

Міністерство освіти і науки України
Національний університет водного господарства та
природокористування

Навчально-науковий інститут агроекології та землеустрою
Кафедра хімії та фізики

05-06-169М

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до виконання лабораторних робіт з навчальної дисципліни
«Органічна, фізична та колоїдна хімія» для здобувачів вищої
освіти першого (бакалаврського) рівня за освітньо-професійною
програмою «Біотехнології, біоробототехніка та біоенергетика»
спеціальності G21 «Біотехнології та біоінженерія» денної,
заочної та дистанційної форм навчання

III СЕМЕСТР

Рекомендовано
науково-методичною радою
з якості ННІБАД
Протокол № 6 від 17.02.2026 р.

Рівне – 2026

Методичні вказівки до виконання практичних робіт з навчальної дисципліни «Органічна, фізична та колоїдна хімія» для здобувачів вищої освіти першого (бакалаврського) рівня за освітньо-професійною програмою «Біотехнології, біоробототехніка та біоенергетика» спеціальності G21 «Біотехнології та біоінженерія» денної, заочної та дистанційної форм навчання, III семестр. [Електронне видання] / Буденкова Н. М., Мисіна О. І. – Рівне : НУВГП, 2026. – 31 с.

Укладачі: Буденкова Н. М., к.х.н., доцентка кафедри хімії та фізики; Мисіна О. І., старша викладачка кафедри хімії та фізики.

Відповідальний за випуск: Мороз М. В., доктор хім. наук, професор, завідувач кафедри хімії та фізики

Керівник групи забезпечення спеціальності G21 «Біотехнології та біоінженерія»

Буденкова О. О.

Попередня версія МВ: 05-06-120М

© Н. М. Буденкова,
О. І. Мисіна, 2026
© НУВГП, 2026

ЗМІСТ

	Стор.
ПЕРЕДМОВА	4
ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 1. Очищення та якісний аналіз органічних сполук.....	4
ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 2. Добування та властивості аліфатичних вуглеводнів.....	11
ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 3. Добування та властивості галогено-, гідроксипохідних алканів.....	14
ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 4. Властивості біфункціональних сполук.....	15
ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 5. Властивості фенолів.....	17
ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 6. Добування та властивості аліфатичних альдегідів та кетонів.....	19
ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 7. Добування та властивості аліфатичних карбонових кислот	21
ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 8. Властивості вуглеводів.....	22
ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 9. Добування та властивості амінів.....	26
ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 10. Властивості амінокислот та білків.....	28
ЛІТЕРАТУРА	31

ПЕРЕДМОВА

Головна мета методичних вказівок до виконання лабораторних робіт з навчальної дисципліни „Органічна, фізична та колоїдна хімія” (розділ «Органічна хімія») – допомогти студентам засвоїти експериментальні методи добування, очищення та дослідження елементного складу, властивостей представників найважливіших класів органічних сполук; набути студентами навичок роботи з простими лабораторними приладами та хімічним посудом.

При захисті лабораторної роботи студент повинен вміти описати хід виконання дослідів, зробити висновки з їх результатів та пояснити їх, вміти написати рівняння відповідних реакцій, назвати реагенти та продукти реакцій.

Ця освітня компонента передуватиме вивченню студентами фахової дисципліни «Біохімія».

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 1. ОЧИЩЕННЯ ТА ЯКІСНИЙ 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 із забрудненою речовиною; б) значно краще (не менше, ніж в 5 разів) розчиняє забруднену 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

оохолодженні 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 ($t_{\text{кип}}$). 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 $t_{\text{кип}}$, після чого рідина в колбі нагрівається до вищої температури, при якій кипить і відганяється наступний за значенням $t_{\text{кип}}$ компонент.

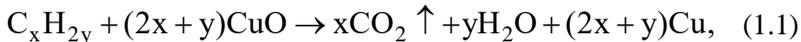
Таким способом достатньо ефективно можна розділити багатоконпонентну суміш рідин, які значно (не менше, ніж на 20°C) відрізняються за значенням $t_{\text{кип}}$. Для ефективного розділення рідин, у яких $\Delta t_{\text{кип}} < 20^\circ \text{C}$, застосовується технічно складніший варіант перегонки – *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* – $t_{\text{пл}}$, $t_{\text{кип}}$, 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 ($0,5 \div 1^\circ \text{C}$) інтервал її плавлення або кипіння. Склад та будову такої речовини можна встановити шляхом її *якісного* та *кількісного* аналізу.

Мета якісного аналізу речовини – встановити, які *елементи* входять до її складу. В органічних сполуках всі атоми

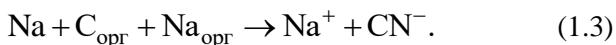
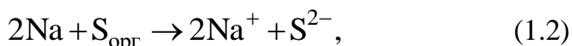
міцно зв'язані *ковалентними* зв'язками, тому зразок досліджуваної органічної сполуки спочатку нагрівають з сильними окисниками або відновниками; при цьому утворюються прості *неорганічні речовини*, які виявляють відомими методами *аналітичної хімії*.

Для встановлення присутності в органічній сполуці Карбону та Гідрогену («відкриття Карбону та Гідрогену») суміші 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)

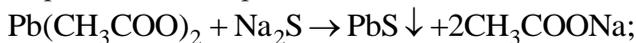


що свідчить про наявність в досліджуваній речовині Карбону та Гідрогену.

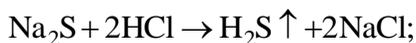
Для виявлення в органічних сполуках Сульфуру або Нітрогену зразок досліджуваної речовини сплавають з металічним натрієм. При цьому Сульфур органічної сполуки відновлюється до сульфід-аніонів, а Нітроген – перетворюється в ціанід-аніони:



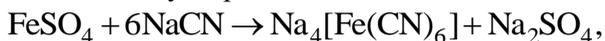
Про утворення сульфід-аніонів свідчить чорний осад, що випадає при додаванні плюмбум(II) ацетату до розчину продуктів реакції (1.2) за рівнянням (1.4):



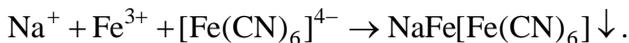
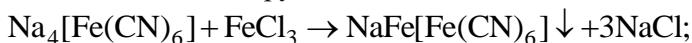
та неприємний запах гідроген сульфідну (сірководню) при його підкисленні:



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; $\text{Hal} - \text{Cl}, \text{Br}, \text{I}$.

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.

Методика виконання роботи

1.1. 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.

1.2. 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).

1.3. Перегонка та визначення температури кипіння рідин

Колбу для перегонки (рис. 1.1) 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 відвідної трубки. Приєднати до колби холодильник з алонжем і підкласти під алонж колбу – приймач дистилату.

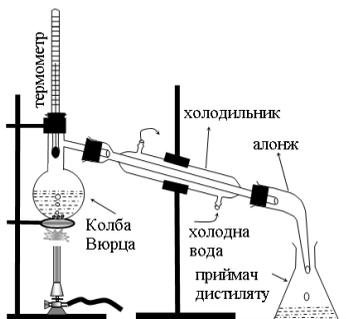


Рис.1.1. Прилад для перегонки

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

1.4. 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. 1.2). 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.

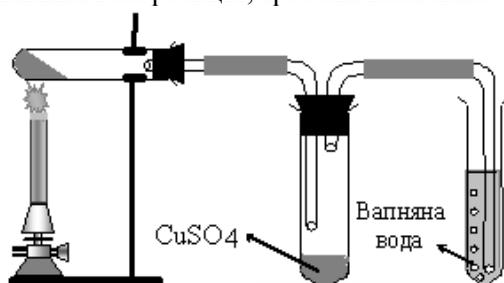


Рис.1.2. Прилад для якісного визначення Карбону та Гідрогену в органічних сполуках

1.5. 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 $pH < 7$. Записати спостереження, написати рівняння всіх реакцій, зробити висновки.

1.6. 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.

1.7. 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. ОДЕРЖАННЯ ТА ВЛАСТИВОСТІ АЛІФАТИЧНИХ ВУГЛЕВОДНІВ

Методика виконання роботи

2.1. 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. 2.1).

Занурити газовідвідну трубку в заздалегідь 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».

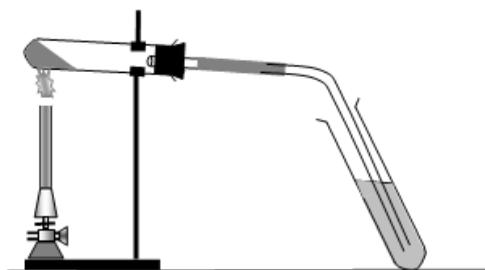


Рис.2.1. Прилад для одержання метану

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. 1. 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

2.2. Добування та дослідження властивостей етилену

а) *Добування етилену.* Зібрати прилад, вказаний на рис. 2.2. В круглодонну колбу 1 помістити кілька шматочків пемзи або подрібненого фарфору з ділительної 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 луку необхідне для очищення етилену від продуктів побічної реакції окиснення спирту концентрованою H_2SO_4 .

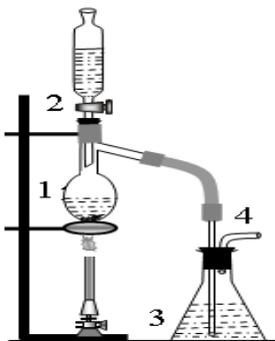


Рис. 2.2. Прилад для добування етилену

б) *Властивості етилену.* До трубки 4 під'єднати газовідвідну трубку і, продовжуючи нагрівання, вносити її кінець в заздалегідь приготівані 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.

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

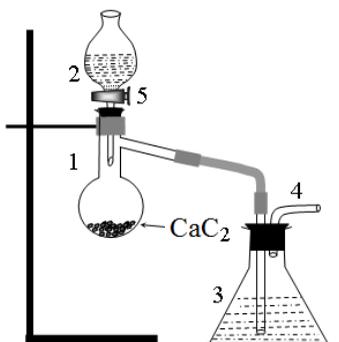
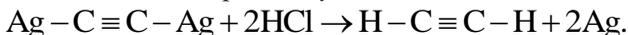


Рис. 2.3. Прилад для добування ацетилену

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.

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 ГАЛОГЕНО-, ГІДРОКСИПОХІДНИХ АЛКАНІВ

Методика виконання роботи

3.1. Добування бромалканів

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 3 мл води, після чого насипати 3 г 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 *HBr*; утворення бромалкана.

3.2. 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 $pH < 7$, і додати кілька крапель 1%-ного розчину аргентум нітрату. Записати спостереження та рівняння реакцій.

3.3. Розчинність спиртів у воді

У встановлені в штативі пробірки налити по 2-3 мл метанолу, етанолу, пропанолу, н-бутанолу, трет.-бутанолу, 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.

3.4. 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.

3.5. Окиснення спиртів калій дихроматом

В пробірку внести 5 крапель *концентрованої* H_2SO_4 , додати 5 крапель ізоамілового спирту та ≈ 2 г розтертого порошку $K_2Cr_2O_7$. Перемішати суміш скляною паличкою, долити 1,5-2 мл води і обережно нагріти. Записати спостереження (зміну запаху та кольору суміші) та рівняння реакцій.

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

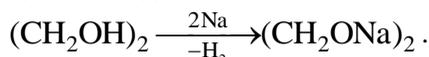
В пробірку налити $\approx 1-2$ мл 10%-ного розчину $NaOH$ і додати кілька крапель розчину купрум(II) сульфату. Що спостерігається? До суміші додати 2-3 краплі гліцерину і інтенсивно струснути. Записати спостереження та рівняння .

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 4. ВЛАСТИВОСТІ БІФУНКЦІОНАЛЬНИХ СПОЛУК

Методика виконання роботи

4.1 Властивості етиленгліколю:

а) *Утворення алкоголятів.* У пробірку з розчином етиленгліколю додати знежирений кусочок металевого натрію. Спостерігати виділення водню:



У другу пробірку з 5-6 мл розчину $CuSO_4$ додати декілька крапель розчину $NaOH$ до утворення синього осаду купрум(II) гідроксиду, після чого додавати краплями розчин етиленгліколю

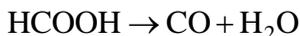
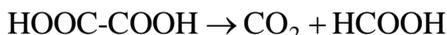
до розчинення осаду. З купрум(II) гідроксидом утворюється купрум(II) гліколят – комплексна сполука синього кольору.

б) *Окиснення етиленгліколю.* У пробірку наливають 3-4 мл 1%-го розчину калію перманганату, підкислюють 10%-ним розчином сульфатної кислоти і додають 2 мл розчину етиленгліколю. Реакційну суміш обережно нагрівають над газовим пальником. Етиленгліколь при цьому окиснюється до щавлевої кислоти, яку можна розпізнати по червоному забарвленню метилоранжу:

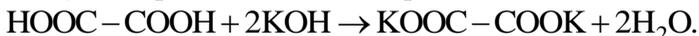


4.2 Властивості щавлевої кислоти:

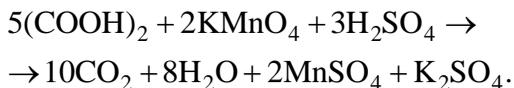
а) *Розклад щавлевої кислоти при нагріванні.* У пробірку з пробкою і газовідвідною трубкою поміщають біля 2 г кристалічної щавлевої кислоти і нагрівають над полум'ям пальника. При цьому щавлева кислота спочатку втрачає кристалізаційну воду, а потім розпадається на вуглекислий газ та мурашину кислоту, яка в свою чергу, розкладається на чадний газ і воду. Наявність CO виявляють, запалюючи біля отвору газовідвідної трубки газ, що виділяється. Газ горить блакитним полум'ям. CO_2 визначають пропусканням його у вапняну воду.



б) *Утворення солей щавлевої кислоти.* В пробірку до 2 мл 2н розчину щавлевої кислоти додають 1 мл 2н розчину калію гідроксиду. Утворюється осад важкорозчинного калію оксалату:



в) *Окиснення щавлевої кислоти.* У пробірку наливають 3-4 мл 1%-го розчину калію перманганату, підкислюють 10%-ним розчином сульфатної кислоти і додають 2 мл насиченого розчину щавлевої кислоти. Реакційну суміш обережно нагрівають над газовим пальником. Щавлева кислота при цьому окислюється до вуглекислого газу та води:



Якщо пропустити вуглекислий газ, що виділився, у пробірку з вапняною водою, то вапняна вода мутніє внаслідок утворення малорозчинного кальцію карбонату.

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 5. ВЛАСТИВОСТІ ФЕНОЛІВ

Методика виконання роботи

5.1. 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	Колір продуктів реакції з FeCl_3 (дописати)
1	Фенол		
2	Пірокатехін		
3	Резорцин		
4	Гідрохінон		
5	α -Нафтол		
6	β -Нафтол		

5.2. 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.

5.3. 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.

5.4. 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.

5.5. Нітрування фенолу

В плоскодонну конічну колбочку на 50-100 мл налити 10 мл концентрованої HNO_3 , додати 4 мл 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 АЛІФАТИЧНИХ АЛЬДЕГІДІВ ТА КЕТОНІВ

Методика виконання роботи

6.1. Добування альдегідів окисненням первинних спиртів

В колбу В`юрца 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.*

6.2. Добування ацетону

У висушену колбу В`юрца помістити 5-10 г безводного кальцій ацетату, закрити її пробкою з термометром, а газовідвідну трубку занурити в пробірку-приймач, в яку задалегідь налити 3-4 мл холодної води. Нагрівати колбу на газовому пальнику, спочатку обережно, а потім сильно, до обвуглення 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.*

6.3. Якісні реакції на альдегіди

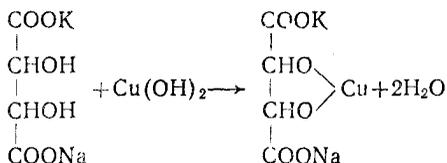
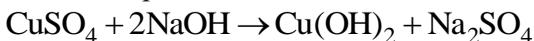
а) *Відновлення альдегідами купрум(II) гідроксиду.* Налити в пробірку 1-2 мл 10%-ного розчину NaOH і додавати краплями при струшуванні 2%-ного розчину CuSO_4 до утворення осаду (помутніння розчину). Додати до суміші 1-2 мл розчину, одержаного формаліну, струснути пробірку, нахилити її і обережно нагрівати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

залишатись холодною для порівняння. Записати спостереження (зміну кольорів), рівняння реакцій, назвати продукти.

б) *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.

6.4. 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:

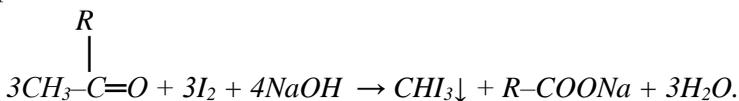


Аліфатичні альдегіди при нагріванні руйнують комплекс (I), відновлюючи Cu^{2+} до Cu_2O (червоний або жовтий осад).

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.

6.5. Якісна реакція на альдегіди та кетони

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 АЛІФАТИЧНИХ КАРБОНОВИХ КИСЛОТ

Методика виконання роботи

7.1. Дослідження розчинності карбонових кислот в воді

В окремі пробірки помістити по 0,2-0,3 г мурашиної, оцтової, щавлевої, 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 *pH* 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.

7.2. Взаємодія карбонових кислот з натрій гідрогенкарбонатом

В *окремі* пробірки набрати по кілька крапель (кристаликів) мурашиної, ацетатної та адипінової кислот і додати в кожен по 2-3 мл 10%-ного розчину *NaHCO₃*. Записати спостереження та рівняння реакцій.

7.3. 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 кожен 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.

7.4. Відношення карбонових кислот до окисників

В окремі пробірки помістити по 0,5-1,0 мл(г) формиатної (мурашиної), ацетатної (оцтової), олеатної (олеїнової) та оксалатної (щавлевої) кислот, додати в кожен 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.

7.5. Добування функціональних похідних аліфатичних карбонових кислот

Естерифікація 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.

7.6. 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?

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 8. ВЛАСТИВОСТІ ВУГЛЕВОДІВ

Методика виконання роботи

8.1. Відношення вуглеводів до окисників

а) *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?*

б) *Взаємодія вуглеводів з діамінаргентум гідроксидом.* В окремі старанно вимиті (хромовою сумішшю, розчином лугу 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 $[Ag(NH_3)_2]OH$ і помістити в водяну баню з температурою $65 \pm 5^\circ C$. Через кілька хвилин записати спостереження та рівняння реакції, що відбулася.

8.2. 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.

8.3. Гідроліз 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.

8.4. Властивості крохмалю

а) *Якісна реакція на крохмаль (йодокрохмальна реакція).*

Крохмаль утворює з йодом інтенсивно забарвлені *комплексні сполуки включення*: 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.

б) *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.

в) *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.

г) *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.

8.5. Розчинення целюлози в гексамінікупрум(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?

8.6. 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.

8.7. 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 № 9. ВЛАСТИВОСТІ ВУГЛЕВОДІВ

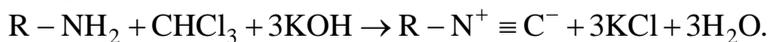
Методика виконання роботи

7.1. Добування та властивості метиламіну

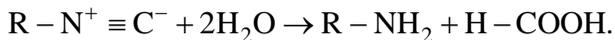
В колбу В'юрца помістити 2-3 г метиламоній хлориду (соляно-кислого метиламіну), додати подвійну кількість старанно подрібненого натронного вапна, закрити колбу пробкою і старанно перемішати суміш струшуванням. Закріпити колбу в штативі і нагрівати на газовому пальнику, підносячи послідовно до бокового 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 2 мл води (одержаний розчин метиламіну зберегти для наступних дослідів). Записати і пояснити спостереження та рівняння реакцій.

9.2. 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 2 мл 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.

9.3. Властивості аніліну

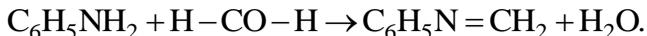
а) *Утворення солей аніліну з мінеральними кислотами.* В дві окремі пробірки набрати по 3-4 краплі аніліну. В одну пробірку додавати краплями розчин 10%-ної HCl до розчинення аніліну, а в другу – вдвічі більше крапель 10%-ної H_2SO_4 . Записати спостереження та рівняння реакцій, назвати продукти.

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

в) *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.

9.4. Реакція аніліну з формаліном

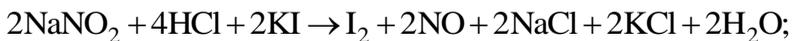
В хімічну склянку на 50 мл помістити 3-4мл аніліну, додати 3-4 мл 40%-ного формаліну і 4-5 крапель концентрованої ($c\% \geq 80\%$) ацетатної кислоти. Через 2-3 хвилини утворюється біла тверда речовина внаслідок перебігу наступної реакції:



Записати спостереження та рівняння реакцій.

9.4. Добування та властивості фенілдіазоній хлориду

а) *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 $+5^\circ C$, 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 нітриту на поверхні йодокрахмального паперу відбуваються реакції:



I_2 + крохмаль \rightarrow синя комплексна сполука.

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

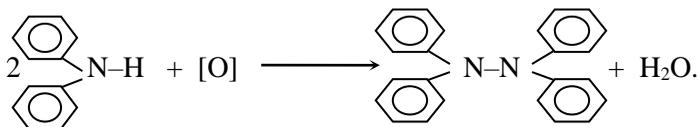
б) *Гідроліз фенілдіазоній хлориду*. Набрати в пробірку 3-4 мл розчину, одержаного в попередньому досліді, і обережно нагріти до *початку* виділення газу. Записати спостереження та рівняння реакцій.

в) *Реакція азосполучення*. В окремі пробірки помістити по 0,2 г фенолу і β -нафтолу, додати в кожен 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.

9.5. 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* тетрафенілгідразин:



Реакція використовується в аналітичній хімії для виявлення нітрат-аніонів.

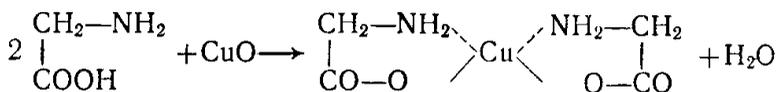
ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 10. ВЛАСТИВОСТІ ВУГЛЕВОДІВ

Методика виконання роботи 10.1. Властивості амінокислот

а) *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 pH одержаних розчинів за універсальним індикатором. Записати і пояснити результати.

б) *Утворення внутрішньокмлексних 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.

10.2. Властивості білків

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

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

в) *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 плумбум(II) ацетату. Що відбувається при додаванні надлишку розчинів солей? Записати спостереження.

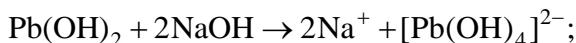
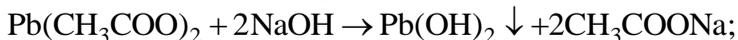
г) *Висоловання білків.* До 1-2 мл розчину білка додавати краплями насичений розчин амоній сульфату до помутніння і

наступного випадання білка в осад. Що відбувається при додаванні води? Записати спостереження.

10.3. Якісні реакції на білки

а) *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.

б) *Виявлення Сульфур у 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) сульфід у рахунок Сульфур у, що входив до складу білка, в результаті перебігу реакцій:



в) *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.

ЛІТЕРАТУРА:

1. Буденкова Н. М. Органічна хімія : інтерактивний комплекс навчально-методичного забезпечення. Рівне : НУВГП, 2008. 152 с.

2. Буденкова Н. М. Тестові завдання поточного та підсумкового контролю знань з навчальної дисципліни «Органічна хімія» для студентів спеціальності 201 «Агрономія» денної та заочної форм навчання. Рівне : НУВГП, 2017, 05-06-79. URL: <http://ep3.nuwm.edu.ua/id/eprint/7623>

3. Боднарюк Ф. М., Назарук Г. І. 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. Рівне : НУВГП, 2013, 05-06-29.

4. Буденкова Н. М. Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт з навчальної дисципліни «Органічна та фізична хімія» для студентів спеціальності 192 «Будівництво та цивільна інженерія», спеціалізації «Технологія будівельних конструкцій, виробів і матеріалів». Рівне : НУВГП, 2017 05-06-77. URL: <http://ep3.nuwm.edu.ua/id/eprint/6163>