



МУКАЧІВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТ
Кафедра інженерії, технології та професійної освіти



Органічна хімія

Методичні рекомендації до проведення лабораторних занять

для здобувачів

першого (бакалаврського) рівня вищої освіти

спеціальності 014-Середня освіта (природничі науки)

**Мукачево
2024**

УДК 547(072)(076.5)

*Розглянуто та рекомендовано до друку Науково-методичною радою
Мукачівського державного університету
Протокол № 3 від «24» жовтня 2024р.*

*Розглянуто та схвалено на засіданні кафедри _____
Протокол № 1 від «30» серпня 2024р.*

Укладач

Джосія МОЛНАР-БАБІЛЯ – к.х.н., доцент, доцент кафедри готельно-ресторанної та музейної справи Мукачівського державного університету

Рецензент

Тетяна ЛУЖАНСЬКА – к.г.н., доцент, доцент кафедри географії та суспільних дисциплін Мукачівського державного університету

О-64

Органічна хімія: Методичні рекомендації до проведення лабораторних занять з дисципліни для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти спеціальності 014-Середня освіта (природничі науки) / Укладач Джосія МОЛНАР-БАБІЛЯ– Мукачево: МДУ, 2024. 36с. –(1,05 д.а.)

Видання містить практичні та інструктивні матеріали для лабораторних занять з дисципліни Органічна хімія

Призначене для використання до проведення лабораторних занять з дисципліни для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти спеціальності 014-Середня освіта (природничі науки)

Зміст

Вступ.....	4
Правила роботи і техніка безпеки в хімічній лабораторії.....	5
Вказівки до виконання лабораторних робіт	7
Л.Р.1. Методи виділення і очищення органічних речовин	8
Л.Р.2. Вуглеводні.....	14
Л.Р.3. Одноатомні та багатоатомні спирти... ..	2
Л.Р.4. Властивості простих і складних вуглеводів.....	36
Література.....	51

ВСТУП

Лабораторні роботи – це форма організації навчання, яка дає можливість експериментально підтвердити вивченні теоретичні положення, експериментально перевірити формули, розрахунки, ознайомитись з методикою проведення експериментів, досліджень. В ході роботи формуються вміння спостерігати, порівнювати, аналізувати, робити висновки і узагальнення, самостійно проводити дослідження, користуватися різними способами вимірювань, оформляти результати у вигляді таблиць, схем тощо. Одночасно формуються професійні вміння і навички роботи з різними приладами, реактивами і іншими засобами для проведення дослідів, оволодіння різними методиками визначення показників якості.

Органічна хімія є нормативною дисципліною і вивчається в циклі хімічних дисциплін після вивчення неорганічної та аналітичної хімії. Вона використовує знання цих наук, а також знання з математики, фізики, біології та інших природничих наук.

Органічна хімія є базовою дисципліною для підготовки майбутніх фахівців-біологів. Вона є фундаментальною основою для вивчення таких дисциплін як біохімія, мікробіологія, фізіологія, біотехнологія, фітофармакологія, селекція, ветеринарія та інших, пов'язаних з процесами зберігання та переробки сільськогосподарської продукції. В результаті вивчення дисципліни студенти набувають певні компетентності.

Програмою передбачено вивчення дисципліни Органічна хімія в 3-у семестрі. Дисципліна розглядається як складова змісту навчальної підготовки бакалаврів і побудована на відповідних теоретичних, наукових засадах та практичній підготовці.

Зміст дисципліни є доступним для студентів 2-го курсу й розрахований на засвоєння його кожним студентом. Основним завданням викладача є формування у студентів теоретичних знань, надання їм практичної спрямованості та формування вміння використовувати їх у практичній діяльності. Загальними завданнями оцінювання є: визначення рівня навчальних досягнень студентів; стимулювання їх мотивації до здобуття знань; визначення рівня здібностей студентів, їх потреби у додатковому навчанні; виставлення відповідної оцінки.

Кількість органічних речовин надзвичайно велика близько 7 млн, вони є основним матеріалом (крім води), з якого побудовані організми рослин і тварин.

В наш час практично немає ні одної галузі народного господарства, яка би

не була пов'язана з органічною хімією.

Велике значення має переробка хімічним методом природної органічної сировини, виділенні з неї цінних промислових продуктів і продуктів, які вживаються в побуті, розвиток синтетичної хімії органічних сполук, яка дає невідомі в природі сполуки.

Органічні сполуки відрізняються більш складною і специфічною будовою молекул. Органічна хімія вивчає будову і синтез складних природних сполук:

алкалоїдів, ферментів, білків, нуклеїнових кислот тощо.

Для оцінювання процесу та результатів вивчення дисципліни Органічна хімія розроблені чіткі, зрозумілі і відомі студентам критерії, відповідно до яких виставляється оцінка, і використовуються при цьому такі методи, як: усне опитування, тестування, оцінювання виконання індивідуальних завдань та розв'язування ситуаційних задач, самооцінювання, взаємо оцінювання тощо.

Мета вивчення навчальної дисципліни – вивчити органічні сполуки і закони їх перетворення, будову, ізомерію, методи одержання, хімічні і фізичні властивості. За допомогою органічного синтезу одержують органічні сполуки, які в природі не трапляються: штучні та синтетичні волокна, синтетичний каучук, пластичні маси, барвники в текстильній промисловості тощо.

Завданнями викладача, реалізація яких забезпечить досягнення цієї мети, є: сформувати широту інноваційного мислення через обізнаність зі світовими досягненнями науки, виробити вміння здійснювати пошукові дослідження, давати оцінку хімічним процесам і спрямовувати їх в сторону максимальної ефективності через впровадження досягнень науки у виробництво.

В результаті вивчення даного курсу студент повинен:

знати:

природу зв'язків атомів в органічних молекулах;

- класифікацію, номенклатуру, ізомерію, будову органічних сполук;
- методи добування, фізичні і хімічні властивості органічних сполук;
- застосування органічних сполук;

вміти

- одержати насичені і ненасичені вуглеводні, дослідити їх властивості;
- дослідити властивості галогенопохідних, спиртів, альдегідів і кетонів;
- дослідити властивості одно- і багато основних карбонових кислот, похідних;
- дослідити властивості вуглеводів, ароматичних вуглеводнів.

мати навички – синтезувати органічні речовини різних класів та розпізнавати їх.

Загальні компетентності:

ЗК 2.Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями

ЗК 3. Здатність працювати в команді.

ЗК 6. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.

ЗК 10 . Здатність проводити дослідження на сучасному науковому рівні.

ЗК13 Мати навички здійснення безпечної діяльності.

Фахові компетентності:

ФК 1. Здатність користуватися символікою і сучасною термінологією природничих наук;

ФК 3. Здатність характеризувати досягнення природничих наук, що зробили визначальний вплив на наші уявлення про природу, на розвиток техніки і технологій, їх роль у суспільстві.

ФК 5. Здатність застосовувати сучасні методи дослідження для визначення загальних властивостей матерії та явищ, будови, функцій, життєдіяльності, розмноження, класифікації, походження, поширення, об'єктів природи, законів і закономірностей розміщення і взаємодії компонентів природного середовища, інтерпретувати результати досліджень.

ФК 13. Здатність застосовувати сучасні методи й освітні технології, у тому числі й інформаційні, для забезпечення якості навчально-виховного процесу в загальноосвітніх закладах.

ФК 14. Здатність безпечного проведення хімічних досліджень в лабораторії та природних умовах.

Результати навчання:

ПР 2. Знає та розуміє основні закони, концепції, фундаментальні природничі теорії та загальну структуру природничих наук.

РН 3. Знає загальні закономірності перебігу природних явищ, закладає основи світорозуміння на різних рівнях пізнання природи й надає загальне обґрунтування природничо-наукової картини світу.

РН 4. Знає будову Землі через розкриття регіональних та планетарних закономірностей і процесів та ролі природничих наук у вирішенні економічних, екологічних і соціальних проблем суспільства.

РН 6. Знає властивості хімічних елементів, їх сполук, речовин та головні типи хімічних реакцій, їх основні характеристики, а також основні термодинамічні та кінетичні закономірності й умови проходження хімічних реакцій.

РН 8. Знає та розуміє принципи, сучасні методи, основні методичні прийоми, форми організації навчання певному предмету в закладах загальної середньої освіти.

РН 9 Володіє методикою проведення демонстраційного експерименту,

застосовує його в освітньому процесі.

РН 12. Проектує урочну, позаурочну та позакласну навчально-виховну діяльність з природничих дисциплін, уміє самостійно проводити уроки, вибирати та застосовувати продуктивні технології, методи, прийоми, форми та засоби навчання та організовує позакласну й позашкільне навчально-пізнавальну діяльність учнівської молоді, науково-дослідну роботу.

Програма навчальної дисципліни

Змістовий модуль 1. Вуглеводні, оксигенвмісні сполуки.

Тема 1.

Вступ. Предмет органічної хімії. Теоретичні уявлення в хімії.

Причини виділення органічної хімії в самостійну науку. Розвиток промисловості органічного синтезу в країні. Значення органічної хімії для текстильної і легкої промисловості.

Основні сировинні джерела органічних сполук. Поняття про методи виділення, очистки і ідентифікації органічних речовин. Хроматографія. Поняття про фізичні методи дослідження органічних сполук.

Короткі відомості про розвиток теоретичних уявлень в органічній хімії. Явище ізомерії органічних сполук. Теорія хімічної будови органічних сполук О.М.Бутлерова. Електронні уявлення в органічній хімії, типи хімічних зв'язків. Електронна будова простих і кратних вуглецевих зв'язків. Основні характеристики ковалентного зв'язку. Донорно – акцепторний зв'язок. Водневий зв'язок в органічних сполуках. Поняття про конформацію. Енантіомерія. Асиметричний атом вуглецю. Хиральність. Індукційний ефект. Ізомерний ефект. Проміжні частинки: радикали, карбокатиони, карбаніони. Класифікація реакцій органічних сполук. Реакція заміщення, приєднання, відщеплення, молекулярні перегрупування. Гетеролітичні реакції. Класифікація органічних сполук.

Тема 2. Вуглеводні.

Алкани. Гомологічний ряд насичених вуглеводнів. Загальна формула. Ізомерія. Первинний, вторинний і третинний атоми вуглецю. Номенклатура насичених вуглеводнів. Алкільні радикали. Парафіни в природі. Способи отримання алканів. Одержання алканів з карбонових кислот. Фізичні та хімічні властивості насичених вуглеводнів.

Тема 3.

Алкени. Загальна формула. Ізомерія. Номенклатура. Способи одержання. Дегідрування і крекінг насичених вуглеводнів. Фізичні властивості. Загальна характеристика. Каталітичне гідрування. Гідратація. Правило Марковнікова та його сучасна трактовка. Радикальна іонна полімеризація олефінів. Етилен,

пропілен, бутилен.

Тема 4.

Алкіни. . Загальна формула. Ізомерія і номенклатура. Добування ацетилену. Промислові методи. Фізичні та хімічні властивості ацетиленових вуглеводнів. Утворення ацетиленідів. Ацетилен. Вінілацетилен.

Тема 5.

Алкадієни Класифікація алкадієнів. Номенклатура. Вуглеводні зі спряженими подвійними зв'язками. Способи добування дивінілу. Одержання ізопрену. Фізичні та хімічні властивості. Реакції приєднання водню, галогенів, галогеноводнів. Натуральний і синтетичний каучук. Використання полімерів на основі алкадієнів

Тема 6.

Арени. Розвиток уявлень про будову бензолу. Формула Кекуле. Гомологічний ряд бензолу. Номенклатура і ізомерія. Фізичні і хімічні властивості. Загальна характеристика. Джерела ароматичних сполук. Ароматизація нафти.

Реакції електрофільного заміщення, їх механізм. Електронне трактування правил орієнтації. Класифікація замісників. Реакції приєднання: водню, галогенів, озону. Толуол, ксилол, кумол, стиол. Дифеніл, бензидин, їх застосування. Діазобарвники. Нафталін та його будова. Нафтоли, їх одержання, властивості і застосування. Поняття про ледяне фарбування. Азотол. Антрацен і антрахінон. Алізарин, протравне фарбування.

Тема 7.

Оксосполуки і їх похідні. Класифікація аліфатичних спиртів. Одноатомні спирти. Класифікація. Ізомерія. Поняття про первинні, вторинні і третинні спирти. Номенклатура спиртів. Способи добування спиртів. Фізичні властивості. Водневий зв'язок. Розчинність спиртів. Хімічні властивості. Загальна характеристика. Реакції з розривом зв'язку С-ОН і О-Н. Реакції з лужними металами, галогеноводневими кислотами, галогенідами фосфору, тіонілхлоридом. Утворення простих ефірів. Добування складних ефірів органічних і мінеральних кислот.

Тема 8.

Багатоатомні спирти або гліколі. Методи добування. Гліцерин. Будова, властивості, застосування. Феноли і нафтоли. Фізичні, хімічні властивості.

Тема 9.

Оксосполуки .Будова,ізомерія і номенклатура альдегідів і кетонів. Добування. Фізичні та хімічні властивості. Реакції приєднання-відщеплення. Утворення напівацеталів і ацеталів. Окислення альдегідів і кетонів. Використання

Тема 10 .

Карбонові кислоти і їх похідні. Класифікація карбонових кислот. Одноосновні кислоти. Ізомерія, номенклатура. Способи добування. Фізичні властивості. Загальна характеристика. Кислотність Індукційний ефект і міцність кислот. Вищі жирні кислоти. Мила. Насичені двоосновні кислоти, їх хімічні властивості. Адипінова кислота, терефталева кислота. Ненасичені одноосновні кислоти. Складні ефіри акрилової і метакрилової кислот. Органічне скло. Похідні вугільної кислоти. Фосген. Сечовина. Добування, властивості карбамідних смол.

Класифікація оксикислот. Властивості оксикислот. Добування та застосування.

Змістовий модуль 2. Нітрогенвмісні, органічні сполуки. Вуглеводи.

Тема 11. Азотовмісні органічні сполуки. Нітросполуки. Аміни Загальна формула. Будова нітрогрупи. Добування. Нітрування вуглеводнів в газовій фазі. Нітрування бензольного ядра. Фізичні та хімічні властивості. Відновлення нітросполук в нейтральному, лужному і кислому середовищах. Дія лугів на первинні і вторинні нітросполуки. Будова, ізомерія, класифікація. Первинні, вторинні і третинні аміни. Добування. Фізичні та хімічні властивості амінів. Утворення солей, дія азотної кислоти. Поняття про діаміни. Отримання синтетичного волокна. Реакція діазотування і її механізм. Будова і таутомерія діазосполук. Реакції: з виділенням азоту, без виділення азоту. Азосполуки. Похідні ізоціанової кислоти. Ізоціанати. Добування. Застосування в легкій промисловості

Тема 12.

Амінокислоти. Класифікація і номенклатура. Добування. Фізичні та хімічні властивості. Загальна характеристика. Амфотерні властивості. Поняття про біполярний іон. Ізоелектрична крапка. Реакція по карбоксильній групі і аміногрупі. Поліпептиди Структура білка.

Тема 13. БІЛКИ. Поняття про будову білків. Денатурація білків. Білкові волокна і натуральний шовк. Класифікація білків. Кольорові реакції білків. Значення білків.

Тема 14.

Гетероциклічні сполуки. Будова, поширення, значення. Гетероциклічні п'ятичленні сполуки з ароматичним характером. Загальна характеристика властивостей. Індол, індоксил, індіго. Добування. Кубове фарбування. Шестичленні гетероцикли. Піридин, будова ароматичність. Реакції нуклеофільного і електрофільного заміщення. Поняття про активні барвники.

Тема 15.

Ліпіди Ліпіди, їх класифікація. Жири. Складні ліпіди.

Тема 16.

Вуглеводи. Класифікація вуглеводів. Поширення і практичне значення. Моносахариди. Класифікація Стереохімія моносахаридів. Глюкоза, її форми. Мутаротація. Альдогексози: маноза, галактоза. Фруктоза, її будова. Хімічні властивості моносахаридів. Реакції гідроксильних груп. Епімеризація.

Дисахариди, утворення, характер зв'язку. Відновлюючі і невідновлюючі дисахариди. Полісахариди: крохмаль і целюлоза. Поширення, застосування. Будова і властивості

Теми лабораторних занять

ТЕМИ		К-сть годин	
№	Назва	Лабораторн і заняття	
1	2	3	
Змістовний модуль 1. Вуглеводні, оксигенвмісні сполуки.			
1	Вступ. Методи виділення і очищення органічних сполук Література 1-5	2	
2	Вуглеводні. Алкани. Алкени Алкіни. Властивості, способи добування Література 1-5	2	
3	Функціональні похідні вуглеводнів. Спирти. Література 1-5	2	
Змістовний модуль 2. Нітрогенвмісні, креній органічні сполуки. Вуглеводи.			
4	Вуглеводи Література 1-5	2	
ВСЬОГО		8	

Правила роботи і техніка безпеки в хімічній лабораторії

1. Робоче місце тримати в чистоті і порядку, дотримуватися правил техніки безпеки. На столі не тримати зайвих речей.

2. Працювати в хімічній лабораторії в захисному халаті.

3. Під час виконання лабораторних дослідів бути максимально обережним, пам'ятаючи, що неохайність, неуважність, недостатня обізнаність із властивостями речовин може спричинити нещасний випадок.

4. Уважно читати етикетку на посуді з речовиною, яку берете для дослідів.

5. Реактиви та електроенергію використовувати економно.

6. Реактиви для дослідів слід брати тільки в тих кількостях, які зазначені в інструкції, або у такій кількості, щоб вона закрила лише дно пробірки, а розчин зайняв не більше $1/6$ об'єму пробірки.

7. Під час користування реактивами дотримуватись правил:

а) склянки загального користування тримати закритими і відкривати тільки під час роботи;

б) невикористані реактиви не висипати і не виливати в ті ж склянки, з яких вони взяті;

в) залишки розчинів, що містять Аргентум, Меркурій, Плюмбум, Бром, Йод виливають в спеціальні зливні склянки у витяжній шафі;

г) при наливанні рідин брати посудину з реактивом так, щоб етикетка знаходилася з боку долоні, краплю рідини слід зняти з краю посудини іншою посудиною, щоб рідина, яка стікатиме по склу, не псувала етикетку і не опекла руку;

д) посудину, з якої взяли реактив, відразу ж закрити пробкою і поставити на місце;

е) не міняти пробки чи кришки від реактивів;

є) піпетки для вимірювання точного об'єму розчину повинні бути сухими.

8. Без дозволу викладача не проводити не заплановані дослідів.

9. Під час нагрівання розчинів у пробірці користуватися пробіркодержачем і стежити за тим, щоб отвір пробірки не був спрямований у бік обличчя та працюючих поряд, бо рідина через перегрівання може викинутися з пробірки.

10. При нагріванні пробірку спочатку прогрівають по всій довжині, а потім там, де речовина.

11. Скляні посудини, які нагрівають на електроплитці, повинні бути зовні сухими і ставати їх необхідно на холодну плитку.

12. Скляний посуд, в якому проводять нагрівання, кип'ятіння, прожарювання, повинен бути термостійким, про що свідчить відповідне маркування.

13. У мірному скляному посуді нагрівати, кип'ятити, прожарювати не бажано, так як він деформується і втрачає точність.

14. Не заглядати в посудину, в якій нагрівається речовина чи відбувається реакція, і не нахилитись над посудиною, в яку наливається будь-яка рідина, робити це потрібно на віддалі від себе.

15. Ніякі речовини не пробувати на смак.

16. Для визначення запаху речовини направляти повітря до себе рухом руки. Сильні отрути нюхати не можна!

17. Всі досліди з отруйними, неприємно пахучими і концентрованими речовинами проводити у витяжній шафі.

18. Розбавлення концентрованих кислот проводять доливанням кислоти у воду (а не навпаки) невеликими порціями при постійному перемішуванні.

19. З концентрованими кислотами (особливо сульфатною) працювати тільки у витяжній шафі, використовувати невеликі порції і тримати на витягнутих руках.

20. Активні метали, такі як натрій, не можна брати незахищеними руками, щоб не отримати опік.

21. Гарячий посуд ставити на керамічну плитку чи спеціальну підставку.

22. Спиртівки з рідким спиртом перед використанням підготувати до роботи – підняти диск з гнітом і випустити пари спирту, які зібралися в резервуарі. Для припинення горіння накрити полум'я, підставивши кришку чи ковпачок збоку, не дмухати на вогонь.

23. Не вживати їжу в хімічній лабораторії.

24. При потраплянні їдких речовин (кислот, лугів) на шкіру потрібно швидко змити їх великою кількістю проточної води. Для нейтралізації залишків кислоти обробити вражену ділянку розчином харчової соди, а залишків лугу – 1%-им розчином оцтової кислоти. Через 1-2 хвилини знову змити проточною водою і накласти суху серветку.

25. Після закінчення роботи прибрати своє робоче місце, ретельно вимити руки, відключити воду, вимкнути електроприлади.

Вказівки до техніки виконання лабораторних робіт

До проведення хімічного експерименту ставляться підвищені вимоги:

теоретична підготовка до лабораторного хімічного експерименту є частиною самостійної домашньої роботи студентів. Записи в зошиті включають: назву роботи та дату її виконання, коротке теоретичне обґрунтування експерименту, умови його виконання, рівняння реакцій, розрахунки результатів, висновки та відповіді на поставлені запитання.

Під час виконання хімічного експерименту слід дотримуватись правил:

1. Перед проведенням дослідів скласти план-конспект експерименту.
2. Дотримуватись запобіжних заходів, перелічених в інструкції з техніки безпеки. Виконувати експеримент лише в захисному одязі.
3. Робоче місце в лабораторії (хімічний стіл з покриттям з лінолеуму або оброблений спеціальними речовинами, які надають стійкості проти дії хімічних реактивів) слід тримати в чистоті та порядку. На лабораторному столі можуть бути лише конспекти, письмове приладдя, прилади для виконання експерименту.
4. При користуванні хімічними реактивами слід дотримуватись таких правил:
 - а) реактиви загального користування не можна довго залишати на своєму робочому місці або перекладати з однієї полиці на іншу;
 - б) всі склянки з розчинами тримати закритими і відкривати їх тільки під час використання;
 - в) сухі реактиви брати лише чистим шпателем, спеціальною ложкою, сухою пробіркою;
 - г) невикористані залишки реактивів забороняється виливати назад у склянки, з яких вони взяті; їх збирають у спеціально призначений для цього посуд;
 - д) при роботі з концентрованими кислотами чи лугами під посудину з ними підкладають пластинки, стійкі проти дії агресивного середовища; якщо розлилася кислота або луг їх потрібно спочатку засипати піском або витерти ганчіркою, а потім змити залишки водою і, в разі потреби, нейтралізувати це місце;

е) для нагрівання розчинів у хімічній лабораторії слід використовувати лише стандартизовані нагрівні прилади: газові пальники, спиртівки, водяні та піщані бані, муфельні печі.

5. Після закінчення роботи кожен студент зобов'язаний прибрати своє робоче місце, вимкнути всі газові та електричні прилади, ретельно вимити посуд і здати його черговому і лаборанту.

6. Зміни при проведенні експерименту без дозволу викладача заборонені.

Лабораторна робота № 1

Методи виділення і очищення органічних сполук

Інформаційна частина

Органічні речовини, що виділені із природних джерел чи одержані синтетично, часто забруднені різними домішками. Тому, перш ніж вивчати властивості органічних сполук, необхідно одержати їх у чистому вигляді.

Для виділення і очищення органічних сполук застосовуються такі методи: кристалізація, сублімація, екстракція, перегонка, хроматографія (на папері, на колонках з адсорбентом, тонкошарова) та ін. Показниками ступеню чистоти одержаної органічної речовини є фізичні константи: температура плавлення (загустіння), температура кипіння (замерзання), густина, показник заломлення світла, молекулярна рефракція та ін.

Перекристалізація – один з найпоширеніших методів очищення твердих речовин, а також розділення, сумішей. Принцип даного методу ґрунтується на різній розчинності речовин в розчиннику залежно від його температури.

Процес кристалізації включає :

- 1) приготування нагрітого насиченого розчину речовини у відповідному розчиннику;
- 2) фільтрування гарячого розчину від нерозчинених домішок,
- 3) охолодження розчину, яке призводить до кристалізації,

4) відділення кристалів від маточного розчину,

5) сушка кристалів.

Для успішного проведення кристалізації важливе значення має правильний вибір розчинника. Одна з головних вимог до розчинника полягає в тому, щоб останній розчиняв речовину, яку потрібно кристалізувати, значно краще при нагріванні, ніж на холоді. Розчинник не повинен розчиняти домішки (в такому випадку їх можна буде відфільтрувати) або, навпаки, повинен розчиняти їх дуже добре (тоді при охолодженні розчину вони не випадуть разом з основним продуктом і залишаться в маточному розчині).

Дослід 1. Перекристалізація бензойної кислоти

В конічну колбу місткістю 150-200 мл помістити близько 1 г забрудненої бензойної кислоти, долити 30-50 мл дистильованої води і нагріти до кипіння. Гарячий розчин швидко відфільтрувати і охолодити під проточною водою. Випадають білі кристали бензойної кислоти, які відфільтровують під вакуумом. Для цього в лійку Бюхнера вкласти паперовий фільтр, змочити його дистильованою водою і включити насос, щоб папір щільно прикрив отвори лійки. Одержані кристали разом з маточним розчином перенести на фільтр і знову ввімкнути насос. Після відокремлення розчину кристали добре промити дистильованою водою, вийняти їх разом з папером і висушити в ексікаторі. Чистоту перекристалізованої бензойної кислоти визначають за температурою плавлення.

Температурою плавлення речовини називають температуру рівноваги фаз тверда речовина – рідина під час процесу плавлення. Визначити цю температуру можна в процесі плавлення або в процесі застигання розплаву тому що, якщо виключено переохолодження, температура застигання співпадає з температурою плавлення.

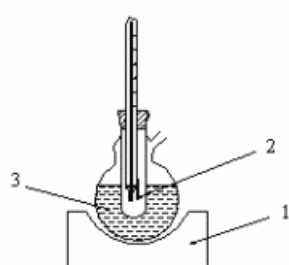
Часто за температуру плавлення приймають інтервал температур між появою перших крапель рідини і повним переходом твердої речовини в рідкий стан. Для чистих індивідуальних сполук цей інтервал вимірюється частками градуса. В присутності домішок точка плавлення речовини знижується. Відсутність зниження температури плавлення суміші речовини, що досліджують, з стандартною речовиною розглядається як доказ їх ідентичності (або їх повної взаємної нерозчинності).

Між температурою плавлення речовини та її молекулярною будовою є певна залежність.

Для економії часу спочатку визначають приблизну температуру плавлення. Кілька дрібних кристалів речовини поміщають на кульку термометра в горизонтальному положенні. Термометр нагрівають на закритій електроплитці. У момент початку плавлення кристалів відзначають показання термометра.

Дослід 2. Визначення температури плавлення бензойної кислоти

Точну температуру плавлення твердої речовини можна визначати при нагріванні на колбонагрівачі (1) сульфатної кислоти (3) в приладі, зображеному на рисунку.



Запаяний з одного кінця капіляр (2), у який поміщають речовину, має внутрішній діаметр 0,8-1,0 мм і довжину 35-45 мм. Капіляр наповнюють речовиною так, щоб щільний шар його займав 3-4 мм. Для утворення щільного шару речовини капіляр кидають запаяним кінцем униз через скляну трубку діаметром 10 мм і висотою 60-80 см, що стоїть вертикально на годинному склі. Капіляр (2) за допомогою гумового кільця прикріплюють до термометра і поміщають у прилад.

При визначенні температури плавлення нагрівання ведуть спочатку зі швидкістю 4-6 град/хв., а ближче до температури плавлення - від 1 до 2 град/хв. Варто фіксувати температурний інтервал від появи рідкої фази до повного розплавлення речовини в капілярі. Ознакою чистоти речовини є чітка температура плавлення (інтервал не перевищує 0,5 град). Практично вважається припустимим, коли речовина плавиться в межах 1-2 град.

Сублімацію (або возгонку) застосовують для очищення твердих речовин, які при нагріванні минаючи рідку фазу (не плавлячись), переходять у пару, яка при охолодженні легко знову конденсується у твердий стан. Домішки при цьому не сублімуються.

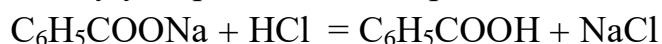
Дослід 3. Сублімація бензойної кислоти

0,5 г бензойної кислоти, забрудненої піском, ретельно розтерти в ступці, перенести в порцелянову чашку і накрити скляною лійкою. Отвір лійки закрити ватою, а саму лійку покрити тканиною, змоченою холодною водою. Чашку поставити на кільце штатива з металевою сіткою і нагрівати на полум'ї спиртівки. Бензойна кислота сублімується, її пари, стикаючись зі стінками лійки, охолоджуються і на стінках лійки утворюються білі блискучі кристали. Чистоту сублімованої бензойної кислоти визначають за температурою плавлення.

Екстракція оснований на використанні різниці в розчинності органічних речовин і домішок в тому чи іншому розчиннику. Підбирають відповідний розчинник, який добре розчиняє необхідну речовину і погано розчиняє домішки. Частіше за все в лабораторії органічної хімії екстрагування проводять з водних розчинів. Для виділення органічних речовин, що розчинені у воді, використовують ділильну лійку. Як розчинники органічних сполук часто використовують ефір, ацетон, бензол, хлороформ, чотирихлористий вуглець та ін.

Дослід 4. Екстрагування бензойної кислоти

Для одержання бензойної кислоти влити у ділильну лійку 1-2 мл розчину бензоату натрію, додати 2-3 краплі концентрованої хлоридної кислоти. В результаті реакції обміну утворюються білі кристали бензойної кислоти:



Щоб виділити кислоту з водного розчину в лійку влити 5-6 мл діетилового ефіру та інтенсивно перемішати. Бензойна кислота краще розчиняється в ефірі, тому переходить в нього з водного розчину. Ділильну лійку закріпити лапці штатива, дати суміші відстоятися. Водний і ефірний шари не змішуються, тому чітко видно межу їх поділу. Далі зняти корок з лійки, відкрити кран і злити нижній водний шар суміші в стакан чи колбу. Кілька крапель ефірної витяжки помістити на годинникове скельце і поставити у витяжну шафу для випаровування ефіру. Через деякий час на склі утворюються кристали бензойної кислоти.

Паперова хроматографія – хроматографічний метод розділення й аналізу сумішей речовин, заснований на їхньому розподілі між рухомою і нерухомою фазами; як носій нерухомої рідкої фази використовують папір.

Для хроматографічних цілей застосовується спеціальний папір, до якого висуваються наступні вимоги: папір повинен бути хімічно чистим, однорідним по щільності, з волокнами однакової довжини, що забезпечує потрібну швидкість руху розчинника.

Для водорозчинних речовин в якості рухомої фази застосовуються органічні розчинники, насичені водою, яка служить нерухомою фазою. Нерозчинні у воді речовини повинні хроматографуватися водними розчинами органічних речовин, а нерухомою фазою є неполярні органічні розчинники.

Рухома фаза просувається уздовж аркуша паперу, головним чином за рахунок капілярних сил.

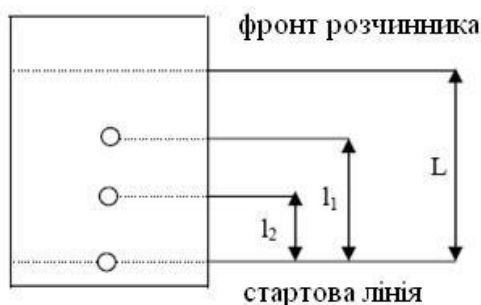
Залежно від способу подачі розчинника розрізняють:

- 1) висхідна хроматографія (проявник рухається знизу нагору)
- 2) низхідна (потік рухається зверху вниз, при цьому внесок у рух вносить гравітаційна сила);
- 3) радіальна хроматографія.

Для чіткого поділу при хроматографуванні необхідно, щоб напрямок руху розчинника збігався з напрямком волокон. При проведенні висхідної лінійної паперової хроматографії на смужку паперу на деякій відстані від нижнього її краю наносять одну або кілька крапель досліджуваного розчину. Плямку підсушують, папір занурюють нижнім кінцем у розчинник таким чином, щоб місце, де нанесені краплі розчину (стартова лінія) залишалася трохи вище поверхні розчинника). Верхній кінець паперу закріплюють.

Компоненти суміші, просуваючись разом з рухливою фазою, беруть участь у багаторазових актах іонного обміну, розподілу між рухомою та нерухомою фазами, утворення осадів та їх розчинення та ін. При цьому, кожен компонент рухається з певною швидкістю, відмінною від швидкості руху інших компонентів, завдяки чому відбувається поділ суміші. Після того як фронт рухомої фази пройде певну відстань, папір виймають із камери та висушують. Речовини після поділу можуть бути відкриті по властивому їм забарвленню. Однак часто хроматограми виходять безбарвні. В цьому випадку можна провести визначення хроматограми розчином реактиву, що дає кольорові сполуки з компонентами аналізованої суміші. Часто такий метод використовують для визначення неорганічних іонів, що утворюють із тим самим реактивом по-різному забарвлені сполуки.

Для кількісної оцінки рухливості речовини в хроматографічній системі використовують коефіцієнт рухливості R_f , рівний відношенню відстані l , пройденої речовиною, до відстані, пройденої розчинником L :



R_f можна визначити експериментально: на хроматограмі вимірюють відстань l від лінії старту речовини до центру плями і відстань від лінії старту до лінії фінішу розчинника – L . Величина R_f характеризує становище зони речовини на хроматограмі. Зазвичай коефіцієнт рухливості лежить в межах $R_f = 0-1$. Оптимальне значення становить $0,3 - 0,7$.

Умови хроматографування підбираються так, щоб величина R_f відрізнялася від нуля і одиниці. Для відтворюваності і строго постійних умов хроматографування $R_f = \text{const}$. Розділення речовин практично можливо, якщо $R_f(1) - R_f(2) \geq 0,1$

На рухливість речовини в умовах хроматографії на папері впливає не тільки коефіцієнт розподілу ($D = C_s/C_m$, де C_m і C_s – концентрації речовини в рухомій і нерухомій фазах відповідно), але і взаємодія їх з волокнами паперу, характеристика паперу і умова проведення експерименту.

Паперову хроматографію використовують для розділення та аналізу неорганічних та органічних компонентів природних та промислових речовин (наприклад, визначають смоли в нафтопродуктах, рідкісноземельні елементи в гірських породах та мінералах). Цей метод набув велике значення в дослідженні білків, вуглеводів, жирів, антибіотиків, гормонів, каротиноїдів, алкалоїдів та багатьох інших природних сполук.

Дослід 5. Розділення пігментів зеленого листа тонкошаровою хроматографією

У ступку покласти зелений листок, додати 1 мл етанолу і розтерти до однорідної маси. Спиртову витяжку набрати капіляром і нанести на хроматографічну пластину кілька крапель на відстані 1 см від її нижнього краю. В хроматографічний циліндр налити суміш розчинників бензену і ацетону (5:1) висотою 3-5 мл і закрити кришкою, до якої прикріплена хроматографічна пластинка. Нижній кінець пластинки занурити в розчинник

не більше, ніж на 2-3 мм і залишити доки він підніметься майже до верхнього краю пластинки. Потім вийняти її, обережно відмити верхню межу розчинника і обвести олівцем плями пігментів. Виміряти відстань від лінії старту до центру плями (X) і до фронту розчинника. Замалуйте хроматографу і обчисліть величину R_f для сполук: хлорофілу А (синьо-зелена пляма), хлорофілу В (жовто-зелена), ксантофілу (блідо-жовта), каротину (оранжева), лютеїну (яскраво-жовта). Вимірювання проводити поки пластинка ще волога, так краще розрізнити кольори.

Лабораторна робота № 2

Вуглеводні

Інформаційна частина

Вуглеводні – це органічні сполуки, молекули яких складаються з атомів двох елементів – карбону і гідрогену.

Кожний тип вуглеводнів утворює свій *гомологічний ряд* – послідовність подібних за будовою і властивостями сполук, склад якої відображається спільною загальною формулою.

За будовою карбонового ланцюгу всі вуглеводні поділяються на такі ряди:

Аліфатичні вуглеводні (інша назва – **ациклічні вуглеводні**), які мають незамкнуту структуру – нормальну чи розгалужену;

Циклічні вуглеводні, в основі будови яких лежить замкнутий ланцюг. В свою чергу, циклічні вуглеводні включають:

Карбоциклічні вуглеводні, замкнутий ланцюг яких може бути насиченим чи ненасиченим;

Ароматичні вуглеводні, в основі будови яких лежить бензенове кільце складу C_6H_6 .

Залежно від характеру хімічних зв'язків між атомами карбону вуглеводні можуть бути такими:

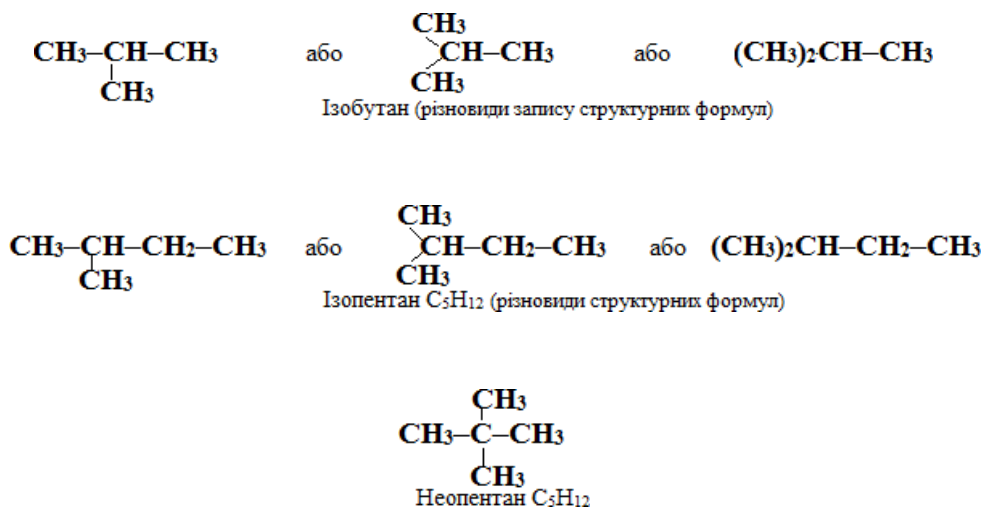
Насичені вуглеводні, в яких атоми карбону сполучені одинарними σ -зв'язками;

Ненасичені вуглеводні, що містять кратні зв'язки – подвійні (один σ - і один π -), потрійні (один σ - і два π -зв'язки) чи їх комбінацію.

Насичені аліфатичні вуглеводні утворюють гомологічний ряд **алканів** з загальною формулою C_nH_{2n+2} (табл. 1). Інша назва алканів – *парафіни* (від

грецького *para affinis*, тобто позбавлені хімічної спорідненості, малоактивні) – свідчить про їх невисоку реакційну здатність.

Номенклатура алканів. Згідно із замісничковою номенклатурою IUPAC для перших чотирьох членів гомологічного ряду алканів *офіційно затверджені тривіальні назви*: метан CH_4 , етан C_2H_6 , пропан C_3H_8 , бутан C_4H_{10} , а також для розгалужених алканів – ізобутану, ізопентану і неопентану:



Назви решти алканів з нормальним (нерозгалуженим) ланцюгом складаються із кореня грецького чи латинського числівника, який зазначає кількість атомів С в головному ланцюгу, із додаванням суфікса *-ан*. Іноді перед назвою алкану нормальної будови додають букву «*n*-», щоб підкреслити його нерозгалужену структуру: наприклад, *n*-пентан $\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_3$.

Алкани з розгалуженим ланцюгом вважаються похідними алкану нормальної будови, в яких один (чи декілька) атомів гідрогену заміщені вуглеводневим радикалом.

Ненасичені аліфатичні вуглеводні з одним подвійним зв'язком в головному ланцюзі утворюють гомологічний ряд **алкенів** з загальною формулою C_nH_{2n} , де $n \geq 2$. Інші назви алкенів – **етиленові вуглеводні, олефіни**.

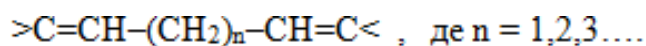
Номенклатура алкенів. При утворюванні назви етиленового вуглеводню, суфікс *-ан* відповідного алкану замінюють на *-ен* (чи *-єн*), який вказує на подвійний зв'язок: етан CH_3-CH_3 , етен $\text{CH}_2=\text{CH}_2$. У назвах сполук з більш довгим ланцюгом після суфікса (через дефіс) необхідно вказувати **локант** – номер атома С в карбоновому ланцюгу, від якого починається подвійний зв'язок.

Ненасичені аліфатичні вуглеводні з двома подвійними зв'язками в головному ланцюгу утворюють гомологічний ряд **алкадієнів** з загальною

формулою C_nH_{2n-2} , де $n \geq 3$. Інші назви алкадієнів – **дієнові вуглеводні**, **діолефіни**.

Класифікація алкадієнів. Залежно від взаємного розташування двох подвійних зв'язків алкадієни поділяються на три групи:

- **ізолювані алкадієни**, в яких подвійні зв'язки в ланцюгу розділені однією чи декількома метиленовими групами ($-CH_2-$):



Ізолювані алкадієни виявляють хімічні властивості, подібні до звичайних алкенів з тією лише різницею, що в реакцію може вступати не один, а два подвійних зв'язки незалежно один від одного;

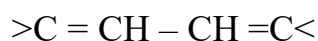
- **кумулявані алкадієни**, в яких обидва подвійні зв'язки знаходяться поруч і належать одному атому карбону, наприклад:



пропадієн (ален)

Цю групу алкадієнів часто називають *аленовими вуглеводнями* за першим членом гомологічного ряду; аленові вуглеводні є нестійкими сполуками, вони швидко ізомеризуються в алкіни, тому не мають самостійного значення;

- **спряжені алкадієни**, в яких подвійні зв'язки розділені лише одним σ -зв'язком $C-C$:

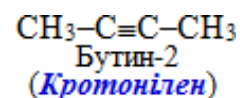
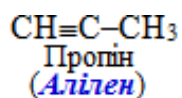
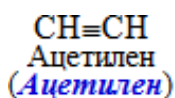


Саме спряжені алкадієни мають найважливіше значення в органічному синтезі, вони зустрічаються в багатьох біологічно активних природних речовинах (вітаміни, терпени тощо).

Номенклатура алкадієнів. Назви алкадієнів утворюються як похідні від назв відповідних алканів при заміщенні суфікса *-н* закінченням *-дієн*, після якого через дефіс вказуються локанти – номери атомів карбону, з яких починаються подвійні зв'язки. При цьому головний ланцюг нумерують таким чином, щоб до нього входили обидва подвійних зв'язки, а атоми карбону, сполучені подвійними зв'язками, одержали найменші номери.

Ненасичені аліфатичні вуглеводні з одним потрійним зв'язком в головному ланцюгу утворюють гомологічний ряд **алкінів** з загальною формулою C_nH_{2n-2} , де $n \geq 2$. Інші назви алкінів – **ацетиленові вуглеводні**.

Номенклатура алкінів. Відповідно до вимог IUPAC назви алкінів утворюють шляхом замінення суфіксів *-ан* у назвах алканів на *-ін* (чи *-ин*) із вказуванням номеру атома карбону, з якого починається потрійний зв'язок. Деякі алкіни частіше називають за *тривіальною номенклатурою*, наприклад:



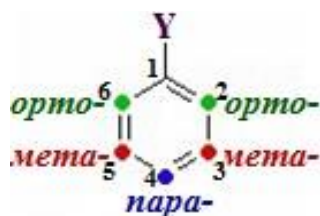
Ацетиленові вуглеводні з потрійним зв'язком у крайньому положенні об'єднуються спільною назвою – **термінальні алкіни**.

Ароматичні вуглеводні, або **арени** – це карбоциклічні вуглеводні, в основі будови яких лежить бензенове кільце.

Класифікація і номенклатура ароматичних вуглеводнів. За кількістю бензенових кілець арени поділяються на дві групи.

1) Моноядерні арени, до них належить сам бензен C_6H_6 та його гомологи, в яких один чи декілька атомів гідрогену заміщені на бокові ланцюги (насичені чи ненасичені). Назви гомологів бензену утворюють від родопочаткової структури – *бензену* (стара назва, яка зустрічається досить часто, – *бензол*), перед якою наводять назви радикалів у бокових ланцюгах та їх положення. Для багатьох моноядерних аренів вживають *тривіальні назви*, які набули настільки широкого розповсюдження, що їх було введено в правила номенклатури IUPAC. Якщо бензенове кільце містить два однакові радикали, то залежно від їх взаємного розташування використовують додаткові префікси – *орто-* (2,6-положення відносно головного замісника Y), *мета-* (3,5-положення) і *пара-* (4-положення):

2) Поліядерні арени складаються з декількох бензенових ядер. Вони, у свою чергу, поділяються на *конденсовані*, в яких бензенові кільця мають спільні



атоми карбону) і *неконденсовані, або ізольовані*, в молекулах яких бензинові цикли розділені σ -зв'язком чи метиленою групою $-\text{CH}_2-$ (однією чи двома).

Практична частина

Дослід 1. Одержання метану та дослідження його властивостей

В суху пробірку насипати суміш, розтерту в ступці (1 г натронного вапна, 0,5 г ацетату натрію, 0,5 г каталізатора (порошок цинку)), закрити її корком з газовідвідною трубкою. Закріпити пробірку в штативі похило отвором донизу, щоб вода, утворена при нагріванні суміші, не змочувала її. Газовідвідну трубку повернути отвором догори і нагріти суміш. Метан не має кольору і запаху, горить безбарвним полум'ям. Тому, щоб виявити його утворення, потрібно піднести до отвору газовідвідної трубки запалений сірник, а потім шматок фільтрувального паперу. Якщо папір загорасться або починає тліти, то метан виділяється і горить.

Далі газовідвідну трубку повернути донизу і занурити її отвір у пробірку з розчином калій перманганату. Пропустити метан крізь розчин протягом хвилини, спостерігати чи відбулося його знебарвлення.

Зробити висновок про хімічні властивості метану і алканів уцілому. Скласти рівняння відповідних реакцій.

Дослід 2. Добування етену (етилену) та дослідження його властивостей. Якісна реакція на подвійний зв'язок

У пробірку налити приблизно 3 мл етанолу, додати 1 мл концентрованої сульфатної кислоти (обережно по стінці пробірки) і трішки сухого піску для рівномірного кипіння суміші. Пробірку закрити корком з газовідвідною трубкою і закріпити штативі похило отвором догори. Газовідвідну трубку занурити в пробірку з 2-3 міліграми розчину калій перманганату, підкисленого (3-5 крапель) розбавленою сульфатною кислотою.

Пробірку із спиртом і кислотою обережно нагріти на слабкому вогні, спостерігати виділення бульбашок газу і знебарвлення розчину калій перманганату. Продовжуючи нагрівання обережно вийняти газовідвідну трубку з розчину і повернути її отвором догори, підпалити газ, що виділяється. Етен горить яскравим світним полум'ям. Запишіть спостереження і складіть рівняння реакцій горіння та окиснення етену.

Дослід 3. Одержання етину (ацетилену), якісна реакція на потрійний зв'язок

У пробірку з отвором у дні помістити невеликий жмуток вати, а на нього шматочок кальцій карбїду. Закрити пробірку корком з газовідвідною трубкою і герметично помістити її в конїчну колбу з водою. Пробірка повинна ледь торкатися води, щоб вата змочувалася поступово. Газовідвідну трубку занурити в пробірку з розчином калїй перманганату, підкисленого розбавленою сульфатною кислотою. Спостерїгайте бурхливу взаємодїю кальцій карбїду з водою і знебарвлення розчину калїй перманганату.

Змінити газовідвідну трубку на коротку і пряму та підпалити ацетилен. Порівняйте горіння етину, етену і метану. В чому різниця? Поясніть явища на основі розрахунку масової частки карбону в молекулах цих вуглеводнів. Складїть рївняння реакцій горіння та окиснення етину. Запишіть спостереження. Зробіть висновки про хїмічні властивості вуглеводнів.

Контрольні питання

1. Навести приклади гомологів та ізомерів алканів, алкенів, алкінів, аренів.
2. Напишіть структурні формули ізомерів речовини, формула якої C_6H_{14} . Назвіть їх за систематичною номенклатурою.
3. Вкажіть типи реакцій, характерних для алканів, алкенів, алкінів, аренів. Складїть рївняння відповідних реакцій.
4. Напишіть молекулярні формули:
 - а) диброметану;
 - б) тетрахлорпропану;
 - в) трихлорбутану;
 - г) трибромгексану.
5. Складїть напівструктурні формули речовин:
 - а) 2,4-диметил-2-гексен;
 - б) 3-етил-4,4-диметил-2-гексен;
 - в) 2,2,5-триметил-3-гептину;
 - г) 3-етил-4-метил-3,4-дихлор-1-пентину.
6. Напишіть структурні формули можливих ізомерів для речовини, формула якої C_5H_8 . Назвіть їх за систематичною номенклатурою, вкажіть тип ізомерії.
7. Напишіть рївняння хїмічних реакцій, за якими можна здїйснити такі перетворення:
 - а) октан \rightarrow бутан \rightarrow бутин \rightarrow бутен \rightarrow бутан \rightarrow бромбутан;
 - б) етан \rightarrow етен \rightarrow етанол \rightarrow карбон (4) оксид
 \downarrow
етин \rightarrow хлоретан \rightarrow бутан \rightarrow нїтробутан;

в) оксид кальцію → карбід кальцію → ацетилен → оцтовий альдегід →
оксид гідрогену



тетрахлоретан

8. Напишіть структурні формули п'яти ізомерів, що містять бензенове ядро, і мають такий склад:

а) $C_9H_{11}Br$; б) $C_{10}H_{14}$; в) C_8H_9OH .

Назвіть їх за систематичною номенклатурою.

9. Напишіть структурну формулу 1,4-диетилбензену та формули ізомерів цієї сполуки, що мають у бензиновому ядрі:

а) два різних радикали;

б) один замісник розгалуженої будови.

10. Яку масу бензену можна отримати з ацетилену, добутого з кальцій карбїду масою 128 г (масова частка домішок у якому 3,4%)

Лабораторна робота № 3

Одноатомні та багатоатомні спирти

Інформаційна частина

Спирти – це органічні сполуки, до складу яких входить одна або кілька гідроксильних груп $-OH$, сполучених з вуглеводневим радикалом. Якщо гідроксильні групи $-OH$ сполучені із ароматичним ядром, то такі сполуки називаються фенолами.

Загальна формула одноатомних спиртів та фенолів, що мають у своєму складі лише одну гідроксильну групу, $R-OH$.

В залежності від природи та будови радикалу R вони бувають: **насиченими, ненасиченими, ароматичними** тощо.

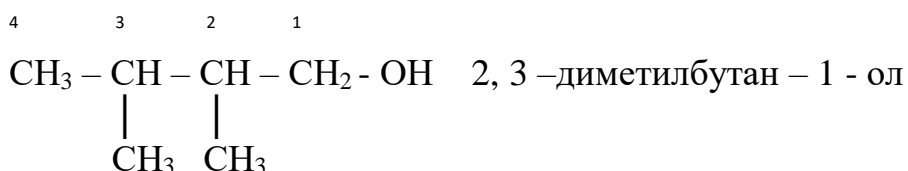
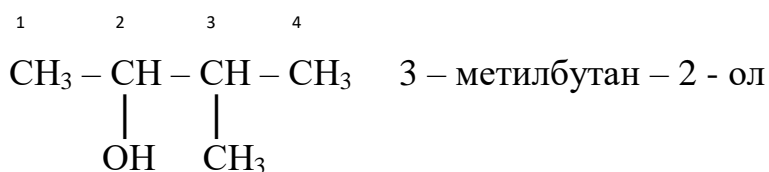
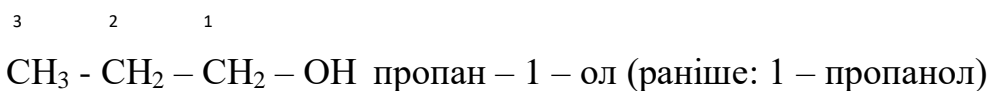
Спирти можуть утворювати свої гомологічні ряди. Так, спирти насиченого ряду мають загальну формулу $C_nH_{2n+1}OH$.

В залежності від кількості гідроксильних груп спирти поділяють на: **одноатомні** (з одним гідроксилем), **дво-, трьохатомні, багатоатомні**.

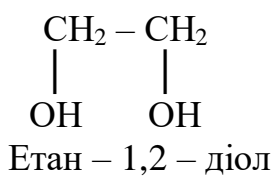
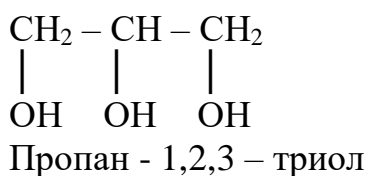
В залежності від того, з яким атомом карбону сполучена гідроксильна група, розрізняють: **первинні, вторинні, третинні спирти**.

За систематичною номенклатурою назва складається з назви алкану з таким самим числом атомів C і суфікса – *ол*;

Після назви алкану зазначають номер атома C , з яким сполучена група $-OH$.



Якщо в молекулі кілька груп – OH, то пишуться суфікси – *діол*, - *триол*.



Для спиртів характерна **ізомерія**:

- розгалуження карбонового ланцюга;
- положення гідроксильних груп;
- положення кратного зв'язку (для ненасичених спиртів);
- міжкласова (одноатомним спиртам ізомерні етери (прості ефіри)).

Практична частина

Дослід 1. Виявлення присутності води в спирті та одержання абсолютного спирту

В суху пробірку насипати 1-2 г безводного купрум(II) сульфату, додати 2 мл етанолу, перемішати суміш, інтенсивно струшуючи пробірку. Спостерігайте зміну кольору порошку з білого на блакитний. Одержаний зневоднений (абсолютний) спирт використати в наступному досліді. Складіть рівняння відповідної реакції.

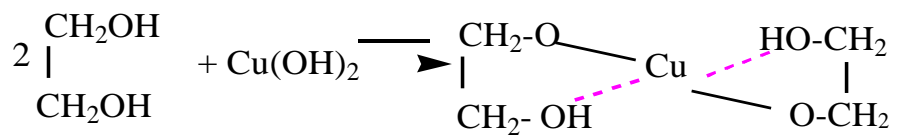
Дослід 2. Окиснення первинних, вторинних і третинних спиртів

В три пробірки налити по 1 мл розчині калій перманганату і по 5 крапель розбавленої сульфатної кислоти. Потім в першу пробірку додати 5 крапель етанолу (первинний спирт), в другу – 5 крапель ізопропілового спирту (вторинний), в третю – 5 крапель третинного бутилового спирту. Всі пробірки струсити і нагріти на полум'ї спиртівки до зміни кольору розчину.

Запишіть спостереження і складіть рівняння окиснення спиртів враховуючи, що первинні спирти окиснюються до альдегідів, вторинні – до кетонів, а третинні – спочатку з утворенням алкенів, а потім, з розривом подвійного зв'язку, до кетонів та карбонових кислот з коротшими карбоновим ланцюгами, ніж у вихідних спиртів.

Дослід 3. Якісна реакція на багатоатомні спирти

У двох-, трьох- і багатоатомних спиртів, на відміну від одноатомних, з гідроксидами деяких важких металів, наприклад з гідроксидом міді, гліколі утворюють комплексні гліколяти. При цьому не розчинний у воді $\text{Cu}(\text{OH})_2$ в гліколі легко розчиняється, утворюється яскраво-синій прозорий розчин :



етиленгліколь

гліколят купрум(II)

У пробірку налити 10 крапель 3% розчину купрум(II) сульфату і долити 1 мл 5% розчину натрій гідроксиду. До свіжоприготовленого блакитного драглистого осаду купрум(II) гідроксиду додати 3-4 краплі пропантриолу (гліцерину). Перемішати суміш, струшуючи пробірку. Спостерігати зміни, що відбулися у пробірці. Запишіть спостереження, складіть рівняння реакції.

Дослід 7. Окиснення гліцерину калій перманганатом (проводити у витяжній шафі)

В порцеляновій ступці розтерти приблизно 2 грами сухого калій перманганату, згорнути його докучі і додати 2-3 краплі гліцерину. Через кілька секунд гліцерин спалахує і швидко згорає. Запишіть спостереження і рівняння реакції.

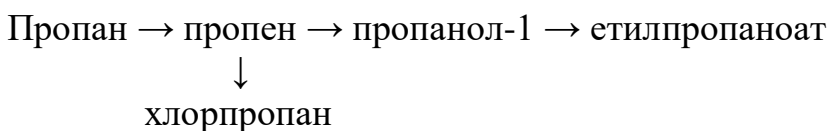
Контрольні питання

1. Які речовини називають спиртами? Як їх класифікують?
2. Особливості номенклатури спиртів.
3. В які реакції можуть вступати насичені одноатомні спирти?
4. Яка якісна реакція на багатоатомні спирти?
5. Яка з наведених формул відповідає калій етаноляту:
а) C_2H_4K б) C_2H_4OK в) C_2H_5OK г) C_2H_6OK д) C_2H_6K
6. Вкажіть зв'язок, що існує між молекулами спиртів:
а) ковалентний; б) йонний;
в) водневий; г) донорно-акцепторний

7. Яка з наведених речовин може використовуватись для якісного виявлення гліцерину:

- а) металічний натрій; б) купрум(II) гідроксид;
в) аргентум нітрат; г) калій перманганат.

8. Напишіть рівняння хімічних перетворень згідно схеми:



9. Складіть формули речовин за назвами:

- а) 2,2,4,4-тетраметил-1-пентанол; б) 1,3,5-гексантриол
в) 2-метил, 2-етил-1-пентанол; г) гексангексаол

10. Запропонуйте кілька промислових і лабораторних способів одержання етанолу.

11. Обчисліть масу етанолу, добутого при взаємодії з водою 100 л етилену, що містить 10% домішок, які не піддаються гідратації.

12. Яка маса гліцерину прореагувала з натрієм, якщо утворилося 672 л водню, практичний вихід якого 90%?

Лабораторна робота № 4

Властивості простих і складних вуглеводів

Мета: поглибити теоретичні знання з питань, що стосуються класифікації, властивостей моно-, ди-, полісахаридів, їх значення; засвоїти теоретичний матеріал стосовно біологічної ролі вуглеводів та їх похідних; набути вміння виконувати експеримент по виявленню вуглеводів у пробах і дослідженню їх властивостей, а також навички навчально-дослідницької роботи.

Інформаційна частина

Вуглеводи – біохімічні сполуки, які утворюються в рослинах як первинні продукти фотосинтезу та є важливою складовою частиною живих організмів. Вуглеводи за хімічною будовою – це поліоксиальдегіди, поліоксикетони, їх полімери та похідні. Назва “Вуглеводи” не відповідає хімічній будові і поряд з нею вживаються інші: “Цукри”, “Сахариди”,

“Глікани”.

За здатністю до гідролізу вуглеводи поділяють на моносахариди (прості цукри), олігосахариди (олігомери, що складаються з кількох залишків моносахаридів) та полісахариди (полімери, що складаються з багатьох залишків моносахаридів).

Моносахариди не підлягають гідролітичному розщепленню з утворенням менших молекул вуглеводів. Їх загальна формула $C_nH_{2n}O_n$. За кількістю атомів карбону в молекулі моносахариди поділяються на групи. Найбільш поширеними є гексози та пентози. Під час їх перетворення в живих організмах утворюються тріози, тетрози, гептози. Найбільше значення в організмі людини мають тріози, пентози і гексози.

За розміщенням карбонільної групи моносахариди поділяють на ряди структурних ізомерів: альдози та кетози. Вони можуть існувати у двох формах: лінійній (ациклічній) і циклічній. Ці форми знаходяться у динамічній рівновазі, їх взаємоперетворення називається таутомерією. **Олігосахариди** – містять від 2 до 10 залишків моносахаридів. У цю групу входять дисахариди, трисахариди і ін. Серед дисахаридів найбільше значення мають мальтоза, лактоза, сахароза. **Полісахариди** – високомолекулярні вуглеводи, які складаються із великої кількості моносахаридів. Вони поділяються на гомополісахариди (входять моносахариди тільки одного типу) і гетерополісахариди (входять моносахариди різного типу).

Найважливішими полісахаридами є крохмаль, глікоген, клітковина (целюлоза), пектинові речовини.

З точки зору харчової цінності вуглеводи поділяють на

- ті, що засвоюються (моно та олігосахариди);
- не засвоюються (целюлоза, геміцелюлоза, інουλін, пектин, камеді, слизи).

Вуглеводи, які не засвоюються в організмі людини, не утилізуються, але вони досить важливі для травлення і складають групу харчових волокон.

Практична частина

Дослід 1. Виявлення наявності декількох гідроксильних груп у вуглеводах (якісна реакція на багатоатомні спирти)

Вуглеводи при взаємодії з гідроксидами важких металів дають таку ж реакцію, як і багатоатомні спирти, що підтверджує наявність в їхніх молекулах декількох гідроксильних груп.

У 4 пробірки наливають по 10 крапель 10 % розчину NaOH і додають по 10 крапель 5%-го розчину CuSO_4 . Спостерігається утворення осаду купрум(II) гідроксиду ($\text{Cu}(\text{OH})_2$) із слабо-синім забарвленням. В 1 пробірку додати 3 краплі 1%-го розчину глюкози, в 2 – 1%-го р-ну фруктози, в 3 – 1%-го р-ну сахарози, в 4 - 1%-го р-ну лактози. Вміст всіх пробірок струсити. Спостерігати розчинення осаду купрум(II) гідроксиду і утворення розчинів синього кольору. Розчинення осаду відбувається за рахунок взаємодії $\text{Cu}(\text{OH})_2$ з гідроксильними групами вуглеводів з утворенням розчинних комплексних сполук. **Розчини залишають для наступного дослідю.** Записати рівняння реакцій, спостереження, висновок.

Дослід 2. Відкриття крохмалю

а) У пробірку помістити 5 крапель крохмального клейстеру і 1 краплю розчину йоду. Звернути увагу на колір суміші. Нагріти розчин, а потім остудити. Пояснити явища, що спостерігаються.

б) провести йод-крохмальну реакцію на сирій та вареній картоплі, макаронах, хлібові. Пояснити явища.

Контрольні питання

1. Загальна характеристика вуглеводів, їх класифікація.
2. Фізіологічне значення вуглеводів.
3. Дайте характеристику моносахаридів, наведіть формули їх основних представників. Розповсюдження моносахаридів в природі, біологічна роль.
4. Якими якісними реакціями можна виявити фруктозу і глюкозу?
5. Дайте характеристику дисахаридів, напишіть реакцію утворення із моносахаридів сахарози і мальтози. Розповсюдження дисахаридів в природі, їх використання в харчовій галузі.
6. Якісна реакція на сахарозу.
7. Охарактеризуйте полісахариди (крохмаль, глікоген, пектинові речовини, клітковина). Розповсюдження полісахаридів в природі, біологічна роль, використання в харчовій галузі.
8. Загальна характеристика вуглеводів.
9. Функції вуглеводів у харчових продуктах.
10. Наслідки надлишку та дефіциту вуглеводів, які засвоюються (доступні вуглеводи).
11. Фізіологічна роль харчових волокон.
12. Шляхи зниження цукру у харчовому раціоні.
13. Обмін вуглеводів.
14. Перетворення вуглеводів під час виробництва харчових продуктів.
15. Методи визначення вуглеводів у харчових продуктах.
16. Якими якісними реакціями можна виявити крохмаль і глікоген?
17. Запишіть рівняння хімічних перетворень, назвіть речовини:
 $C_6H_{12}O_6 \rightarrow C_2H_5OH \rightarrow C_2H_4 \rightarrow C_2H_5Br \rightarrow C_4H_{10} \rightarrow C_4H_9Cl \rightarrow C_4H_9OH$
18. Запишіть рівняння молочно-кислого бродіння глюкози.
19. Назвіть вуглевод, який належить до кетогексоз:
а) крохмаль; б) цукроза; в) глюкоза; г) фруктоза д) целюлоза.

Література

1. Григоренко О.О. Сучасні методи органічного синтезу: підр. для хім. фак-ту / О.О. Григоренко, О.В. Шабликіна. – К.: ВПЦ «Київський університет», 2020. – 572 с.
2. Пивоваренко В.Г. Механізми органічних реакцій у розчинах: навч. посіб. / В.Г. Пивоваренко – К.: ВПЦ «Київський університет», 2019. – 303 с.
3. Очеретенко Л.Ю. Карбонові кислоти. УДАУ: Оперативна поліграфія, 2019. 45с.
4. Мітрясова О.П. Органічна хімія: навч. посіб. / О.П. Мітрясова. – К.: Кондор, 2018. – 418 с.
5. Очеретенко Л.Ю., Бардіж Н.І., Замаховська С.С. Практикум з органічної хімії в 2-х частинах / Л.Ю. Очеретенко, Н.І. Бардіж, С.С. Замаховська. – Умань: Візаві, 2018. – 175 с.
6. Зименковський Б.С. Біологічна і біоорганічна хімія / Б.С. Зименковський, В.П. Музиченко, І.В. Ніженковська, Г.О. Сирова – К.: Медицина, 2017. – 272 с.
7. Черних В.П. Органічна хімія. Тести з поясненнями: навч. посіб. для студ. вищ. навч. закл. / В.П. Черних, Л.А. Шемчук, Т.О. Колеснікова,. – Х.: НФаУ, 2017. – 460 с.
8. Губський Ю.А. Біоорганічна хімія. – Вінниця.: Нова книга, 2014.
9. Кононський О.І. Органічна хімія: підручник К.: ДАКОР, 2013. 568 с.
10. Буря О.І. Органічна хімія. Дніпропетровськ.: Січ, 2011. – 174 с.
11. Ластухін Ю.О., Воронов С.А. Органічна хімія: навч. посібн. / Ю.О. Ластухін, С.А. Воронов – Львів: Центр Європи, 2011. – 864 с.
12. Мітрясова О.П. Вступ до органічної хімії.: «В.Д. Професіонал», 2007. – 396 с.

ОРГАНІЧНА ХІМІЯ

Методичні рекомендації до проведення лабораторних занять з дисципліни
для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти
спеціальності 014-Середня освіта (природничі науки)
Укладач Джосія МОЛНАР-БАБІЛЯ

Тираж 10 пр.

Свідоцтво про внесення суб'єкта видавничої справи до
Державного реєстру видавців, виготовлювачів і розповсюджувачів видавничої продукції ДК
№ 4916 від 16.06.2015 р.

Редакційно-видавничий відділ МДУ,
89600, м. Мукачево, вул. Ужгородська, 26