



Національний університет
водного господарства
та природокористування

Міністерство освіти і науки України
Національний університет водного господарства
та природокористування

Кафедра хімії та фізики

05-06-29

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до виконання лабораторних робіт з навчальної дисципліни
„ОРГАНІЧНА ХІМІЯ” для студентів за напрямками
підготовки 6.090101 «Агрономія», 6.090201 «Водні біоресурси
та аквакультура», 6.060101 «Будівництво» (професійне
спрямування «Технологія будівельних конструкцій, виробів та
матеріалів») денної та заочної форм навчання

Рекомендовано науково-
методичною радою НУВГП,
протокол №__ від __.__.2013 р.

Рівне - 2013



Національний університет

водного господарства

та природокористування

Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт з навчальної дисципліни „Органічна хімія” для студентів за напрямками підготовки 6.090101 «Агрономія», 6.090201 «Водні біоресурси та аквакультура», 6.060101 «Будівництво» (професійне спрямування «Технологія будівельних конструкцій, виробів та матеріалів») денної та заочної форм навчання/ Ф.М.Боднарюк, Г.І.Назарук - Рівне: НУВГП, 2013, - 40 с.

Упорядники: Ф.М.Боднарюк, доцент кафедри хімії та фізики;
Г.І. Назарук, ст. викладач кафедри хімії та фізики



Національний університет
водного господарства
та природокористування

Відповідальний за випуск: М.В.Яцков, канд.техн.наук,
завідувач кафедри хімії та фізики

© Ф.М.Боднарюк,
Г.І. Назарук, 2013
© НУВГП, 2013



ЗМІСТ

	Стор.
Передмова	4
Лабораторна робота № 1. Очищення та якісний (елементний) аналіз органічних сполук.....	5
Лабораторна робота № 2. Добування та властивості аліфатичних вуглеводнів.....	11
Лабораторна робота № 3. Добування та властивості ароматичних вуглеводнів.....	15
Лабораторна робота № 4. Добування та властивості галогено-, гідрокси- та епоксипохідних.....	17
Лабораторна робота № 5. Властивості фенолів.....	20
Лабораторна робота № 6. Добування та властивості аліфатичних альдегідів та кетонів.....	22
Лабораторна робота № 7. Добування та властивості аліфатичних карбонових кислот та їх похідних.....	25
Лабораторна робота № 8. Добування та властивості ароматичних альдегідів, кетонів та карбонових кислот.....	27
Лабораторна робота № 9. Властивості вуглеводів.....	29
Лабораторна робота № 10. Добування та властивості амінів.....	32
Лабораторна робота № 11. Властивості карбаміду, амінокислот та білків.....	35
Лабораторна робота № 12. Добування та властивості полімеризаційних та поліконденсаційних високомолекулярних сполук (ВМС).....	38
Література	40



ПЕРЕДМОВА

Метою виконання лабораторного практикуму з органічної хімії є:

- повніше засвоєння студентами теоретичних знань з найважливіших розділів програми,
- набуття студентами навичок роботи з простими лабораторними приладами та хімічним посудом;
- виконання дослідів з добування, очищення та дослідження елементного складу та властивостей представників найважливіших класів органічних сполук та полімерів.

До виконання дослідів допускаються студенти, які пройшли інструктаж з техніки безпеки та правил роботи в лабораторії органічної хімії та підготувались до виконання даної роботи. Підготовка до кожної роботи включає:

- вивчення теоретичного матеріалу за літературою, вказаною після назви кожної роботи;
- виконання письмового домашнього завдання ;
- конспектування *експериментальної* частини роботи, тобто опису порядку виконання дослідів.

Непідготовлені студенти до виконання роботи не допускаються і виконують її після належної підготовки поза основним розкладом за спеціальним графіком під керівництвом чергового викладача.

Безпосередньо після кожного дослідіу студент повинен в заданій послідовності :

- записати в зошит (*ніяких чернеток!*) **спостереження**, наприклад, зміну кольору розчину чи осаду, утворення чи розчинення осаду, виділення газу, зміна запаху реакційної суміші тощо;
- написати **рівняння** всіх реакцій, наслідком перебігу яких можуть бути явища, що спостерігаються, з застосуванням **структурних** формул їх учасників;
- в рівняннях під формулами *органічних* продуктів реакції записати їх **назви** ;
- записати обґрунтовані короткі **висновки** про склад та властивості досліджуваних речовин відповідно до мети дослідіу, коротко сформульованої в його назві;



в необхідних випадках за вказівкою викладача нарисувати принципову схему використаного в роботі лабораторного приладу.

Лабораторна робота вважається виконаною лише за умови, якщо в кінці заняття в зошиті студента записані всі спостереження! Рівняння реакцій та висновки можна записати дома і представити при захисті звіту про виконання лабораторної роботи на наступному занятті.

Зошити з належним чином оформленими і захищеними звітами про виконання **всіх** лабораторних робіт та **правильно** виконаними **всіма** домашніми завданнями свідчать про виконання студентами навчального плану і є підставою для їх допуску до складання екзамену.

Лабораторна робота № 1. ОЧИЩЕННЯ ТА ЯКІСНИЙ (ЕЛЕМЕНТНИЙ) АНАЛІЗ ОРГАНІЧНИХ СПОЛУК

Дослідження будь-якої речовини починається з її *виділення* із реакційної суміші та *очищення*. Серед численних методів виділення та очищення органічних речовин найважливіші: *перекристалізація, сублімація (возгонка), перегонка, екстракція та хроматографія*.

Перекристалізація застосовується для очищення *твердих* як органічних, так і неорганічних речовин. Для очищення речовини цим методом необхідно підібрати розчинник, який: а) не реагує з очищуваною речовиною; б) значно краще (не менше, ніж в 5 разів) розчиняє очищувану речовину при підвищеній температурі (температурі кипіння), ніж при охолодженні; в) практично не розчиняє домішок навіть в гарячому стані (або, навпаки, легко розчиняє домішки навіть на холоді).

Суть методу полягає в тому, що забруднену речовину розчиняють при нагріванні в мінімальній кількості розчинника і гарячий розчин фільтрують від нерозчинних домішок. При охолодженні фільтрату з нього кристалізується вже очищена речовина. Утворені кристали відфільтровують (при цьому легко розчинні домішки залишаються в фільтраті), промивають на фільтрі чистим холодним розчинником і висушують.



Сублімацією або *возгонкою* називають явище *безпосереднього* переходу речовин із *кристалічного* стану в *газ* і навпаки (минаючи *рідкий* стан). Сублімація є ефективним методом очищення речовин, здатних до такого переходу за певних умов.

Перегонка або *дистиляція* – це метод розділення та очищення рідин, які *істотно* відрізняються між собою та від домішок за температурою кипіння (*Ткип*). Суть методу: суміш рідин (або забруднену рідину) нагрівають до кипіння в колбі для перегонки (рис.1.1), скеровуючи пару через холодильник, де вона конденсується, в приймач очищеної рідини (*дистиляту*). При цьому в першу чергу випаровується і відганяється компонент з найнижчою *Ткип*, після чого рідина в колбі нагрівається до вищої температури, при якій кипить і переганяється наступний за значенням *Ткип* компонент.

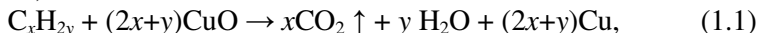
Таким способом достатньо ефективно можна розділити багатокомпонентну суміш рідин, які значно (не менше, ніж на 20°C) відрізняються за значенням *Ткип*. Для ефективного розділення рідин, у яких $\Delta T_{\text{кип}} < 20^{\circ}\text{C}$, застосовується технічно складніший варіант перегонки – *ректифікація*. З метою зниження температури перегонки термічно нестійких або висококиплячих рідин перегонку проводять при зниженому тиску (в вакуумі) або з водяною парою.

Кожній чистій речовині властиві певні значення її *фізичних констант* – *Тпл*, *Ткип*, густини, показника заломлення світла тощо. Збіг експериментально встановлених значень цих констант з літературними даними для цієї речовини свідчать про її високу чистоту. Свідченням високої чистоти *невідомої* речовини є дуже вузький ($0,5 \pm 1^{\circ}\text{C}$) інтервал її плавлення або кипіння. Склад та будову такої речовини можна встановити шляхом її *якісного, кількісного* та *функціонального* аналізу.

Мета *якісного* аналізу речовини – встановити, які *елементи* входять до її складу. В органічних сполуках всі атоми міцно зв'язані *ковалентними* зв'язками, тому зразок досліджуваної органічної сполуки спочатку нагрівають з сильними окисниками або відновниками; при цьому утворюються прості *неорганічні* молекули або йони, які виявляють відомими методами *неорганічної хімії*.

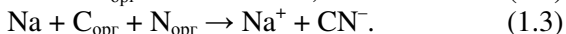
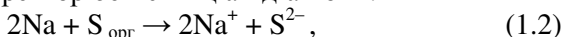
Для встановлення присутності в органічній сполуці Карбону та Гідрогену („відкриття Карбону та Гідрогену”) суміш цієї речовини *прожарюють* з купрум(II) оксидом в приладі, показаному на рис.

1.2. Помутніння вапняної або баритової води при пропусканні через неї газів, утворених при цьому, свідчить про наявність в них CO_2 , а конденсація водяної пари на стінках пробірки та перетворення безбарвного CuSO_4 в забарвлений кристалогідрат – про наявність води. Обидві речовини (CO_2 та H_2O) могли утворитися тільки в реакції (1.1)

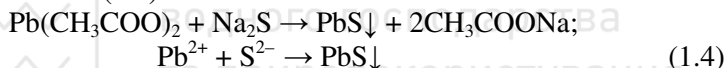


що свідчить про наявність в досліджуваній речовині Карбону та Гідрогену.

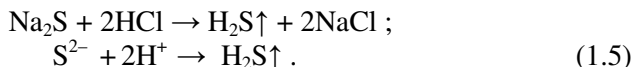
Для виявлення в органічних сполуках Сульфуру або Нітрогену зразок досліджуваної речовини сплавляють з металічним натрієм. При цьому Сульфур органічної сполуки відновлюється до сульфід-аніонів, а Нітроген – перетворюється в ціанід-аніони:



Про утворення сульфід-аніонів свідчить чорний осад, що випадає при додаванні плюмбум(II) ацетату до розчину продуктів реакції (1.2) за рівнянням (1.4)



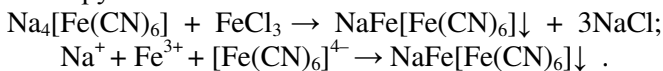
та неприємний запах гідроген сульфїду (сірководню) при його підкисленні :



Якщо ж в речовині був присутній Нітроген, то при додаванні до розчину продуктів реакції (1.3) солі двовалентного заліза утворюється комплексна сіль



яка з катіонами Fe^{3+} дає малорозчинну комплексну сіль інтенсивно синього кольору:



Хлор , Бром та Йод в органічних сполуках можна виявити за реакцією Бейльштейна.

Для цього мідний дріт прожарюють до зникнення зеленого забарвлення полум'я, після охолодження на нього наносять досліджувану речовину і знову прожарюють в незабарвленому полум'ї газового пальника. Якщо в складі органічної сполуки є

перелічені вище галогени, полум'я забарвлюється в інтенсивно зелений колір. При попередньому прожарюванні на поверхні міді утворюється плівка CuO , який реагує з галогеновмісними сполуками за рівнянням:



де R – вуглеводневий радикал; Hal – Cl, Br, I.

Купрум(II)-галогеніди CuHal_2 по мірі утворення відновлюються при нагріванні з органічними сполуками до CuHal , які, випаровуючись, і забарвлюють полум'я.

Проба Бейльштейна дуже чутлива, але *неселективна*, її дають і деякі сполуки, які не містять галогенів (нітрили, карбамід тощо). Однозначно присутність будь-якого галогена можна встановити сплавленням речовини з металічним натрієм і наступним визначенням в розчині продуктів цієї реакції *йонів* F^- , Cl^- , Br^- та I^- звичайними методами.

ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ЧАСТИНА

1. Перекристалізація бензойної кислоти

В пробірку помістити $\approx 0,5$ г забрудненої бензойної кислоти, додати 5-6 мл води і обережно нагріти суміш до кипіння. *Гарячий* розчин *негайно* відфільтрувати через *попередньо приготований* складчастий фільтр, залишок на фільтрі промити 2-3 мл *гарячої* води. Фільтрат розділити в дві пробірки. Одну пробірку залишити в штативі, другу охолодити під струменем холодної води з-під крана. Чи однакові кристали утворюються в обох пробірках? Кристали відфільтрувати і залишити сохнути на фільтрі, записати спостереження.

2. Возгонка нафталіну

Хімічну склянку (або фарфорову чашку) з невеликою кількістю ($\approx 0,5 \div 1,0$ г) нафталіну помістити на кільце, закріплене в штативі у витяжній шафі, накрити колбою з холодною водою і обережно нагрівати чашку (не допускаючи плавлення нафталіну) на газовому пальнику. Через кілька хвилин (після початку кристалізації нафталіну на холодній поверхні колби) припинити нагрівання, записати спостереження (колір, форму кристалів тощо).



3. Перегонка та визначення температури кипіння рідин

Колбу для перегонки (рис. 1) на $\approx 2/3$ її об'єму наповнити 40-50%-ним водним розчином органічної рідини з $T_{\text{кип}}$ від 50°C до 80°C , найкраще ацетону ($T_{\text{кип}} = 56^{\circ}\text{C}$) або метанолу ($T_{\text{кип}} = 64,7^{\circ}\text{C}$), помістити в колбу 1-2 кусочки пемзи або битого фарфору (для чого?), закрити колбу пробкою з термометром так, щоб ртутна кулька термометра була на 0,5 см нижче від отвору відповідної трубки. Приєднати до колби холодильник з алонжем і підкласти під алонж колбу – приймач дистиляту.

Включити подачу води для охолодження холодильника, і нагрівати колбу з рідиною на газовому пальнику через асбестовану залізну сітку. Нагрівання перегонної колби повинно бути таким, щоб швидкість перегонки не перевищувала 1-2 краплі дистиляту за 5 секунд. Слідкувати за змінами температури пари в процесі перегонки і пояснити їх, встановити $T_{\text{кип}}$ рідин, що переганялись.



Рис.1. Прилад для перегонки

4. Виявлення Карбону та Гідрогену в органічних сполуках

В суху пробірку помістити $1,5 \div 2,0$ г купрум(II) оксиду і таку ж кількість твердої органічної речовини, наприклад, сахарози. Старанно перемішати речовини струшуванням, закрити пробірку пробкою з газовідвідною трубкою, зігнутою під прямим кутом, і закріпити пробірку в штативі майже горизонтально (рис. 2). Кінець

газовідвідної трубки приєднати до широкої пробірки з **свіжопрожареним** CuSO_4 (у вигляді **білого** порошку). Кінець другої відвідної трубки від пробірки з CuSO_4 занурити в вапняну або баритову воду, налиту у **відкриту** пробірку. Перевірити герметичність всіх інших сполучень, після чого обережно нагрівати пробірку з сумішшю в **верхній третині** полум'я газового пальника до початку змін в пробірках з CuSO_4 та вапняною водою. Записати та пояснити спостереження, написати рівняння всіх реакцій, зробити висновки.

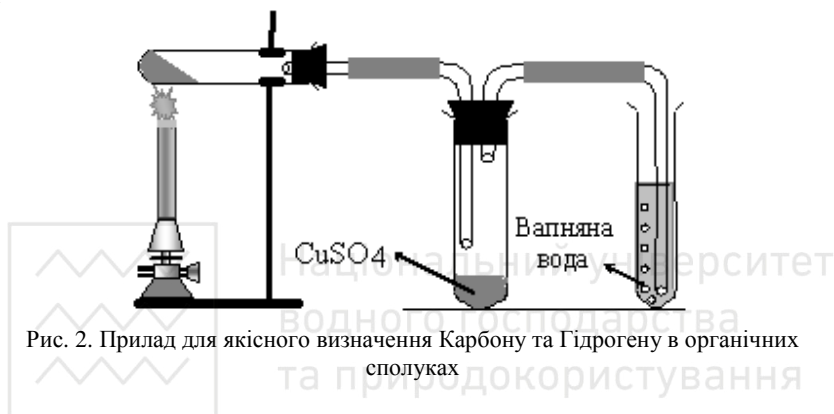


Рис. 2. Прилад для якісного визначення Карбону та Гідрогену в органічних сполуках

5. Виявлення Сульфуру в органічних сполуках

В суху пробірку помістити 0,2-0,3 г досліджуваної органічної речовини, наприклад, сульфанілової кислоти і кусочок металічного натрію величиною з горошину. Закріпити пробірку в штативі у витяжній шафі і, опустивши двері шафи, нагрівати пробірку на газовому пальнику до спалаху і обвуглювання суміші в пробірці. Після охолодження в пробірку налити до половини її об'єму дистильованої води, одержану суміш відфільтрувати, фільтрат розділити надвоє. До одної половини додати кілька крапель розчину плюмбум(II) ацетату, до другої – розведеної хлоридної кислоти до $\text{pH} < 7$. Записати спостереження, написати рівняння всіх реакцій, зробити висновки.

6. Виявлення Нітрогену в органічних сполуках

В суху пробірку помістити 0,2-0,3 г нітрогеновмісної органічної речовини, наприклад, карбаміду, і кусочок металічного натрію величиною з горошину. Закріпити пробірку в штативі у витяжній

шафі і, опустивши двері шафи, нагрівати пробірку на газовому пальнику до спалаху і обвуглювання суміші в пробірці. Після охолодження в пробірку налити до половини її об'єму дистильованої води, одержану суміш відфільтрувати. Відібрати 1-2мл фільтрату в іншу пробірку і додати до нього по кілька крапель спочатку *свіжоприготованого* розчину ферум (II) сульфату, а потім – розчину ферум(III) хлориду та 10%-ної хлоридної кислоти. Записати та пояснити спостереження, написати рівняння всіх реакцій, зробити висновки.

7. Виявлення галогенів в органічних сполуках (проба Бейльштейна)

Кінець мідної спіралі прожарити на газовому пальнику до знебарвлення полум'я, охолодити її, занурити в досліджувану органічну речовину і знову внести в полум'я пальника. Записати спостереження (зміну кольору полум'я), рівняння реакцій, висновки.

Лабораторна робота № 2. ДОБУВАННЯ ТА ВЛАСТИВОСТІ АЛФАТИЧНИХ ВУГЛЕВОДНІВ

ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ЧАСТИНА

1. Добування та дослідження властивостей метану

В фарфоровій ступці старанно розтерти суміш *безводних, попередньо прожарених* натрій ацетату та натронного вапна в співвідношенні 1:2. Натронним вапном називають суміш натрій гідроксиду з кальцій гідроксидом. Одержаною сумішшю наповнити суху пробірку на чверть її об'єму, щільно закрити пробкою з газовідвідною трубкою і закріпити її в штативі з невеликим нахилом в бік пробки (рис. 2).

Занурити газовідвідну трубку в задалегідь приготовану пробірку з 0,5%-ним розчином KMnO_4 , і нагрівати пробірку з сумішшю на газовому пальнику до інтенсивного виділення газу. Переконавшись, що метан, який утворюється при цьому за рівнянням:





не знебарвлює цей розчин, занурити газовідвідну трубку в „бромну воду”.

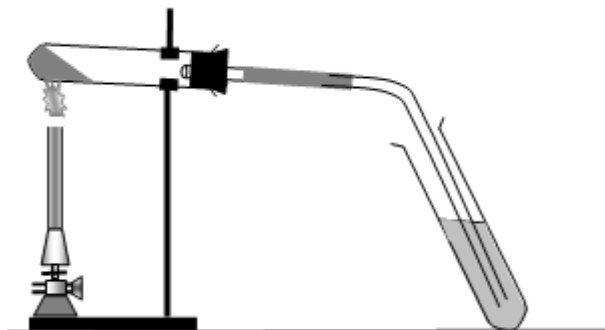


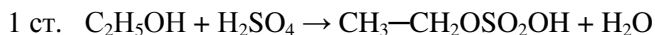
Рис. 2. Прилад для одержання метану

Заповнену водою пробірку занурити в широкую склянку з водою, перевернути догори дном і ввести в неї газовідвідну трубку від приладу для одержання метану, як показано на рис. 2.1б. Після витіснення води з пробірки метаном, не виймаючи пробірку з води, закрити її пробкою. Відкрити пробірку з метаном і піднести до неї запалений сірник. Записати та пояснити спостереження, зробити висновки про хімічні властивості метану.

2. Добування та дослідження властивостей етилену

а) *Добування етилену.* Зібрати прилад, вказаний на рис. 2. В круглодонну колбу 1 помістити кілька шматочків пемзи або подрібненого фарфору з ділильної лійки 2 налити в колбу 20÷30 мл (не більше 1/3 її об'єму) заздалегідь приготованої суміші етилового спирту з концентрованою сульфатною кислотою в об'ємному відношенні $C_2H_5OH : H_2SO_4 = 1 : 3$. Обережно нагрівати суміш на газовому пальнику до початку кипіння і пробулькування газу через 10%-ний розчин NaOH в конічній колбі 3.

При цьому за рівнянням



утворюється етилен. Пропускання через розчин лугу необхідне для очищення етилену від продуктів побічної реакції окиснення спирту концентрованою H_2SO_4 .

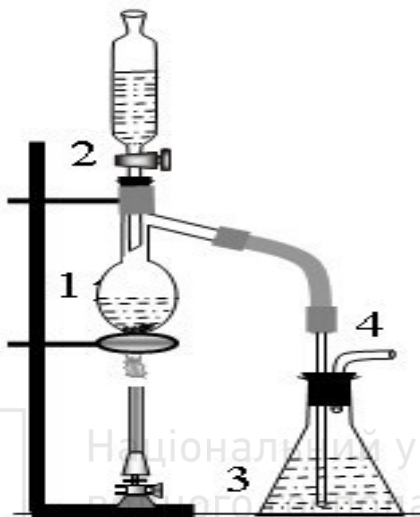


Рис.2. Прилад для добування етилену

б) *Властивості етилену.* До трубки 4 під'єднати газовідвідну трубку і, продовжуючи нагрівання, вносити її кінець в заздалегідь приготовані пробірки з 0,5%-ним розчином KMnO_4 та бромною водою. Після цього піднести до трубки 4 запалений сірник і спостерігати горіння етилену. Записати та пояснити спостереження, написати рівняння всіх реакцій, зробити висновки про властивості етилену.

3. Добування та дослідження властивостей ацетилену

Зібрати прилад, вказаний на рис. 2.3.

В колбу 1 внести кілька кусочків кальцій карбіду, щільно закрити колбу пробкою із вставленою в неї *крапельною лійкою* 2, наполовину заповненою водою. Обережно відкриваючи кран 5, краплями додавати воду в колбу 1, де відбувається бурхлива реакція

$\text{C} \equiv \text{C} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}-\text{C} \equiv \text{C}-\text{H} + \text{Ca}(\text{OH})_2$

\ /

Ca

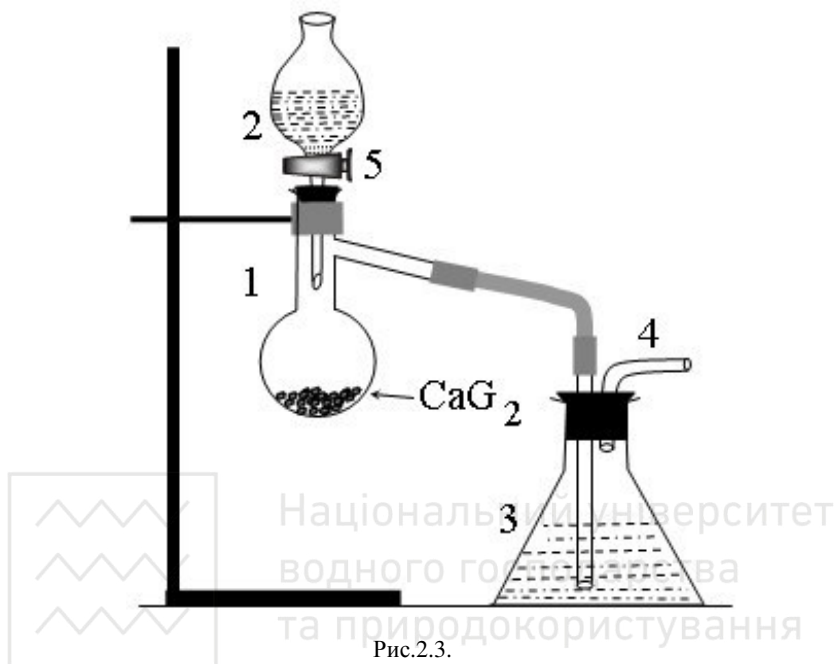
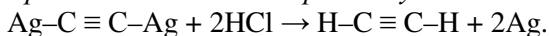


Рис.2.3.

Очищений від домішок ацетилен (після проходження через 10%-ний розчин NaOH в конічній колбі 3) пропускати через 0,5%-ний розчин KMnO_4 та бромну воду, як це описано для етилену, а також через розчини *діаммінаргентум гідроксиду* $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]\text{OH}$ та *діаммінкупрум гідроксиду* $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_2]\text{OH}$, підпалити газ на виході із трубки 4.

Записати спостереження, написати рівняння реакцій, назвати продукти.

УВАГА! Сухі ацетиленіди купруму та аргентуму вибухонебезпечні, тому в пробірки, де вони утворилися, додати розведеної хлоридної кислоти для їх розкладу:





Лабораторна робота № 3. ДОБУВАННЯ ТА ВЛАСТИВОСТІ АРОМАТИЧНИХ ВУГЛЕВОДНІВ

ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ЧАСТИНА

1. Добування бензену

В фарфоровій ступці старанно розтерти суміш *безводних, попередньо прожарених* натрій бензоату та натронного вапна в співвідношенні 1:2. 10-15г одержаної суміші помістити в *суху* колбу *Вюрца*, щільно закрити колбу пробкою (можна зі вставленим в неї термометром). До бокового відводу колби приєднати трубку і опустити її в задалегідь приготовану чисту пробірку-приймач, занурену в склянку з холодною водою, як показано на рис. 3.1. При нагріванні колби з сумішшю на газовому пальнику за рівнянням



утворюється бензен, про що свідчить поява характерного запаху та конденсація рідини в пробірці-приймачі.

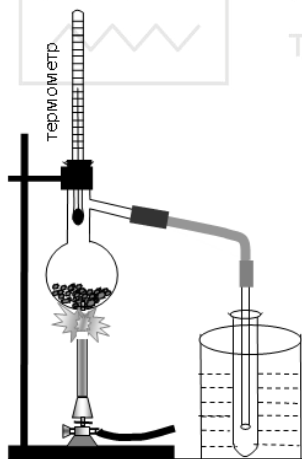


Рис. 3.1. Прилад для добування бензену

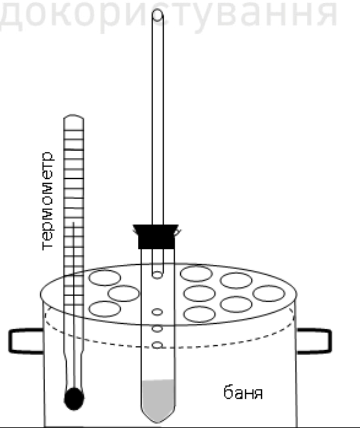


Рис. 3.2. Прилад для бромовання бензену

2. Дослідження властивостей бензену

1. *Взаємодія бензену з бромом за різних умов.* а) В пробірку набрати 1-2 мл бензену і додати 2 мл бромної води. Чому для



змішування компонентів необхідне сильне струшування пробірки? Записати і пояснити спостереження.

б) В суху пробірку набрати 1-2 мл бензену, 0,5 г сухих залізних ошукрок та 1-2 мл розчину бром у тетрахлорметані ($\text{Br}_2 + \text{CCl}_4$), закрити пробірку пробкою із вставленою в неї прямою скляною трубкою (*зворотним холодильником*) і помістити її в гарячу водяну баню, як показано на рис. 3.2. Через 1-2 хвилини піднести до отвору *зворотного холодильника* вологий універсальний індикаторний папірець. Записати та пояснити спостереження (зміни в пробірці, рН водного розчину газу, що виділяється), рівняння реакцій, зробити висновки про хімічні властивості бензену.

2. Нітрування бензену. До ≈ 2 мл концентрованої H_2SO_4 краплями додати ≈ 1 мл концентрованої HNO_3 , одержану „нітруючу суміш” охолодити, опустивши пробірку в холодну воду. Вийняти пробірку з холодної води і краплями, при постійному струшуванні, додати ≈ 1 мл бензену. Через кілька хвилин струшування суміші вилити вміст пробірки в скляночку з 10-15 мл води. Записати та пояснити спостереження, написати рівняння реакцій.

3. Дія на бензен водного розчину калій перманганату. До 1-2 мл бензену додати рівний об'єм 0,5%-ного розчину KMnO_4 та 2-3 краплі 10%-ної сульфатної кислоти і старанно перемішати струшуванням пробірки а потім обережно нагріти. Записати спостереження. Чому розчин калій перманганату не знебарвлюється навіть при нагріванні?

4. Горіння бензену. В фарфорову чашку налити 1-2мл бензолу і запалити сірником. Порівняти характер полум'я з тим, яким горять метан, етилен та етилен. Записати та пояснити спостереження.

3. Дослідження властивостей гомологів бензену

1. Бромвання толуену. Повторити дослід 2.2, взявши замість бензену рівний об'єм толуену. Записати та пояснити спостереження та рівняння реакції.

2. Нітрування толуену. Повторити дослід 2.1б, взявши замість бензену рівний об'єм толуену. Записати та пояснити спостереження та рівняння реакції.

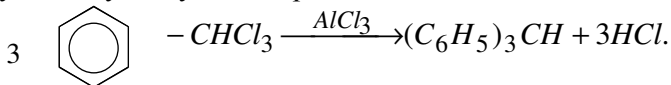
3. Окиснення гомологів бензену. Повторити дослід 2.2, взявши замість бензену рівний об'єм: а) толуену; б) ксилену.

Записати та пояснити спостереження, написати рівняння реакцій.



4. Якісна реакція на ароматичні вуглеводні

В присутності *безводного* AlCl_3 *арени* (на відміну від *алканів*) реагують з хлороформом з утворенням забарвлених продуктів. У випадку бензену відбувається реакція:



Основний продукт реакції **трифенілметан** – безбарвний, але домішка *комплексної солі* **трифенілкарбонію** $[(\text{C}_6\text{H}_5)_3\text{C}]^+\text{AlCl}_4^-$ забарвлює реакційну суміш в червоно-оранжевий колір.

Виконання досліду. До 1-2 мл хлороформу, *висушеного над безводним* CaCl_2 , додати 2-3 краплі бензену, струснути для перемішування і додати 0,5–0,6 г безводного AlCl_3 , звернути увагу на колір порошку на стінці пробірки та на колір розчину.

Повторити дослід з іншими аренами. В реакції з нафталином суміш набуває синього, а з антраценом – зеленого кольору.

Лабораторна робота № 4. ДОБУВАННЯ ТА ВЛАСТИВОСТІ АЛФАТИЧНИХ ГАЛОГЕНО-, ГІДРОКСИ- ТА ЕПОКСИ-ПОХІДНИХ

ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ЧАСТИНА

1. Якісна реакція на первинні, вторинні та третинні спирти

Швидкість реакції $\text{R-OH} + \text{HCl} \rightarrow \text{RCl} + \text{H}_2\text{O}$ найвища для *третинних*, нижча для *вторинних* і дуже низька для *первинних* спиртів. В *третинних* спиртах гідроксил заміщується на атом Хлору під дією *концентрованої* HCl навіть без каталізатора ZnCl_2 вже протягом 3-5 хвилин.

До 3,2 г *безводного* ZnCl_2 з бюретки додати 2мл *концентрованої* хлоридної кислоти. Охолодити розчин і поділити на три частини (пробірки). В кожену пробірку додати по 4-5 крапель трьох невідомих спиртів. Енергійно струснути пробірки, помістити їх в склянку з теплою ($\approx 30^\circ\text{C}$) водою і відмітити за секундоміром момент їх занурення в теплу воду. Уважно спостерігаючи за пробірками, визначити проміжок часу до *початку помутніння* суміші. Помутніння свідчить про початок перетворення розчинних в воді спиртів у практично нерозчинні хлоралкани. Порівнюючи



тривалість до помутніння суміші, встановити, в якій з пробірок був третинний, а в якій – первинний спирт.

2. Добування бромалканів

Зібрати прилад, наведений на рис. 3.1. В колбу Вюрца налити 3 мл етанолу (або пропанолу) і краплями додати 3 мл *концентрованої* сульфатної кислоти. Занурити колбу в холодну воду, додати в колбу 3мл води, після чого насипати 3г дрібно розтертого калій броміду. Закрити колбу пробкою з термометром, а газовідвідну трубку занурити в пробірку-приймач, в яку заздалегідь налити ≈ 5 мл холодної води. Обережно нагрівати колбу з сумішшю на газовому пальнику до припинення конденсації бромалкана на дні пробірки-приймача. Записати спостереження та рівняння реакцій: утворення алкілсульфату; утворення НВг; утворення бромалкана.

3. Гідроліз галогеналканів

В пробірку до 0,5 мл хлороформу додати 2-3 мл 10%-ного розчину NaOH і при неперервному струшуванні нагріти суміш до кипіння. Після охолодження і розшарування суміші піпеткою відібрати частину водного шару в іншу пробірку, підкислити її нітратною кислотою до $\text{pH} < 7$, і додати кілька крапель 1%-ного розчину аргентум нітрату. Записати спостереження та рівняння реакцій.

4. Розчинність спиртів у воді

У встановлені в штативі пробірки налити по 2-3 мл етанолу, пропанолу, н-бутанолу, трет.-бутанолу, пентанолу, етиленгліколю та гліцерину, додати в кожен рівний об'єм води. Записати, які з цих спиртів розчиняються в момент змішування, які – при струшуванні, а які – практично нерозчинні в воді. Пояснити спостереження на підставі складу та будови спиртів.

5. Утворення та гідроліз алкоголятів натрію

В суху пробірку налити 2-3 мл метанолу (або етанолу) і внести маленький (величиною з горошину) кусочок металічного натрію, старанно очищеного фільтрувальним папером від мастила, під яким він зберігався. Закрити пробірку пробкою з газовідвідною трубкою і піднести до отвору трубки запалений сірник. Після повного



розчинення натрію відібрати частину розчину в суху пробірку, розвести його вдвоє водою і додати кілька крапель фенолфталеїну. Записати спостереження та рівняння всіх реакцій.

6. Окиснення спиртів калій перманганатом

а) В пробірку налити ≈ 2 мл етанолу, додати 1-2 мл 5%-ного водного розчину KMnO_4 і нагрівати. Записати спостереження (зміну запаху, кольору розчину, колір осаду) та на їх підставі рівняння реакції.

б) В фарфорову чашку помістити 2-3 г сухого KMnO_4 і змочити його 2 мл *концентрованої* сульфатної кислоти. До утвореної суміші *ніпеткою* додати 0,5-1 мл етанолу. При цьому спирт самозаймається і горить.

7. Окиснення спиртів калій дихроматом

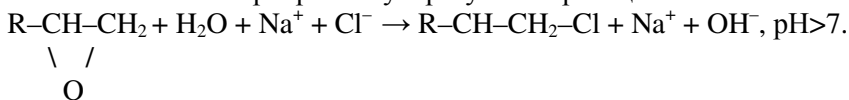
В пробірку внести 5 крапель *концентрованої* H_2SO_4 , додати 5 крапель ізоамілового спирту та ≈ 2 г розтертого порошку $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$. Перемішати суміш скляною паличкою, долити 1,5-2 мл води і обережно нагріти. Записати спостереження (зміну запаху та кольору суміші) та рівняння реакцій.

8. Утворення внутрішньокмлексних (хелатних) сполук багатоатомних спиртів з катіонами важких металів

В пробірку налити $\approx 1-2$ мл 10%-ного розчину NaOH і додати кілька крапель розчину купрум(II) сульфату. Що спостерігається? До суміші додати 2-3 краплі гліцерину і інтенсивно струснути. Записати спостереження та рівняння реакцій (*формулу купрум(II) гліцерату написати структурну з зображенням координаційних зв'язків*).

9. Властивості 3-хлор-1,2-епоксипропану

1. *Якісна реакція на 1,2-епоксигрупи.* Реакції приєднання з розривом 1,2-епоксидних циклів відбуваються настільки легко, що при додаванні епоксидів до нейтрального водного розчину NaCl помітно змінюється рН розчину в результаті реакції:





При додаванні до одержаної суміші розчинів солей нерозчинних в воді основ в осад випадають відповідні гідроксидами.

В пробірку налити $\approx 2-3$ мл 10%-ного розчину NaCl, додати спочатку 1-2 краплі фенолфталеїну, а потім кілька крапель 3-хлор-1,2-епоксипропану (*α -епіхлоргідрину*). Записати спостереження та рівняння реакції, назвати продукти. Додати до суміші кілька крапель розчину FeCl_3 або CuSO_4 . Записати спостереження та рівняння реакції.

Лабораторна робота № 5. ВЛАСТИВОСТІ АРОМАТИЧНИХ ГАЛОГЕНО- ТА ГІДРОКСИПОХІДНИХ

ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ЧАСТИНА

1. Гідроліз ароматичних галогенопохідних

1. Порівняння рухливості атомів галогену в бензеновому ядрі та в боковому ланцюгу.

Увага! Виконувати в витяжній шафі! Після виконання досліду залишки бензилхлориду як сльозогінної речовини розкласти додаванням розчину лугу в пробірки, де він був.

В окремі пробірки помістити по кілька крапель хлорбензолу та бензилхлориду, додати в кожен по 3-4 мл 2%-ного розчину аргентум нітрату і помістити на 5хвилин в склянку з гарячою ($70-80^\circ\text{C}$) водою. Записати і пояснити спостереження, написати рівняння реакцій з використанням *структурних* формул.

2. Гідроліз бензилденхлориду. В пробірку з 2 мл бензиліденхлориду додати 4 мл 10%-ного **спиртового** розчину KOH і помістити її на 5хвилин в склянку з гарячою ($70-80^\circ\text{C}$) водою. Звернути увагу на зміну запаху суміші. До частини суміші додати кілька крапель розчину аргентум нітрату. Записати і пояснити спостереження, написати рівняння реакцій.

2. Якісні реакції на феноли та нафтоли

В окремі пробірки налити по ≈ 2 мл розведених розчинів фенолу, гідрохінону, резорцину, пірокатехіну, α - та β -нафтолів і додати до кожної пробірки по 2-3 краплі 3%-ного розчину FeCl_3 . За результатами спостережень заповнити таблицю:



№ з/п.	Речовина	Структурна Формула (дописати)	Колір продуктів реакції з FeCl ₃ .
1	Фенол		
2	Пірокатехін		
3	Резорцин		
4	Гідрохінон		
5	α -Нафтол		
6	β -Нафтол		

3. Розчинність фенолу в воді

Помістити в пробірку 0,5-1 г кристалічного фенолу і додати 3-4 мл води, струснути пробірку кілька разів і поставити в штатив на 2-3 хвилини. При цьому суміш розшаровується на фенол (нижній шар) і розчин фенолу в воді. Обережно нагріти суміш і знову охолодити. Записати і пояснити спостереження.

4. Кислотні властивості фенолу

а) Пробірку з сумішшю із досліду 1 струснути до утворення емульсії і додавати краплями 10%-ний розчин NaOH до повного розчинення фенолу. Записати спостереження, молекулярне та йонно-молекулярне рівняння реакції, назвати продукти. Одночасно в іншу пробірку налити кілька крапель (0,5-0,6 мл) н-бутанолу або пентанолу і також додавати 10%-ний розчин NaOH. Чому в цій пробірці розчин не стає прозорим?

б) Через розчин натрій феноляту, одержаний в досліді 3а, пропускати вуглекислий газ з апарату Кіппа до припинення змін.



Записати спостереження, молекулярне та йонно-молекулярне рівняння реакції, назвати продукти. Порівняти кислотність спиртів, фенолу та карбонатної кислоти.

5. Бромовання фенолу

Набрати в пробірку ≈ 2 мл розведеного розчину фенолу і краплями при струшуванні додавати бромної води доти, доки рідина в пробірці не набуде жовтуватого відтінку. Записати спостереження та рівняння реакції.

6. Нітрування фенолу

В плоскодонну конічну колбочку на 50-100 мл налити 10 мл концентрованої HNO_3 , додати 4мл води і обережно, краплями при струшуванні колби, додати ≈ 2 мл рідкого (розплавленого) фенолу. Колбу струшувати ще 2-3 хвилини, після чого продукти реакції вилити в склянку з холодною водою. Записати спостереження та рівняння реакції, назвати продукти.

Лабораторна робота № 6. ДОБУВАННЯ ТА ВЛАСТИВОСТІ АЛФАТИЧНИХ АЛЬДЕГІДІВ ТА КЕТОНІВ

ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ЧАСТИНА

1. Добування альдегідів окисненням первинних спиртів

Зібрати прилад, наведений на рис. 3.1. В колбу Вюрца налити ≈ 10 мл *хромової суміші*, помістити кілька крупинок пемзи або битого фарфору і додати 3-4 мл етанолу. В пробірку-приймач, поміщену в склянку з холодною водою, налити 2-3 мл води, занурити в неї газовідвідну трубку і обережно нагрівати колбу. Оцтовий альдегід, про утворення якого свідчить характерний запах, збирається в пробірці з водою. Записати спостереження, рівняння реакції, назвати продукти. *Розчин альдегіду зберегти для наступних дослідів.*



2. Добування ацетону

Зібрати прилад, показаний на рис. 3.1. В висушену колбу Вюрца помістити 5-10 г безводного кальцій ацетату, закрити її пробкою з термометром, а газовідвідну трубку занурити в пробірку-приймач, в яку заздалегідь налити 3-4 мл холодної води. Нагрівати колбу на газовому пальнику, спочатку обережно, а потім сильно, до обуглення солі і виділення летких продуктів. Через кілька хвилин, коли об'єм розчину в пробірці-приймачі збільшиться приблизно вдвічі, припинити нагрівання. Якщо одержаний розчин каламутний, його треба відфільтрувати. Записати спостереження, рівняння реакції. *Розчин ацетону зберегти для наступних дослідів.*

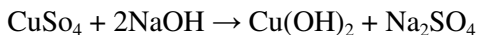
3. Якісні реакції на альдегіди

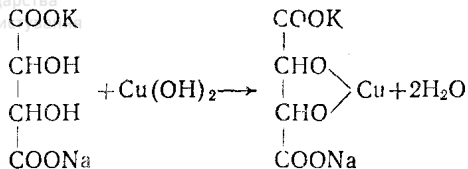
1. *Відновлення альдегідами купрум(II) гідроксиду.* Налити в пробірку 1-2 мл 10%-ного розчину NaOH і додавати краплями при струшуванні 2%-ного розчину CuSO_4 до утворення осаду (помутніння розчину). Додати до суміші 1-2 мл розчину, одержаного формаліну, струснути пробірку, нахилити її і обережно нагрівати на газовому пальнику тільки *верхню половину суміші*. Нижня половина по можливості повинна залишатись холодною для порівняння. Записати спостереження (зміну кольорів), рівняння реакцій, назвати продукти.

2. *Відновлення альдегідами діаммінаргентум(II) гідроксиду (реакція срібного дзеркала).* В пробірку, вимиту хромовою сумішшю, лугом і дистильованою водою, налити 3-4 мл 1-ного розчину аргентум нітрату і додавати краплями при струшуванні 5%-ний розчин аміаку до розчинення осаду, який утворюється спочатку. До одержаного розчину додати 1-2 мл *формаліну* і помістити пробірку в водяну баню, нагріту до $65 \pm 5^\circ\text{C}$. Через кілька хвилин записати спостереження та рівняння реакцій.

4. Реакція з реактивом Фелінга

а) *Приготування реактиву Фелінга.* Змішати в пробірці рівні об'єми (по $\approx 1-2$ мл) приготованих заздалегідь 0,25-молярного розчину CuSO_4 та розчину, в 100 мл якого міститься 21 г *сегнетової солі* і 15 г NaOH. При цьому утворюється комплексна сіль (I) за рівнянням:





Аліфатичні альдегіди при нагріванні руйнують комплекс (I), відновлюючи Cu^{2+} до Cu_2O (червоний або жовтий осад).

б) До одержаного в п.а) реактиву Фелінга додати ≈ 1 мл формаліну і нагрівати пробірку до припинення змін, що спостерігаються. Записати спостереження та рівняння реакції.

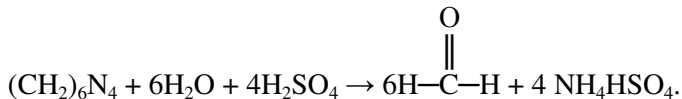
4. Дія лугів на альдегіди

В окремі пробірки налити по ≈ 2 мл оцтового альдегіду або формаліну, додати по 3-4 мл 20%-ного розчину NaOH і обережно нагрівати пробірки на газовому пальнику. Записати спостереження, пояснити, чому в одній з пробірок ніяких змін не спостерігається.

5. Утворення та гідроліз гексаметилентетраміну (уротропіну)

а) В фарфоровій чашці змішати 5 мл формаліну з 10-12 мл концентрованого розчину аміаку і нагрівати суміш на електроплитці у витяжній шафі до повного випаровування води.

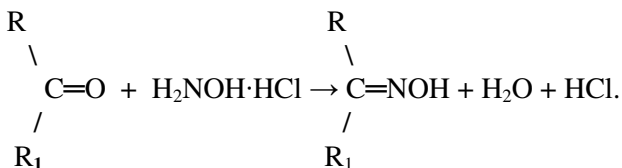
б) До одержаних білих кристалів гексаметилентетраміну додати води до їх розчинення, підкислити розчин кількома краплями розведеної H_2SO_4 і знову нагрівати. Запах формальдегіду, який при цьому з'являється, свідчить про перебіг реакції:



6. Якісні реакції на альдегіди та кетони

1. Реакція карбонільних сполук з гідроксиламін хлоридом

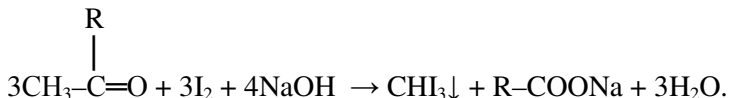
Альдегіди та кетони за звичайних умов реагують з гідроксиламін хлоридом за схемою:





Дослід. Налити в пробірку 2 мл 2%-ного розчину *гідроксиламін хлориду* і додати кілька крапель індикатора *метилоранжу*, після чого додати 1 мл ацетону. Записати і пояснити зміни в кольорі суміші, написати рівняння реакції. Повторити дослід з іншими наявними альдегідами та кетонами.

2. Йодоформна проба. Карбонільні сполуки, в молекулах яких є групи $\text{CH}_3\text{-C=O}$, легко реагують з елементарним йодом за рівнянням:



Дослід. Налити в пробірку 1 мл води, додати 1-2 краплі ацетону, потім 2-3 краплі *концентрованого розчину йоду в калій йодиді*, після чого краплями додавати 10%-ного розчину NaOH до припинення змін, що спостерігаються. Записати спостереження та рівняння реакції.



Лабораторна робота № 7. ДОБУВАННЯ ТА ВЛАСТИВОСТІ АЛФАТИЧНИХ КАРБОНОВИХ КИСЛОТ ТА ЇХ ПОХІДНИХ

ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ЧАСТИНА

1. Дослідження розчинності карбонових кислот в воді

В окремі пробірки помістити по 0,2-0,3 г мурашиної, оцтової, шавлевої, масляної, адипінової та стеаринової кислот, додати до кожної по 2-3 мл води і струснути. Пробірки з кислотами, які при цьому не розчинились, нагріти до кипіння води. Визначити рН розчинів за універсальним індикаторним папером.

В пробірки з кислотами, які не розчинилися при нагріванні, додавати краплями при перемішуванні 10%-ний розчин NaOH до повного їх розчинення. Записати і пояснити спостереження та рівняння реакцій.

2. Взаємодія карбонових кислот з натрій гідрогенкарбонатом

В окремі пробірки набрати по кілька крапель (кристаликів) мурашиної, ацетатної та адипінової кислот і додати в кожну по 2-3



мл 10%-ного розчину NaHCO_3 . Записати спостереження та рівняння реакцій.

3. Гідроліз солей карбонових кислот

В окремі пробірки набрати по 2-3 мл 2%-них водних розчинів натрій ацетату та натрій стеарату (розчину мила) і додати в кожну по 2-3 краплі розчину *фенолфталеїну*. Записати спостереження, після чого нагріти обидва розчини до кипіння, записати і пояснити зміни, що відбуваються при цьому, написати йонно-молекулярні рівняння гідролізу солей.

4. Відношення карбонових кислот до окисників

В окремі пробірки помістити по 0,5-1,0 мл(г) форміатної (мурашиної), ацетатної (оцтової), олеатної (олеїнової) та оксалатної (щавлевої) кислот, додати в кожну пробірку по кілька крапель розведеної сульфатної кислоти та по 1-2 мл 1%-ного розчину KMnO_4 . Пробірки, в яких нічого не змінюється, обережно нагріти до кипіння суміші. Записати спостереження та рівняння реакцій, що відбуваються.

5. Добування функціональних похідних аліфатичних карбонових кислот

1. *Естерифікація (ацилування) спирту кислотою*. В суху пробірку набрати ≈ 2 мл концентрованої (льодяної) ацетатної кислоти та стільки ж ізоамілового спирту, перемішати їх і додати $\approx 0,5$ мл концентрованої H_2SO_4 . Знову струснути пробірку і обережно нагрівати на газовому пальнику протягом 3-5 хвилин. Після охолодження вилити суміш в склянку з холодною водою. Звернути увагу на зміну запаху, записати спостереження та рівняння реакції, назвати продукти.

2. *Естерифікація (ацилування) спирту ацетангідридом*. В сухій пробірці змішати 2 мл ацетатного ангідриду з 1 мл етанолу і занурити її на кілька (3-5) хвилин у водяну баню з температурою $\approx 70^\circ\text{C}$ (в склянку з гарячою водою). Додати до суміші рівний об'єм води, визначити рН одержаного розчину за універсальним індикатором, після чого додавати краплями концентрованого розчину соди до відділення шару (крапель) оліїстої рідини. Записати спостереження та рівняння реакції, назвати продукти.



3. Ацилювання аніліну ацетангідридом. В конічну колбу об'ємом 25-50 мл налити 10-12 мл води, додати 3-4 мл аніліну і перемішати (струшуванням колби). До утвореної емульсії додати 3-4 мл ацетатного ангідриду і знову енергійно струснути колбу. Записати спостереження та рівняння реакції, назвати продукти.

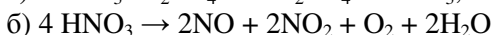
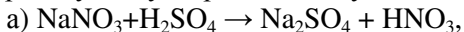
6. Утворення нерозчинних солей вищих жирних кислот

До 2-3 мл 0,5%-ного розчину мила додати кілька крапель 10%-ного розчину кальцій хлориду. Записати спостереження, молекулярне та йонно-молекулярне рівняння реакції. Де можливе утворення такої солі в побутових умовах?

7. Властивості вищих жирних ненасичених кислот та їх естерів

1. Взаємодія з бромною водою. В окремі пробірки помістити по ≈ 1 мл олеїнової кислоти та рослинної олії, додати по 3-4 мл бромної води і сильно струснути. Записати спостереження та рівняння реакцій.

2. Цис-транс-ізомеризація олеїнової кислоти. До 2 мл олеїнової кислоти додати рівний об'єм **насиченого** розчину натрій нітрату та 1 мл 20%-ного розчину H_2SO_4 , струснути суміш. Під дією оксидів нітрогену, які утворюються в умовах досліду за схемою:



рідка **олеїнова** кислота (*цис-ізомер*) ізомеризується в кристалічну **глаїдинову** кислоту (*транс-ізомер*). Записати спостереження та рівняння *ізомеризації* з використанням *структурних* формул.

Лабораторна робота № 8. ДОБУВАННЯ ТА ВЛАСТИВОСТІ АРОМАТИЧНИХ АЛЬДЕГІДІВ, КЕТОНІВ ТА КАРБОНОВИХ КИСЛОТ

ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ЧАСТИНА

1. Окиснення бензальдегіду на повітрі

На скляну пластинку нанести тонким шаром кілька крапель бензальдегіду. Через деякий час рідина кристалізується. Зібрати



кристали в пробірку, розчинити їх в гарячій воді і визначити рН розчину. Записати спостереження та рівняння реакції.

2. Дія лугів на ароматичні альдегіди

До ≈ 1 мл бензальдегіду додати 5мл 10%-ного спиртового розчину калій гідроксиду і струшувати пробірку до затвердіння суміші. Записати спостереження та рівняння реакції Канніццаро з використанням структурних формул, назвати продукти.

3. Утворення солей бензойної кислоти

Набрати в пробірку $\approx 0,5$ г калій бензоату і додавати краплями 2%-ний розчин FeCl_3 до припинення змін. Записати спостереження, молекулярне та йонно-молекулярне рівняння реакції.

При відсутності калій бензоату його можна одержати нейтралізацією кислоти: до розчину бензойної кислоти в мінімальній кількості теплої води додати 1-2 краплі фенолфталеїну, після чого додавати краплями розчин КОН до слабко-рожевого забарвлення.

4. Властивості ароматичних оксикислот

1. *Якісна реакція на фенольний гідроксил.* Кілька кристалів саліцилової кислоти розчинити в 3-4 мл води і додати кілька крапель 2%-ного розчину FeCl_3 . Записати спостереження, порівняти їх з даними для фенолу, наведеними в таблиці в лабораторній роботі №5.

2. *Термічний розклад саліцилової кислоти.* В суху пробірку помістити 1-2 г саліцилової кислоти, закріпити в штативі, закрити пробкою з газовідвідною трубкою, кінець якої занурити в пробірку з вапняною водою, як показано на рис. 2.1а. Нагрівати пробірку на газовому пальнику до початку змін в пробірці з вапняною водою. Записати спостереження та рівняння реакції з використанням структурних формул, назвати продукти.

3. *Взаємодія саліцилової кислоти з бромною водою.* До 2-3 мл бромної води додавати краплями водний розчин саліцилової кислоти до знебарвлення. Записати спостереження та рівняння реакції з використанням структурних формул, назвати продукти.



5. Гідроліз ацетилсаліцилової кислоти (аспірину)

Розчинити кілька кристалів аспірину в 5-7 мл води і розділити в дві пробірки. До одної частини додати 3-4 краплі 2%-ного розчину FeCl_3 зразу ж. Іншу частину розчину спочатку прокип'ятити кілька хвилин, охолодити і теж додати 3-4 краплі 2%-ного розчину FeCl_3 . Порівняти, пояснити та записати спостереження, написати рівняння гідролізу з використанням структурних формул, назвати продукти.

Лабораторна робота № 9. ВЛАСТИВОСТІ ВУГЛЕВОДІВ

ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ЧАСТИНА

1. Відношення вуглеводів до окисників

1. *Взаємодія вуглеводів з купрум(II) гідроксидом в лужному розчині.* В окремі пробірки помістити по ≈ 2 мл 2%-них розчинів глюкози, мальтози (або лактози), сахарози та крохмалю. В кожну пробірку додати по 3 мл 10%-ного розчину NaOH і (краплями) по 0,5 мл 1%-ного розчину CuSO_4 . Записати спостереження та рівняння реакції. Енергійно струснути кожну пробірку, записати і пояснити спостереження. *Верхню половину* суміші в кожній пробірці (в нахиленому стані) обережно кип'ятити до припинення змін. Записати спостереження та рівняння реакції (для глюкози). Які з досліджуваних вуглеводів відносяться до **відновлюючих**? Чому?

2. *Взаємодія вуглеводів з діаммінаргентум гідроксидом.* В окремі старанно вимиті (хромовою сумішшю, розчином луку і дистильованою водою) пробірки помістити по $\approx 2-3$ мл 2%-них розчинів глюкози та крохмалю, додати в кожну по 2-3 мл свіжоприготованого розчину $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]\text{OH}$ і помістити в водяну баню з температурою $65 \pm 5^\circ\text{C}$. Через кілька хвилин записати спостереження та рівняння реакції, що відбулася.

2. Якісна реакція на кетогексози

В пробірку помістити 2-3мл 1%-ного розчину фруктози (або сахарози), додати 2-3 мл 0,05%-ного розчину резорцину в 20%-ній хлоридній кислоті і нагрівати на гарячій водяній бані. За цих умов

спочатку відбувається дегідратація фруктози до оксиметил-фурфуролу, який утворює з резорцином продукт конденсації вишнево-червоного кольору.

Ця реакція дозволяє виявити *кетогексози* як у вільному, так і в зв'язаному стані, наприклад, у сахарозі, тому що в умовах досліду сахароза легко гідролізується. *Альдогексози* за цих умов реагують дуже повільно, тому реакційна суміш набуває тільки слабо рожевого кольору.

3. Гідроліз (інверсія) сахарози

В пробірку набрати 3-4 мл 3%-ного розчину сахарози, додати 3-4 краплі розведеної H_2SO_4 і кип'ятити протягом кількох хвилин. До охолодженого розчину додати 4 мл 10%-го розчину $NaOH$ та краплями 0,5 мл 1%-ного розчину $CuSO_4$. Струснути пробірку і знову обережно нагріти до кипіння. Записати і пояснити спостереження, написати рівняння гідролізу сахарози, користуючись **перспективними структурними** формулами вуглеводів.

4. Властивості крохмалю

1. *Якісна реакція на крохмаль (йодокрохмальна реакція).* Крохмаль утворює з йодом інтенсивно забарвлені *комплексні сполуки включення (клатрати)*: з амілозою – синього, з амілопектином – червоного кольору. В комплексі з амілозою молекули I_2 оточені спіраллю, один виток якої включає 6 залишків глюкози.

До 2-3 мл 2%-ного розчину крохмалю (крохмального клейстеру) додати 1-2 краплі розчину йоду в водному розчині калій йодиду. Записати спостереження. Нагріти розчин до знебарвлення і знову охолодити. Пояснити зміни забарвлення, які спостерігаються при цьому.

2. *Виявлення крохмалю в злаках та коренеплодах.* На поверхню свіжорозрізаних картоплини, зерна пшениці чи кукурудзи нанести краплю розчину йоду в водному розчині калій йодиду. Записати та пояснити спостереження.

3. *Ферментативний гідроліз крохмалю.* На скляній пластинці змішати кілька крапель крохмального клейстеру зі слиною і додати до суміші 1-2 краплі розчину йоду в водному розчині калій йодиду.



Спостерігати за зміною забарвлення суміші протягом кількох хвилин, записати та пояснити спостереження.

4. Гідроліз крохмалю в присутності мінеральних кислот. В конічну колбу на 50-100 мл налити 20-25 мл 2%-ного розчину крохмалю, додати 1-2 мл 20%-ної H_2SO_4 і нагрівати на електроплитці. Через кожні 2 хвилини відбирати піпеткою по 3-4 краплі суміші в окремі пробірки з краплею розчину йоду в водному розчині калій йодиду, занурені в холодну воду. Спостерігати, записати і пояснити поступову зміну забарвлення проб при їх взаємодії з розчином йоду. Після того, як чергова проба залишиться безбарвною, реакційну суміш покип'ятити ще кілька хвилин, відібрати в чисту пробірку 2-3 мл суміші, додати 5 мл 10%-ного розчину NaOH, і 5-6 крапель 1%-ного розчину $CuSO_4$. Струснути пробірку і обережно нагріти до кипіння. Записати і пояснити спостереження, написати схему поступового гідролізу крохмалю.

5. Розчинення целюлози в гексамінкупрум(II) гідроксиді (реактиві Швейцера)

Приготування реактиву Швейцера. До 10 мл насиченого розчину $CuSO_4$ додати рівний об'єм 20%-ного розчину NaOH, утворений осад кілька разів промити водою. Злити по можливості воду з осаду і поступово, невеликими порціями, додавати 25%-ного розчину аміаку до розчинення осаду.

Дослід. Налити в пробірку 4-5 мл прозорого розчину $[Cu(NH_3)_6](OH)_2$, занурити в нього смужку фільтрувального паперу або трошки вати і перемішати суміш скляною паличкою. Записати спостереження. Через кілька хвилин частину розчину вилити в склянку з 10 мл 20%-ної хлоридної кислоти і добре перемішати. Записати і пояснити спостереження. Для чого використовуються мідно-аміачні комплекси у виробництві?

6. Розчинення целюлози в концентрованих мінеральних кислотах

В окремі широкі пробірки (або склянки) набрати по 5-6 мл концентрованих ($c_{\%} \geq 85\%$) сульфатної та фосфатної кислот і помістити в кожен пробірку по шматочку вати. Якщо при перемішуванні скляною паличкою вата розчиняється не повністю, додати ще 1-2 мл кислоти. Вилити по 2-3 мл одержаних розчинів в склянку з водою. Записати спостереження.



7. Виявлення домішки лігніну в целюлозі

З мінеральними солями аніліну лігнін утворює продукти яскраво-жовтого кольору.

В пробірку набрати ≈ 1 мл аніліну і додавати до нього краплями розчину хлоридної кислоти до розчинення. Занурити в розчин соснову трісочку, смужку газетного та смужку фільтрувального паперу. Через хвилину записати і пояснити спостереження.

Лабораторна робота № 10. ДОБУВАННЯ ТА ВЛАСТИВОСТІ АМІНІВ

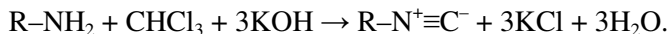
ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ЧАСТИНА

1. Добування та властивості метиламіну

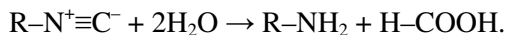
В колбу Вюрца помістити 2-3 г метиламоній хлориду (соляно-кислого метиламіну), додати подвійну кількість старанно подрібненого натронного вапна, закрити колбу пробкою і старанно перемішати суміш струшуванням. Закріпити колбу в штативі і нагрівати на газовому пальнику, підносячи послідовно до бокового отвору: а) вологий червоний лакмусовий папірець; б) скляну паличку, змочену в концентрованій хлоридній кислоті; в) запалений сірник. Погасити полум'я і приєднати до бокового відводу трубку, кінець якої занурити в пробірку з 2мл води (одержаний розчин метиламіну зберегти для наступних дослідів). Записати і пояснити спостереження та рівняння реакцій.

2. Утворення та властивості ізонітрилів

Аліфатичні та ароматичні аміни при нагріванні з хлороформом в присутності лугів утворюють ізонітрили, що мають різкий неприємний запах:



При нагріванні з розчинами мінеральних кислот ізонітрили гідролізуються:





а) В дві пробірки налити по 2мл спиртового розчину КОН, додати по 3-4 краплі хлороформу, після чого в одну пробірку додати $\approx 0,5-1$ мл розчину метиламіну, одержаного в першому досліді, а в другу – кілька крапель аніліну. Нагріти пробірки до кипіння. Записати спостереження та рівняння реакцій, назвати продукти.

б) До охолоджених розчинів, одержаних в досліді 2а, додати 3-4 мл концентрованої хлоридної кислоти. Записати спостереження та рівняння реакцій, назвати продукти.

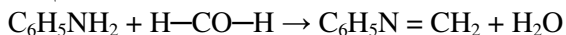
3. Властивості аніліну

1. *Утворення солей аніліну з мінеральними кислотами.* В дві окремі пробірки набрати по 3-4 краплі аніліну. В одну пробірку додавати краплями розчин 10%-ної НСІ до розчинення аніліну, а в другу – вдвічі більше крапель 10%-ної H_2SO_4 . Записати спостереження та рівняння реакцій, назвати продукти.

2. *Бромовання аніліну.* До 2-3 мл бромної води додавати краплями анілін до знебарвлення. Записати спостереження та рівняння реакції, назвати продукти.

3. *Дія хромової суміші на анілін (утворення барвника "аніліновий чорний").* До ≈ 3 мл водного розчину аніліну додати кілька крапель хромової суміші, записати послідовні зміни забарвлення реакційної суміші.

4. *Реакція аніліну з формаліном.* В хімічну склянку на 50 мл помістити 3-4мл аніліну, додати 3-4 мл 40%-ного формаліну і 4-5 крапель концентрованої ($c\% \geq 80\%$) ацетатної кислоти. Через 2-3 хвилини утворюється біла тверда речовина внаслідок перебігу наступної реакції:

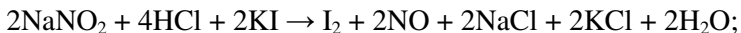


Записати спостереження та рівняння реакцій.

4. Добування та властивості фенілдіазоній хлориду

1. *Діазотування аніліну.* В невелику конічну колбу помістити $\approx 1-2$ мл аніліну і додавати 10%-ної хлоридної кислоти до повного розчинення аніліну (10-15 мл). Помістити колбу в кристалізатор з снігом (товченим льодом), охолодити розчин до $+5^\circ\text{C}$, і краплями, при постійному перемішуванні, додавати із крапельної лійки або бюретки ≈ 2 мл 10%-ного розчину натрій нітриту. Краплю

реакційної суміші нанести на йодокрахмальний індикаторний папір, його посиніння свідчатиме про кінець діазотування. При надлишку натрій нітрити на поверхні йодокрахмального паперу відбуваються реакції:



При відсутності забарвлення продовжувати додавати розчин NaNO_2 , періодично (після кожних 2-3 доданих крапель) наносячи проби суміші на йодокрахмальний папір. Одержаний розчин зберігти (при $t \leq +5^\circ\text{C}$) для наступних дослідів.

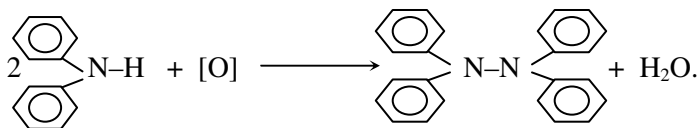
2. Гідроліз фенілдіазоній хлориду. Набрати в пробірку 3-4 мл розчину, одержаного в попередньому досліді, і обережно нагріти до початку виділення газу. Записати спостереження та рівняння реакцій.

3. Реакція азосполучення. В окремі пробірки помістити по 0,2 г фенолу і β -нафтолу, додати в кожну по 2-3 мл 10%-ного розчину NaOH , після розчинення обох речовин додати в пробірки по 1-2 мл розчину фенілдіазоній хлориду, одержаного в досліді 4.1.

Записати спостереження та рівняння реакцій, користуючись **структурними формулами**, назвати продукти.

5. Якісна реакція на дифеніламін

В пробірку помістити кілька кристалів дифеніламіну, додати ≈ 1 мл концентрованої сульфатної кислоти і краплю дуже розведеної нітратної кислоти. За цих умов дифеніламін окиснюється в інтенсивно синій тетрафенілгідазин:



Реакція використовується в аналітичній хімії для виявлення нітрат-аніонів.



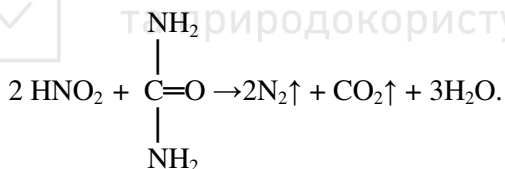
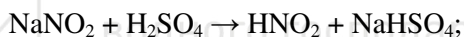
Лабораторна робота № 11. ВЛАСТИВОСТІ КАРБАМІДУ, АМІНОКИСЛОТ ТА БІЛКІВ

ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ЧАСТИНА

1. Властивості карбаміду

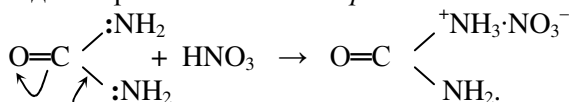
1. *Гідроліз карбаміду.* Помістити в пробірку 0,5-1 г карбаміду, розчинити його в 4-5 мл води, додати 1-2 мл вапняної води і кип'ятити. Піднести до отвору пробірки червоний лакмусовий папірець. Записати і пояснити спостереження (утворення осаду, зміна кольору лакмусу, характерний запах). Написати рівняння реакцій.

2. *Реакція карбаміду з нітритною кислотою.* В пробірку налити 2-3 мл розведеного (3%-ного) розчину карбаміду, додати рівний об'єм 3%-ного розчину NaNO_2 і кілька крапель розведеної сульфатної кислоти. При цьому карбамід повністю розкладається за рівнянням:



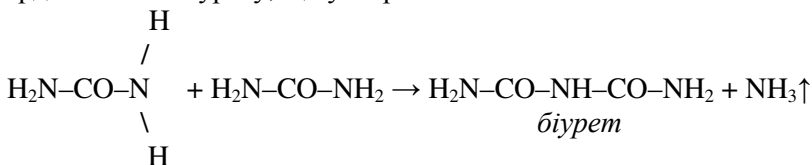
Реакція служить для кількісного визначення карбаміду за об'ємом азоту, що виділяється.

3. *Основні властивості карбаміду.* В пробірку налити 2-3 мл концентрованого розчину карбаміду і додати кілька крапель концентрованої нітратної кислоти. При охолодженні суміші випадає в осад малорозчинна сіль – карбамідамоній нітрат:

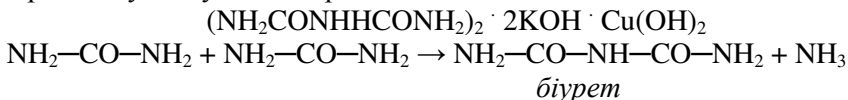


4. *Утворення біурету.* В пробірку помістити $\approx 0,5$ г сухого карбаміду і нагрівати на газовому пальнику. Спочатку кристали плавляться, потім починається інтенсивне виділення газу (запах!). Нагрівання продовжувати до затвердіння розплаву. Охолодити

пробірку, додати 3-4мл води і обережно нагрівати до розчинення твердої маси – біурету, що утворюється за схемою:



До одержаного розчину біурету додати 1-2 мл 10%-ного розчину NaOH і 2-3 краплі 2%-ного розчину CuSO₄ та струснути пробірку. При цьому відбуваються реакції:

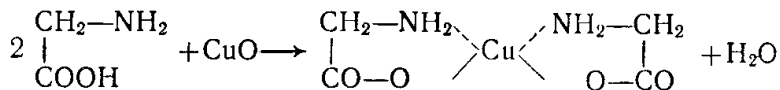


Утворена внутрішньокмплексна сполука надає розчину яскраво-фіолетового кольору.

2. Властивості амінокислот

1. Кислотно-основні властивості. В окремі пробірки помістити по 0,1-0,2 г аміноацетатної та 2,6-діаміногексанової кислот і краплями додавати води до їх розчинення. Визначити рН одержаних розчинів за універсальним індикатором. Записати і **пояснити** результати.

2. Утворення внутрішньокмплексних сполук. Помістити в пробірку 0,2-0,3 г аміноацетатної кислоти, додати ≈5 мл води та ≈1 г порошку купрум(II) оксиду і кип'ятити протягом кількох хвилин до забарвлення розчину в яскраво-синій колір в результаті перебігу реакції:



Для виділення комплексної солі в чистому стані треба відфільтрувати суміш від надлишку CuO, фільтрат вилити в фарфорову чашку і нагрівати на водяній бані до початку кристалізації солі. Після охолодження сіль кристалізується у вигляді дрібних голубих голок.



3. Властивості білків

1. *Необоротна денатурація білків при нагріванні.* Пробірку з ≈ 2 мл свіжо-приготованого водного розчину ясного білка повільно нагрівати над полум'ям пальника до утворення осаду. Додати 3-4 мл води, старанно перемішати. Записати і пояснити спостереження.

2. *Дія на білки концентрованих мінеральних кислот.* В окремі пробірки налити по ≈ 1 мл концентрованих сульфатної та нітратної кислот, після чого в кожен пробірку обережно, по стінках, додати рівний об'єм розчину білка. Що спостерігається на поверхні розділу кислота-білок? Струснути пробірки. Записати спостереження.

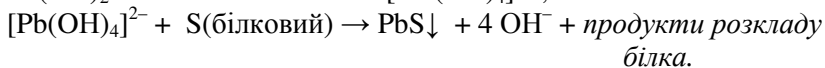
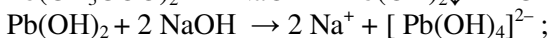
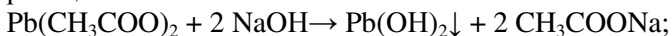
3. *Осадження білків катіонами важких металів.* В дві пробірки налити по 1-2 мл розчину білка і додавати краплями до утворення осаду: в одну пробірку – 5%-ного розчину купрум(II) сульфату, а в другу – 5%-ного розчину плюмбум(II) ацетату. Що відбувається при додаванні надлишку розчинів солей? Записати спостереження.

4. *Висолювання білків.* До 1-2 мл розчину білка додавати краплями насичений розчин амоній сульфату до помутніння і наступного випадання білка в осад. Що відбувається при додаванні води? Записати спостереження.

4. Якісні реакції на білки

1. *Біуретова реакція.* До ≈ 3 мл розчину білка додати 1-2 мл 10%-ного розчину NaOH і 2-3 краплі 2%-ного розчину CuSO_4 . При нагріванні розчину він поступово набуває червоно-фіолетового кольору в результаті утворення комплексних сполук катіонів Cu^{2+} з пептидними групами білків.

2. *Виявлення Сульфуру в білках.* До 0,5 мл 1%-ного розчину плюмбум(II) ацетату краплями додавати 10%-ний розчин NaOH до розчинення осаду, який утворюється спочатку. До одержаного розчину додати кілька крапель білка (або 2-3 мл розчину білка), перемішати і обережно кип'ятити протягом 2-3 хвилин. При цьому суміш чорніє, що свідчить про утворення плюмбум(II) сульфідів за рахунок Сульфуру, що входив до складу білка, в результаті перебігу реакцій:





3. Виявлення залишків аренів в складі білків (ксантопротеїнова реакція). До 4-5 мл розчину білка в широкій пробірці (або маленькій конічній колбочці) додавати краплями *концентрованої* HNO_3 до припинення утворення осаду. При подальшому нагріванні осад жовтіє в результаті нітрування ароматичних циклів, що входять до складу білка. Після охолодження розчину до кімнатної температури додавати краплями 10%-ного розчину NaOH до зміни кольору суміші на оранжевий. Записати спостереження.

Лабораторна робота № 12. ДОБУВАННЯ ТА ВЛАСТИВОСТІ ПОЛІМЕРИЗАЦІЙНИХ ТА ПОЛІКОНДЕНСАЦІЙНИХ ВИСОКОМОЛЕКУЛЯРНИХ СПЛУК (ВМС)

ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ЧАСТИНА

1. Радикальна полімеризація вінілових мономерів

В окремі пробірки помістити по $\approx 0,05-0,1$ г дрібно розтертого порошку бензоїл пероксиду, після чого в одну пробірку налити 1 мл стирену (стиролу), а в другу – метилметакрилату. Закрити кожну пробірку пробкою з вставленою в неї скляною трубкою (зворотним холодильником) і тримати пробірки в водяній бані при $95-100^\circ\text{C}$ до затвердіння (або різкого зростання в'язкості) рідин в пробірках. Охолодити пробірки, записати спостереження та рівняння реакцій, назвати продукти.

2. Аніонна полімеризація капролактаму

В пробірку помістити $\approx 0,1$ г сухого NaOH , додати 1-2 г капролактаму і обережно нагрівати пробірку на газовому пальнику до плавлення і подальшого загустіння розплаву. Почекати, поки пробірка охолоне, і поставити її в штатив, записати спостереження та рівняння реакції, назвати продукти.



3. Деполімеризація вінілових полімерів

а) В колбу для перегонки (див. рис. 1.1) з термометром на 150°C помістити 3-4 г каучуку (або гуми), підготувати пробірки з бромною водою та розчином KMnO_4 , включити подачу води до холодильника і нагрівати колбу на полум'ї пальника. Після початку розкладу каучуку і виділення газів підкласти під алонж почергово пробірки з бромною водою та розведеним водним розчином KMnO_4 . (Якщо каучук – дивініловий, необхідно занурити кінець алонжа в ці розчини!). Записати спостереження та рівняння реакцій, назвати продукти.

б) Повторити дослід а), взявши замість каучуку таку ж кількість шматочків органічного скла. Записати Ткип метилметакрилату.

в) Повторити дослід б), взявши замість каучуку таку ж кількість шматочків полістирену (полістиролу). **Увага!** Перед початком нагрівання **полістирену** відключити водяне охолодження холодильника.

4. Термічна деструкція поліетилену та полівінілхлориду

а) Зібрати прилад, показаний на рис. 2.1а. В пробірку помістити ≈ 1 -2 г поліетилену і нагрівати її в полум'ї пальника. Записати тривалість нагрівання (в секундах) до: плавлення полімера; початку розкладу з виділенням газів. Не припиняючи нагрівання, занурити кінець газовідвідної трубки в: а) бромну воду; б) в розведений розчин KMnO_4 . Записати спостереження, зробити висновок про характер деструкції поліетилену.

б) Повторити дослід 4.а), взявши замість поліетилену полівінілхлорид. Перед пропусканням газів – продуктів розкладу полівінілхлориду через бромну воду спочатку піднести до газовідвідної трубки вологий червоний лакмусовий папірець.

5. Горючість вінілових полімерів

До кінця дроту з дерев'яною або корковою ручкою прикріпити кусочок полівінілхлориду і внести його в полум'я пальника. Описати характер горіння полімеру та що з ним відбувається після винесення його з полум'я. Повторити дослід з зразками поліетилену, полістирену, органічного скла та фторопласту-4 (тетрафторетилену). Записати спостереження, порівняти вогнестійкість досліджених зразків.



6. Добування та отвердження фенолформальдегідної смоли

1. Добування новолаку. В широку пробірку помістити ≈ 3 г фенолу, додати 3 мл 40%-ного формаліну і 2-3 краплі концентрованої хлоридної кислоти. Суміш обережно нагрівати на полум'ї пальника у витяжній шафі. Через кілька хвилин суміш мутніє, ще через 2-3 хвилини нагрівання припинити. Дати суміші охолонути і розшаруватись. Верхній (водний) шар злити, а нижній – смолу продовжувати нагрівати до припинення виділення бульбашок. Половину розплавленої смоли вилити в фарфорову чашку або на скляну пластинку, а решту зберегти для наступного досліду. Записати спостереження (тривалість нагрівання, особливості перебігу реакції тощо) та рівняння реакції.

В окремі пробірки набрати по 1-2 мл етанолу та ацетону, помістити в кожен по шматочку одержаної смоли і перемішати скляною паличкою. Записати спостереження.

2. Отвердження новолаку. Пробірку з новолаком, одержаним в досліді 1.1, нагріти до розплавлення смоли, додати $\approx 0,5$ г параформу (або уротропіну) і продовжувати нагрівати на полум'ї пальника до затвердіння розплаву.

В окремі пробірки набрати по 1-2 мл етанолу та ацетону, помістити в кожен по шматочку одержаної твердої смоли (після її охолодження до кімнатної температури) і перемішати скляною паличкою. Записати та пояснити спостереження. Написати рівняння реакції отвердження новолаку.

ЛІТЕРАТУРА

1. Боднарюк Ф.М., Органічна хімія: Навч. посібник. – Рівне: УДУВГП, 2003, – 138с.
2. Петров А.А., Бальян Х.В., Трощенко А.Т., Органическая химия: Учебник для вузов. – М., Высш. шк., 1981. – 592с.: ил.
3. Потапов В.М., Татаринчик С.Н., Органическая химия: Учебник для техникумов. – М.: Химия, 1980. – 464с., ил.