

**Сливка Н.Ю.**

# **ОРГАНІЧНА ХІМІЯ**

## **МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ ДО ЛАБОРАТОРНОГО ПРАКТИКУМУ**

**для студентів спеціальності “Екологія, охорона навколишнього  
середовища та збалансоване природокористування”  
заочної форми навчання**

Волинський національний університет імені Лесі Українки

Хімічний факультет  
Кафедра органічної та біоорганічної хімії

**Сливка Н.Ю.**

# **ОРГАНІЧНА ХІМІЯ**

**МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ**

**ДО ЛАБОРАТОРНОГО ПРАКТИКУМУ**

для студентів спеціальності “Екологія, охорона навколишнього  
середовища та збалансоване природокористування”

заочної форми навчання

Луцьк-2011

УДК 547 ( 072 )

ББК 24.2я73-5

0 64

Рекомендовано до друку методичною радою хімічного факультету  
Волинського національного університету імені Лесі Українки  
(протокол № 2 від 27 жовтня 2011 р.)

**Рецензент:**

С.В. Зима – кандидат хімічних наук, доцент Волинського національного університету імені Лесі Українки;

**Сливка Н.Ю.**

**Органічна хімія:** метод. вказівки до лабораторного практикуму. – Луцьк: ВНУ ім. Лесі Українки, 2011. - 22 с.

Методичний посібник містить робочий план лабораторного практикуму та методичні розробки лабораторних робіт з навчального курсу “Органічна хімія”

**Видання розраховане на студентів спеціальності 6.070.800- “Екологія та охорона навколишнього середовища” вищих навчальних закладів освіти заочної форми навчання.**

© Сливка Н.Ю., 2011

© Волинський національний університет імені Лесі Українки,  
2011

## ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

Навчальний курс “Органічна хімія” передбачає вивчення основних класів органічних сполук, їх номенклатури, ізомерії, методів добування, фізичних і хімічних властивостей, знаходження в природі та сфери їх застосування. Метою курсу є узагальнення знань про класи органічних сполук та хімічні властивості, основні методи елементарного органічного синтезу з дотриманням правил техніки експерименту та техніки безпеки. Важлива увага при вивченні органічної хімії студентами спеціальності “Екологія, охорона навколишнього середовища та збалансоване природокористування” приділяється також екологічному аспекту, який розглядається при добуванні, застосуванні та утилізації хімічних продуктів, що містять шкідливі речовини певних класів.

Навчальна дисципліна “Органічна хімія” для студентів спеціальності 6.070.800- “Екологія, охорона навколишнього середовища та збалансоване природокористування” заочної форми навчання викладається у 5-му та 6-му семестрах.

У методичному посібнику наведено робочий план лабораторного практикуму, методичні розробки лабораторних занять, які студенти повинні виконати впродовж шестити лабораторних робіт.

На початку лабораторного практикуму необхідно ознайомитися з технікою безпеки при роботі в лабораторії органічної хімії.

Для допуску до виконання кожного лабораторного заняття перевіряються знання студентами методики та техніки виконання експерименту, оформлення так званої “заготовки” звіту. Для цього в робочому журналі записують короткий зміст досліду, рівняння реакцій і залишають місце для опису спостережень і відповідей на питання і завдання (як правило, кожному абзацу в описі досліду відповідає своє завдання або питання). Після співбесіди і дозволу викладача приступити до роботи, студенти виконують експеримент. Кожна лабораторна робота містить від 6 до 9 дослідів. Характерною особливістю більшості дослідів являється проведення їх з малими кількостями речовин – грамами та їх частинами, в об’ємах 1-5 см<sup>3</sup>, що дозволяє суттєво економити реактиви і час. Операції з невеликими кількостями речовин вимагають акуратності, старання, дотримання чистоти, тобто формують у студентів навички необхідні для роботи в хімічній лабораторії.

На закінчення лабораторної роботи студенту залишиться занести в журнал явища, які спостерігають, записати відповідні рівняння реакцій, відповісти на контрольні запитання і написати узагальнений висновок по роботі.

## РОБОЧИЙ ПЛАН ЛАБОРАТОРНОГО ПРАКТИКУМУ

№ п/п	Тема заняття. Види контролю знань.	К-сть годин
1.	Техніка безпеки в лабораторії. Основні вимоги до проведення лабораторних робіт з органічної хімії. Лабораторна робота № 1: “Алкани, алкени, алкіни”.	2
2.	Лабораторна робота № 2: “Вивчення властивостей ароматичних вуглеводнів”.	2
3.	Лабораторна робота № 3: “Спирти”.	2
4.	Лабораторна робота № 4: “Феноли”.	2
5.	Лабораторна робота № 5: “Карбонільні сполуки”.	2
6.	Лабораторна робота № 6: “Карбонові кислоти і їх функціональні похідні”.	2
	Всього:	12

# ОСНОВНІ ПРАВИЛА ТЕХНІКИ БЕЗПЕКИ ПРИ РОБОТІ У ЛАБОРАТОРІЇ ОРГАНІЧНОЇ ХІМІЇ

## Загальні правила проведення лабораторних робіт

Кожному студенту, що працює в лабораторії, надається місце, яке він повинен утримувати в порядку і чистоті. При виконанні роботи не потрібно загромождувати робоче місце зайвими предметами.

При виконанні лабораторних робіт необхідно **суворо дотримуватись** наступних правил:

1. Перед заняттями студенту необхідно попередньо познайомитися з ходом проведення дослідів за методичним посібником, обдумуючи кожен дію.
2. У хімічній лабораторії потрібно працювати в халаті.
3. Не можна класти на лабораторні столи сторонні предмети (сумки, шапки і ін.), а також вішати в лабораторії верхній одяг.
4. У лабораторії забороняється бігати, голосно розмовляти, їсти, курити.
5. Категорично забороняється працювати в лабораторії самотійно у відсутності лаборанта чи викладача, оскільки навіть невелика непомічена несправність в обладнанні або помилка у виконанні експерименту може привести до важких наслідків.
6. Студентам **категорично забороняється** без дозволу викладача проводити які-небудь дослідів, що не відносяться до даної роботи, або змінювати порядок проведення дослідів. Слід пам'ятати, що кожний, навіть зовні досить простий дослід може виявитися при необдуманному виконанні небезпечним.
7. Під час роботи слід зберігати тишу, порядок і дотримуватися правил безпеки; забороняється займатися сторонніми справами.
8. Потрібно уникати безпосередніх контактів шкіри, очей і дихальних шляхів з хімікатами. Крім того, якщо у вас довге волосся, його слід акуратно прибрати, щоб воно не могло дотикатися до нагрівальних приладів, реактивів і т.д.
9. Після закінчення роботи необхідно прибрати робоче місце, відключити електроприлади і газ, перекрити воду, здати робоче місце лаборанту.
10. Про будь-яку подію в лабораторії, навіть саму незначну, необхідно повідомити викладача або інженера.
11. Не соромитися запитувати про все, в чому у вас виникають сумніви!
12. Перед відходом з лабораторії рекомендується ретельно вимити руки.

## Правила техніки безпеки

1. Виконання лабораторної роботи і кожного окремого дослідів вимагає суворого дотримання всіх вказівок, що містяться в описі роботи. Дослід повинен виконуватися ретельно, акуратно і без поспіху.
2. Хімічні реактиви для дослідів видає лаборант. Доступ студентів до місця зберігання хімічних реактивів є виключеним.

3. Заборонено проводити досліди в брудному посуді, а також користуватися для проведення дослідів речовинами з склянок без етикеток або з нерозбірливим написом.
4. При виконанні робіт потрібно дбайливо витратити реактиви, електроенергію і воду.
5. Не дозволяється брати реактиви незахищеними руками. Для цього слід використовувати шпателі та ложки.
6. Насипати або наливати реактиви необхідно на столі: сухі – над аркушем паперу, рідкі над скляною посудиною.
7. Не можна виливати надлишок реактиву з пробірки назад в реакційну склянку.
8. Не слід плутати корки від різних склянок. Щоб внутрішня сторона корка залишалася чистою, його кладуть на стіл зовнішньої поверхнею.
9. Не можна переносити реактиви загального користування на своє робоче місце.
10. У лабораторії забороняється пробувати на смак реактиви.
11. Всі роботи з отруйними і пахучими речовинами, з концентрованими розчинами кислот, лугів, а також упарювання їх розчинів слід проводити тільки у витяжній шафі. Дверцята шафи під час роботи повинні бути опущені до 18-20 см від її робочої поверхні.
12. Подрібнення твердих речовин, що дають їдкий пил (лугів, йоду і ін.), розведення концентрованих кислот і лугів, приготування хромової суміші і т.п. потрібно проводити у фарфоровій посудині, а також у витяжній шафі, захистивши очі окулярами, а руки рукавичками.
13. Для одержання розчинів з концентрованих кислот необхідно лити **кислоту у воду**, а не навпаки, постійно перемішуючи. Розчинення концентрованої кислоти у воді, а особливо сульфатної супроводжується сильним нагріванням і розбризкуванням рідини, що може призвести до опіків.
14. Для розбавлення та змішування концентрованих кислот, а також для змішування речовин, які супроводжуються виділенням теплоти, потрібно користуватися хімічним тонкостінним скляним або фарфоровим посудом.
15. З легкозаймистими рідинами не можна працювати поблизу нагрівальних приладів. Забороняється нагрівати летючі легкозаймісті рідини, речовини (ефіри, бензини, спирти, ацетон і т.д.) на відкритому полум'ї. Для цього необхідно використовувати водяну або масляну баню.
16. Нагрівання на пальнику проводять наступним чином: спочатку прогрівають пробірку з вмістом протягом 15–20 секунд, потім приступають безпосередньо до нагрівання вмісту пробірки. При нагріванні не можна торкатися дном пробірки до отвору пальника. На пальнику можна нагрівати тільки посуд з термостійкого скла.
17. Пробірки при нагріванні закріплюють або в штативній лапці або в пробіркотримачі ближче до отвору. Отвір пробірки необхідно направляти від себе і оточуючих, щоб уникнути викиду речовин з пробірки.

18. Знайомлячись із запахом речовини, не можна нахилитися над посудиною з рідиною і вдихати повними грудьми. Для цього потрібно направити рукою струмінь повітря від отвору посудини до себе і зробити носом легкий вдих.
19. Забороняється набирати ротом за допомогою піпетки або трубки будь-які речовини. Для цього слід користуватися сифоном або гумовою грушею.
20. При наливанні реактивів не можна нахилитися над отвором посудини щоб уникнути попадання бризків на обличчя та одяг. При використанні пробіркодержача необхідно затискати пробірку ближче до відкритого кінця. Не можна також нахилитися над рідиною, що нагрівається, так як її може викинути. Ніколи не направляйте відкритий кінець пробірки до себе або у бік вашого сусіда.
21. Не можна виливати в раковину залишки розчинників, горючих речовин, реакційні суміші, розчини кислот, лугів і інших шкідливих речовин. Вони повинні збиратися в спеціальній посуд з етикеткою «злив органіки».
22. Заборонено засмічувати раковини і зливи піском, папером, битим посудом і іншими твердими відходами, що приводить до виходу каналізації з ладу. Всі тверді відходи слід викидати в урну.



## Лабораторна робота № 1

### АЛКАНИ, АЛКЕНИ, АЛКІНИ

**МЕТА РОБОТИ:** познайомитися з лабораторним методом отримання алканів, алкенів, алкінів. Вивчити деякі фізичні і хімічні властивості алканів, алкенів, алкінів.

#### Дослід 1. Одержання метану і вивчення його властивостей

В суху пробірку на третину об'єму насипають добре розтерту в ступці суміш, що складається з однієї частини безводного натрій ацетату та двох частин прожареного натронного вапна ( $\text{NaOH} + \text{CaO}$ ). Пробірку закривають корком з газовідвідною трубкою і закріплюють у штативі. В одну пробірку наливають 2–3 мл розчину калій перманганату і підкисляють 1–2 краплями концентрованої сульфатної кислоти, в іншу пробірку – 2 мл бромної води. Суміш нагрівають на полум'ї. Що відбувається?

Перевіряють здатність газу, який виділяється, до окиснення та приєднання броду. Для цього газовідвідну трубку послідовно занурюють у пробірки, що містять розчини калій перманганату і бромної води. Пропускання газу проводять протягом 20–30 с. Після цього газовідвідну трубку перевертають догори і підпалюють газ біля кінця газовідвідної трубки.

Після охолодження пробірки до вмісту додають декілька крапель концентрованої хлоридної кислоти.

#### *Запитання і завдання*

1. Чому використовується безводний натрій ацетат? Навіщо необхідно використовувати натронне вапно? Складіть рівняння реакції одержання метану.
2. Як змінюється забарвлення розчинів калій перманганату і бромної води при пропусканні через них метану? До якого гомологічного ряду відноситься метан?
3. Який колір полум'я при горінні метану? Чому? Напишіть рівняння реакції горіння.
4. Для чого виконують останній дослід? Опишіть, що спостерігають і складіть рівняння реакції.

#### Дослід 2. Галогенування насичених вуглеводнів

У суху пробірку наливають п'ять крапель гексану і додають 1–2 краплі розчину броду в тетрахлорометані. Вміст пробірки струшують протягом 1 хв. Якщо змін не відбувається, то обережно нагрівають пробірку до зникнення забарвлення (дослід проводять у витяжній шафі!). Після цього до отвору пробірки підносять скляну паличку, змочену концентрованим розчином амоніаку, або вологий синій лакмусовий папірець.

Відзначте зміни, що відбуваються.

#### *Запитання і завдання*

1. Які зміни можуть відбуватися з сумішшю до нагрівання?
2. На що вказує зникнення забарвлення при нагріванні суміші? Напишіть рівняння відповідної реакції.
3. Для чого використовують концентрований розчин амоніаку (або індикатор)? Напишіть рівняння реакції.

### **Дослід 3. Одержання етилену та вивчення його властивостей**

В суху пробірку поміщають 5–6 мл суміші етилового спирту та концентрованої сульфатної кислоти і вносять “кипілку” для забезпечення рівномірного кипіння. Пробірку закривають корком з газовідвідною трубкою і закріплюють похило у лапці штатива. Суміш у пробірці обережно нагрівають, слідкуючи, щоб рідину не виштовхнуло з пробірки.

В одну пробірку наливають 5–6 крапель 0,1 н. розчину калій перманганату, а в другу – стільки ж бромної води. Газовідвідну трубку по черзі занурюють у кожен з пробірок і пропускають газ, що виділяється, через розчини у пробірках.

Що спостерігається?

Етилен, що виділяється, підпалюють біля кінця газовідвідної трубки. Записують спостереження.

#### ***Запитання і завдання***

1. Яка роль концентрованої сульфатної кислоти в реакції одержання етилену? Відповідь підтвердіть рівняннями реакцій.
2. Як змінюється забарвлення розчинів калій перманганату і бромної води при пропусканні через них етилену? До якого гомологічного ряду відноситься етилен? Напишіть рівняння проведених реакцій.
3. Який колір полум'я при горінні етилену? Чому? Напишіть рівняння реакції горіння.

### **Дослід 4. Одержання ацетилену та вивчення його властивостей**

У пробірку поміщають декілька шматочків кальцій карбиду. Наливають 1 – 2 мл води і швидко закривають пробірку корком з газовідвідною трубкою. Відразу спостерігається виділення газу ацетилену, який має специфічний запах. Ацетилен за допомогою газовідвідної трубки послідовно пропускають через підготовлені розчини калій перманганату, бромну воду, амоніачного розчину купрум (I) хлориду та амоніачного розчину аргентум (I) гідроксиду. Для приготування останнього в пробірку вносять 2 краплі розчину аргентум нітрату і декілька крапель концентрованого розчину амоніаку (до зникнення осаду аргентум (I) оксиду, що спочатку утворюється). Так само, як і в попередніх дослідах, вивчають горіння ацетилену на повітрі.

Після проведення досліду отримані ацетиленіди потрібно негайно знищити. Для цього їх поміщають у стаканчик з водою і додають концентровану хлоридну (або сульфатну) кислоту, об'єм якої становить  $\frac{1}{4}$  частину від об'єму води.

### **Запитання і завдання**

1. Складіть рівняння реакції одержання ацетилену з використанням структурних формул.
2. Поясніть знебарвлення розчину калій перманганату при пропусканні ацетилену. Складіть рівняння окисно-відновних реакції, приймаючи, що кінцевими продуктами є оксид карбону (IV), мангану (II) сульфат, калію сульфат і вода.
3. Поясніть, чому відбувається знебарвлення бромної води при пропусканні ацетилену. Напишіть рівняння реакції.
4. Відмітьте зміни, що відбуваються при взаємодії ацетилену з амоніачними розчинами хлориду міді (I) і аргентум оксиду. Які алкіни не можуть вступати в реакції з даними реагентами?
5. Що спостерігається при горінні ацетилену? Поясніть. Напишіть рівняння реакції горіння ацетилену на повітрі.

### **Дослід 5. Відношення рідких алканів до окиснювачів**

До 1 мл рідкого алкану додають 0,5 мл розчини калій перманганату. Вміст пробірки струшують протягом хвилини, якщо потрібно нагрівають на водяній бані.

#### **Завдання**

1. Відзначте зміни, що відбуваються.

## **Лабораторна робота № 2**

### **ВИВЧЕННЯ ВЛАСТИВОСТЕЙ АРОМАТИЧНИХ ВУГЛЕВОДНІВ**

**МЕТА РОБОТИ:** познайомитися з лабораторним методом отримання ароматичних вуглеводнів, вивчити деякі фізичні і хімічні властивості аренів і їх гомологів. Познайомитися з властивостями поліядерних ароматичних сполук на прикладі нафталену.

#### **Дослід 1. Одержання бензену з натрій бензоату**

У суху пробірку поміщають 1 г натрій бензоату і 4 г натронного вапна. Суміш ретельно перемішують, закривають корком з газовідвідною трубкою і нагрівають на полум'ї пальника. Кінець газовідвідної трубки занурюють у пробірку з холодною водою. Утворений бензен можна виявити за характерним запахом.

Одержаний бензен розділяють на три пробірки. В першу додають 1 мл води, в другу – 1 мл етанолу, в третю – 1 мл діетилового етеру. Струшують вміст пробірок, спостерігають розчинність в даних розчинниках.

#### **Запитання і завдання**

1. Напишіть рівняння реакції отримання бензену.
2. Який агрегатний стан має бензен? Зробіть висновок про розчинність бензену у воді і органічних розчинниках.

3. Складіть рівняння горіння бензену на повітрі. Відзначте характер горіння і порівняйте з горінням метану.

### **Дослід 2. Окиснення бензену та його гомологів**

В одну пробірку наливають 0,5 мл бензену, а в іншу таку ж кількість толуену і додають по 1 мл розчину калій перманганату, підкисленого краплею розчину сульфатної кислоти. Вміст пробірки струшують протягом 1–2 хвилин. Якщо забарвлення розчину не змінюється, то нагрівають вміст обох пробірок на водяній бані.

#### **Завдання**

1. Відзначте зміни, що відбуваються і у якій з пробірок. Напишіть відповідне рівняння реакції.

### **Дослід 3. Взаємодія бензену з бромом**

В одну пробірку наливають по 1 мл бензену та бромної води і струшують.

Що спостерігається?

У другу пробірку поміщають 1 мл бензену, 1 мл розчину бром у тетраклорметані і 0,5 г залізних стружок. Вміст пробірки нагрівають на водяній бані та спостерігають виділення газу. До отвору пробірки підносять смужку вологого синього лакмусового папірця.

#### **Запитання і завдання**

1. Зробіть висновок про взаємодію бензену з бромною водою. З чим можна порівняти хімічне відношення бензену до бром у – з алканами чи з алкенами?
2. Навіщо додають залізні ошурки? Зробіть висновки про бромовання аренів у присутності феруму та без нього. Напишіть рівняння бромовання бензену у присутності феруму і без нього.

### **Дослід 4. Сульфування ароматичних сполук**

У дві пробірки поміщають по 3 краплі бензену і толуену, в третю – декілька кристаликів нафталену. У кожен пробірку наливають по 4–5 крапель концентрованої сульфатної кислоти і нагрівають на киплячій водяній бані при постійному струшуванні. Нафтален частково сублімується і кристалізуються на стінках пробірки вище рівня рідини, його необхідно повторно розплавити, прогріваючи всю пробірку. Для кожного вуглеводню відзначають час, необхідний для отримання однорідного розчину.

Після цього пробірки охолоджують у холодній воді і додають по 0,5 мл води. Якщо сульфування пройшло повністю, утворюється прозорий розчин, оскільки сульфокислоти добре розчинні у воді.

#### **Запитання і завдання**

1. Напишіть рівняння сульфування аренів. Які похідні при цьому одержуються? У яке положення йде заміщення на сульфогрупу в толуені і нафталені?
2. Чому сульфопохідні аренів розчинні у воді? За якою ознакою можна судити про те, що сульфування пройшло повністю?

### **Дослід 5. Нітрування бензену і толуену**

У плоскодонній колбі (або стакані) обережно при охолодженні льодом змішують 2 мл концентрованої нітратної кислоти з 3 мл концентрованої сульфатної кислоти (дослід проводять у витяжній шафі!). Охолоджену суміш ділять на дві пробірки і поступово по краплях додають по 1,5 мл в одну бензен, в іншу – толуен, постійно струшуючи. При цьому спостерігають, щоб температура реакційної суміші не перевищувала 50–60°C. Після додавання арену суміш струшують 3–5 хвилин і виливають в стаканчик, що містить 20 мл води. Нітросполуки осідають у вигляді важких маслянистих крапель і мають характерний запах.

Нітросполуки отруйні, тому після досліду їх необхідно злити в спеціальні склянки.

#### **Запитання і завдання**

1. Напишіть рівняння нітрування аренів і назвіть продукти реакцій. У яке положення йде заміщення на нітрогрупу в толуені?
2. Порівняйте час утворення нітропохідних бензену і толуену та відзначте їх колір.

### **Дослід 6. Нітрування нафталену**

У пробірку з 0,3 г нафталену додають 2 мл концентрованої нітратної кислоти. Суміш розмішують скляною паличкою і нагрівають 5 хвилин на киплячій водяній бані. Далі гарячий розчин виливають в стакан з холодною водою. При охолодженні нітронафтален кристалізується.

Запитання і завдання

Напишіть рівняння нітрування нафталену. У яке положення йде заміщення на нітрогрупу в нафталені? Якого кольору отриманий продукт.

### **КОНТРОЛЬНІ ЗАПИТАННЯ:**

1. Як змінюється агрегатний стан алканів і алкенів в гомологічному ряді?
2. Які з вивчених класів сполук хімічно більш активні?
3. Які реакції характерні для насичених і ненасичених вуглеводнів?
4. Охарактеризуйте відношення алканів і алкенів до концентрованих кислот, бромів і окисників.
5. Чому у ряді сполук метан, етен, етин при їх горінні полум'я стає кіптявим?
6. Порівняйте реакційну здатність аренів в реакціях заміщення і приєднання з алканами, алкенами, алкінами? Які реакції найбільш характерні для аренів?
7. Порівняйте реакційну здатність нафталену і бензену в реакціях електрофільного заміщення.
8. Зробіть висновок про відношення бензену і його гомологів до окисників.

## Лабораторна робота № 3

### СПИРТИ

**МЕТА РОБОТИ:** вивчити деякі фізичні і хімічні властивості насичених одноатомних спиртів. Відзначити якісні реакції на багатоатомні спирти. Оцінити взаємний вплив гідроксильної групи і бензольного ядра.

#### **Дослід 1. Розчинність спиртів у воді і їх кислотний характер**

У суху пробірку наливають 1 мл етанолу. По краплях додають до спирту 1 мл води. Розчин етанолу розділяють на дві пробірки і додають в першу – 1–2 краплі розчину лакмусу, в другу – стільки ж розчину фенолфталеїну.

Дослід повторюють з ізоаміловим спиртом.

#### **Запитання і завдання**

1. На основі проведених спостережень зробіть висновок про розчинність у воді запропонованих спиртів. Поясніть причину.
2. Чи змінюється забарвлення індикаторів? Зробіть висновок про кислотний характер водного розчину етанолу.

#### **Дослід 2. Отримання діетилового етеру**

У суху пробірку вносять по 0,5 мл етанолу і концентрованої сульфатної кислоти. Суміш обережно підігрівають до утворення бурого розчину. До гарячої суміші дуже обережно доливають 0,5 мл етилового спирту.

#### **Запитання і завдання**

1. Напишіть рівняння реакції і вкажіть тип реакції. За якою ознакою можна визначити діетиловий естер?
2. Через які проміжні стадії протікає реакція?
3. Чому реакцію проводять при незначному нагріванні? Які побічні продукти можуть утворитися в даній реакції?
4. Чи має вплив на склад продуктів реакції співвідношення етанолу і сульфатної кислоти?

#### **Дослід 3. Утворення естеру**

У пробірку наливають по 0,5 мл ізоамілового спирту і концентрованої ацетатної кислоти, потім додають 2 краплі концентрованої сульфатної кислоти. Суміш обережно підігрівають і виливають в стакан з водою.

#### **Запитання і завдання**

1. Напишіть рівняння реакції, назвіть продукти. Вкажіть тип реакції. За якою ознакою можна визначити, що утворюється естер?
2. Відзначте розчинність естеру у воді.

#### **Дослід 4. Окиснення етанолу купрум (II) оксидом**

У полум'ї спиртівки добре прожарюють мідний дріт, що має на кінці петлю. Потім опускають її в пробірку з 1 мл етанолу. Цю операцію повторюють декілька разів до зміни запаху реакційної суміші.

До охолодженого розчину додають декілька крапель фуксинсірчистої кислоти.

#### ***Запитання і завдання***

1. Якого кольору стає мідний дріт після прожарювання? Чому? Напишіть рівняння реакції.
2. Якого кольору стає дріт після його опускання в етанол? Чи є запах? Якій речовині він відповідає? Свої судження підтвердіть рівняннями реакцій.
3. Яку проведено якісну реакцію? Появу якого забарвлення розчину спостерігають?

#### **Дослід 5. Окиснення етилового спирту сильними окисниками**

У пробірку наливають 2–3 краплі розчину сульфатної кислоти, 0,5 мл розчину калій перманганату (або калій біхромату) і стільки ж етилового спирту. Вміст пробірок обережно нагрівають в полум'ї спиртівки до зміни забарвлення.

#### ***Запитання і завдання***

1. Складіть рівняння відповідної реакції.
2. Що відбувається із забарвленням розчину? Відмітьте характерний запах речовини, що утворилася.

#### **Дослід 6. Утворення йодоформу із спирту**

У пробірці змішують 0,5 мл етанолу, 3–4 краплі розчину йоду в калій йодиді і стільки ж розчину лугу. Суміш трохи підігрівають, з'являється біла суспензія із стійким характерним запахом йодоформу. Якщо суспензія зникає, додають до ще теплого розчину 2–3 краплі розчину йоду. Через декілька хвилин при охолодженні випадають кристали. Аналогічно проводять реакцію з пропан-1-олом.

#### ***Запитання і завдання***

1. Напишіть рівняння реакції. Який колір кристалів, що випали в осад?
2. Порівняйте відношення до цієї реакції різних спиртів. Чи можна дану реакцію назвати якісною реакцією на спирти?

#### **Дослід 7. Взаємодія багатоатомних спиртів з купрум (II) гідроксидом**

У дві пробірки поміщають по 1 мл розчину купрум (II) сульфату і по 1 мл розчину натрій гідроксиду. У першу пробірку додають 0,5 мл етанолу, в другу – стільки ж гліцеролу і струшують. Нагрівають вміст пробірок.

#### ***Запитання і завдання***

1. Опишіть явища, що спостерігаєте і складіть відповідні рівняння реакцій. Відзначте колір продуктів реакцій, що утворюються. Як називаються термічно стійкі сполуки, що утворюється?

2. На основі одержаних спостережень зробіть висновок про рухливість атома водню у функціональній групі в одно- і багатоатомних спиртах. З яким ефектом це пов'язано?
3. Чи можна дану реакцію вважати якісною на багатоатомні спирти?

## Лабораторна робота № 4

### ФЕНОЛИ

**МЕТА РОБОТИ:** вивчити деякі фізичні і хімічні властивості фенолів. Відзначити якісні реакції на феноли.

#### **Зверніть увагу!**

При роботі з фенолом не можна допускати його попадання на шкіру, він викликає опіки. Якщо це трапилось, необхідно добре промити уражене місце теплою водою. Після виконання дослідів вміст всіх пробірок виливають тільки в спеціальний злив. Добре промийте пробірки.

#### **Дослід 1. Розчинність фенолу у воді, одержання і розклад натрій феноляту**

У пробірку поміщають декілька кристалів фенолу і 2 мл води. Пробірку закривають корком і енергійно струшують. Обережно нагрівають вміст пробірки, а потім знову охолоджують. У пробірку вносять 2–3 краплі розчину натрій гідроксиду і краплю фенолфталеїну. До вмісту пробірки додають при струшуванні краплями розчин фенолу до зникнення забарвлення. Одержаний розчин розділяють на дві частини (для порівняння) і до однієї з них додають 2 краплі розчину хлоридної кислоти.

Аналогічні досліди проводять з іншими фенолами:  $\alpha$ -нафтолом, резорцином.

#### **Запитання і завдання**

1. Зробіть висновок про залежність розчинності фенолу у воді від температури.
2. Чим при розшаруванні є верхній і нижній шари?
3. Поясніть, що спостерігаєте при додаванні розчинів лугу і хлоридної кислоти. Напишіть рівняння реакцій.
4. Охарактеризуйте кислотні властивості фенолів в ряді: фенол,  $\alpha$ -нафтол, резорцин.
5. Порівняйте відношення фенолів і спиртів до лугів? У чому відмінність? Чому?

#### **Дослід 2. Бромовання фенолу**

Дослід проводять під тягою! У суху пробірку поміщають декілька кристалів фенолу і наливають 0,5 мл розчину бром у тетрахлорометані. До



отвору пробірки підносять вологий лакмусовий папірець. У пробірку поміщають декілька кристалів фенолу і 2 мл води і додають до емульсії декілька крапель бромної води при постійному струшуванні до утворення осаду.

#### **Запитання і завдання**

1. Опишіть, що спостерігаєте при взаємодії фенолу з розчином  $\text{Br}_2$  в  $\text{CCl}_4$ . Складіть рівняння реакції.
2. Що за речовина утворюється у вигляді диму? Що показує індикатор?
3. Порівняйте умови бромовання фенолу з бенzenом.
4. Яка речовина випадає в осад (якого кольору?) при взаємодії розчину фенолу з бромною водою? Напишіть відповідне рівняння реакції. Чи можна рахувати цю реакцію якісною на феноли?

#### **Дослід 3. Сульфонування фенолу**

У двох пробірках змішують декілька кристалів фенолу з 2–3 краплями концентрованої сульфатної кислоти і струшують їх до розчинення. Одну з пробірок нагрівають на киплячій водяній бані 2–3 хвилини. Вміст пробірок виливають в пробірки з 2 мл холодної води (обережно!).

#### **Запитання і завдання**

1. Опишіть, що спостерігаєте. Поясніть, що відбувається. Складіть рівняння відповідної реакції.
2. У яке положення йде заміщення на сульфогрупу? До якого типу відноситься дана реакція?

#### **Дослід 4. Нітрування фенолу**

Готують нітруючий реагент, змішуючи 0,5 мл концентрованої нітратної кислоти з таким самим об'ємом води. В іншій пробірці розчиняють декілька кристалів фенолу в 0,5 мл води. Розведену нітратну кислоту по краплях при струшуванні і охолодженні доливають до розчину фенолу. Додають в пробірку ще 0,5 мл води і закривають її корком з газовідвідною трубкою. Обережно нагріваючи вміст пробірки до кипіння, переганяють частину рідини з *o*-нітрофенолом в суху чисту пробірку (не можна допускати перекидання рідини!). *o*-нітрофенол при охолодженні утворює жовті кристали з характерним запахом гіркої мигдалю. У реакційній пробірці залишається *n*-ізомер.

#### **Запитання і завдання**

1. Складіть рівняння реакції нітрування фенолу.
2. Чому можливе розділення ізомерів нітрофенолу? Чим це пояснюється?
3. Порівняйте умови нітрування фенолу і бензену.

#### **Дослід 5. Реакції фенолів з ферум (III) хлоридом**

У пробірку з 0,5 мл розчину фенолу додають 2–3 краплі розчину ферум (III) хлориду.

Аналогічні досліді проводять з водними розчинами пірокатехіну, резорцину, гідрохінону, пірогалолу,  $\alpha$ -нафтолу, пікринової кислоти.

### **Запитання і завдання**

1. Відзначте забарвлення одержаних розчинів.
2. Чи може вказана реакція бути якісною на феноли?

### **Дослід 6. Гідроліз ацетилсаліцилової кислоти**

У двох пробірках розчиняють декілька кристалів ацетилсаліцилової кислоти в 1 мл води. Одну з них обережно доводять до кипіння і кип'ять протягом 1–2 хвилин.

До розчинів в обох пробірках додають 2–3 краплі розчину ферум (III) хлориду.

### **Запитання і завдання**

1. Поясніть зміни забарвлення при додаванні розчину ферум (III) хлориду.
2. Напишіть рівняння відповідної реакції. До якого типу відноситься дана реакція?

### **КОНТРОЛЬНІ ЗАПИТАННЯ:**

1. Які типи реакцій характерні для аліфатичних спиртів та фенолів?
2. Чим визначаються властивості, характерні для спиртів? Які це властивості?
3. Які речовини утворюються в результаті окиснення первинних, вторинних і третинних спиртів?
4. Які спирти більш реакційноздатні: одно- чи багатоатомні? Як це підтвердити?
5. Які якісні реакції на одноатомні і багатоатомні спирти Ви вивчили?
6. Порівняйте хімічні властивості і реакційну здатність спиртів і фенолів.
7. Яке відношення фенолів до окиснювачів?
8. Які реакції можна вважати якісними на феноли?

## **Лабораторна робота № 5**

### **КАРБОНІЛЬНІ СПОЛУКИ**

**МЕТА РОБОТИ:** одержати лабораторним методом ацетальдегід і ацетон. Вивчити деякі фізичні і хімічні властивості аліфатичних і ароматичних альдегідів, ацетону. Порівняти відновлюючу здатність альдегідів і кетонів. Познайомитися з характерними реакціями на альдегіди і кетони.

### **Дослід 1. Реакція з фуксинсірчистою кислотою**

У п'ять пробірок поміщають по 0,5 мл свіжоприготованого безбарвного розчину фуксинсірчистої кислоти і додають по 2 краплі в одну – розчину формальдегіду, в другу – бензальдегіду, в третю – ацетону, в четверту – циклогексанону, в п'яту – діетилкетону. Струшують. Через декілька хвилин з'являється забарвлення.

### **Запитання і завдання**

1. Відзначте забарвлення розчину. Напишіть схему протікання реакцій.
2. Чи є реакція з утворенням основ Шиффа якісною на всі альдегіди і кетони?

### **Дослід 2. Реакція альдегідів і кетону з амоніачним розчином аргентум (I) гідроксиду**

У три чисті знежирені пробірки вносять по 2 краплі розчину аргентум нітрату і по 3–4 краплі концентрованого розчину амоніаку (до повного розчинення осаду оксиду срібла (I)). Після цього додають по 2 краплі в першу пробірку – розчину формальдегіду, в другу – бензальдегіду, в третю – ацетону. Вміст пробірок обережно нагрівають на полум'ї пальника.

**Увага! Розчини після реакції здати лаборанту і промити пробірки.**

### **Запитання і завдання**

1. Яка комплексна сполука Аргентуму утворюється при взаємодії аргентум нітрату з надлишком амоніаку? Як називається цей реактив?
2. Відзначте зміни, що відбуваються в пробірках. Поясніть процеси, які відбуваються. Чи є дана реакція якісною на альдегіди і кетони? Напишіть рівняння відповідних реакцій.
3. Як ще називають дану реакцію?

### **Дослід 3. Окиснення альдегідів купрум (II) гідроксидом**

У дві пробірки поміщають по 0,5 мл розчин натрій гідроксиду, додають по 0,5 мл води і 2–3 краплі розчину купрум (II) сульфату. У першу пробірку доливають 2 краплі розчину формальдегіду, в другу – 2 краплі бензальдегіду. Верхню частину пробірок нагрівають в полум'ї пальника і спостерігають зміну забарвлення розчину в процесі нагрівання.

### **Запитання і завдання**

1. Опишіть процеси, що спостерігаєте і складіть відповідні рівняння реакцій.
2. Що спільного між реакціями взаємодії альдегідів з купрум (II) гідроксидом і амоніачним розчином аргентум (I) гідроксиду?

### **Дослід 4. Одержання і гідроліз уротропіну**

У пробірку поміщають краплю розчину фенолфталеїну і по 0,5 мл розчину формальдегіду і розчину амоніаку. Додають ще декілька крапель розчину амоніаку до утворення незникаючого малинового забарвлення (надлишок амоніаку). Декілька крапель розчину переносять на предметне скло і обережно випарюють над полум'ям пальника до появи кристалів уротропіну (гексаметилентетраміну). Розчин уротропіну ділять на дві пробірки. У одну пробірку додають при струшуванні 1–2 краплі розчину натрій гідроксиду, в другу – краплю хлоридної кислоти (при кип'ятінні). Продукти гідролізу можна визначити по запаху або реакцією з фуксинсірчистою кислотою.

### **Запитання і завдання**

1. Напишіть рівняння синтезу уротропіну. Якого кольору кристали одержаного продукту? Хто вперше одержав уротропін?

2. Яка реакція середовища водного розчину уротропіну?
3. Чому випарювання необхідно проводити обережно?
4. Складіть рівняння гідролізу уротропіну.

#### **Дослід 5. Реакція бензальдегіду і ацетону з натрій гідросульфідом**

У дві пробірки наливають по 0,5 мл насиченого розчину натрій гідросульфіду. У першу додають 3 краплі бензальдегіду, в другу – 3 краплі ацетону. Суміші в пробірках енергійно струшують і спостерігають випадання кристалів відповідних речовин. До одержаних кристалів додають розведений розчин хлоридної (або сульфатної) кислоти.

#### **Запитання і завдання**

1. Напишіть рівняння синтезу і розпаду гідросульфідів бензальдегіду і ацетону.
2. До якого типу відноситься дана реакція? Чи є дана реакція якісною на карбонільну групу?

#### **Дослід 6. Реакція з гідрохлоридом гідроксиламіну**

У дві пробірки поміщають по 2 краплі відповідно ацетальдегіду і ацетону і додають 1 мл розчину гідрохлорид гідроксиламіну. Суміші нагрівають на водяній бані і додають в кожен пробірку по 1 краплі метилового оранжевого.

#### **Запитання і завдання**

1. Напишіть відповідні рівняння реакцій.
2. Поясніть, чому дану реакцію можна використовувати для кількісного визначення альдегідів?

#### **Дослід 7. Йодоформна реакція кетону**

У дві пробірки наливають по 3 краплі розчину йоду в калій йодиді і по 0,5 мл розчину натрій гідроксиду. До знебарвлених розчинів додають в одну – 2 краплі розчину ацетону, в іншу – 2 краплі етанолу.

#### **Питання і завдання**

1. За якими ознаками можна судити про утворення йодоформу? Напишіть рівняння реакцій.
2. Чи характерна йодоформна реакція для всіх кетонів?

#### **КОНТРОЛЬНІ ЗАПИТАННЯ:**

1. Чому низькомолекулярні альдегіди і кетони добре розчиняються у воді?
2. Якими ще лабораторними методами можна одержати альдегіди?
3. Які продукти реакції характерні при окисненні альдегідів?
4. Чому кетони піддаються окисненню в жорсткіших умовах, ніж альдегіди?
5. Для яких класів сполук характерна галоформна реакція?

## Лабораторна робота 6

### КАРБОНОВІ КИСЛОТИ І ЇХ ФУНКЦІОНАЛЬНІ ПОХІДНІ

**МЕТА РОБОТИ:** вивчити деякі фізичні і хімічні властивості одно- і багатоосновних карбонових кислот і їх функціональних похідних.

#### Дослід 1. Кислотні властивості карбонових кислот

У три пробірки наливають по 0,5 мл водних розчинів карбонових кислот: форміатної, ацетатної, оксалатної. У першу пробірку додають краплю метилового оранжевого, в другу – краплю лакмусу, в третю – краплю фенолфталеїну.

У пробірку поміщають декілька кристалів бензойної кислоти і додають 0,5 мл розчину натрій гідроксиду. Вміст пробірки струшують до розчинення кристалів. До одержаного розчину додають краплями розчин хлоридної кислоти до випадання осаду.

#### Запитання і завдання

1. Як змінюється забарвлення різних індикаторів в розчинах кислот?
2. Опишіть явища, які спостерігали при взаємодії бензойної кислоти з натрій гідроксидом і подальшою обробкою хлоридною кислотою відповідними рівняннями реакцій. До якого типу відноситься дана реакція?

#### Дослід 2. Вивчення відношення карбонових кислот до окисника

У пробірку поміщають небагато форміатної кислоти, додають дві краплі розчину калій перманганату і 2–3 краплі розчину сульфатної кислоти. Вміст пробірки обережно нагрівають і досліджують газ, що виділяється вапняною (або баритовою) водою. Аналогічні досліди проводять з ацетатною і оксалатною кислотами.

#### Запитання і завдання

1. Опишіть явища, які спостерігаєте. Який газ виділяється? Як ще можна довести утворення газу? Напишіть відповідні рівняння реакцій.
2. Чи є різниця у відношенні до окисника кислот: форміатної, ацетатної, оксалатної?

#### Дослід 3. Одержання естерів карбонових кислот

У суху пробірку поміщають небагато порошку безводного натрій ацетату (висота шару 1–2 мм), 3 краплі етилового спирту і 2 краплі концентрованої сульфатної кислоти. Обережно нагрівають вміст пробірки. Для кращої ідентифікації запаху естеру вміст пробірки виливають у стакан з водою, при цьому домішки розчиняються. Одержаний естер розміщується на поверхні води, утворюючи шар прозорої рідини з приємним запахом.

В сухій пробірці змішують декілька кристаликів бензойної кислоти, 4 краплі етилового спирту і 2 краплі концентрованої сульфатної кислоти. Суміш обережно нагрівають до кипіння. Одержану безбарвну рідину

виливають у стаканчик з водою. Частина бензойної кислоти, що не вступила в реакцію, випадає в осад.

#### ***Запитання і завдання***

1. Відзначте характерні запахи естерів. Яка розчинність одержаних естерів у воді?
2. Напишіть рівняння синтезів естерів. Як називається дана реакція? До якого класу органічних речовин відносяться продукти реакцій? Назвіть їх за номенклатурою IUPAC.

#### **Дослід 4. Якісна реакція на естери**

В пробірці нагрівають 2-3 краплі етилацетату з 2-ма краплями насиченого розчину гідрохлорид гідроксиламіну в метиловому спирті і залишають стояти на 1 хвилину. Тоді додають 1 краплю насиченого спиртового розчину калій гідроксиду і обережно нагрівають до початку кипіння. Після охолодження суміш підкислюють 3-5 краплями 1 моль/л хлоридної кислоти і додають 1 краплю 3%-ного розчину ферум (III) хлориду.

Аналогічно проводять дослід з ізоамілацетатом.

#### ***Запитання і завдання***

- Опишіть, що спостерігаєте. Якого кольору одержані розчини?  
В залежності від чого розчин забарвлюється у різні відтінки?

#### **Дослід 5. Гідроліз жирів у водно-спиртовому розчині**

У пробірку поміщають небагато твердого жиру і 3 мл спиртового розчину натрій гідроксиду. Суміш перемішують скляною паличкою, поміщають в киплячу водяну баню і нагрівають протягом 4–5 хвилин до утворення однорідної маси. Реакцію можна вважати закінченою, якщо взята скляною паличкою крапля реакційної маси повністю розчиниться в 4–5 мл води (на поверхні не утворюються крапельки жиру) з утворенням піни при струшуванні. Після цього до одержаної густої рідини додають 3–4 мл насиченого розчину натрій хлориду. Після розшарування рідини суміш охолоджують і відділяють шматочок мила, який затвердів. Його використовують для наступних дослідів.

#### ***Запитання і завдання***

1. Запишіть рівняння гідролізу жиру. Як довести, що утворюється мило? Чому використовується спиртовий розчин лугу?
2. Навіщо використовується насичений розчин натрій хлориду?

#### **Дослід 6. Взаємодія рослинного масла з водним розчином калій перманганату (реакція Вагнера)**

В пробірку наливають 2-3 краплі соняшникової олії, 1 мл 1%-го розчину натрій карбонату і 1 мл 1%-го розчину калій перманганату. Суміш енергійно струшують.

#### ***Запитання і завдання***

1. Запишіть спостереження. Як змінюється забарвлення розчину?

2. Напишіть рівняння реакції окиснення ненасичених жирних вищих кислот, які входять в склад мила.

**Дослід 7. Виділення вільних жирних кислот з мила і вивчення їх властивостей**

У пробірці змішують 0,5 мл насиченого розчину мила з 2 краплями розчину сульфатної кислоти і одержану суміш нагрівають на полум'ї пальника.

До отриманої суміші додають 2–3 краплі бромної води і вміст пробірки струшують.

**Запитання і завдання**

1. Що утворюється при взаємодії мила з сульфатною кислотою? Напишіть рівняння реакції.
2. Що відбувається при додаванні бромної води? Напишіть рівняння реакції. Які кислоти входять до складу жирів і мила?

**КОНТРОЛЬНІ ЗАПИТАННЯ:**

1. Чим зумовлені кислотні властивості карбонових кислот?
2. Порівняйте відношення карбонових і неорганічних кислот до активних металів і гідроксидів металів.
3. Порівняйте взаємодію солей карбонових і слабких неорганічних кислот з сильними кислотами.
4. Як можна визначити функціональні похідні карбонових кислот? Що означає термін гідроліз? Як цей процес можна ще назвати?

## СПИСОК РЕКОМЕНДОВАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Грандберг И.И. Практические работы и семинарские занятия по органической химии. – М.: Высшая школа, 1987. – 272 с.
2. Лабораторные работы по органической химии. Под ред. О.Ф. Гинзбурга. М.: Высшая школа, 1987. – 295 с.
3. Органический синтез. Под ред. Н.В. Васильевой. М.: Просвещение, 1979. – 256 с.
4. Глубіш П.А. Органічний синтез. Ч. 1. – К.: ІЗМН, 1997. – 320 с.
5. Нифантьев И.Э., Ивченко П.В. Практикум по органической химии. – М.: Моск.унив. изд-во, 2006. – 108 с.
6. Некрасов В.В. Руководство к малому практикуму по органической химии. – М.: “Химия”, 1975. – 328 с.



## ЗМІСТ

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА.....	3
РОБОЧИЙ ПЛАН ЛАБОРАТОРНОГО ПРАКТИКУМУ.....	4
ОСНОВНІ ПРАВИЛА ТЕХНІКИ БЕЗПЕКИ ПРИ РОБОТІ В ЛАБОРАТОРІЇ ОРГАНІЧНОЇ ХІМІЇ.....	5
Лабораторні робота № 1. АЛКАНИ, АЛКЕНИ, АЛКІНИ.....	8
Лабораторні робота № 2. ВИВЧЕННЯ ВЛАСТИВОСТЕЙ АРОМАТИЧНИХ ВУГЛЕВОДНІВ.....	10
Лабораторна робота № 3. СПИРТИ.....	13
Лабораторна робота № 4. ФЕНОЛИ.....	15
Лабораторна робота № 5. КАРБОНІЛЬНІ СПОЛУКИ.....	17
Лабораторна робота № 7. КАРБОНОВІ КИСЛОТИ І ЇХ ФУНКЦІОНАЛЬНІ ПОХІДНІ.....	20
СПИСОК РЕКОМЕНДОВАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ .....	23