняння.

3. Виходячи із ацетилену, напишіть рівняння реакції утворення безпосередньо або через ряд стадій таких сполук: 1,1-дихлоретану, оцтової кислоти, хлоропренового каучуку, щавлевої кислоти, бензену. Де використовуються ці речовини? Вкажіть умови проведення реакцій і напишіть рівняння.

4. Виходячи з етилену, напишіть рівняння реакцій утворення безпосередньо або через низку стадій таких сполук: ацетилену, хлоретану, дихлоретану, н-бутану, етилового спирту, каучуку. Де використовуються ці речовини? Вкажіть умови проведення реакцій.

5. Які монобромпохідні можуть утворюватися при бромуванні: а) пропану; б) 2,2,4-триметилпентану? На утворені бромпохідні подійте: 1) металічним натрієм; 2) спиртовим розчином КОН. Напишіть всі рівняння реакцій і назвіть всі сполуки.

6. Із 1-йод-2-метилпропану та необхідних реагентів синтезуйте: а) ізобутан; б) 2,4-диметилпент-2-ен; в) ізобутилен; г) 2-метилпропан-2-ол. Напишіть рівняння реакцій, назвіть сполуки.

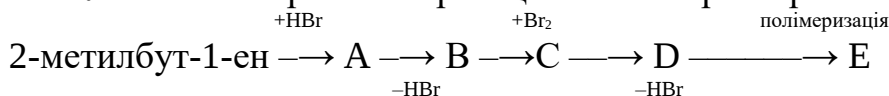
7. Напишіть рівняння реакцій гідролізу галогенопохідних: а) CH₃I; б) 2,2-дибромпропану; в) хлороформу; г) 2-хлорбутану. На 2-хлорбутан подійте спиртовим розчином КОН, потім H₂O і назвіть утворені сполуки.

8. Напишіть рівняння взаємодії 2-йодпропану із такими речовинами: калій ціанідом, амоніаком, натрій ацетатом, натрієм, магнієм (у присутності етеру), КОН (у спирті). Назвіть сполуки.

9. Напишіть рівняння реакцій 2-бром-2-метилпропану із такими реагентами: калій ціанідом, амоніаком, натрій ацетатом, натрієм, КОН (у спирті). Назвіть сполуки.

10. Напишіть рівняння: а) взаємодії дивінілу з 1 моль бромоводню; б) взаємодії дивінілу з 2 моль бромоводню; в) полімеризації дивінілу. Застосування дивінілу.

11. Напишіть рівняння реакцій таких перетворень:



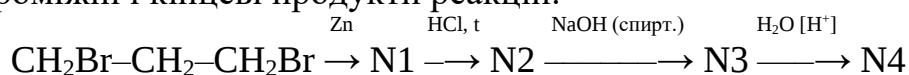
Назвіть всі сполуки.

12. Визначити молекулярну формулу насиченого вуглеводню, відносна молекулярна вага якого дорівнює 142.

13. Визначити масу (в грамах) 8 л етилену. Запропануйте два методи одержання етилену, виходячи з неорганічних сполук.

14. Ізомерія насичених вуглеводнів. Напишіть формули всіх ізомерів октану з п'ятьма атомами Карбону в головному ланцюзі, назвіть їх за номенклатурою ІЮПАК.

15. Здійсніть схеми перетворень і назвіть вихідні сполуки, проміжні і кінцеві продукти реакцій:



16. Напишіть схеми реакції Кучерова для таких сполук: а) метилацетилен; б) диметилацетилен; в) метилізопропілацетилен. Назвіть вихідні сполуки та продукти реакцій за номенклатурою ІЮПАК.

17. Наведіть схеми реакцій, за допомогою яких можна одержати дивініл. Напишіть схеми взаємодії дивінілу з: а) HCl; б) Br₂; в) полімеризацію. До якого типу дієнів відноситься дивініл? Які системи називаються спряженими?

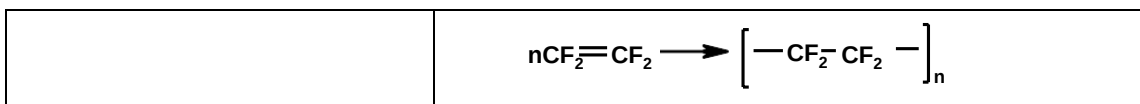
5. Комплекс тестових завдань для самоперевірки

1. Які із вуглеводнів можуть вступати в реакції полімеризації?

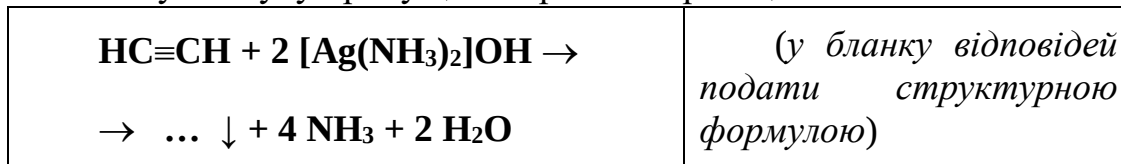
1	етан
2	метан
3	етен
4	циклопропан
5	пропен
6	бензен
7	бутадієн

2. Визначте відповідність:

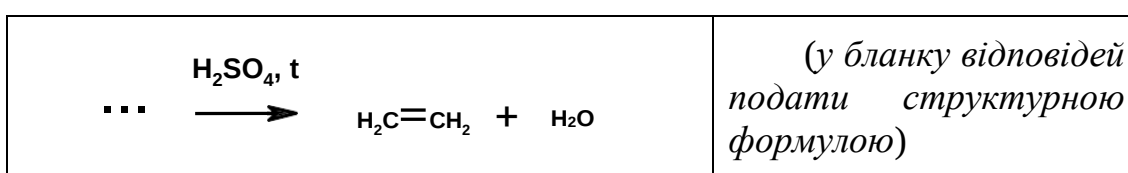
1.Одержання тетрафторетену	А. $n \text{H}_2\text{C}=\text{CH}-\text{Cl} \longrightarrow \left[-\text{CH}_2-\text{CHCl}- \right]_n$
2.Одержання полівінілхлориду	Б. $n \text{H}_2\text{C}=\text{CF}_2 \longrightarrow \left[-\text{CH}_2-\text{CF}_2- \right]_n$
3.Одержання полівініліденфториду	В. $n \text{H}_2\text{C}=\text{CHF} \longrightarrow \left[-\text{CH}_2-\text{CHF}- \right]_n$
4.Одержання полівінілфториду	Г.



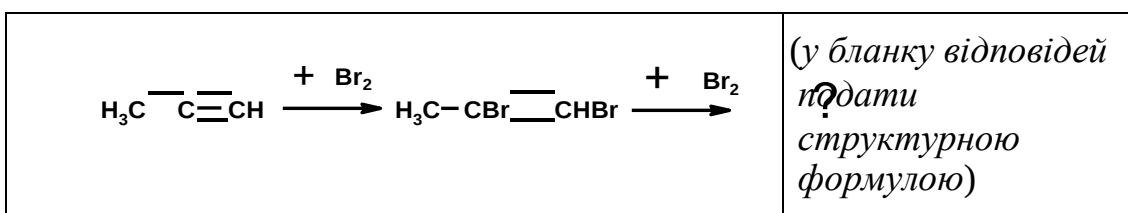
3. Яку сполуку пропущено в рівнянні реакції ?



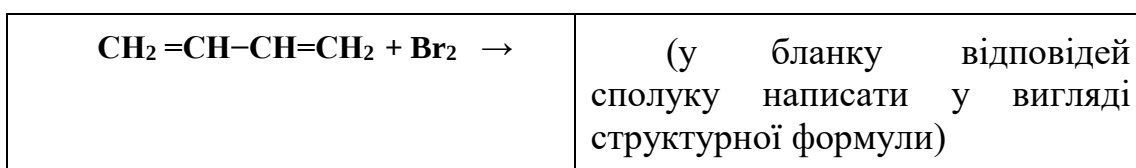
4. Яку сполуку пропущено в рівнянні реакції ?



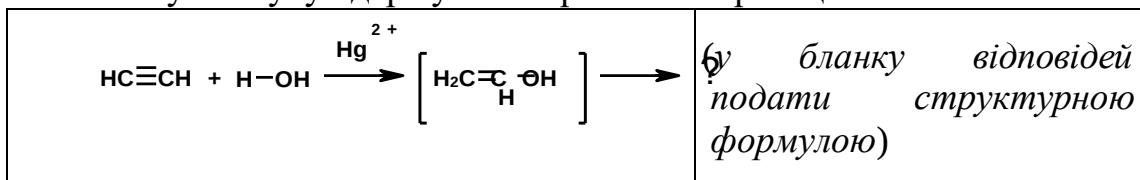
5. Яку сполуку утворюється на другій стадії реакції?



6. Дописати рівняння реакції приєднання бромоводню до бута-1,3-дієну:



7. Яку сполуку одержують за рівнянням реакції ?



8. Вкажіть порядок перетворення сполук:

1	етен
---	------

2	полібутадієн
3	етан
4	етанол
5	бута-1,3-дієн

9. Закінчити рівняння реакції:

$\text{CH}_2 = \text{CH} - \text{CH}_3 + \text{HBr} \rightarrow$	(у бланку відповідей сполуку написати у вигляді структурної формули)
--	--

10. Знайти відповідність між назвою і структурною формулою:

1. $\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ \\ \text{H}_3\text{C}-\text{C}-\text{CH}=\text{CH}_2 \\ \\ \text{CH}_3 \end{array}$	А. 3,3-диметилпент-1-єн
2. $\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ \\ \text{H}_3\text{C}-\text{CH}_2-\text{C}-\text{CH}=\text{CH}_2 \\ \\ \text{CH}_3 \end{array}$	Б. 3,3-диметилбут-1-єн
3. $\begin{array}{c} \text{H}_3\text{C}-\text{CH}-\text{CH}_2-\text{CH}_3 \\ \\ \text{CH}_3 \end{array}$	В. 2,3-диметилбут-1-єн
4. $\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ \\ \text{H}_2\text{C}=\text{C}-\text{CH}-\text{CH}_3 \\ \\ \text{CH}_3 \end{array}$	Г. 2-метилбутан

11. Яка структурна формула відповідає бутану?

1	CH_4
2	CH_3-CH_3
3	$\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_3$
4	$\text{CH}_2=\text{CH}_2$

12. Для кожної сполуки визначте відповідність:

Сполука	Клас сполук
1. $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_3$	А. Алкіни
2. $\text{CH}_2=\text{CH-CH}_2\text{-CH}_3$	Б. Алкани
3. $\text{CH}\equiv\text{C-CH}_3$	В. Алкени

13. Який з вуглеводнів не має ізомерів?

1	бутан
2	етан
3	пентан
4	пропан

14. Для яких сполук характерні реакції приєднання?

1	$\text{H}_2\text{C}=\text{CH}-\underset{\text{CH}_3}{\text{C}}=\text{CH}_2$
2	$\text{H}_3\text{C}-\text{CH}_2-\underset{\text{CH}_3}{\underset{\text{CH}_3}{\text{C}}}-\text{CH}=\text{CH}_2$
3	$\text{H}_3\text{C}-\underset{\text{CH}_3}{\text{CH}}-\text{CH}_2-\text{CH}_3$
4	$\text{CH}\equiv\text{CH}$

15. Яка структурна формула відповідає 3,3-диметилбут-1-ину?

1	$\text{H}_3\text{C}-\underset{\text{CH}_3}{\underset{\text{CH}_3}{\text{C}}}-\text{C}\equiv\text{CH}$
2	$\text{H}_3\text{C}-\text{CH}_2-\underset{\text{CH}_3}{\text{C}}-\text{C}\equiv\text{CH}$
3	$\text{H}_3\text{C}-\underset{\text{CH}_3}{\text{CH}}-\text{CH}_2-\text{CH}_3$
4	$\text{H}_2\text{C}=\underset{\text{CH}_3}{\text{C}}-\text{CH}-\text{CH}_3$

16. Закінчити рівняння реакції, яка відбувається при температурі плавлення:

$\text{CH}_3\text{COONa} + \text{NaOH} \rightarrow$	(у бланку відповідей написати продукти реакції)
---	---

17. Яку сполуку одержують за рівнянням реакції ?

$\text{H}_3\text{C}-\text{CH}_2-\text{Br} + 2\text{Na} + \text{Br}-\text{CH}_2-\text{CH}_3 \longrightarrow ? + 2\text{NaBr}$	(у бланку відповідей подати структурною формулою)
--	--

18. Яка сполука утворюється за реакцією?

$\text{CaC}_2 + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow \dots? + \text{Ca}(\text{OH})_2$	(у бланку відповідей вписати структурну формулу)
--	--

Тема 3. Арени (ароматичні вуглеводні), циклоалкани, терпени.

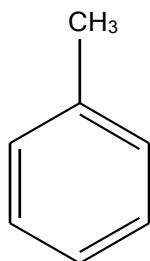
Методичні поради

Ароматичні вуглеводні

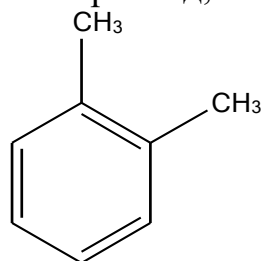
Ароматичні вуглеводні містять у молекулах кыстяк бензенowego кільця. Формула бензену - шестичленний цикл з трьома подвійними зв'язками, що чергуються, була запропонована в 1865 р. Кекуле. Ця формула не відбиває повністю хімічну будову бензену. Особливі властивості ароматичних вуглеводнів - наслідок наявності π -електронного секстету (електронної хмари) в ядрі бензену, густина якого рівномірно розподілена між карбоновими атомами, внаслідок чого зв'язки вирівнюються за довжиною та енергією (ароматичний зв'язок). Гомологічний ряд бензену відповідає загальній формулі C_nH_{2n-6} .

У молекулі бензену всі атоми рівноцінні, тому однозаміщені бензени ізомерів не мають, наприклад, метилбензен (толуен).

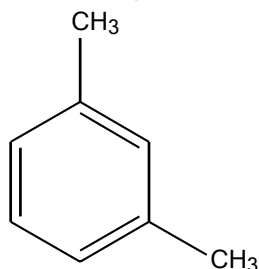
Якщо вводиться другий радикал метил, то можливе утворення трьох ізомерів. Ізомерія в бененовому ядрі пов'язана з різним розміщенням замісників-атомів або радикалів. Наприклад,



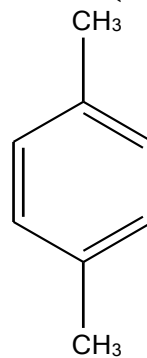
Метилбензен
(толуен)



Орто-диметилбензен
Орто-ксилен (о-ксилен)



Мета-диметилбензен
Мета-ксилен (м-ксилен)



Пара-диметилбензен
Пара-ксилен (п-ксилен)

Називаючи складніші гомологи бензену (з трьома та більше замісниками), користуються нумерацією.

Бензен і його гомологи одержують з кам'яновугільної смоли, з деяких видів нафти і синтетично із етину (ацетилену) і галогенопохідних.

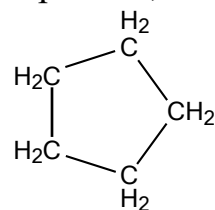
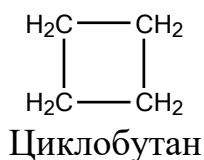
Для ароматичних вуглеводнів в основному характерні реакції заміщення: галогенування, нітрування і сульфування. У всіх цих реакціях атакуючий реагент (NO_2^+ ; Hal^+ ; SO_3H^+) несе позитивний заряд і утворює зв'язок за рахунок пари електронів ядра (гідроген видаляється у вигляді протону). Такий тип реакції – електрофільне заміщення.

При наявності електродонорних (I-роду) або електроакцепторних (II-роду) замісників електрофільне заміщення йде за правилом, згідно з яким замісники першого роду спрямовують замісник в орто- або *пара*-положення, а другого роду - орієнтують у *мета*-положення.

В особливих умовах бензен виявляє ненасичений характер і може приєднувати водень, а також хлор і інші галогени під дією ультрафіолетових променів. В останньому випадку одержують гексахлоциклогексан – гексахлоран, який застосовується як інсектицид у сільському господарстві.

Ациклічні вуглеводні (циклоалкани)

У вуглеводнів цього ряду карбонові атоми, що входять у карбоновий скелет, замкнуті в цикл. За своїми властивостями вони дуже близькі до насичених нециклічних вуглеводнів. Гомологічний ряд починається з тричленного циклу (циклопропану). Назви цих вуглеводнів походять від відповідних насичених нециклічних вуглеводнів з додаванням префікса “цикло”. Наприклад,



Циклопентан

Зверніть увагу на ізомерію циклоалканів (ізомерія циклів, замісників, ізомерія за місцем положення замісників і просторова *цис-транс*-ізомерія).

При вивченні циклоалканів потрібно звернути увагу на відмінність у хімічних властивостях циклоалканів з великими (реакції заміщення) і малими циклами (реакції приєднання). Ці властивості

залежать від відносної міцності циклів. Міцність плоских циклів пояснюється теорією “напруження” Байера, згідно з якою чим більше відхилення кута в циклі від тетраедричного, тим більша напруженість і тим нестійкіший цикл. Але ця теорія не може пояснити міцність циклів, що містять велику кількість атомів Карбону. Сучасна теорія пояснює міцність тим, що великий цикл вигинається в просторі, намагаючись набрати такої форми, у якій валентні кути тетраедричні. Звідси існують конформації молекул. Так, щоб уникнути кутового напруження, циклогексан може набрати дві конформації – “ванна” і “крісло”.

Терпени

Терпени - природні сполуки, склад яких зображується формулою $C_{10}H_{16}$. Широко розповсюджені в природі. Вони містяться в ефірних оливах, у смолах хвойних дерев, бальзамах. Терпени бувають з відкритим карбоновим ланцюгом – аліфатичні, із замкнутим – моноциклічні, біциклічні та ін.

Терпени застосовуються в промисловості, сільському господарстві, медицині.

Із α -пінену одержують синтетичну камфору, яка використовується як пластифікатор для пластмас. Поліхлорпінен і поліхлоркарен використовується в сільському господарстві для боротьби із шкідливими комахами. Кисневі похідні терпенів – камфора, ментол, терпінгідрат і інші застосовуються в медицині.

До групи природних ізопреноїдів належать біологічно важливі речовини: стероїди, каротиноїди, вітамін А та жовчні кислоти.

До терпенів (від грец. *теребінтос* – терпентинове дерево) відноситься велика група природних сполук, переважно, рослинного походження. Вуглеводні цієї групи мають загальну формулу C_nH_{2n-4} або $(C_5H_8)_n$, де $n = 2, 3, 4, 5$ тощо, тобто терпени формально можна вважати продуктами полімеризації ізопрену C_5H_8 , а тому їх ще називають ізопреноїдами.

Терпени за складом поділяють на ряди: монотерпени $C_{10}H_{16}$ або $(C_5H_8)_2$ – власне, терпени, полуторні терпени (сесквітерпени) $C_{15}H_{24}$; дитерпени $(C_{20}H_{32})$, або $(C_5H_8)_4$, тритерпени $(C_{30}H_{48})$ і політерпени $(C_5H_8)_n$.

До терпеноїдів відносяться як вуглеводні, які називають терпенами, так й їх оксигеновмісні похідні – спирти, альдегіди, кетони, карбонові кислоти.

Вони містяться в ефірних маслах, у смолах хвойних дерев, бальзамах.

Терпени бувають з відкритим карбоновим ланцюгом – алифатичні, із замкнутим – моноциклічні тощо. Зверніть увагу на будову карбонового кістяка, який є поліізопреновим ланцюгом.

Багато з терпенів мають подвійні зв'язки. Тому для таких терпенів характерні реакції приєднання та окиснення.

Моноциклічні й біциклічні терпени входять до складу скипидару. **Скипидар** – це рідка частина живиці – смоли хвойних дерев. З живиці скипидар відганяється з водяною парою.

Скипидар знаходить широке застосування як розчинник різних смол, жирів, каучуку тощо; використовується в медицині, лакофарбовій промисловості. Скипидар також використовують для одержання похідних терпенового ряду – синтетичної камфори, α -терпінеолу, терпінгідрату тощо. З α -пінену одержують синтетичну камфору, яка використовується як пластифікатор пластмас. Поліхлорпінен і поліхлоркарен використовується в сільському господарстві для боротьби з шкідливими комахами. Оксигеновмісні похідні терпенів – камфора, ментол, терпінгідрат тощо, застосовуються в медицині.

Твердий залишок після відгонки скипидару з живиці називають каніфоллю. Це суміш смоляних кислот складу $C_{19}H_{29}COOH$. Каніфоль широко застосовується у миловарній, лакофарбовій промисловості.

До групи природних ізопреноїдів належать біологічно важливі речовини: стероїди, каротиноїди, вітамін А та жовчні кислоти.

Рослини щорічно виділяють близько 350 млн. т ізопрену та 450 млн. т терпенів ($C_{10}H_{16}$).

Вважається, що ефірні олії приваблюють комах до квітів для їх обпилення; є також думка, що ефірні олії оберігають рослини від поїдання їх тваринами.

Цілком можливо, що ефірні олії, завдяки їх легкому випаровуванню, підтримують потрібний тепловий режим рослин.

Ефірні олії широко застосовуються в парфумерній, харчовій, миловарній промисловості.

1. Лекція. Ароматичні вуглеводні. – 1 год.

1. Природні джерела
2. Загальна формула гомологічного ряду, основні представники.
3. Номенклатура.
4. Ізомерія.
5. Способи добування.
6. Фізичні властивості.
7. Хімічні властивості.

8.Застосування.

2. Лабораторна робота. Ароматичні вуглеводні. Вивчення властивостей бензену та толуену -1 год

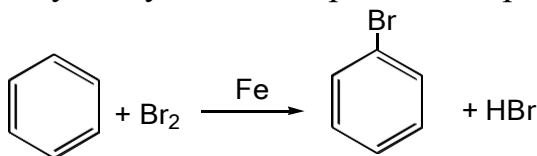
1. Бромовання бензену та толуену

У 2 пробірки наливають по ~1 мл бензену, а в 2 інші – по ~1 мл толуену. У кожну з них додають 1 мл концентрованого розчину бромів. У одну пробірку з бензеном і в одну з толуеном кидають по 0,1...0,5 г залізних ошурок, які є каталізатором, і нагрівають усі пробірки на водяній бані до кипіння при інтенсивному струшуванні. До отвору пробірок підносять вологий лакмусовий папірець.

У яких пробірках зникає забарвлення бромної води? Як змінюється забарвлення лакмусового папірця? Як це можна пояснити?

Висновки: _____

Бромовання бензену відбувається за рівнянням реакції:



Написати рівняння реакції бромовання толуену, враховуючи орієнтуючу дію метильної групи (замісника I роду). Назвіть органічні сполуки, які утворюються при бромованні бензену та толуену.

Висновки: _____

2. Нітрування бензену

У пробірку наливають 8...10 краплин бензену та обережно з постійним перемішуванням додають 3 мл нітруючої суміші (1 частина концентрованої HNO_3 і 2 частини концентрованої H_2SO_4). Сульфатна кислота є водовідбираючою речовиною. Суміш обережно нагрівають 2-3 хв. на водяній бані та виливають в іншу пробірку з водою. Утворюється нітробензен.

Написати рівняння реакції нітрування бензену нітруючою сумішшю. Охарактеризуйте колір, запах та агрегатний стан нітробензену.

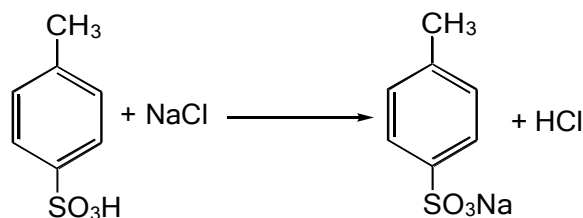
Висновки: _____

3. Сульфування толуену

У пробірку наливають 2 мл концентрованої H_2SO_4 і 1 мл толуену. Суміш перемішують і нагрівають на водяній бані 10...15 хв. Толуен повністю розчиняється в кислоті. Написати реакцію сульфування бензену та назвати органічну сполуку, яка утворюється.

Висновки: _____

Реакційну суміш виливають в іншу пробірку, наповнену насиченим розчином натрій хлориду. Після охолодження випадають кристали натрієвої солі *n*-толуенсульфокислоти.



4. Окиснення ароматичних вуглеводнів

Беруть дві пробірки, в одну наливають 1...2 мл бензену, а в іншу – толуену. У кожен з них додають 1 мл розчину калій манганату(VII) та 2...3 краплі 10 %-ної сульфатної кислоти. Суміш злегка нагрівають на водяній бані та перемішують.

Як змінюється забарвлення у пробірці з бенzenом і толуеном? Чи буде окиснюватися бензен в цих умовах? Чи буде окислюватися толуен в цих умовах? Написати схему реакції окиснення толуену.

Висновки: _____

За рахунок якої групи відбувається окиснення толуену? Назвіть органічну сполуку, яка утворюється при окисненні толуену.

Висновки: _____

3. Самостійна та індивідуальна робота – 4 год.

Теоретичні питання

Ароматичність та теорія будови аренів. Реакції електрофільного заміщення. Правила заміщення в бензеновому ядрі. Орієтанти I та II роду.

Циклоалкани. Номенклатура. Ізомерія. Методи одержання, фізичні та хімічні властивості, застосування.

Терпени. Природні джерела. Живиця, ефірні масла. Каніфоль, скипидар. Класифікація терпенів: аліфатичні, моноциклічні та біциклічні. Методи одержання, властивості та застосування.

Приклади розв'язання задач

Задача. За дегідрування етилбензену масою 4,24 г добули стирен. масова частка виходу продукту реакції становить 75 %. Яку масу розчину бром у розчині становить 4,00 %?

Дано:

$$m(\text{C}_6\text{H}_5\text{-C}_2\text{H}_5) = 4,24 \text{ г}$$

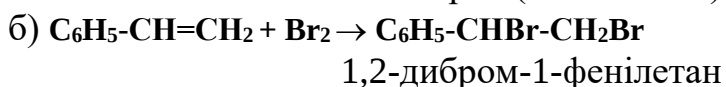
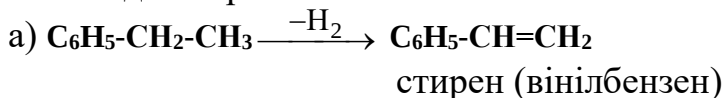
$$\eta(\text{C}_6\text{H}_5\text{-C}_2\text{H}_5) = 75 \%$$

$$w(\text{Br}_2) = 4,00 \%$$

$$m(\text{розчину Br}_2) = ?$$

Розв'язання:

1. Складаємо рівняння:



$$2. M(\text{C}_6\text{H}_5\text{-C}_2\text{H}_5) = 8 \times 12,01 + 10 \times 1,008 = 96,08 + 10,08 = 106,16 \text{ г/моль};$$

$$M(\text{C}_6\text{H}_5\text{-CH=CH}_2) = 96,08 + 8,06 = 104,14 \text{ (г/моль)};$$

$$M(\text{Br}_2) = 159,81 \text{ г/моль}.$$

3. Визначаємо масу стирену, що можна одержати теоретично за дегідрування етилбензену масою 4,24 г:

$$106,16 \text{ г} \text{-----} 104,14 \text{ г}$$

$$4,24 \text{ г} \text{-----} m(\text{теор. C}_6\text{H}_5\text{-CH=CH}_2) \text{ г}$$

$$m(\text{теор. C}_6\text{H}_5\text{-CH=CH}_2) = \frac{4,24 \cdot 104,14}{106,16} = 4,16 \text{ (г)}.$$

4. Враховуючи масову частку виходу речовини, знайдемо масу реально добутого стирену:

$$m(\text{реальн. C}_6\text{H}_5\text{-CH=CH}_2) = 4,16 \cdot 0,75 = 3,12 \text{ (г)}$$

5. За рівнянням б) визначаємо масу бром у розчині становить 4,00 %?

$$104,14 \text{ г} \text{-----} 159,81 \text{ г}$$

$$3,12 \text{ г} \text{ ---- } m(\text{Br}_2) \text{ г}$$

$$m(\text{Br}_2) = \frac{3,12 \cdot 159,81}{104,14} = 4,79 (\text{г}) .$$

6. Визначаємо масу розчину бромиду:

$$w(\text{Br}_2) = \frac{m(\text{Br}_2)}{m(\text{розчину Br}_2)} ;$$

$$m(\text{розчину Br}_2) = \frac{m(\text{Br}_2)}{w(\text{Br}_2)} = \frac{4,79}{0,04} = 119,70 (\text{г}).$$

Відповідь: добутий стирен може знебарвити 119,70 г розчину бромиду.

Задача. Напишіть рівняння реакції одержання циклоалкану з 1,4-дибром-2-метилбутану та назвіть його. Яку масу цього циклоалкану можна добути з 20 г цієї галогенопохідної?

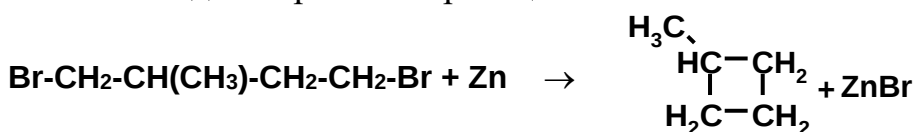
Дано:

$m(1,4\text{-дибром-2-метилбутану}) = 20 \text{ г}$

$m(\text{метилциклобутану}) - ?$

Розв'язання:

1. Складаємо рівняння реакції:



2. $M(\text{Br}-\text{CH}_2-\text{CH}(\text{CH}_3)-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{Br}) = 230 \text{ г/моль}$.

$M(\text{метилциклобутану}) = 70 \text{ г/моль}$.

3. Складаємо пропорцію для розрахунку маси циклоалкану:

230 г галогенопохідної утворюють 70 г метилциклобутану

20 г галогенопохідної утворюють m г метилциклобутану

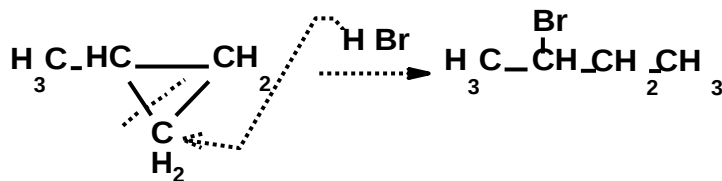
$$m(\text{метилциклобутану}) = \frac{20 \times 70}{230} = 6 (\text{г})$$

Відповідь: можна добути 6 г метилциклобутану.

Задача. За допомогою яких реакцій можна розрізнити ізомерні вуглеводні складу C_4H_6 : метилциклопропан, циклобутан, бут-1-ен, бут-2-ен? Наведіть приклади реакцій.

Відповідь:

До гомологів циклопропану галогеноводневі кислоти приєднуються за йонним механізмом у відповідності до правила Марковникова:

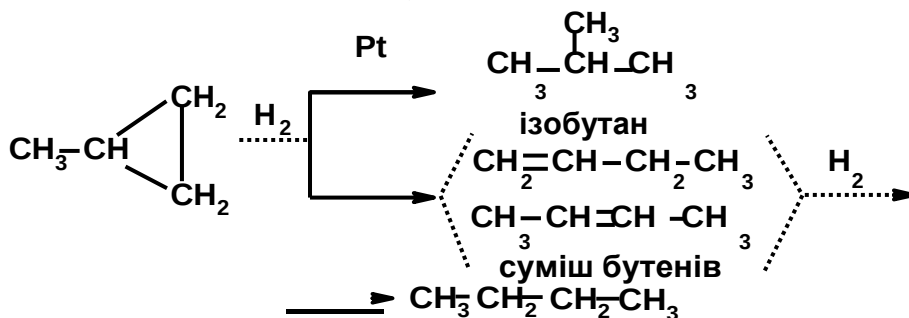


метилциклопропан

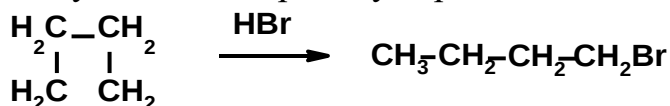
2-бромобутан

Каталітичний розрив зв'язку C—C під дією водню (гідрогеноліз) гомологів циклопропану відбувається двома шляхами в залежності від природи каталізатора:

- 1) з розривом C—C зв'язку між найгідрогенізованішими атомами Карбону в кільці (каталізатор Pt);
- 2) ізомеризацією алкілциклопропанів в алкени з розривом зв'язків, що примикають до найгідрогенізованішого атома Карбону в кільці з наступною гідрогенізацією алкенів, якій сприяють активні носії (силікагель, алюмосилікати):

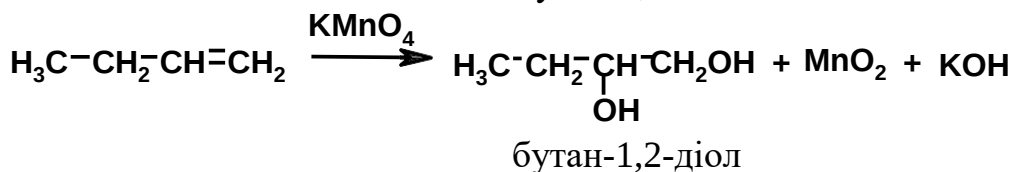
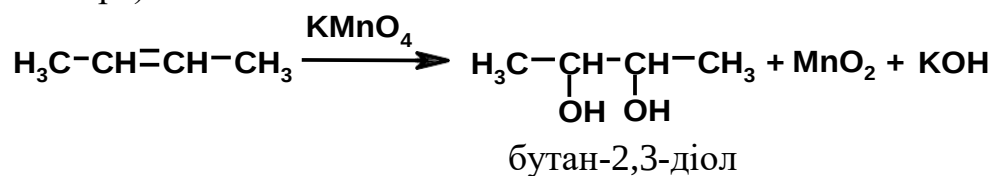


Циклобутан важко приєднує бром і галогеноводні за нагрівання:

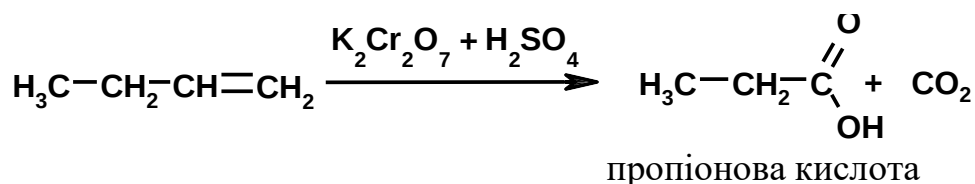


Циклопропан і його похідні не вступають в деякі реакції, що характерні для алкенів – не окиснюються водним розчином KMnO_4 , не полімеризуються, не озонуються.

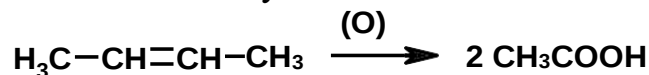
Водний розчин калій манганату(VII) перетворює алкени в гліколі (реакція Вагнера):



За „жорсткого окиснення” бут-1-ену одержимо пропіонову кислоту та побачимо виділення вуглекислого газу:



За „жорсткого окиснення” бут-2-ену одержимо оцтову кислоту, але вуглекислий газ виділятися не буде:



Задача. За якою ознакою терпеноїди виділяються в самостійний клас органічних сполук? Яку ще назву мають терпеноїди?

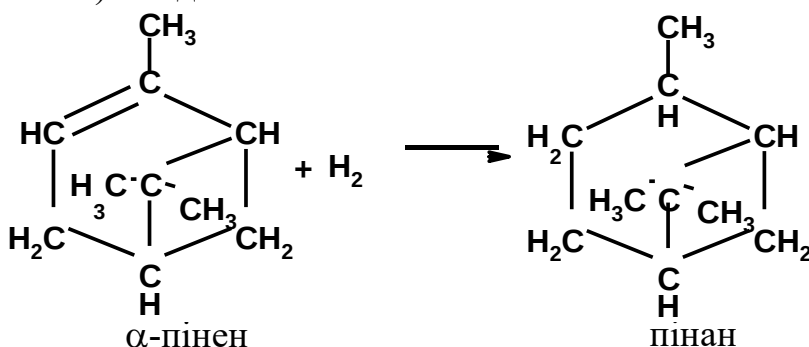
Відповідь. Об'єднуючою ознакою є те, що терпеноїди побудовані ніби з фрагментів ізопрену, тому терпеноїди мають більш загальну назву – ізопреноїди.

Таким чином, терпеноїди виділяються в самостійний клас органічних сполук не за характером функціональних груп, як це, зазвичай, робиться в органічній хімії, а внаслідок спільної особливості будови їх карбонового кістяку.

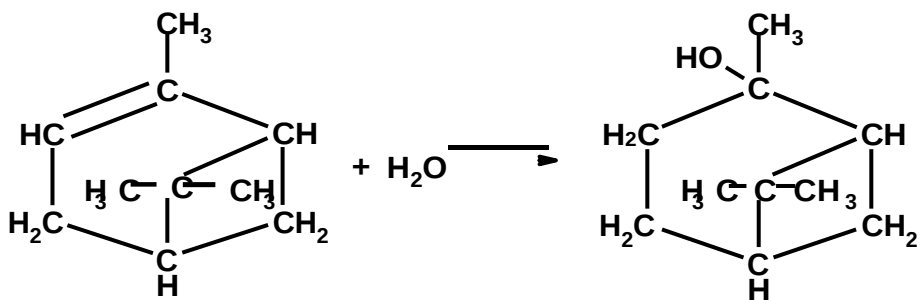
Задача. Складіть схеми реакцій α -пінену із такими речовинами: а) воднем; б) водою; в) хлороводнем; г) розведеним розчином калій марганату(VII).

Відповідь. α -Пінен – рідина, основна складова частина скипидарів. Він взаємодіє:

а) з воднем:



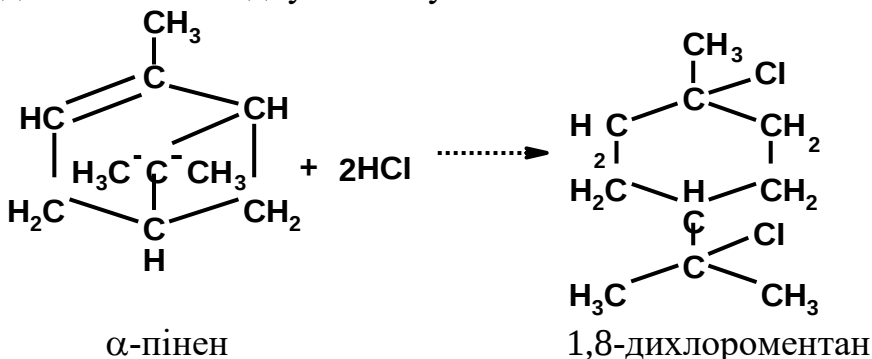
б) з водою:



α -пінен

1-гідроксипінан

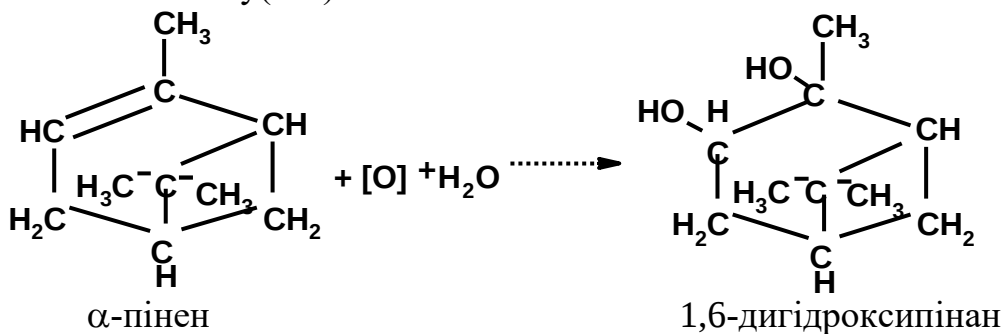
в) α -Пінен за місцем подвійного зв'язку та розриву чотиричленного кільця легко приєднує галогеноводень, утворюючи дигалогенопохідну ментану:



α -пінен

1,8-дихлороментан

г) α -Пінен також дуже легко окиснюється водними розчинами калій манганату(VII):



α -пінен

1,6-дигідроксипінан

Задача. Напишіть рівняння реакцій лимонену із такими сполуками: а) воднем; б) бромом; в) хлороводнем; г) розведеним розчином калій манганату(VII). В яких природних речовинах знаходиться лимонен?

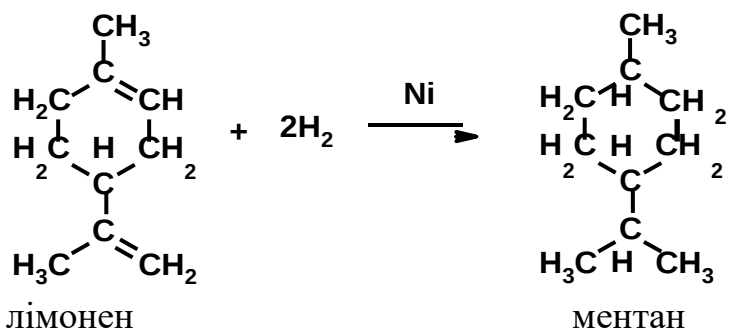
Відповідь. Лимонен – безбарвна з приємним лимонним запахом рідина, яка широко застосовується для виготовлення штучних цитрусових олій.

Правообертаючий лимонен є основною складовою частиною кмінної, лимонної та кропивої олій. Лівообертаючий лимонен

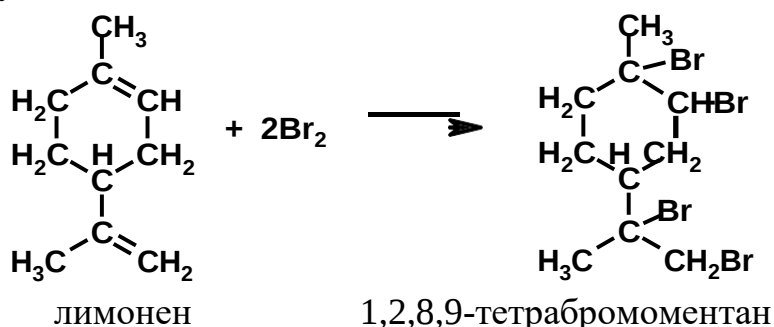
міститься в олії соснової хвої. Суміш ліво- і правообертаючої форм – дипентен – міститься в ефірній олії цитварного насіння, у скипидарі.

Терпени групи ментану легко вступають у реакції приєднання (за місцем подвійного зв'язку) галогенів, галогеноводню, води тощо.

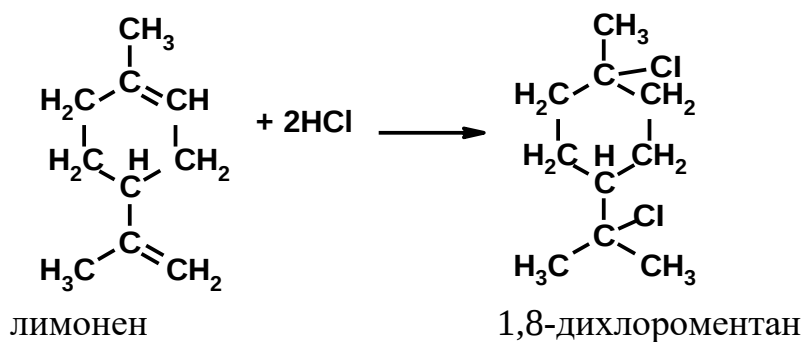
Приєднання водню:



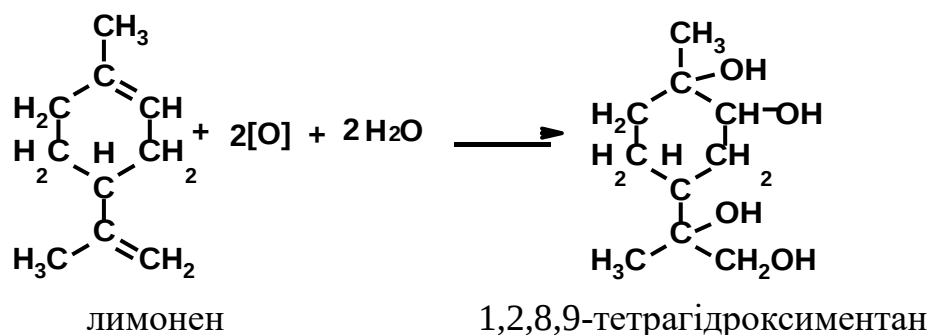
Приєднання бромів:



Приєднання хлороводню (за правилом Марковникова):

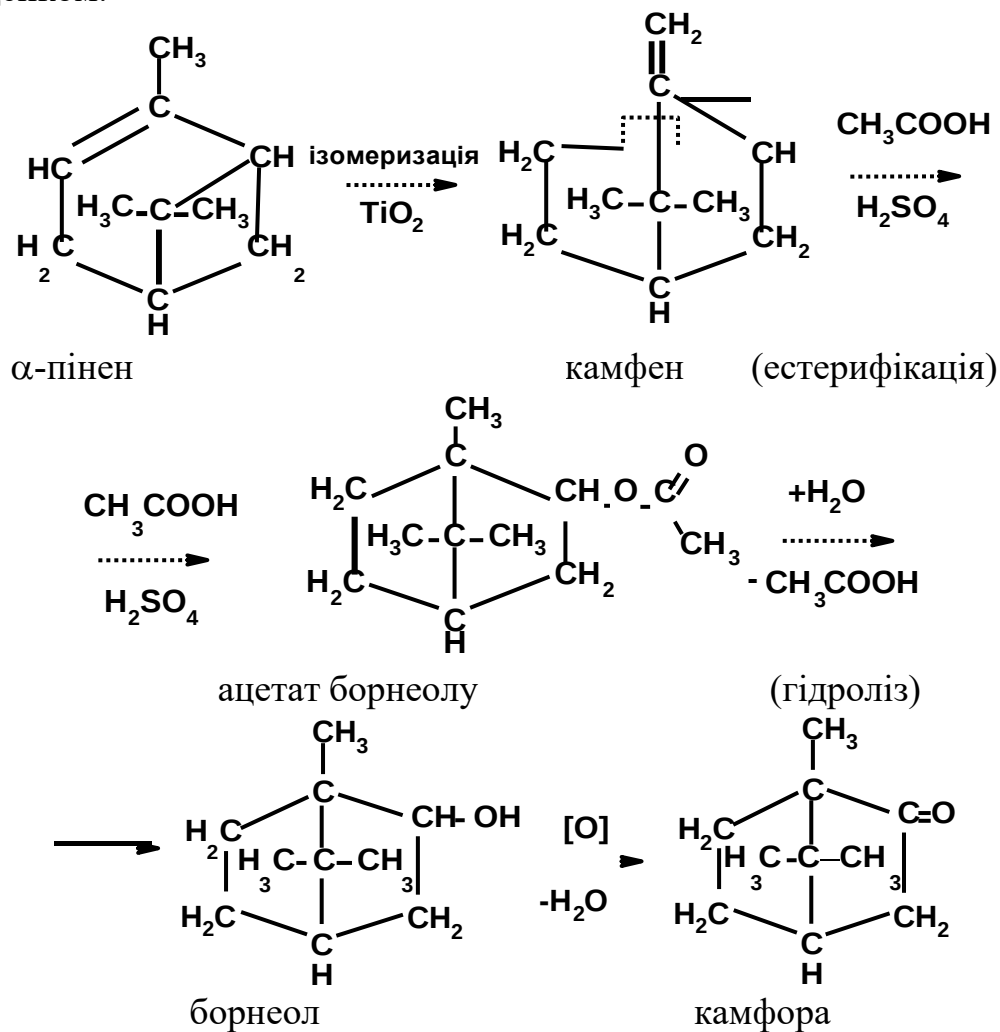


Лимонен легко окиснюється водними розчинами калій манганату(VII):



Задача. Напишіть схему реакцій утворення камфори із α -пінену. Застосування камфори.

Відповідь. α -Пінен є вихідною речовиною для одержання камфори. Цей метод розроблений російським вченим академіком В.Є.Тищенко:



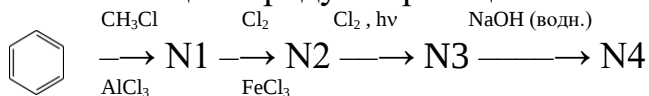
Камфору застосовують для виготовлення целулоїду, кіноплівки, у виробництві вибухових речовин і як лікувальний препарат для стимулювання роботи серця.

4. Контрольні завдання для самоперевірки

18. Виходячи з бензену одержить: а) о- і п-бромонітробензени; б) м-бромонітробензен.

19. Хімічні властивості етиленових вуглеводнів. Напишіть реакції приєднання: а) бромоводню до пропену; б) хлороводню до 4,4-диметилпент-2-ену.

20. Здійсніть схеми перетворень і назвіть вихідні сполуки, проміжні і кінцеві продукти реакцій:



21. Виходячи із ацетилену, синтезуйте оцтову кислоту, вінілхлорид, хлоропрен, бензен. Застосування утворених сполук. Поясніть природу потрійного зв'язку.

22. Складіть рівняння реакції пент-2-ину із такими сполуками: метанолом, оцтовою кислотою, бромоводнем, амоніачним розчином аргентум оксиду, водою (у присутності солей Меркурію). Назвіть сполуки.

23. Визначте будову двох вуглеводнів складу C_5H_{10} , якщо відомо, що вони обидва знебарвлюють бромну воду, а при окисненні концентрованим розчином калій манганату(VII) один з них утворює ацетон, а другий – мурашину й ізомасляну кислоти. Напишіть рівняння реакцій, назвіть вихідні сполуки.

24. Запропонуйте спосіб синтезу бутадієнового каучуку, використавши неорганічні речовини.

25. Напишіть структурні формули таких сполук: ментану, ментолу, ментону, терпіну. Напишіть рівняння окиснення і відновлення ментолу.

26. Напишіть рівняння реакцій лимонену із такими сполуками: а) воднем; б) бромом; в) хлороводнем; г) розбавленим розчином калій манганату(VII). В яких природних сполуках знаходиться лимонен?

27. Напишіть схему реакцій утворення камфори із α -пінену. Напишіть рівняння взаємодії камфори з гідроксиламіном і відновлення до вторинного спирту. Значення камфори.

28. Складіть схеми реакцій α -пінену із такими речовинами: а) воднем; б) водою; в) хлороводнем; г) розбавленим розчином калій манганату(VII). Значення терпенів.

29. За допомогою яких реакцій можна відрізнити ізомерні вуглеводні складу C_4H_6 : метилциклопропан, циклобутан, бут-1-ен, бут-2-ен? Наведіть приклади реакцій.

30. Напишіть рівняння реакцій циклопропану і циклогексану з бромом, бромоводнем, і поясніть їх з точки зору теорії напруження Байєра.

31. Як буде реагувати стирен (стирол) з такими речовинами: а) бромною водою, б) водним розчином калій манганату(VII) на холоді і при кип'ятінні, в) бромоводнем, г) воднем (з каталізатором платиною). Напишіть рівняння цих реакцій, а також кополімеризацію

стирену і бута-1,3-дієну.

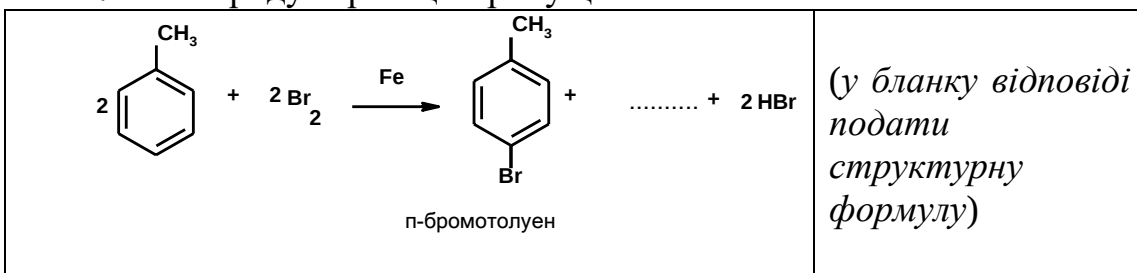
32. Напишіть рівняння реакцій, враховуючи орієнтуючу дію замісників, між такими сполуками: а) *м*-нітротолуеном і хлором (у присутності FeCl_3); б) *м*-ксиленом і нітратною (азотною) кислотою; в) *о*-нітротолуеном і сульфатною (сірчаною) кислотою; г) фенолом і нітратною кислотою.

33. Напишіть рівняння реакцій, враховуючи орієнтуючу дію замісників, між такими речовинами: а) *п*-крезолом і бромом (у присутності FeCl_3); б) толуеном і нітратною(V) (азотною) кислотою; в) хлорбенzenом і нітратною(V) (азотною) кислотою.

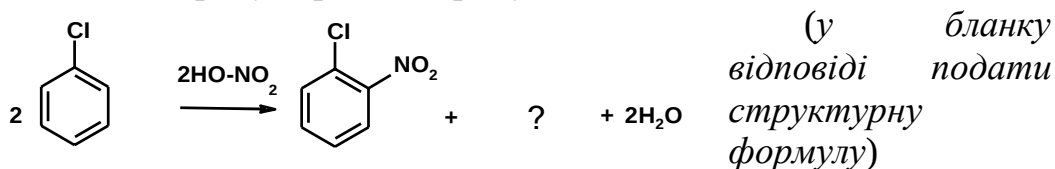
34. Запропонуйте спосіб синтезу полістиролу (полістирену), використавши кальцій карбід.

5. Комплекс тестових завдань для самоперевірки

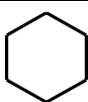
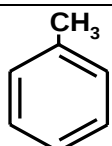
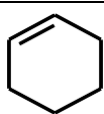
1. Який продукт реакції пропущено?



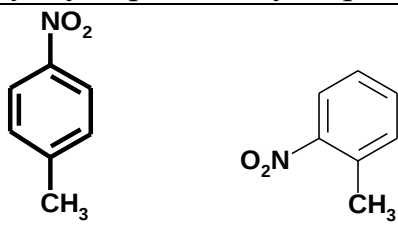
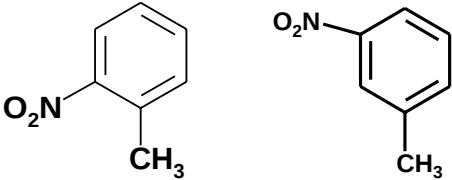
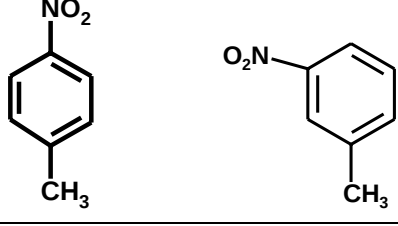
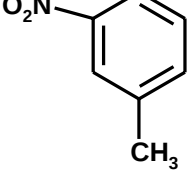
2. Який продукт реакції пропущено?



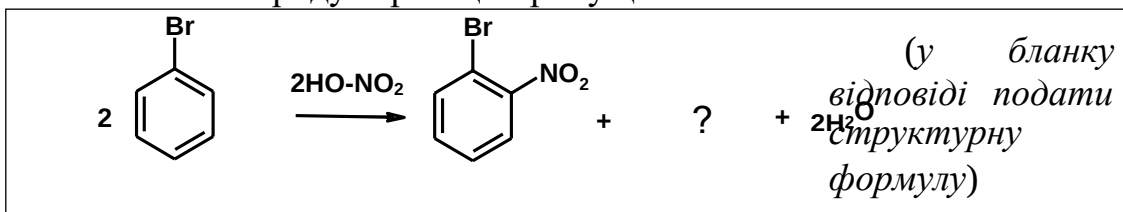
3. Яка з наведених сполук є циклогексаном?

1	CH_4
2	
3	
4	

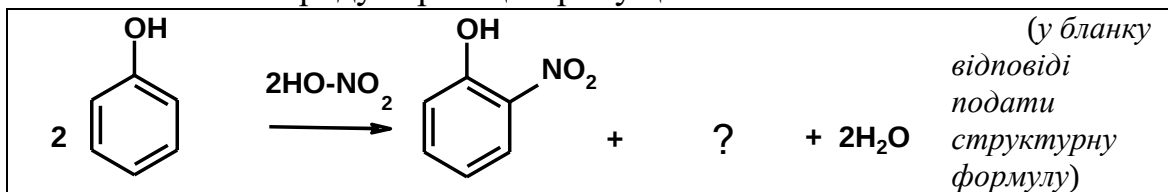
4. При нітруванні толуєну переважно утворюються:

1	
2	
3	
4	

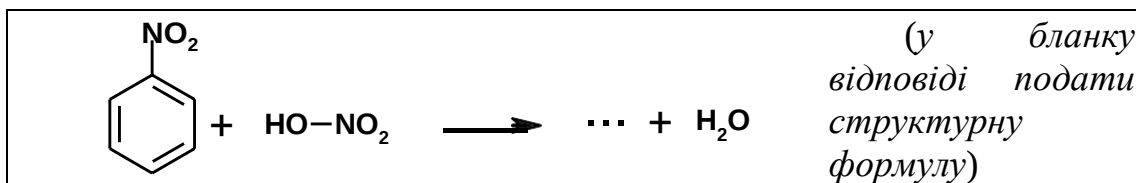
5. Який продукт реакції пропущено?



6. Який продукт реакції пропущено?



7. Який продукт реакції пропущено?



8. Розставити органічні сполуки у відповідності до класу:

А.Арени Б.Циклоалка ни В.Терпени	1. Лимонен 2. Бензен 3. Толуен 4. Циклобутан 5. α -Пінен 6. Диметилбензен 7. Циклопентан 8. Циклопропан
---	---

9. Скільки існує ізомерних аренів складу C_8H_{10} :

1	один
2	два
3	три
4	чотири
5	п'ять

10. Виберіть із переліку замісників ті, що відносяться до *орто*-, *пара*-орієнтантів:

1	$-NH_2$
2	$-NO_2$
3	$-Cl$
4	$-Br$
5	$-SO_3H$
6	$-COOH$
7	$-CH_3$

11. Виберіть із переліку замісників ті, що відносяться до *мета*-орієнтантів:

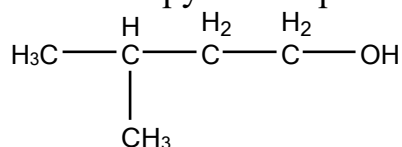
1	$-NH_2$
2	$-NO_2$
3	$-Cl$
4	$-Br$

5	-SO ₃ H
6	-COOH
7	-CH ₃

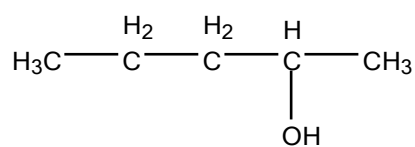
Тема 4. Спирти

Методичні поради

Спирти є похідними вуглеводнів, у яких один або декілька атомів Гідрогену заміщені на гідроксильну групу. Залежно від того, біля якого атома Карбону стоїть гідроксильна група, спирти можуть бути первинними, вторинними і третинними. Окрім того, якщо в молекулі спирту одна гідроксильна група, то він називається одноатомним, якщо дві – двохатомним, три – трьохатомним і т.ін. Гомологічному ряду насичених одноатомних спиртів відповідає формула $C_nH_{2n+1}OH$. Назви спиртів за міжнародною номенклатурою утворюють від назв відповідних вуглеводнів з додаванням закінчення “ол”. Нумерацію починають з того кінця ланцюга, до якого ближче розміщена гідроксильна група. Наприклад,



3-Метилбутан-1-ол



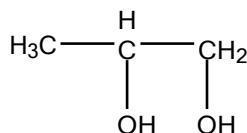
Пентан-2-ол

Для спиртів можлива ізомерія за карбоновим ланцюгом і за місцем положення гідроксильної групи. Зверніть увагу на способи одержання первинних, вторинних і третинних спиртів.

Температура кипіння спиртів вища, ніж відповідних вуглеводнів. Це пояснюється виникненням водневого зв'язку та асоціацією молекул.

Вивчаючи хімічні властивості спиртів, зверніть увагу на реакції окиснення первинних і вторинних, які приводять до утворення альдегідів у першому випадку та у другому – кетонів. За дії галогеноводневих кислот на спирти відбувається заміщення гідроксилу на галоген. Важливою для спиртів є реакція естерифікації з утворенням естерів (складних ефірів) з мінеральними і карбоновими кислотами. Велике значення має реакція утворення етерів (простих ефірів) у результаті виділення молекули води із двох молекул спирту.

Двохатомні спирти або гліколі. Двохатомні спирти за міжнародною номенклатурою мають закінчення “діол” із вказівкою цифрами місця положення гідроксилів. Називають їх ще за відповідними ненасиченими вуглеводнями із закінченням “гліколь”. Наприклад,



пропан-1,2-діол або пропіленгліколь

Хімічні властивості цих спиртів подібні до реакцій одноатомних спиртів, але мають деякі особливості. Етиленгліколь вступає в реакцію з купрум(II) гідроксидом. Це пояснюється тим, що наявність другої функціональної групи зумовлює рухомість гідрогенових атомів у гідроксилах. При відщепленні молекули води від однієї молекули етиленгліколю утворюється етиленоксид, а від двох – внутрішній циклічний етер – діоксан.

Трьохатомні спирти – гліцероли. Гліцерол за міжнародною номенклатурою називається пропан-1,2,3-триол. Поширений в природі в жирах і маслах, які є естерами гліцеролу та вищих жирних кислот. Тому основним методом одержання гліцеролу та є метод омилення жирів. Існують і інші технічні методи його одержання (із пропілену). Як і етиленгліколь, гліцерол містить рухомі атоми Гідрогену в гідроксилах і тому вступає в реакцію з купрум(II) гідроксидом з утворенням купрум(II) гліцерату. Важливе значення мають його естери з мінеральними і карбоновими кислотами, які широко застосовуються в промисловості.

1. Лекція. Одноатомні насичені спирти. -1 год.

1. Розповсюдження у природі. Класифікація спиртів.
2. Основні представники.
3. Номенклатура.
4. Ізомерія.
5. Способи добування.
6. Фізичні властивості.
7. Хімічні властивості.
8. Застосування.

2. Лабораторна робота. Спирти. Одержання та вивчення властивостей спиртів -1 год.

1. Взаємодія етанолу з металічним натрієм

У пробірку наливають 0,1...1 мл етанолу та вносять невеликий шматочок металічного натрію. Спостерігають енергійне виділення газу. При цьому металічний натрій поступово розчиняється з

утворенням натрій етилату. Скласти рівняння реакції взаємодії етилового спирту з металічним натрієм:

Який газ при цьому виділяється?

Натрій етилат нестійкий і в присутності води розкладається з утворенням спирту та луку. Лужне середовище визначають фенолфталеїном. Скласти рівняння реакції гідролізу натрій етилату.

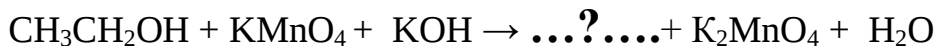
Яке забарвлення має фенолфталеїн у лужному середовищі?

Висновок:

2. Окиснення етанолу розчином калій манганату(VII)

У пробірку наливають 1...2 мл етанолу та 1 мл лужного розчину калій манганату(VII) (1 %-ий KMnO_4 та 10 %-ий Na_2CO_3). Пробірку нагрівають. Етанол окиснюється до оцтового альдегіду.

Закінчити рівняння реакції окиснення етанолу:



Визначити ступені окиснення елементів, скласти схему електронного балансу, знайти коефіцієнти окисно-відновного рівняння.

Висновок:

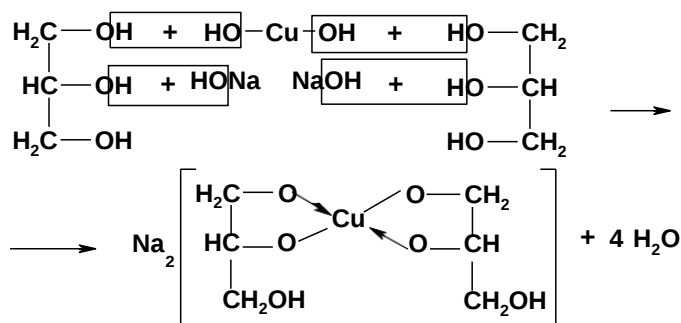
3. Якісна реакція на багатоатомний спирт

Більшість багатоатомних спиртів, які мають гідроксильні групи біля сусідніх атомів Карбону, утворюють з купрум(II) гідроксидом

хелатні сполуки яскраво синього кольору, які розчиняються у воді. Ці сполуки стійкі в лужному середовищі, а в кислому – розкладаються на вихідні речовини.

У пробірку наливають 10 краплин 3 %-го розчину CuSO_4 , додають 1 мл розчину NaOH . Утворюється осад блакитного кольору. Написати реакцію взаємодії купрум(II) сульфату та натрій гідроксиду:

До суміші швидко доливають 3 краплини досліджуваної речовини (гліцеролу). Блакитний осад утвореного купрум(II) гідроксиду розчиняється завдяки утворенню розчинної у воді хелатної сполуки:



Натрій дигліцерат Cu(II)

Якого кольору набуває розчин? Назвіть хелатну сполуку. Які типи зв'язків має хелатна сполука?

Висновки: _____

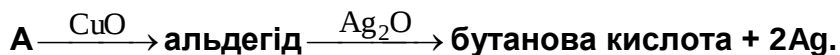
3. Самостійна та індивідуальна робота – 10 год.

Теоретичні питання

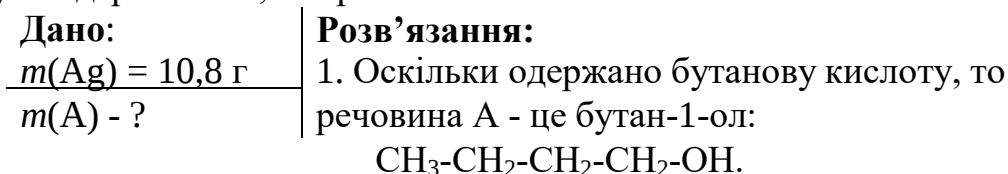
Поняття про багатоатомні спирти. Двох- та трьохатомні спирти. Ізомерія, номенклатура, одержання, властивості та застосування. Етиленгліколь, гліцерол. Поняття про ненасичені спирти.

Приклади розв'язання задач

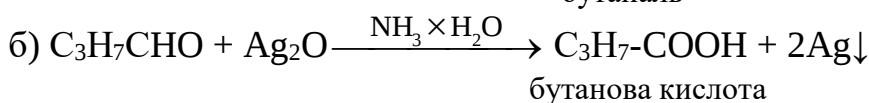
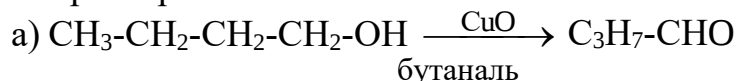
Задача 1. Складіть низку перетворень:



Яка речовина позначена буквою А? Яка маса її витрачена, якщо було одержано 10,8 г срібла.



2. Рівняння перетворень:



$$M(\text{C}_4\text{H}_9\text{OH}) = 74 \text{ г/моль}$$

$$M(\text{Ag}) = 108 \text{ г/моль}$$

3. Визначаємо кількість речовини срібла:

$$n(\text{Ag}) = \frac{m(\text{Ag})}{M(\text{Ag})} = \frac{10,8 \text{ г}}{108 \text{ г/моль}} = 0,1 \text{ моль}$$

4. Визначаємо кількість речовини бутанолу $n(\text{C}_4\text{H}_9\text{OH})$.

З рівнянь видно, що 1 моль $\text{C}_4\text{H}_9\text{OH}$ відповідає 2 моль Ag .

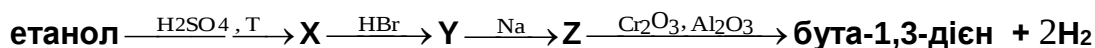
$$\text{Отже } n(\text{C}_4\text{H}_9\text{OH}) = 1/2 n(\text{Ag}) = \frac{0,1}{2} = 0,05 \text{ (моль)}.$$

5. Визначаємо масу бутанолу:

$$m(\text{C}_4\text{H}_9\text{OH}) = n(\text{C}_4\text{H}_9\text{OH}) \cdot M(\text{C}_4\text{H}_9\text{OH}) = 0,05 \cdot 74 = 3,7 \text{ (г)}.$$

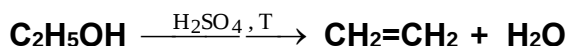
Відповідь: витрачено 3,7 г бутанолу.

Задача 2. Назвіть проміжні продукти в наступній схемі перетворень:



Розв'язання. У даному ланцюзі перетворень, що включає 4 реакції, з етанолу (етилового спирту) $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ повинен бути отриманий бута-1,3-дієн $\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CH}=\text{CH}_2$.

Нагрівання спиртів із концентрованою сульфатною кислотою H_2SO_4 призводить до їх дегідратації з утворенням алкену. Відщеплення води від етанолу призводить до утворення етену:



Таким чином, речовина **X**, що утворюється за дегідратації етилового спирту та здатна прореагувати з HBr , є етенем $\text{CH}_2=\text{CH}_2$. Етен - представник алкенів. Як ненасичена сполука, він здатний вступати в реакції приєднання. У результаті приєднання

бромоводню до етену утворюється брометан $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-Br}$ (речовина **Y**):



Нагріванням брометану в присутності натрію (реакція Вюрца) у лабораторії одержують *n*-бутан (речовина **Z**):



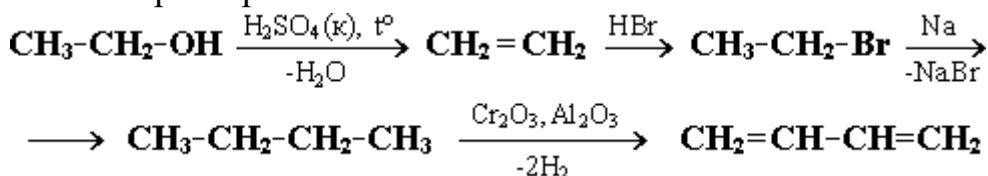
Дегідрування *n*-бутану в присутності каталізатора - один із способів одержання бута-1,3-дієну $\text{CH}_2=\text{CH-CH=CH}_2$:



Відповідь: **X** - етен $\text{CH}_2=\text{CH}_2$; **Y** - брометан $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-Br}$;

Z - *n*-бутан $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_3$.

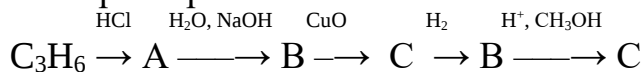
Схема перетворень:



4. Контрольні завдання для самоперевірки

35. Напишіть рівняння реакцій утворення спиртів: а) бутан-2-олу із відповідного алкену; б) первинного амілового спирту і галогенпохідного; в) 2-метилбутан-1-олу відновленням альдегіду; г) гліцеролу омиленням жиру.

36. Напишіть рівняння реакцій, за допомогою яких можна здійснити перетворення:



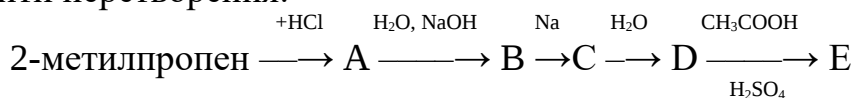
Назвіть сполуки.

37. З якими із наведених нижче речовин реагує пропан-1-ол: HBr , CuO , KMnO_4 , NaOH , H_2SO_4 , Na , пропіонова кислота. Напишіть реакції, вкажіть умови проведення реакцій, назвіть сполуки.

38. Встановіть будову спирту складом $\text{C}_4\text{H}_{10}\text{O}$, якщо при дегідратації утворюється 2-метилпропен, а при окисненні калій манганатом(VII) утворюється речовина, яка вступає в реакцію срібного дзеркала. Напишіть рівняння реакцій, назвіть саполуки.

39. Напишіть рівняння реакцій, за допомогою яких можна розрізнити між собою пропан-1-ол, пропан-2-ол, пропан-1,2-діол.

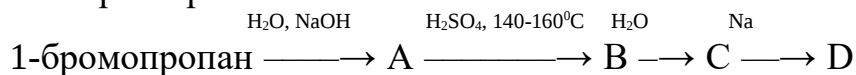
40. Напишіть рівняння реакцій, за допомогою яких можна здійснити перетворення:



41. Напишіть рівняння реакцій утворення етиленгліколю із етилену декількома способами. Де використовується етиленгліколь?

Який важливий синтетичний матеріал отримують на основі етиленгліколю.

42. Напишіть рівняння реакцій, за допомогою яких можна здійснити перетворення:



Назвіть утворені сполуки.

43. Складіть рівняння реакцій між такими речовинами: а) натрій фенолятом і хлористим ізопропілом; б) натрій о-крезолятом і розбавленою сульфатною кислотою; в) пікриною кислотою і натрій гідроксидом, а потім брометаном. Назвіть всі сполуки.

44. Як буде реагувати фенол і бензиловий спирт з такими речовинами: а) водним розчином NaOH; б) металічним натрієм; в) бромоводнем; г) оцтовою кислотою (у присутності сульфатної кислоти); д) бромом; є) FeCl₃? Напишіть рівняння реакцій, назвіть сполуки.

45. Запропонуйте спосіб синтезу ізопропілового спирту, виходячи з метану.

46. Запропонуйте спосіб синтезу гліцеролу, використавши неорганічні речовини.

47. Запропонуйте спосіб синтезу фенолоформальдегідної смоли, виходячи з вуглецю та кальцію.

48. Гербіциди 2,4-Д і 2,4,5-Т отримують при взаємодії моноклороцтової кислоти і хлорпохідних фенолу. Напишіть реакції утворення цих гербіцидів.

49. Які речовини утворюються якщо на п-крезол подіяти: а) водним розчином NaOH; хлористим ацетилом; в) розбавленою нітратною(V) (азотною) кислотою; г) оцтовим ангідридом; д) бромною водою; є) цинковим пилом? Напишіть рівняння реакцій, назвіть сполуки.

50. Який об'єм (н.у.) водню можна добути при взаємодії 80 г метанолу з 70 г металічного натрію?

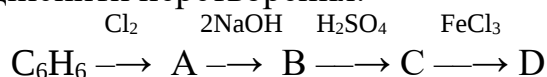
51. Яку масу чистого фенолу треба взяти, щоб виготовити 3 кг 2 %-го (за масою) розчину карболової кислоти ?

52. Напишіть рівняння реакції гліцеролу: а) з бромистим етилом; б) з оцтовим ангідридом; в) з пентахлоридом фосфору. Назвіть продукти реакцій.

53. На прикладі фенолу дайте характеристику реакційної здатності сполук цього класу. Наведіть найтипівші реакції по гідроксильній групі і по бензеновому кільцю. Якою реакцією можна підтвердити наявність фенольного гідроксилу.

54. Напишіть рівняння реакцій, за допомогою яких можна

здійснити перетворення:



5. Комплекс тестових завдань для самоперевірки

1. Вкажіть за міжнародною номенклатурою назву вторинного спирту, формула якого $\text{C}_3\text{H}_7\text{OH}$.

(у бланку відповідей подати назву одним словом)

2. Позначте ознаку перебігу реакції, що дозволяє відрізнити насичені багатоатомні спирти від насичених одноатомних спиртів:

1	утворення „срібного дзеркала” в реакції з амоніачним розчином аргентум(I) оксиду
2	знебарвлення бромної води
3	утворення синього розчину в реакції з купрум(II) гідроксидом в лужному середовищі
4	знебарвлення розчину калій манганату(VII).

3. Обчисліть і вкажіть відносну молярну масу метанолу, якщо відносна атомна маса Карбону – 12, Гідрогену – 1, Оксигену – 16.

(у бланку відповідей подати цифрою з точністю до цілих)

4. Якій формулі відповідає назва 3,3-диметилбутан-1-ол?

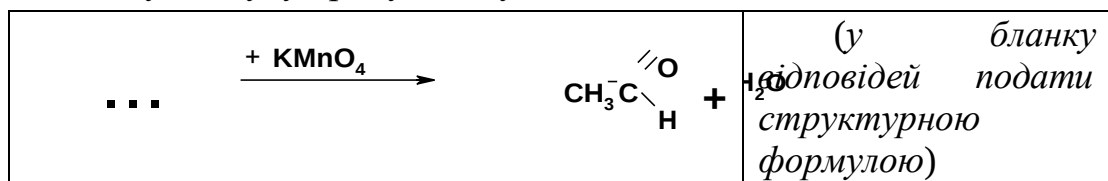
1	$\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ \\ \text{H}_3\text{C}-\text{C}-\text{CH}-\text{CH}_3 \\ \quad \\ \text{CH}_3 \text{OH} \end{array}$
2	$\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ \\ \text{H}_3\text{C}-\text{C}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{OH} \\ \\ \text{CH}_3 \end{array}$
3	$\begin{array}{c} \text{H} \\ \\ \text{H}_3\text{C}-\text{C}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{OH} \\ \\ \text{CH}_3 \end{array}$
4	$\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ \\ \text{H}_3\text{C}-\text{C}-\text{CH}_2-\text{CH}_3 \\ \\ \text{CH}_2\text{OH} \end{array}$

5. Установіть відповідність між назвою спирту та його формулою:

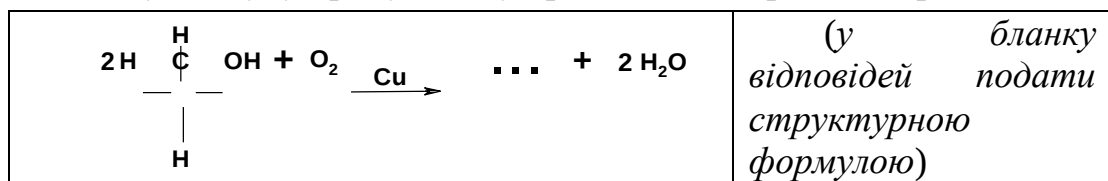
Назва речовини	Формула речовини
----------------	------------------

1. етан-1,2-діол (етиленгліколь)	А. $\begin{array}{c} \text{H} \\ \\ \text{HO}-\text{CH}_2-\text{C}-\text{CH}_2\text{OH} \\ \\ \text{OH} \end{array}$
2. пропан-1,2-діол	Б. $\text{HOCH}_2\text{CH}_2\text{OH}$
3. пропан-1,3-діол	В. $\begin{array}{c} \text{H} \\ \\ \text{HO}-\text{CH}_2-\text{C}-\text{CH}_3 \\ \\ \text{OH} \end{array}$
4. пропан-1,2,3-триол (гліцерол)	Г. $\text{HOCH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{OH}$

6. Яку сполуку пропущено у лівій частині схеми окиснення?



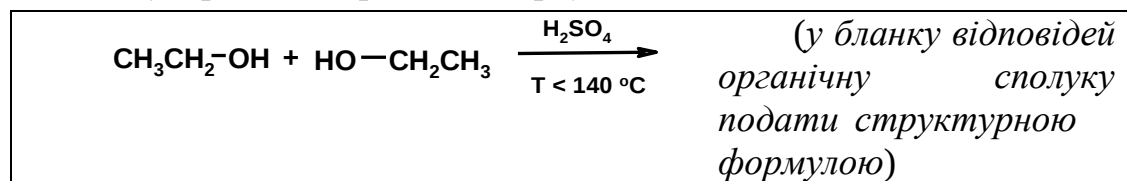
7. Яку сполуку пропущено у правій частині рівняння реакції?



8. Знайти відповідність спирту й оксосполуки, яку можна одержати окисненням відповідного спирту.

Спирти	Оксосполуки
1. етанол	А. HCHO
2. пропан-2-ол	Б. CH ₃ -CHO
3. пропан-1-ол	В. CH ₃ -C(O)-CH ₃
4. метанол	Г. CH ₃ -CH ₂ -CHO
5. пентан-2-ол	Д. CH ₃ -CH ₂ -CH ₂ -CHO
6. бутан-1-ол	Е. CH ₃ -C(O)-CH ₂ -CH ₂ -CH ₃

9. Яку органічну сполуку одержують за рівнянням міжмолекулярної дегідратації спирту?



10. Який вуглеводень можна одержати за нагрівання етанолу з концентрованою сульфатною кислотою?

1	Етан
2	Етен
3	Етин
4	Пропін
5	Пропен

11. Гідратація спиртів здійснюється згідно правила:

1	Зайцева
2	Марковникова
3	Попова
4	Ельтекова
5.	Кучерова

12. 2-Метилпропан-2-ол - це:

1	Третинний спирт
2	Первинний спирт
3	Вторинний спирт
4	Четвертинний спирт

Тема 5. Феноли

Методичні поради

Феноли – похідні ароматичних вуглеводнів, які містять гідроксильну групу біля атома Карбону, що знаходиться в бензеновому кільці. Фенол і його гомологи добувають з кам'яновугільної смоли. Синтетично фенол одержують кумольним способом, а також сплавлянням натрієвої солі бензенсульфокислоти з їдким натром. За своїми властивостями феноли відрізняються від спиртів. У молекулі фенолу неподільна пара електронів атома Оксигену перебуває в спряженні з π -електронною системою ароматичного ядра. Таке відтягування електронної густини від атома Гідрогену у бік кільця компенсоване зсувом електронної густини від атома Гідрогену до атома Оксигену. Завдяки цьому фенол набуває кислотних властивостей і з лугами утворюється феноляти. З іншого боку, під впливом гідроксильної групи атоми Гідрогену в орто- і пара-положеннях набирають більшої рухливості і досить легко заміщуються на бром, нітро- і сульфогрупи. При взаємодії з Fe(III) -хлоридом феноли дають забарвлені сполуки. Ця реакція застосовується для якісного виявлення фенолів. Фенол і його гомологи мають велике значення як у промисловості, так і в сільському господарстві і є вихідними речовинами для синтезу пластичних мас (типу бакелітів), синтетичних смол та ін. Їх похідні набули великого застосування як гербіциди і стимулятори росту рослин, 2,4-Д, 2М-4Х, 2,3,5-Т.

Велике значення мають також двохатомні і трьохатомні феноли: пірокатехол, резорцинол, гідрохінон, пірогалол і флороглюцин. При окисненні гідрохінону утворюється хінон. Молекулярна сполука хінону з гідрохіноном називається хінгідроном.

1. Самостійна та індивідуальна робота – 4 год

Теоретичні питання

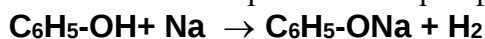
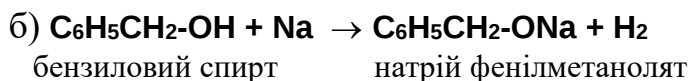
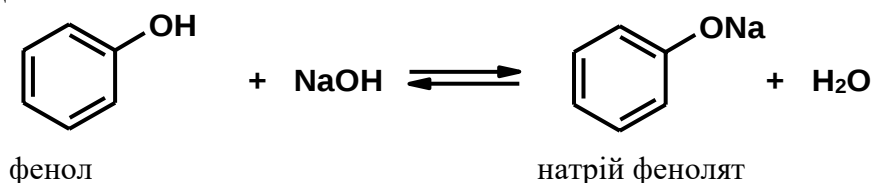
Феноли. Окремі представники. Знаходження в природі. Будова, номенклатура, ізомерія фенолів. Одержання, фізичні та хімічні властивості, застосування. Одержання, властивості та застосування у технології деревообробки фенолоформальдегідної смоли. Двох- та трьохатомні феноли (резорцинол, пірокатехол, гідрохінон, пірогалол, флороглюцин). Хімічні властивості та застосування.

Приклади розв'язання задач

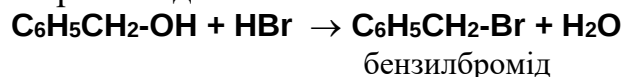
Задача. Як будуть реагувати фенол і бензиловий спирт з такими речовинами: а) водним розчином NaOH; б) металічним натрієм; в) бромоводнем; г) оцтовою кислотою (у присутності сульфатної кислоти); ґ) бромом; д) FeCl₃? Напишіть рівняння реакцій. Назвіть продукти.

Відповідь:

а) бензиловий спирт C₆H₅CH₂-OH з водним розчином NaOH не взаємодіє.



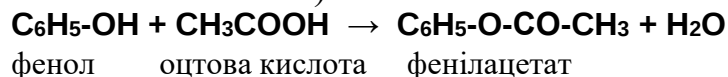
в) реакція з бромоводнем:



Фенол з бромоводнем не взаємодіє.

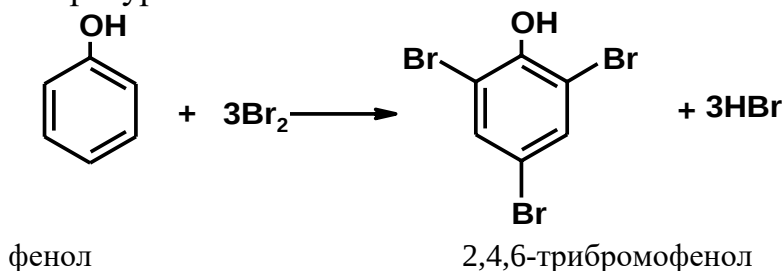
г) реакція з оцтовою кислотою (у присутності сульфатної кислоти):

Для одержання естерів феноли та спирти нагрівають з кислотами (за присутності сильної кислоти):



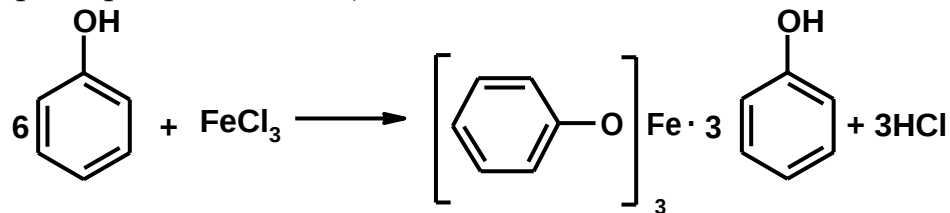
ґ) реакція з бромом: бензиловий спирт C₆H₅CH₂-OH з бромом без каталізатора не взаємодіє.

За дії бромної води на фенол утворюється 2,4,6-трибромфенол за кімнатної температури:



Ця реакція є якісною на фенол – він знебарвлює бромну воду.

д) реакція з FeCl_3 (формулу продукту реакції наведено у спрощеному вигляді, насправді утворюється комплексна сполука, склад якої залежить від умов проведення реакції: співвідношення реагентів, рН середовища тощо):



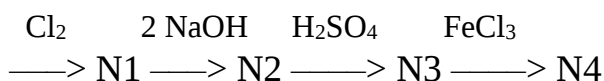
фенол

ферум(III) фенолят

Бензиловий спирт $\text{C}_6\text{H}_5\text{CH}_2\text{-OH}$ з водним розчином FeCl_3 не взаємодіє.

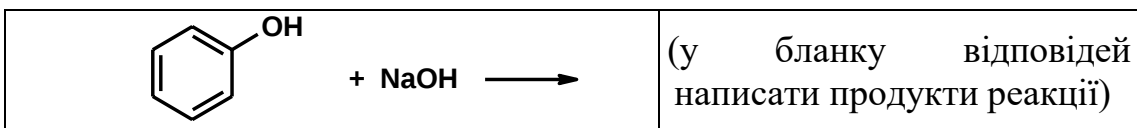
2. Контрольні завдання для самоперевірки

- Складіть рівняння реакцій між такими речовинами: а) натрій фенолятом і хлористим ізопропілом; б) натрій *o*-крезолятом і розбавленою сульфатною кислотою. Назвіть всі сполуки.
- Як буде реагувати фенол з такими речовинами: а) водним розчином NaOH ; б) металічним натрієм; в) бромоводнем; г) оцтовою кислотою (у присутності сульфатної кислоти); д) бромом; є) FeCl_3 ? Напишіть рівняння реакцій, назвіть сполуки.
- Які речовини утворюються якщо на *n*-крезол подіяти: а) водним розчином NaOH ; хлористим ацетилом; в) розбавленою азотною кислотою; г) оцтовим ангідридом; д) бромною водою; є) цинковим пилом? Напишіть рівняння реакцій, назвіть сполуки.
- Скільки чистого фенолу треба взяти, щоб виготовити 3кг розчину карболової кислоти з масовою часткою 2%?
- На прикладі фенолу дайте характеристику реакційної здатності сполук цього класу. Наведіть найтипівіші реакції по гідроксильній групі і по бензольному кільцю. Якою реакцією можна підтвердити наявність фенольного гідроксилу.
- Напишіть рівняння реакцій, за допомогою яких можна здійснити перетворення:



3. Комплекс тестових завдань для самоперевірки

- Які сполуки одержують за рівнянням реакції ?



2. Яку назву має органічна речовина, що утворює з водним розчином NaOH натрій фенолят?

(у бланку відповідей подати одним словом)

3. Кількісна реакція на фенол – взаємодія з надлишком бромної води. Яка сполука при цьому утворюється у вигляді білого осаду?

1	2,4-Дибромфенол
2	2-Бромфенол
3	3-Бромфенол
4	4-Бромфенол
5	2,4,6-Трибромфенол

4. Якісна реакція на фенол – поява фіалетового забарвлення при взаємодії фенолу з водним розчином неорганічної сполуки. Якої?

1	CuSO_4
2	FeCl_3
3	$\text{Cu}(\text{OH})_2$
4	NaOH

5. Яку масу фенолу треба взяти для одержання 200 г 5%-го розчину карболової кислоти?

(у бланку відповідей масу фенолу подати цифрою у грамах)

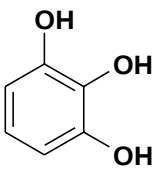
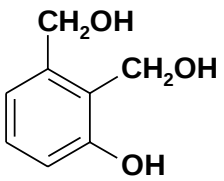
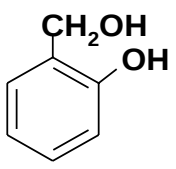
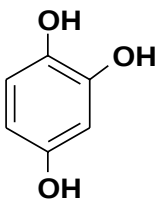
6. Карболова кислота (використовується як дезінфікуючий засіб) це:

1.	5 % водний розчин фенолу
2.	40 % водний розчин формальдегіду
3.	40 % водний розчин етанолу
4.	концентрована $\text{HNO}_3 + \text{H}_2\text{SO}_4$
5.	5 % водний розчин оцтової кислоти

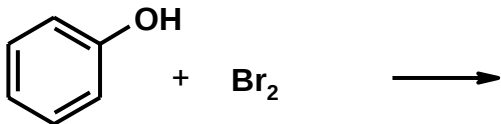
7. Яка функціональна група є спільною для спиртів та фенолів:

1	-NH ₂
2	-OH
3	-COH
4	-Br
5	-SO ₃ H
6	-COOH
7	-CH ₃

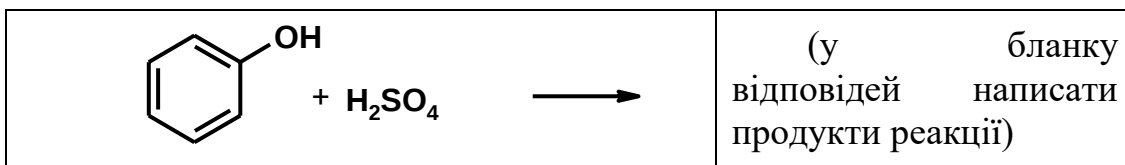
8. Вкажіть формули трьохатомних фенолів:

1	
2	
3	
4	

9. Які сполуки одержують за рівнянням реакції ?

	(у бланку відповідей написати продукти реакції)
---	--

10. Які сполуки одержують за рівнянням реакції ?



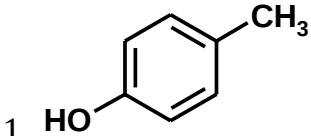
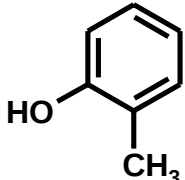
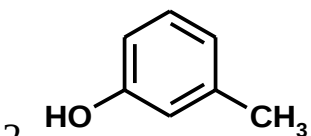
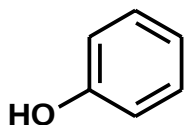
11. Яка важлива хімічна властивість фенолів відрізняє їх від одноатомних спиртів?

1	Здатність взаємодіяти з лугами;
2	Здатність взаємодіяти з кислотами;
3	Здатність до взаємодії з металічним натрієм;
4	Здатність до утворення етерів (простих ефірів).

12. Які властивості проявляє фенол, реагуючи з натрій гідроксидом?

1	Кислотні
2	Основні
3	Амфотерні
4	Окисні

13. Яку структуру має *o*-крезол?

1. 	3. 
2. 	4. 

Зміст

Вступ	1
ЗМІСТ ТЕМ ДИСЦИПЛІНИ «ОРГАНІЧНА ХІМІЯ».....	4
Список рекомендованої літератури.....	7
Техніка безпеки в хімічній лабораторії	8
Надання першої допомоги	8
Тема 1. Предмет і значення органічної хімії.....	14
Методичні поради	14
Класифікація органічних сполук	15
2. <i>Контрольні завдання для самоперевірки</i>	15
Тема 2: Вуглеводні: алкани, алкени, алкіни, алкадієни	17
Методичні поради	17
Алкани.....	17
Алкени (етиленові вуглеводні)	18
Алкіни (ацетиленові вуглеводні).....	19
Дієни (дієнові вуглеводні).....	20
Приклади розв'язання задач	24
Тема 3. Ацени (ароматичні вуглеводні), циклоалкани, терпени	37
Методичні поради	37
Ароматичні вуглеводні.....	37
Ациклічні вуглеводні (циклоалкани)	38
Терпени	39
Приклади розв'язання задач	43
Тема 4. Спирти	55
Методичні поради	55
Приклади розв'язання задач	58
Тема 5. Феноли	65
Методичні поради	65
Приклади розв'язання задач	66