

**Сливка Н.Ю.**

# **ОРГАНІЧНА ХІМІЯ**

## **МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ**

### **ДО ЛАБОРАТОРНОГО ПРАКТИКУМУ**

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

Волинський національний університет імені Лесі Українки

Хімічний факультет  
Кафедра органічної та біологічної хімії

**Сливка Н.Ю.**

# **ОРГАНІЧНА ХІМІЯ**

**МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ  
ДО ЛАБОРАТОРНОГО ПРАКТИКУМУ**

УДК 547 ( 072 )

ББК 24.2я73-5

0 64

Рекомендовано до друку методичною радою  
Волинського національного університету імені Лесі Українки  
(протокол № 10 від 22 червня 2010 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, 2010. - 24 с.

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

Видання розраховане на студентів спеціальності 6.070.301- “Екологія, охорона навколишнього середовища та збалансоване природокористування” вищих навчальних закладів освіти.

© Сливка Н.Ю., 2010

© Волинський національний університет імені Лесі Українки, 2010

## 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 та охорона навколишнього середовища”** 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 7.070.301- “Екологія та охорона навколишнього середовища” викладається у 3-му семестрі. У даному посібнику наведені методичні розробки лабораторних занять, які студенти повинні виконати впродовж десяти лабораторних робіт, згідно затверженого робочого плану практикуму.

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 дослідження, рівняння реакцій і залишають місце для опису спостережень і відповідей на питання і завдання (як правило, кожному абзацу в описі дослідження відповідає своє завдання або питання). Після співбесіди і дозволу викладача приступити до роботи, студенти виконують експеримент. Кожна лабораторна робота містить від 9 до 16 дослідів, які виконуються індивідуально або в парах. 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, відповіді на контрольні запитання і написати узагальнений висновок по роботі.

## РОБОЧИЙ ПЛАН ЛАБОРАТОРНОГО ПРАКТИКУМУ

№ п/п	Тема заняття. Види контролю знань.	К-сть годин
<b>Змістовий модуль I. Насичені, ненасичені, ароматичні вуглеводні та їх функціональні похідні</b>		
1.	Техніка безпеки в лабораторії. Посуд та прилади для проведення хімічних реакцій. Лабораторна робота № 1: “Фракційна перегонка бінарної суміші ацетон-вода”.	4
2.	Семінар № 1: “Ізомерія та номенклатура насичених і ненасичених вуглеводнів”.	2
	Лабораторна робота №2: “Перекристалізація та сублімація органічних речовин”.	2
3.	Контрольне опитування (1): “Насичені вуглеводні”. Лабораторна робота №3: “Алкани, алкени, алкіни та арени”.	2
	Семінар № 2: “Будова молекули бензену. Механізм реакції електрофільного заміщення. Замісники 1-го і 2-го роду.”.	2
4.	Контрольне опитування (2) з теми: “Галогенопохідні”. Лабораторна робота №4: “Одержання етилброміду, проба Бельштейна”.	4
<b>Змістовий модуль II. Оксигенвмісні сполуки та їх функціональні похідні</b>		
5.	Контрольне опитування (3) з теми: “Спирти”. Лабораторна робота № 5: “Спирти та феноли”.	4
6.	Контрольне опитування (4) з теми: “Карбонільні сполуки”. Лабораторна робота № 6: “Карбонільні сполуки”.	4
7.	Контрольне опитування (5) з теми: “Карбонові кислоти”. Лабораторна робота № 7: “Карбонові кислоти і їх функціональні похідні”.	4
<b>Змістовий модуль III. Елементорганічні та гетероциклічні сполуки</b>		
8.	Контрольне опитування (6) з теми: “Нітрогеновмісні органічні сполуки”. Лабораторна робота № 8: “Аміни. Діазо- та азосполуки”.	4
9.	Контрольне опитування (7) з теми “Амінокислоти”. Лабораторна робота № 9: “Амінокислоти та білки”.	4
10.	Семінар № 3 “Вуглеводи. Монози та біози”.	2
	Лабораторна робота № 10: “Вуглеводи”.	2
	Всього:	40

# ОСНОВНІ ПРАВИЛА ТЕХНІКИ БЕЗПЕКИ ПРИ РОБОТІ У ЛАБОРАТОРІЇ ОРГАНІЧНОЇ ХІМІЇ

## Вступ

Одним із основних видів навчальної діяльності в курсі вивчення органічної хімії є проходження лабораторного практикуму. Під час виконання лабораторних робіт використовуються невеликі кількості речовин. Це дозволяє при малих витратах познайомитися з основними властивостями органічних сполук. Перш ніж приступити до виконання лабораторних робіт, необхідно ознайомитися з лабораторним устаткуванням, з методикою проведення основних лабораторних операцій, з правилами техніки безпеки при цьому.

Хімія, як і будь-яка експериментальна наука, висуває до себе певні вимоги. Оскільки безпечна робота в хімічній лабораторії і для себе, і для оточуючих є основою проведення і успіху експерименту, необхідно суворо дотримуватись правил організації роботи і техніки безпеки.

Найвірогіднішими джерелами нещасних випадків є: невміле поводження з хімічними речовинами (отруєння, хімічні опіки, пожежі, вибухи, алергії), з лабораторними приладами (ураження електричним струмом, термічні опіки і травми), а також із скляними приладами і посудом (порізи і т.д.). Тільки хороша організація роботи, дотримання правил роботи і заходів безпеки, дотримання трудової і учбової дисципліни дозволяють повністю виключити можливість нещасних випадків і аварій в лабораторіях.

Допуск в лабораторію до занять студентів дозволяється тільки після ознайомлення з інструкцією по техніці безпеки, первинного інструктажу і здачі заліку викладачу, що веде заняття в групі. Факт здачі заліку фіксується в спеціальному журналі під особистий підпис студентів, які пройшли інструктаж. Студенти, що не пройшли інструктаж, до роботи не допускаються. Особи, які грубо порушили правила роботи і техніки безпеки в лабораторії, відсторонюються викладачем, інженером, лаборантом, або перевіряючим від виконання лабораторних робіт до повторної здачі інструктажу по техніці безпеки.

Відповідальність за зберігання реактивів, приладів, устаткування і матеріалів, правила їх видачі покладаються на інженера або лаборанта лабораторії. Кожен працюючий повинен знати, де в лабораторії знаходяться аптечка для надання першої медичної допомоги, індивідуальні засоби захисту (маска, рукавички, протигаз), засоби пожежогасіння (ящик з піском, вогнестійка ковдра, вогнегасник), засоби для надання першої медичної допомоги (аптечка, розчини: натрій гідрокарбонату (3%), калій перманганату (1%), ацетатної кислоти (1%)).

Після закінчення занять всі студенти зобов'язані навести лад на своєму робочому місці: уважно оглянути і перевірити вимкнення електроенергії, води, приладів і апаратів, прибрати легкозаймисте сміття, вимити скляний посуд, здати реактиви та посуд лаборанту. Після цього здати робоче місце черговим по лабораторії, які в свою чергу здають лабораторію лаборанту.

## 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 по навчальному посібнику, обдумуючи кожен дію. Приступати до виконання дослідів можна тільки після того, як студент здасть попередній звіт (назва, короткий опис ходу досліду, реакції) і пройде співбесіду та отримає допуск до виконання лабораторної роботи. Допуск до роботи у вигляді підпису викладача відзначається в робочому журналі студента.
2. Працюючий повинен знати основні властивості вихідних та кінцевих речовин, їх дію на організм, правила роботи з ними і на основі цього вжити всі заходи для безпеки проведення робіт.
3. У хімічній лабораторії потрібно працювати в халаті.
4. Не можна класти на лабораторні столи сторонні предмети (сумки, шапки і ін.), а також вішати в лабораторії верхній одяг.
5. У лабораторії забороняється бігати, голосно розмовляти, їсти, курити.
6. Категорично забороняється працювати в лабораторії самостійно у відсутності лаборанта чи викладача, оскільки навіть невелика непомічена несправність в обладнанні або помилка у виконанні експерименту може привести до важких наслідків.
7. Студентам **категорично забороняється** без дозволу викладача проводити які-небудь дослідів, що не відносяться до даної роботи, або змінювати порядок проведення досліду. Слід пам'ятати, що кожний, навіть зовні досить простий дослід може виявитися при необдуманному виконанні небезпечним.
8. Під час роботи слід зберігати тишу, порядок і дотримуватися правил безпеки; забороняється займатися сторонніми справами.
9. 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.
10. Якщо робота не може бути закінчена протягом одного заняття, то необхідно попередньо обговорити з викладачем, на якому етапі робота повинна бути зупинена і коли можна буде її закінчити.
11. Після закінчення роботи необхідно прибрати робоче місце, відключити електроприлади і газ, перекрити воду, здати робоче місце лаборанту.
12. Про будь-яку подію в лабораторії, навіть саму незначну, необхідно повідомити викладача або інженера.
13. Не соромитися запитувати про все, в чому у вас виникають сумніви!
14. Перед відходом з лабораторії рекомендується ретельно вимити руки.

## Правила техніки безпеки

1. Виконання лабораторної роботи і кожного окремого дослідження вимагає суворого дотримання всіх вказівок, що містяться в описі роботи. Дослідження 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 дослідження 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 склянкою 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. Особливо уважно потрібно проводити збирання приладу чи установки зі скла. При цьому не можна затискати склянні вироби в лапки штативів без відповідної м'якої прокладки. Особливо обережно поведіться з тонкостінним посудом, термометрами і холодильниками.
21. Не можна нагрівати закупорені будь-які апарати і посудини, крім тих, які спеціально для цього призначені. Не можна нагрівати рідини в товстостінному і мірному посуді (він може лопнути).
22. При наливанні реактивів не можна нахилитися над отвором посудини щоб уникнути попадання бризків на обличчя та одяг. При використанні пробіркотримача 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.
23. Лужні метали повинні зберігатися під шаром гасу, толуену або ксилену, що не містять слідів води. Забороняється працювати з металічним натрієм поблизу водопровідного крана. Приступаючи до роботи, треба досуха витерти стіл і висушити посуд, в якій буде проводитися реакція з металічним натрієм. Після закінчення роботи не можна відразу мити цей посуд водою, слід спочатку знищити залишки натрію, розчиняючи їх в спирті. Залишки натрію або його обрізані шматки слід помістити в окрему банку із зневодненим гасом (толуеном або ксиленом) для наступного знищення.
24. Викидати залишки металічного натрію в каналізаційну раковину або тару для збирання сміття не дозволяється. Прилади і посуд, в яких можлива наявність частинок металічного натрію, потрібно спочатку промити етиловим спиртом і тільки після цього, коли увесь метал розчиниться в ньому, можна промивати водою.
25. Категорично забороняється зберігати бром в крихкому посуді. Для цього застосовують товстостінні склянки з притертими пробками. Всі роботи з бромом слід проводити в добре вентиляваній витяжній шафі, в гумових рукавичках і захисних окулярах. При попаданні бромом на шкіру необхідно негайно протерти уражену ділянку спиртом, а потім змазати гліцерином.
26. Після проведення дослідів залишки металів в раковину не викидають, а збирають в банку. Дорогі реактиви (наприклад, залишки солей срібла) збирають в спеціально відведений посуд. Не можна виливати в раковину

залишки розчинників, горючих речовин, реакційні суміші, розчини кислот, лугів і інших шкідливих речовин. Вони повинні збиратися в спеціальний посуд з етикеткою «злив органіки».

27. 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.

### **Правила протипожежної безпеки**

1. Обережно поведіться з нагрівальними приладами. Забороняється працювати з несправним обладнанням і приладами. Категорично забороняється використовувати для підключення електроприлади з оголеними дротами або з пошкодженою ізоляцією. При перегоранні спіралі електроплитки відключіть плитку від електромережі.
2. При проведенні дослідів, в яких може відбутися самозаймання, необхідно мати під руками азбестову ковдру, пісок, совок і т.п.
3. У разі займання горючих речовин швидко вимкніть вентиляцію витяжної шафи, погасіть спиртівку, знеструміть електронагрівальні прилади, приберіть посуд з вогнебезпечними речовинами і гасіть пожежу:
  - а) рідини, що горять, накрийте азбестом, а потім, якщо потрібно, засипте піском, але не заливайте водою;
  - б) фосфор, що спалахнув, гасіть мокрим піском або водою;
  - в) у разі загорання лужних металів гасіть полум'я тільки сухим піском, але не водою;
  - г) у разі загорання одягу на людині необхідно накрити її азбестовою ковдрою;
  - д) невеликі локальні пожежі гасити за допомогою вуглекислого вогнегасника; при великому задимленні використовувати протигаз.

### **Заходи першої допомоги при нещасних випадках**

У лабораторії бувають випадки, що вимагають невідкладної медичної допомоги, – порізи рук склом, опіки гарячими предметами, кислотами, лугами, отруєння. Кожен працюючий повинен знати, де в лабораторії знаходиться аптечка з медикаментами, уміти надати першу допомогу при різних травмах. У випадку необхідності потрібно негайно викликати швидку допомогу або ж потерпілого супроводити до лікаря.

#### **Перша допомога при опіках**

Під час роботи в хімічній лабораторії найбільш імовірними є термічні і хімічні опіки.

1. При опіку гарячою рідиною або гарячим предметом пошкоджене місце треба промити проточною холодною водою протягом 5–10 хвилин. Потім слід потерпілого негайно доставити до найближчої лікувальної установи.

2. У випадку хімічних опіків уражену ділянку шкіри промивають великою кількістю прохолодної води протягом 15-20 хв (забороняється обробляти обпечені місця ватним тампоном), потім промивають розчином питної соди з масовою часткою натрій гідрогенкарбонату 3 % (при потраплянні кислоти) або розчином оцтової чи лимонної кислоти з масовими частками 1-2 % (при потраплянні лугу), потім знову промивають водою і накладають марлеву пов'язку з фурациліном.
3. При опіках під час роботи з металічним натрієм, а також фосфором необхідно ватним тампоном зняти з поверхні шкіри ці речовини, а потім промити великою кількістю води.
4. При опіках фенолом уражене місце від країв до центру обробляють етиловим спиртом.
5. При опіках бромом слід швидко змити бром за допомогою етанолу. Після цього ушкоджене місце змащують маззю від опіків. У випадку вдихання парів бромиду слід змочити вату етиловим спиртом і глибоко вдихати пари спирту, а потім випити молоко і вийти на свіже повітря.
6. При попаданні хімічної речовини в очі їх необхідно добре промити протягом 10–15 хвилин струменем холодної води або, використовуючи промивалку так, щоб вона стікала від носа до скроні. Контактні лінзи перед промиванням слід зняти. Потім в будь-якому випадку потерпілого негайно доставити в офтальмологічну клініку.
7. При потраплянні в око кислоти найкраще відразу промити його чистою проточною водою, а потім накласти ватний тампон, змочений розчином натрій гідрогенкарбонату з масовою часткою 3 %.
8. Промивати очі при потраплянні лугу слід водою, а після цього - 2 % розчином борної кислоти (1 чайна ложка борної кислоти на склянку води). Після заключного промивання очей чистою водою під повіки вводять 2-3 краплі альбуциду з масовою часткою розчиненої речовини 30 %.
9. Промивати очі після опіку необхідно ретельно протягом 20-30 хв, а потім обов'язково звернутися до лікаря.

### **Перша допомога при пораненні**

Той, хто подає допомогу при пораненні, повинен з милом помити руки, а якщо це неможливо - змазати пальці йодною настоянкою. Торкатися рани навіть вимитими руками не дозволяється. Не дозволяється обмивати рану водою.

1. При незначних порізах склом треба видалити рештки скла з рани, змити кров, продезинфікувати розчином йоду і перев'язати бинтом.
2. При пораненні склом або іншим предметом рану промивають великою кількістю дистильованої води або тампоном промивають рану спиртом. Якщо рана забруднена, бруд видаляється лише навкруги, але ні в якому разі не з глибинних шарів рани. Шкіру навколо рани обробляють йодною настоянкою або розчином брильянтової зелені, перев'язують і звертаються до медпункту.
3. При серйозному порізі й сильній кровотечі необхідно накласти джгут вище рани, покрити рану стерильною марлею і негайно викликати лікаря.

## **Перша допомога при отруєннях**

### **1. Отруєння карбон (II) оксидом**

*Ознаки отруєння:* запаморочення, головний біль, слабкість, блювання, шум у вухах, судоми і втрата свідомості.

*Перша допомога:* негайно вивести потерпілого на свіже повітря, звільнити від одягу, який заважає диханню, давати вдихати кисень (чистий або з добавкою вуглекислоти (CO<sub>2</sub>) з масовою часткою 5 %). Потерпілого потрібно тримати в теплі, зігрівати грілками або теплими компресами до рук і ніг. При потребі - робити штучне дихання до прибуття лікаря.

### **2. Отруєння сірководнем**

*Ознаки отруєння:* запаморочення, головний біль, нудота, загальна слабкість. У деяких випадках може настати раптова смерть внаслідок ураження дихальних шляхів.

*Перша допомога:* треба забезпечити потерпілому доступ свіжого повітря, дати вдихати кисень із добавкою вуглекислоти з масовою часткою 5-7 %.

### **3. Отруєння оксидами нітрогену**

*Ознаки отруєння:* оксиди нітрогену насамперед діють на слизову оболонку і дихальні шляхи, потім зумовлюють подразнення очей, сухість у горлі, кашель, іноді нудоту і блювання. Отруєння оксидами нітрогену особливо небезпечно для осіб, які страждають захворюваннями серця.

*Перша допомога:* потерпілому дати дихати чистим киснем. У зв'язку з можливим набряканням легень і порушенням кровообігу слід уникати навантажень, потрібен повний спокій. Не допускати охолодження тіла.

### **4. Отруєння хлором**

*Ознаки отруєння:* подразнювання верхніх дихальних шляхів, за тривалої дії кашель посилюється і може завершитися спазмом окремих ділянок дихальних шляхів, може зупинитися дихання. Навіть за короткочасної дії хлору треба остерігатися гострого набрякання легень.

*Перша допомога:* негайно вивести потерпілого на свіже повітря, звільнити від одягу, що заважає диханню. Дати дихати киснем або вдихати з вати нашатирний спирт з етанолом, можна дати випити суспензію магній оксиду (10 г на склянку води). Покласти до рук і ніг потерпілого теплі компреси.

### **5. Отруєння сірчистим газом**

*Ознаки отруєння:* подразнення слизових оболонок, кашель і чхання.

*Перша допомога:* потерпілого вивести на свіже повітря, вдихати нашатирний спирт з етанолом, застосувати інгаляцію 2 % розчином натрій гідрогенкарбонату.

### **6. Отруєння амоніаком**

*Ознаки отруєння:* подразнення слизових оболонок, сльозотеча і запалення очей, сильний кашель, жар у горлі. Крім того, у потерпілого з'являються нудота і приступи задухи.

*Перша допомога:* при отруєнні через вживання рідини з амоніаком дати випити велику кількість води з додаванням до неї ацетатної кислоти, викликати блювання, дати молока, яєчний білок, при отруєнні внаслідок

вдихання амоніаку вивести потерпшого на свіже повітря, вдихати пари розведеної оцтової кислоти.

#### **7. Отруєння органічними рідинами**

У разі потрапляння в організм через рот отруйних органічних рідин: ацетон, формалін, метанол, анілін тощо -необхідно викликати блювання, а потім дати молока і яечний білок.

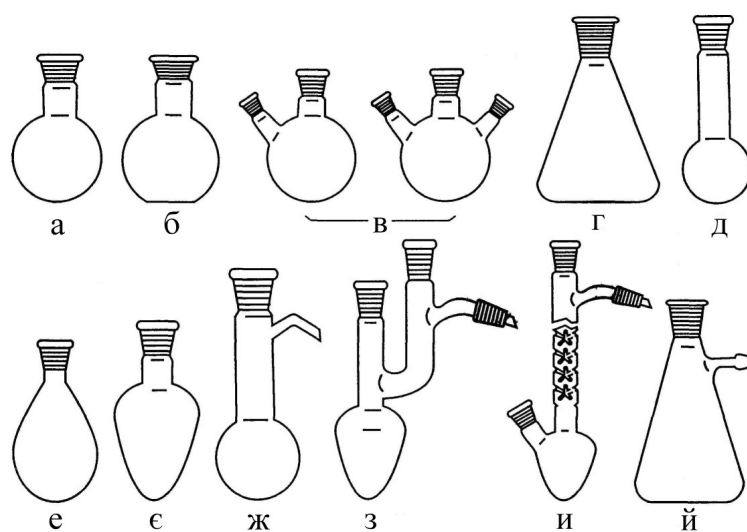
## ОСНОВНИЙ ПОСУД ТА ПРИЛАДИ ДЛЯ ПРОВЕДЕННЯ ОРГАНІЧНИХ СИНТЕЗІВ

До основного лабораторного посуду відносяться колби, стакани, пробірки, чашки, лійки, холодильники, дефлегматори та інший посуд різноманітної конструкції.

### Скляний посуд

Хімічний посуд виготовляють зі скла. Такий посуд відрізняється стійкістю до дії більшості хімічних реагентів, прозорий.

**Колби** в залежності від їх призначення виготовляють різної місткості та форми (рис. 1)



**Рис. 1. Колби:**

а – круглодонна; б – плоскодонна; в – круглодонні з двома і трьома горловинами під кутом; г – конічна колба Ерленмеєра; д – колба К’ельдаля; е – грушеподібна; є – гостродонна; ж – круглодонна для перегонки (колба Вюрца); з – гостродонна для перегонки (колба Кляйзена); и – колба Фаворського, й – колба з тубусом (колба Бунзена)

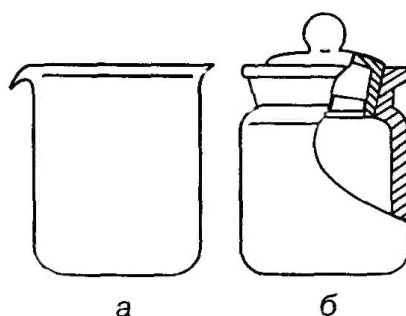
**Круглодонні колби** застосовують для роботи при високих температурах, для перегонки при атмосферному тиску і для роботи під вакуумом.

**Плоскодонні колби** застосовують лише для роботи при атмосферному тиску та для зберігання рідин.

**Конічні колби** широко використовують для кристалізації (їх форма забезпечує мінімальну поверхню для випаровування).

**Товстостінні конічні колби з тубусом** (колби Бунзена) застосовують для фільтрування при пониженому тиску до 1,33 кПа (10 мм рт. ст.) в якості приймачів фільтрату.

**Стакани** (рис. 2, а) застосовують для фільтрування, випарювання (при температурі не більше 100°C) та приготування розчинів в лабораторних умовах, а також для проведення окремих синтезів. Забороняється використовувати стакани при роботі з низькокиплячими або вогненебезпечними розчинниками.

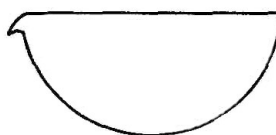


**Рис. 2. Хімічний посуд:**

а – стакан; б – бюкс

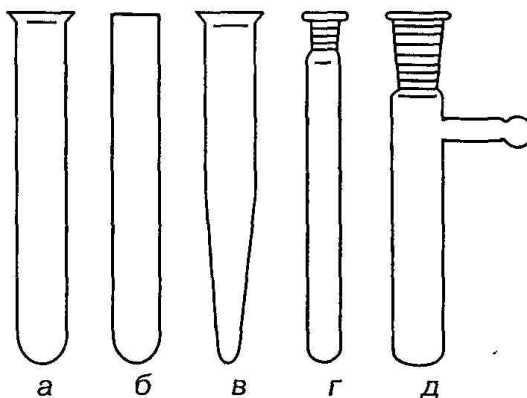
**Бюкси**, або стакани для зважування (рис. 2, б), застосовують для зважування та зберігання летких, гігроскопічних речовин.

**Чашки** (рис. 3) використовують для випарювання, кристалізації, сублимації, висушуванні та інших операціях.



**Рис. 3. Чашки для хіміко-лабораторних робіт**

**Пробірки** (рис. 4) виготовляють різноманітної місткості. Пробірки з конусним шліфом та відвідною трубкою застосовують для фільтрування невеликих об'ємів рідин при пониженому тиску.

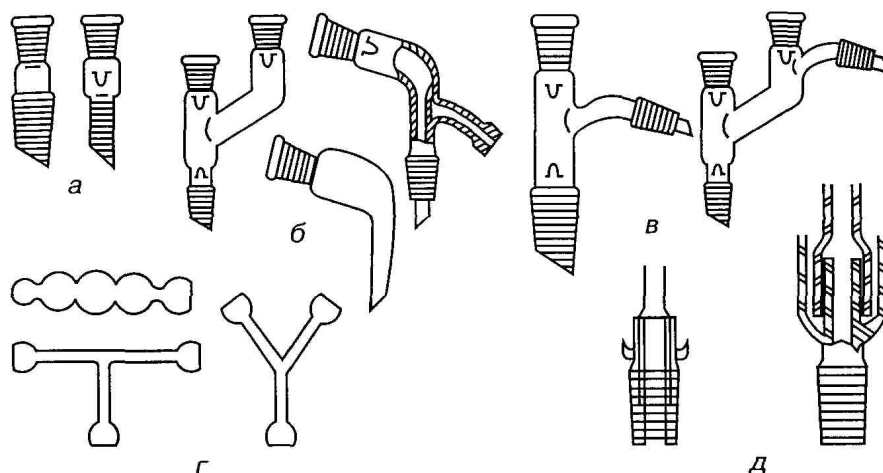


**Рис. 4. Пробірки:**

а – циліндрична з розгорнутим краєм; б – циліндрична без відгину; в – гостродонна (центрифужна); г – зі шліфом; д – з конусним шліфом та відвідною трубкою

Скляне лабораторне обладнання включає в себе також сполучні елементи (перехідники, алонжи, насадки, затвори), лійки (лабораторні, ділільні, крапельні, фільтруючі), піпетки, спиртівки, водоструменеві насоси, ексикатори, холодильники, дефлегматори та ін.

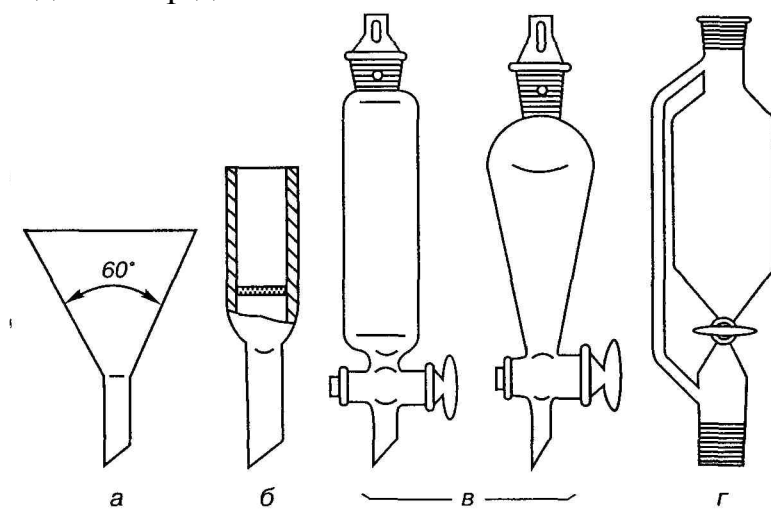
**Сполучні елементи** (рис. 5) застосовують для складання на шліфах різного лабораторного обладнання.



**Рис. 5. Найважливіші сполучні елементи:**

а – перехідники; б – алонжі; в – насадки; г – сполучні трубки; д – затвори

**Лійки** в хімічній лабораторії використовують для наливання, фільтрування та розділення рідин.



**Рис. 6. Лійки:**

а – лабораторна; б – фільтруюча з впаяним скляним фільтром; в – ділильна; г – крапельна з боковою трубкою для вирівнювання тиску

**Лійки лабораторні** (рис. 6, а) використовуються для наливання рідин та для фільтрування розчинів через паперовий складчастий фільтр.

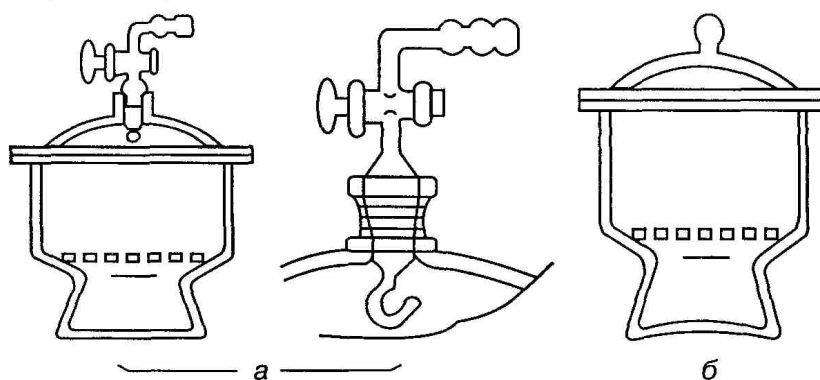
**Лійки зі скляними фільтрами** (рис. 6, б) застосовують для фільтрування агресивних рідин, що руйнують паперові фільтри.

**Лійки ділильні** (рис. 6, в) застосовують для розділення рідин, що не змішуються при екстрагуванні та очистки речовин.

**Лійки крапельні** (рис. 6, г) застосовують для регульованого приливання (додавання) рідких реагентів в ході проведення синтезу. Вони схожі на ділильні лійки, але їх різне призначення визначає деякі конструкційні особливості. Їх максимальна ємність 0,5 л.

**Ексикатори** (рис. 7) використовують для висушування речовин під вакуумом та для зберігання гігроскопічних речовин.

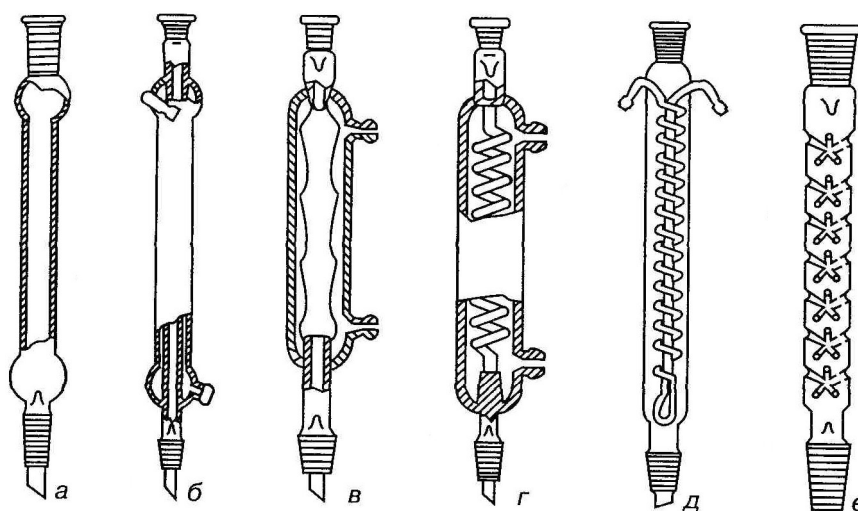




**Рис. 7. Ексикатори:**

а – вакуум-ексикатор; б – звичайний

**Холодильники** (рис. 8) лабораторні скляні застосовують для охолодження і конденсації пару.



**Рис. 8. Холодильники й дефлегматор:**

а – повітряний; б – з прямою трубкою (Лібіха); в – кульковий; г – спіральний; д – Діброта; е – дефлегматор

**Холодильники повітряні** використовують для кип'ятіння і перегонки висококиплячих ( $T_{\text{кип}} > 160^{\circ}\text{C}$ ) рідин. Охолоджувальним агентом слугує повітря.

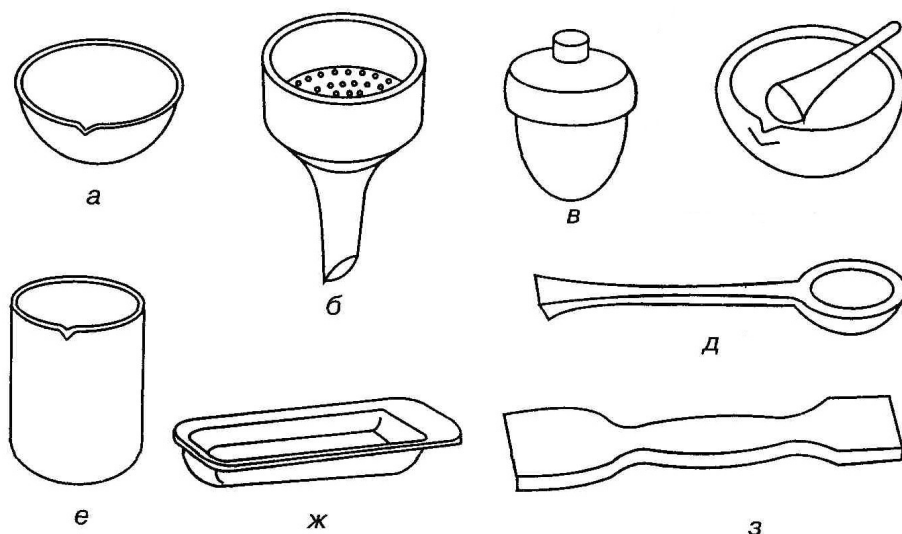
**Холодильники з водяним охолодженням** відрізняються від повітряних наявністю водяної рубашки (охолоджувальний агент – вода). Водяне охолодження застосовують для згущення парів і перегонки речовин з ( $T_{\text{кип}} < 160^{\circ}\text{C}$ ), причому в інтервалі ( $120\text{-}160^{\circ}\text{C}$ ) охолоджувальним агентом слугує непроточна, а нижче  $120^{\circ}\text{C}$  проточна вода.

**Холодильник Лібіха** використовують для перегонки рідин.

**Кульковий та спіральний холодильники** найчастіше застосовують в якості зворотніх при кип'ятінні рідин так як мають велику охолоджувальну поверхню.

Дефлегматори (рис. 8) використовують для більш ретельного розділення фракцій суміші при її фракційній перегонці.

В лабораторній практиці для робіт, пов'язаних з нагріванням, застосовують посуд з фарфору: стакани, випарні чашки, тиглі, лодочки та інші. (рис. 9).



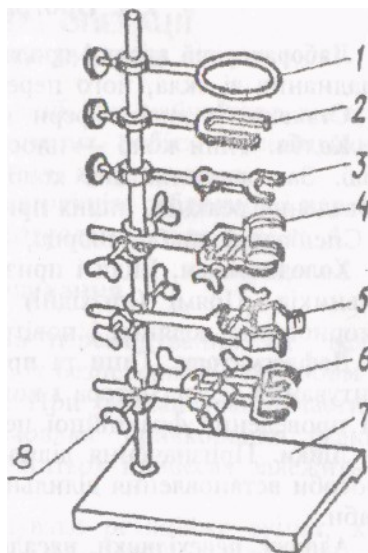
**Рис. 9. Фарфоровий посуд:**

а – чашка випарна; б – лійка Бюхнера; в – тигель; г – ступка і пестик; д – ложка; е – стакан; ж – лодочка для спалювання; з – шпатель

Для фільтрування і промивання осадів під вакуумом використовують фарфорові нутч-фільтри – **лійки Бюхнера**.

**Ступки з пестиками** використовують для подрібнення і змішування твердих і в'язких речовин.

Для збирання і закріплення різноманітних приладів в хімічній лабораторії користуються штативами з набором кілець, держаків (лапок) і зажимів (муфт) (рис. 10).



**Рис. 10. Штатив з набором тримачів:**

1 — кільце; 2, 3 — вилки; 4, 5 — тримачі для середніх предметів; 6 — тримачі для кріплення холодильника; 7 — штатив; 8 — муфта для кріплення тримачів

Для фіксації пробірок використовують штативи з нержавіючої сталі, сплавів алюмінію або пластмаси, а також тримачі ручні.

Герметичність сполучення складових частин лабораторних приладів досягається за допомогою шліфів, а також гумових і пластикових корків. Корки підбирають за номерами, які рівні внутрішньому діаметру горловини посудини або отвору трубки, що закривається.

### **Основні правила збирання приладів для проведення синтезів**

Досить відповідальною операцією при проведенні синтезу органічних сполук є складання приладів або установок, які будуть використовуватися для проведення синтезів, виділення й очистки кінцевих продуктів реакції.

Перед тим як приступити до складання приладу, необхідно підготуватися до виконання цієї роботи в цілому, тобто:

- уважно ознайомитися з методикою синтезу і чітко її знати;
- уявляти собі послідовність усіх майбутніх маніпуляцій - від складання приладу для проведення реакції до зважування очищеного продукту синтезу;
- приготувати весь необхідний посуд і реагенти; переконатися в тому, що посуд є чистим і сухим.

Лабораторні прилади для проведення синтезів в основному збираються з окремих скляних шліфованих частин. При одержанні від лаборанта набору посуду в першу чергу необхідно переконатися в тому, що шліфовані деталі підходять одна одній.

Усі шліфи в установці, яка буде використовуватися для синтезу, варто змастити вакуумною змазкою. Її варто наносити в розумних кількостях, щоб уникнути забруднення реакційної суміші або отриманого продукту. Обов'язково варто змазувати крани. Якщо ви отримали прилад з незмазаними кранами, і вони від легкого натискання не повертаються (шліфи "заїло"), ні в якому разі не намагайтеся зробити це із силою, необхідно звернутися до викладача або лаборанта.

Збираючи прилад, приходиться надівати на склянні "відростки" гумові трубки. Для зниження тертя рекомендується злегка змочити трубку водою або гліцерином. Гумові шланги надівають на холодильники перед збиранням приладу. **Ні в якому разі не надівайте шланги на холодильник, що є частиною вже зібраної конструкції!**

Підготувавши окремі частини - предмети лабораторного посуду, вибирають штатив, який буде підходити по висоті (прилад повинний бути стійким!) і металеві лапки для кріплення частин приладу. Пам'ятають про те, що безпосередній контакт між металом лапок і склом неприпустимий - необхідно прокласти між ними шматки гуми (у деяких лапках такі прокладки, гумові або коркові, передбачені конструкцією).

Якщо реакцію проводять при нагріванні або перемішуванні, на підставку штатива ставлять (або закріплюють на штанзі штатива) плитку або мішалку. Якщо ж нагрівання здійснюється за допомогою пальника, то відстань між пальником і колбою має бути 7-10 см. Тільки тоді, коли всі відстані виміряні,

до штатива кріпиться перша лапка, причому правий фіксуючий гвинт регулює рух лапки вниз по штанзі штатива, а лівий - кут повороту і відстань від лапки до штанги. Ця лапка утримує основну реакційну колбу. Кріпити колбу в затискачі лапки потрібно на шліфі. Далі в шліфи цієї колби, якщо вона двох- або трьохгорла вставляються інші частини приладу, при необхідності кріпляться лапками від інших штативів (наприклад, прямий холодильник при перегонці продукту кріпиться тільки на іншому штативі!).

Після того, як прилад зібрано, пускається струмінь води (не сильно, а тільки для забезпечення охолодження) і обережно (при використанні механічної мішалки - обов'язково дотримуючи рукою її вал) включається електроживлення. Потім необхідно оглянути всі шліфовані з'єднання, переконавшись в правильності їх збирання і тільки після цього можна поміщати в зібраний прилад реактиви і розпочинати синтез.

### Миття і висушування хімічного посуду

Хімічний посуд повинний бути чистим. Необхідно знати: **брудний посуд варто мити відразу ж після закінчення роботи.**

Перш ніж розпочати миття, ретельно видаляють залишки змазки зі шліфів і кранів за допомогою вати, змоченої відповідним розчинником. Звичайно для цього використовують хлороформ або  $\text{CH}_2\text{Cl}_2$ . **Дані розчинники отруйні, тому варто користуватися пінцетом і працювати під тягою.** Традиційно іноді використовують менш токсичний ефір, однак він леткий і досить дорогий. **Вакуумна змазка не розчиняється в ацетоні!**

Скляний посуд вважається чистим, якщо на його стінках не утворюються окремі краплі і вода залишає рівномірну тонку плівку або повністю стікає (поводження води визначається типом скла). Видаляти забруднення зі стінок посуду можна різними методами: механічними, фізичними, хімічними і т.п.

Якщо хімічний посуд не забруднений смолами, жирами й іншими не розчинними у воді речовинами, то його можна мити теплою водою, застосовуючи щітки, йоршики та пральний порошок. Користуватися содою можна, але сучасні детергенти краще.

Для видалення з посуду нерозчинних у воді органічних речовин часто користуються органічними розчинниками. Ефективне використання хлороформу. Смолисті забруднення добре видаляються гарячим диметилформамідом. Забруднені органічні розчинники варто збирати в спеціальні склянки.

Для очищення посуду хімічними методами найчастіше застосовують хромову суміш, калій перманганат, суміш хлоридної кислоти і пероксиду водню, сульфатну кислоту, розчини лугів. Хромова суміш є сильним окисником і використовується для миття посуду, забрудненого відносно невеликими кількостями речовин, нерозчинних у воді і доступних органічних розчинниках.

**При роботі з хромовою сумішшю потрібно дотримувати особливої обережності, тому що вона роз'їдає шкіру, пошкоджує одяг. Крім того, сполуки хрому (IV) отруйні.**

Перед миттям хромовою сумішшю посуд промивають водою, а потім наливають до 2/3 об'єму посудини хромову суміш і змочують нею стінки. Зливають всю суміш назад у посудину, в якій вона зберігалася і промивають посуд теплою водою. Використання хромової суміші в лабораторії органічного синтезу є не дуже ефективним, так як суміш швидко псується. Ознакою її непридатності для миття служить зміна кольору від темно-жовтогарячого до темно-зеленого. Якщо в суміші накопичується багато води, її ефективність різко падає (така суміш має жовтогарячий колір, на дні й іноді на поверхні - червоний кристалічний осад).

Після промивання чистою водою посуд варто добре висушити. Для швидкої сушки чистий посуд промивають ацетоном і сушать в сушильній шафі.

## ОСНОВНІ ЛАБОРАТОРНІ ОПЕРАЦІЇ В ОРГАНІЧНОМУ СИНТЕЗІ

Для того, щоб ідентифікувати органічну речовину, необхідно, перш за все, її одержати, а потім виділити в чистому вигляді. Виділення і очистка органічних сполук пов'язані з складністю органічних реакцій, які часто протікають з утворенням суміші сполук. Труднощі при виділенні індивідуальної речовини з суміші і її очистка пов'язані з різними властивостями органічних сполук. Тому методи їх виділення і очистки також відрізняються.

### Кристалізація

Кристалізацією називається метод розділення і очистки твердих речовин, заснований на процесі утворення і росту кристалів з перенасичених розчинів відповідних речовин.

Увесь процес кристалізації включає шість етапів:

- вибір розчинника для проведення кристалізації;
- отримання перенасиченого розчину речовини у відповідному розчиннику;
- фільтрування гарячого розчину від нерозчинних домішок;
- повільне охолодження розчину до кімнатної температури і нижче (сніг, лід);
- відділення кристалів від маточного розчину методом фільтрування і їх промивання;
- сушка кристалів.

### Вибір розчинника для кристалізації

Для процесу кристалізації велике значення має правильний вибір розчинника.

При виборі розчинника необхідно враховувати наступні вимоги:

- хімічна інертність по відношенню до речовини, що очищується;
- речовина повинна добре розчинятися при нагріванні і погано при охолодженні;
- температура кипіння розчину повинна бути не менше ніж на 30°C нижчою температури плавлення речовини, що кристалізується;
- розчинність основної речовини повинна різко відрізнятися від розчинності забруднюючих домішок;
- розчинник повинен легко видалятися з поверхні кристалів.

При виборі розчинника часто керуються правилом “подібне розчиняється в подібному”. Так, наприклад, спирти, нижчі карбонові кислоти, а також інші речовини, що містять гідроксильну групу, легко розчиняються у воді; вищі ефіри – в нижчих, вищі спирти – в нижчих спиртах і т.д. Проте це правило вірне тільки для речовин простої будови, для складних сполук воно не завжди виконується. Для добре вивчених речовин розчинник можна підібрати за даними розчинності, які знаходяться в довідниках.

Для остаточного вдалого вибору розчинника для невідомої речовини потрібно провести цілий спектр досліджень з різними розчинниками. Для цього

беруть невеликі рівні кількості речовини (0,1 г) в окремі пробірки і доливають до них рівні об'єми досліджуваних розчинників (0,5 – 1 мл). Якщо речовина розчиняється вже при кімнатній температурі, то даний розчинник не придатний для кристалізації. Розчинник, в якому речовина не розчиняється навіть при кипінні, також не придатний для кристалізації.

Якщо після охолодження з розчину випадають кристали, то розчинник придатний для проведення кристалізації.

На придатності розчинника для кристалізації речовини з невідомою температурою плавлення вказує сталість температури плавлення при повторних кристалізаціях. В органічній хімії як розчинники для кристалізації найчастіше застосовують воду, етанол, бензен, толуен, ацетон, діетіловий етер, льодяну ацетатну кислоту, хлороформ, етилацетат і ін. Використовують також і легколеткі розчинники, проте вони не завжди зручні, оскільки дуже легко випаровуються з поверхні розчину або кристалів.

Якщо ж не вдається підібрати індивідуальний розчинник, використовують двохкомпонентні суміші: діетіловий ефір - *n*-гексан, хлороформ - *n*-гексан, дихлорметан - *n*-гексан, бензен - петролейний ефір, ацетон - діетіловий ефір, ацетон - вода, етанол - вода. У разі застосування таких легкозаймистих розчинників як діетіловий ефір, петролейний ефір, етанол, ацетон і ін., розчинення речовини проводять дуже обережно в колбі із зворотнім водяним холодильником, нагріваючи на водяній бані. Газові горілки і електронагрівальні прилади з відкритим обігрівом, що знаходяться поблизу, повинні бути вимкнені.

У робочому журналі відмічають знаками “+” та “-” розчинність даної речовини у кожному з розчинників.

### **Проведення кристалізації**

Підбравши розчинник, необхідну для проведення кристалізації кількість речовини зважують і поміщають в круглдонную колбу устатковану зворотнім холодильником (або стакан, якщо як розчинник вибрана вода). Після цього у колбу наливають розчинник у кількості, трохи меншій необхідної для повного розчинення речовини, і нагрівають суміш до кипіння. Для нагрівання використовують водяну баню, баню з етиленгликолем або колбонагрівач. Потім через зворотній холодильник обережно додають таку кількість розчинника, щоб при кип'ятінні вся речовина повністю розчинилася. Забарвлені смолисті домішки в речовині адсорбують активованим вугіллям. Якщо при розчиненні в розчині залишилися нерозчинні домішки, то гарячий розчин швидко фільтрують через складчастий фільтр (краще всього використовувати лійку для гарячого фільтрування). Приймачем при фільтруванні може бути конічна колба або стакан з термостійкого скла. Якщо речовину, що очищають, вдається розчинити без залишку і при цьому утворюється зовсім прозорий розчин, то процес фільтрування є зайвим.

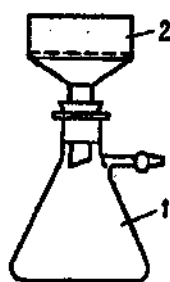
Отриманий гарячий прозорий розчин залишають стояти при кімнатній температурі в закритій листком паперу посудині (при повільному охолодженні випадають великі кристали) або швидко охолоджують, перемішуючи під

струменем холодної води (утворюються дрібні кристали). Необхідно пам'ятати про те, що деякі тверді речовини дуже повільно кристалізуються. Якщо це зумовлено відсутністю центрів кристалізації, їх створюють штучно, додавши "затравку" у вигляді декількох кристалів тієї ж чистої речовини. Також прискорити кристалізацію можна, потерши скляною паличкою об стінку посудини. В результаті з перенасиченого розчину викристалізовується чистіша речовина. Часто речовини, що мають низьку температуру плавлення виділяються у вигляді масла. Достатньо ефективно з цим можна боротися, якщо проводити охолодження розчину дуже швидко і при інтенсивному перемішуванні на магнітній мішалці.

Повторна кристалізація (перекристалізація) дозволяє збільшити ступінь очистки, але при цьому відбувається втрата речовини в маточному розчині.

### Фільтрування

Кристали відокремлюють від маточного розчину фільтруванням при зниженому тиску на лійці Бюхнера або на лійці Шотта (рис. 11). Прилад для фільтрування великих кількостей речовини складається з товстостінної колби з відростком (колби Бунзена) і фарфорової лійки з плоским дірчастим дном (лійки Бюхнера). У лійку вкладається кружок фільтрувального паперу відповідного діаметра. У сучасній практиці, а також при роботі з малими кількостями речовини замість лійок Бюхнера застосовуються лійки Шотта, як приймач при цьому зручно використовувати пробірки з відводом ("пальці" для фільтрування). Фільтрування під вакуумом відноситься до потенційно небезпечних операцій. Слід користуватися захисними окулярами й обмотувати колбу Бунзена рушником або захищати екраном з сітки, що запобігає у випадку вибуху розлітанням шматків скла. Гарячі розчини потрібно фільтрувати обережно, створюючи мінімальний тиск.



**Рис. 11. Прилад для фільтрування під вакуумом:**

1 - колба Бунзена; 2 - фарфорова лійка Бюхнера

Зазвичай фільтрування проводять у такий спосіб: спочатку змочують фільтр тим же розчинником. Після того, як він практично цілком пройде через лійку, акуратно виливають речовину і приєднують шланг вакуумного насоса. Якщо вся речовина не помістилася, першу порцію фільтрують, знімають вакуум, додають наступну порцію і знову приєднують шланг.



**Для зняття вакууму ні в якому разі не можна закривати кран водоструминного насоса - це приводить до засмоктування води у фільтрат! Необхідно при цьому від'єднувати шланг!**

Після відсмоктування всієї порції речовини вакуум знімають, додають невелику кількість розчинника, перемішують кристали скляною паличкою, знову приєднують шланг від насоса і повторюють фільтрування. Достатнім є дворазове промивання кристалів холодним розчинником. Після відсмоктування і промивання осад відтискають на лійці і сушать.

### **Висушування твердих продуктів синтезу**

В залежності від природи речовини і розчинника використовують різні методи висушування:

- висушування безпосередньо на фільтрі при включеному водоструминному насосі застосовується для сушіння стійких негігроскопічних речовин після промивання летким розчинником;
- висушування на повітрі (якщо речовина стійка, негігроскопічна і у розпорядженні експериментатора є вільний час), для цього продукт переносять на фільтрувальний папір, прикривають зверху іншим листком і залишають на тривалий час;
- використання сушильних шаф (для термічно стійких сполук), виставляючи температуру на 20-30°C нижче точки плавлення речовини;
- використання вакуумних установок - даний метод ефективний при висушуванні невеликих кількостей речовини і дає найкращі результати;
- використання звичайних і вакуум-ексикаторів (рис. 7). Останні мають скляний відросток із краном, через який здійснюють відкачування повітря;

Іноді під час відкачування повітря, ексикатор через напругу в склі може руйнуватися з вибухом (стілки виготовлені з товстого скла, і такі вибухи досить небезпечні), тому перед початком роботи насоса його поміщають в захисний кожух або обмотують рушником. При відкриванні вакуум-ексикатора, щоб уникнути розпиленню висушеної речовини повітрям, кран варто повертати дуже акуратно. Притертю кришку вакуум-ексикатора відкривають тільки після вирівнювання зовнішнього і внутрішнього тиску.

На дно ексикатора поміщають реагент для висушування. Найчастіше як висушувач застосовують  $\text{CaCl}_2$  (видалення води, спиртів), натронне вапно і луги (видалення води і парів кислот), фосфорний ангідрид (ефективне видалення води і спиртів). Для видалення вуглеводнів в ролі висушувача використовують парафін.

### **Екстракція**

Для відділення речовин від нерозчинних домішок, розділення органічних і неорганічних сполук, а також сумішей органічних речовин різної природи широко застосовують екстракцію. Об'єктом екстракції може бути як суміш твердих речовин, так і рідина.

Дуже важливою операцією, яка застосовується в лабораторній практиці, є розділення органічної фази від неорганічної з наступною екстракцією органічних сполук з водних розчинів. Так як більшість реакцій проводять в органічних розчинниках, а при протіканні багатьох з них утворюються неорганічні сполуки, першою стадією виділення продукту є додавання в реакційну суміш води або водного розчину (водний розчин містить солі, кислоти або основи, які забезпечують необхідне для більш повного виділення продукту значення рН). Потім іноді додають певну кількість органічного розчинника, що не змішується з водою, і проводять поділ органічної і неорганічної фаз з використанням ділильної лійки.

Перед початком роботи нижній кран ділильної лійки змазують вакуумною змазкою (невеликою кількістю, щоб не забруднювати продукт). Потім наливають у ділильну лійку розчин і при необхідності додають туди розчинник (від 1/5 до 1/3 об'єму розчину), промиваючи попередньо цим розчинником реакційну колбу. При цьому стежать, щоб кількість рідини в лійці не перевищувало 2/3 її об'єму.

Ділильну лійку закривають пробкою (краще - поліпропіленовою або поліетиленовою, що не потребує змащення) і, фіксуючи одною рукою горло лійки з пробкою, а іншою - кран, обережно перевертають, відкривають кран для вирівнювання тиску. Потім слабо струшують, перевертаючи і відкриваючи знову кран. Коли тиск парів органічного розчинника в лійці стане постійним, а розчинені гази будуть видалені, лійку струшують більш енергійно.

Закінчивши струшування, ділильну лійку вставляють в закріплене на штативі кільце і дають рідині повністю розшаруватися. Бажано, щоб і органічний, і водний шари були прозорі. Після розшарування відкривають корок і акуратно зливають нижній шар через кран. Верхній шар при необхідності переливають через горло лійки.

Для повного видалення неорганічних домішок отриману органічну фазу промивають аналогічним чином 2 - 3 рази невеликими порціями води. Водні фракції об'єднують. Водну фазу потім екстрагують органічним розчинником (діетиловий етер, гексан, бензен, метилен хлористий, хлороформ і т. д.). Критерієм вибору розчинника є висока розчинність у ньому продукту, а також невисока температура кипіння, що полегшує наступне видалення розчинника. Для екстракції вуглеводнів і галогенопохідних використовують гексан, бензен і т.п. Полярні сполуки екстрагують полярними органічними розчинниками - етером, хлороформом, метилен дихлоридом, причому етер не рекомендується застосовувати для екстракції кислих реакційних сумішей. Цю процедуру проводять кілька разів, екстракти об'єднують, промивають невеликою кількістю води і тільки потім об'єднують з отриманою раніше органічною фазою.

Пам'ятайте про те, що **хлорорганічні розчинники (тетрахлорометан, хлороформ, дихлорметан і т.п.) важчі за воду, і звичайно утворюють нижній шар, а розчинники, легші за воду (діетиловий етер, бензен, гексан), утворюють верхній шар.** Можливі і проміжні випадки, коли густина органічної фази майже однакова з густиною водного розчину - тоді необхідно уточнювати, який із двох шарів є водним: для цього відбирають кілька крапель

одного із шарів і додають їх у пробірку з водою. По тому як поводять себе ці краплі у воді встановлюють відповідну належність до шарів.

**Загальне правило: до завершення синтезу (виділення кінцевого продукту) зберігати усі фази.**

Об'єднані органічні фази висушують, відділяють органічну фазу від осушувача декантацією або фільтруванням, і видаляють розчинник. Залишок очищують перекристалізацією або перегонкою, одержуючи кінцевий продукт.

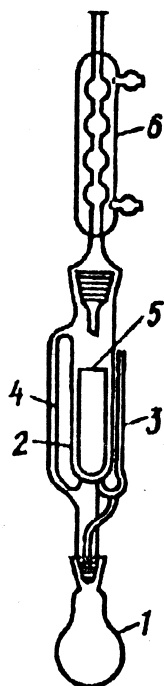
При екстракції досить часто утворюються емульсії, які важко розділяються. У цьому випадку досить ефективним є проведення екстракції перемішуванням фаз на магнітній мішалці (низькі оберти!) - кожену процедуру проводять протягом тривалого часу, і повторюють кілька разів. Якщо ж доводиться використовувати ділильні лійки, їх сильно не струшують, а тільки злегка змішують. Емульсії виникають з різних причин. Однієї з них є наявність незначної кількості легкого осаду, що збирається на межі розділення шарів. Іншою причиною може бути великий поверхневий натяг у місці роздязнула двох рідин і, крім того, незначна різниця в їх густинах. Для руйнування емульсії в залежності від причин її виникнення користуються різними заходами. Емульсію, що утворюється, можна зруйнувати додаванням декількох крапель етилового спирту, що зменшує поверхневий натяг; шляхом фільтрування суміші; насиченням розчину кухонною сіллю для збільшення густини водного шару. У багатьох випадках при екстрагуванні речовини з водного розчину рекомендується попередньо наситити цей розчин якою-небудь неорганічною сіллю, наприклад NaCl або  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ . При цьому розчинність більшості органічних сполук у воді знижується й у той же час зменшуються втрати розчинника (так як його розчинність у воді також знижується). У тих випадках, коли речовина, яку екстрагують краще розчиняється у воді, ніж в органічних розчинниках, а виділення екстракцією в ділильній лійці не дає належних результатів, застосовують безперервну екстракцію.

### **Екстракція твердих речовин**

При виділенні органічних сполук із реакційних сумішей іноді доводиться екстрагувати цільовий продукт із малорозчинного чи нерозчинного твердого залишку або смоли. Цю процедуру можна проробляти вручну або за допомогою магнітної мішалки, однак більш ефективним прийомом є використання екстрактора Сокслета (рис. 12).

В екстрактор поміщають речовину, загорнену в фільтрувальний папір або нерозчинну тканину (гільза **5**), у колбу **1** наливають розчинник, призначений для проведення екстракції. Розчинник кипить, його пари по трубці **4** досягають зворотного холодильника **6**, у якому конденсуються, і рідина стікає в екстрактор. При цьому речовина розчиняється. Важливою деталлю екстрактора є вигнута трубка невеликого діаметра **3**, один з кінців якої з'єднаний з патроном екстрактора, а другий виходить у колбу з розчинником. Коли рівень розчину речовини в екстракторі досягає рівня вигину трубки, остання спрацьовує як сифон - і практично весь розчин переливається в нижню колбу.

Таким чином, з 5 вимивається вся розчинна речовина, що і концентрується в колбі 1.



**Рис. 12. Екстрактор Сокслета:**

1 - колба; 2 – насадка типу НЕТ; 3 – трубка для стоку екстракту; 4 – паровідвідна трубка; 5 – гільза; 6 – холодильник.

Екстрактор Сокслета досить зручний у роботі з природними об'єктами і його використовують для виділення з них органічних сполук.

### Перегонка і ректифікація

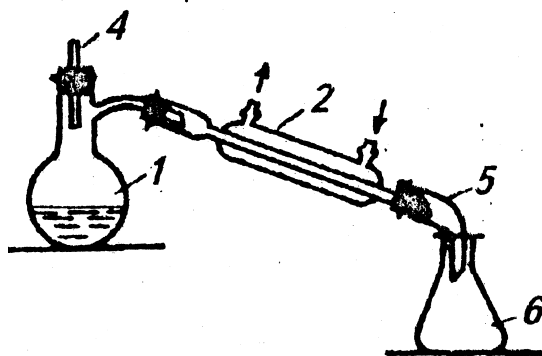
Перегонка - це один з найважливіших методів розділення й очистки рідких речовин. У найпростішому випадку процес перегонки заключається в нагріванні рідини до кипіння з наступною конденсацією парів у вигляді дистилату в холодильнику. Так як при цьому відбувається переміщення тільки однієї фази, а саме пари, то говорять про **пряму** або ж **просту перегонку**. Якщо ж частина сконденсованої пари (так названа *флегма*) стікає назустріч висхідному потокові пари і постійно повертається в колбу то така перегонка називається **ректифікацією**.

При виконанні лабораторних робіт для виділення деяких сполук використовується проста перегонка. Вона досить ефективна, якщо температури кипіння цільової сполуки і домішок відрізняються хоча б на 50°C .

### Проста перегонка

Проста перегонка застосовується для рідин, що киплять в інтервалі 40 - 150°C, так як при низьких температурах виникають певні труднощі з забезпеченням повноти конденсації парів, а вище 150 °С багато сполук помітно розкладаються. Висококиплячі рідини переганяють під зменшеним тиском - у вакуумі, який створюють водоструменевим насосом (8-15 мм рт.ст.) або ротаційним масляним (1-0.01 мм рт.ст.) насосом.

Прилад для перегонки під звичайним тиском зображений на рис. 13. Він складається з круглодонної колби Вюрца або ж окремо колби і насадки Вюрца. термометра, прямого холодильника, алонжа і приймача. Як приймач при такій перегонці допускається використання плоскодонних колб. Нагрівання здійснюють за допомогою водяної бані, нагрівальної плитки або газового пальника (для висококиплячих сполук). Перед перегонкою для забезпечення рівномірного кипіння в рідину поміщають запаяні з одного кінця скляні капіляри або кілька шматочків пористого фарфору, так звані кипілки. Варто звертати увагу на те, щоб кінчик термометра повністю змочувався парами речовини, тобто знаходився трохи нижче відвідної трубки насадки.



**Рис. 13. Прилад для простої перегонки:**

1 - круглодонна колба з речовиною; 2 - прямий холодильник; 4 - термометр; 5 - алонж;  
6 - приймач

Кількість рідини в перегонній колбі не повинне перевищувати половини загального об'єму колби.

При перегонці у вакуумі використовують аналогічні прилади - тільки замість круглодонної колби з насадкою надають перевагу колбі Клайзена або Фаворського (див. рис. 1).

### Фракційна перегонка

Фракційна перегонка використовується для розділення суміні рідин з різними температурами кипіння на окремі компоненти.

Практично існує два основних типи фракційної перегонки: а) послідовна багатократна фракційна перегонка; б) точна фракційна перегонка в одну операцію (ректифікація).

При багатократній фракційній перегонці відбирають кілька фракцій в попередньо визначених температурних інтервалах або в інтервалах

температур, які визначають за змінами швидкості перегонки. Потім від першої фракції відганяють одну або дві фракції; перегонку ведуть доти, поки температура пари не досягне значення, яке спостерігали при початковій перегонці цієї фракції. До залишку додають другу фракцію і продовжують перегонку попереднім способом. Такі прийоми перегонки проводять кілька разів, відбираючи фракції в попередньо обраних інтервалах температур або звужуючи межі кипіння основних фракцій.

При фракційній перегонці користуються дефлегматорами, що дає можливість підвищити ефективність розділення сумішей і, як наслідок, зменшити число перегонки. Дефлегматор закривають корком з термометром. Конструкція з дефлагматором забезпечує охолодження зовнішнім повітрям частини висококиплячих парів, які стікають назад до колби. Низькокиплячі пари надходять у холодильник, а звідти у вигляді конденсату — в приймач.

Стікаюча назад в колбу рідина називається флегмою, а відношення кількості конденсату, що повертається до перегонної колби, до кількості одержаного дистилляту в одиницю часу, називається флегмовим числом.

### **Перегонка з водяною парою**

Перегонка з водяною парою - один з розповсюджених методів виділення і очистки органічних речовин. Цей метод широко використовується не тільки в лабораторній практиці, але й у промисловості. Перегонка з парою застосовується для речовин, що практично не змішуються і не взаємодіють з водою.

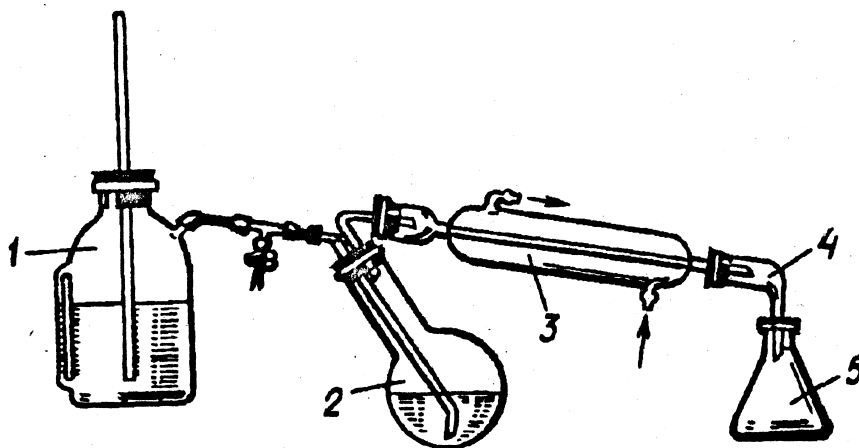
Перегонку з парою використовують:

- для виділення із сумішей і очистки речовин, що киплять при дуже високій температурі або взагалі не переганяються без розкладання.
- для очистки речовин, забруднених великою кількістю смолистих нелетких домішок.
- для відділення нелетких з парою твердих речовин від висококиплячих розчинників.
- для виділення малорозчинних у воді речовин, що мають при температурі близько 100°C помітний тиск пари.

Перегонка з парою основана на тих же фізико-хімічних принципах, що і проста перегонка. З підвищенням температури тиск пари води і речовини, що з нею не змішується зростають практично незалежно одне від іншого. Кипіння починається, тоді коли сума парціальних тисків насиченої пари компонентів буде рівна атмосферному тиску. Температура кипіння такої суміші при атмосферному тиску завжди буде нижчою за 100°C. Отже, цей спосіб дозволяє розділяти при атмосферному тиску висококиплячі речовини, один із компонентів яких нестійкий при температурі понад 100°C.

Перегонку з водяною парою проводять у приладі, що складається з пароутворювача, перегонної колби, холодильника і приймача (рис. 14). Пароутворювач представляє собою металеву посудину (його можна замінити звичайною круглодонною колбою ємністю 1,5-2 л), що має захисну і водомірну

трубки. Захисна трубка доходить майже до дна пароутворювача й охороняє систему від різкого підвищення тиску в результаті нагрівання. Це підвищення компенсується підняттям води по захисній трубці. Пароутворювач з'єднаний з перегонною колбою за допомогою гумової трубки. У якості перегонної можна застосовувати колбу Вюрца або звичайну круглодонну колбу. Трубка, по якій пара вводиться в колбу, повинна доходити майже до самого дна. Необхідно не допускати перекидання рідини, що переганяється, у приймач. Для цього колба повинна мати довге горло і бути розташована похило, щоб бризки не попадали в паровідвідну трубку, з'єднану з холодильником. Колбу наповняють рідиною не більше ніж на 1/3 її об'єму. Між пароутворювачем і колбою поміщають скляний трійник. Його бічний відросток устаткований краном або гумовою трубкою з затискачем. Цей трійник виконує роль водовідводу (на початку



перегонки конденсується деяка кількість води, що необхідно злити) і, що важливо: перед припиненням нагрівання пароутворювача кран або затискач трійника відкривають, тому що в протилежному випадку рідина з колби 3 перекинеться в 1.

**Рис. 14. Прилад для перегонки з водяною парою:**

1 - пароутворювач, 2 - перегонна колба, 3 - холодильник, 4 - алонж; 5 - приймач

Перегонку з водяною парою проводять таким чином: пароутворювач заповнюють водою приблизно на 2/3 його обсягу і нагрівають до температури кипіння. Одночасно нагрівають перегонну колбу. Увесь цей час трійник відкритий. Коли вода в пароутворювачі закипить, закривають гумову трубку і починають перегонку.

Пара, що утворюється, конденсується в холодильнику і надходить у приймач у вигляді емульсії. Якщо речовина закристалізовується в холодильнику, то на короткий час випускають холодну воду з холодильника, і пари речовини, що йдуть з колби, розплавляють кристали. При цьому потрібно стежити, щоб пара яка скондесувалася не захоплювала із собою речовину, що переганяється. Запуск холодної води в холодильник варто робити обережно. Перегонку ведуть до тих пір, поки з холодильника не будуть витікати краплі

чистої води. Після закінчення перегонки спочатку відкривають трійник, а потім гасять пальник.

Дистилят розділяють за допомогою ділильної лійки, водну фазу при необхідності екстрагують відповідним розчинником, який потім випарюють або відганяють.

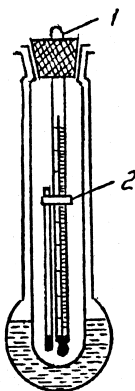
### **Визначення температури плавлення**

Кожна індивідуальна сполука характеризується сукупністю фізико-хімічних констант. Найпоширенішими з них є температура кипіння і плавлення, показник заломлення, густина. Про ступінь очистки речовини судять по тому наскільки збігаються визначені значення констант з відомими довідниковими величинами (часто цього вдається досягти тільки багатократною кристалізацією). Доказом чистоти перекристалізованої термічно стійкого речовини є визначити його температуру плавлення.

Температурою плавлення вважають інтервал температур з моменту появи рідкої фази до моменту повного зникнення твердої фази. Чим речовина чистіша, тим вузьчий інтервал температури плавлення (як правило, не більш  $0,5^{\circ}\text{C}$ ). Незначні кількості домішок приводять до сильного зниження температури плавлення. Величини визначеної температури плавлення і довідникової для чистої сполуки повинні співпадати. Температуру плавлення визначають в спеціальному приладі (рис. 15). При цьому використовують капіляр діаметром 1 мм і довжиною 4–5 см, один кінець якого має бути запаяним. Досліджувану речовину ретельно розтирають у ступці. Для заповнення капіляра його поміщають відкритим кінцем в досліджувану речовину, набирають небагато речовини і кидають запаяним кінцем вниз у вертикально поставлену на стіл скляну трубку завдовжки 80–90 см. Речовина при цьому переміщується на дно капіляра. Цю операцію повторюють кілька разів до отримання добре ущільненого стовпчика речовини висотою 3–5 мм.

Заповнений капіляр прикріплюють до термометра гумовою резинкою так, щоб речовина в ньому знаходилася на рівні середини кульки термометра. Потім термометр з капіляром поміщають в суху пробірку малого діаметру. Пробірку з термометром вставляють в колбу з рідиною, що нагрівається (гліцерин, парафінове масло, концентрована сульфатна кислота, силіконова рідина). Нагрівання проводять на пальнику спочатку швидко, але за  $15\text{--}20^{\circ}\text{C}$  до очікуваної температури плавлення нагрівання зповільнюють до  $1\text{--}2^{\circ}\text{C}$  в хвилину. Якщо речовина чиста, то воно плавиться в межах  $0,5\text{--}1^{\circ}\text{C}$ .





**Рис. 15. Прилад для вимірювання температури плавлення:**  
 1 – термометр з капіляром, поміщений у пробірку; 2 – кріплення на термометрі капіляра з речовиною

## МЕТОДИЧНІ РОЗРОБКИ ЛАБОРАТОРНИХ РОБІТ

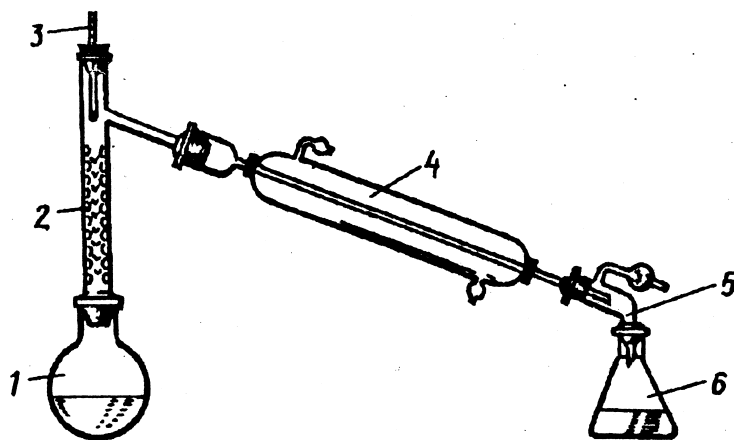
### Лабораторна робота №1

#### ФРАКЦІЙНА ПЕРЕГОНКА БІНАРНОЇ СУМІШІ АЦЕТОН - ВОДА

**Мета роботи:** розділити методом фракційної перегонки суміш ацетон:вода ( $V=20\text{мл}$ ), у вигляді графіка представити результати експерименту, визначити показник кута заломлення для ацетону, знайти величину молекулярної рефракції.

#### Виконання роботи:

Складають прилад для перегонки. Прилад для фракційної перегонки складається з круглодонної колби, дефлегматора, ртутного термометра, холодильника Лібіха, алонжа, двох мірних приймачів.



**Рис. 16. Прилад для фракційної перегонки рідких речовин:**

1 - круглодонна колба з речовиною; 2 - дефлегматор;  
 3 - термометр; 4 - прямий холодильник; 5 - алонж; 6 - приймач

Після того, наливають у колбу суміш, яку потрібно розділити. Колбу Вюрца заповнюють рідиною на  $\frac{3}{5}$  її об'єму. Щоб рідина не перегрівалася, перед початком нагрівання в колбу поміщають "кипілки" – кілька шматочків кераміки. "Кипілки" є джерелом дрібних бульбашок повітря, які сприяють рівномірному кипінню. Термометр, що показує температуру кипіння рідини, розміщують так, щоб кулька з ртуттю знаходилася на 0,5 см нижче від бічного відростка насадки Вюрца і повністю омивалася парами.

Перед початком перегонки потрібно перевірити, щоб внутрішній простір приладу був завжди сполучений з атмосферою. Інакше відбудеться вибух.

Колбу нагрівають на водяній бані так, щоб перегонка проходила поступово. Перегонку проводять з такою швидкістю, щоб за секунду в приймач потрапляло не більше 1-2 крапель дистилату.

Відмічають перший показник температури в той момент, коли перша крапля відігнаної речовини впала в приймач. Продовжують відмічати температуру через кожний відігнаний мілілітр речовини. Дані величин температури і об'єму заносять в таблицю.

Таблиця вимірювань:

V, мл	0	**1	2	3
T, °C	*			

\*– температура першої відігнаної краплі,

\*\*– температура через кожен відігнаний мілілітр.

Дані об'єму:

Фракція	V, мл
I (ацетон)	
II (ацетон + вода)	
III (вода)*	

\*– воду не відганяють; охолоджують і вимірюють об'єм.

I фракція - ацетон (інтервал перегонки: початок кипіння ацетону – до початку різкого піднімання температури);

II фракція - ацетон – вода (інтервал перегонки: початок різкого піднімання температури до початку кипіння води);

Результати експерименту представляють у вигляді графічної залежності об'єму дистилату (мл) від температури (°C).

**Визначення показника кута заломлення та розрахунок молекулярної рефракції для чистої речовини.**

**Властивості ацетону:**  $M = 58,08$ ;  $d_4^{20} = 0,792$  г/см<sup>3</sup>;

$t_{\text{кип.}} = 56,24^\circ\text{C}$ ;  $n_D^{20} = 1,3591$ .

Провівши фракційну перегонку, вимірюють показник кута заломлення для ацетону, враховуючи кімнатну температуру під час цього процесу.

Значення показника кута заломлення приводять до  $t=20^{\circ}\text{C}$ , враховуючи, що при  $\uparrow t \rightarrow n'_D \downarrow$  (на 1 градус припадає 0,0004 одиниці).

**Величину молекулярної рефракції  $MR_D$  знаходять за формулою:**

$$MR_D = \frac{n^2 - 1}{n^2 + 2} \cdot \frac{M}{d}$$

$M$  – відносна молекулярна маса речовини,

$d$  – густина речовини,

$n$  – показник кута заломлення (виміряний експериментально).

Теоретично молекулярна рефракція дорівнює сумі атомних рефракцій зв'язків:

$$MR_D = \sum AR = 6 R_{\text{C-H}} + 2 R_{\text{C-C}} + R_{\text{C=O}}$$

$$R_{\text{C-H}} = 1,676$$

$$R_{\text{C-C}} = 1,296$$

$$R_{\text{C=O}} = 3,490$$

$$MR_{D(\text{теор})} = 16,1380$$

Визначивши молекулярну рефракцію в експерименті для ацетону знаходять похибки чистоти експерименту, знаючи теоретичне її значення:

а) абсолютна похибка:

$$\Delta = MR_{D(\text{теор})} - MR_{D(\text{експ})}$$

б) відносна похибка:

$$E = \Delta / MR_{D(\text{теор})} \cdot 100\%$$

### **КОНТРОЛЬНІ ЗАПИТАННЯ:**

1. Що таке перегонка, типи перегонок?
2. У яких випадках використовується проста, а у яких фракційна перегонка?
3. Що таке "кипільки" і для чого їх використовують?
4. Що враховують при виборі нагрівального приладу для проведення перегонки?
5. Коли використовують перегонку з водяною парою?
6. Опишіть прилад, який використовують для перегонки з водяною парою.
7. Що таке ректифікація, суть методу.

## **Лабораторна робота № 2**

### **ПЕРЕКРИСТАЛІЗАЦІЯ ТА СУБЛІМАЦІЯ ОРГАНІЧНИХ РЕЧОВИН**

**МЕТА РОБОТИ:** очистити методом кристалізації або сублімації тверду речовину, визначити її температуру плавлення, зробити висновок про ступінь чистоти досліджуваної сполуки.

**Кристалізація** – це один з найбільш поширених методів розділення суміші твердих речовин та їх очистки. Він ґрунтується на різній розчинності компонентів суміші (див. розділ 3.1.).

**Виконання роботи:**

Перед початком проведення перекристалізації, правильно підбирають розчинник як це описано у розділі 3.1.

Вихідну речовину (для прикладу - бензойну кислоту) зважують і поміщають у скляний термостійкий стакан або у плоскодонну колбу. Тоді доливають таку кількість розчинника, яка потрібна для повного її розчинення. Розчин має бути досить насиченим, тому розчинення проводять при нагріванні і постійному перемішуванні.

Після повного розчинення речовини, гарячий розчин швидко фільтрують від нерозчинних домішок на лійці для гарячого фільтрування, використовуючи складчатий фільтр.

Отриманий фільтрат швидко охолоджують і спостерігають випадання осаду. При кристалізації утворюються кристали очищеної речовини. При повільній кристалізації утворюються більші кристали, які захоплюють з розчину значну кількість домішок.

Осад кристалів бензойної кислоти фільтрують за допомогою водоступинного насосу, використовуючи колбу Бунзена і лійку Бюхнера, промивають на фільтрі та сушать.

Очищені та висушені кристали даної для перекристалізації речовини зважують та розраховують вміст домішок у вихідній речовині.

**Сублімацією** називається процес, при якому кристалічна речовина, нагріта до температури, нижчої за її температуру плавлення, переходить у пароподібний стан, минаючи рідкий, і викристалізовується на холодній поверхні.

Сублімацію використовують для очистки речовин в тих випадках, коли сублімується лише основний продукт, а домішки, що мають іншу леткість, не випаровуються.

**Виконання роботи:**

Для очистки за допомогою сублімації добре подрібнену речовину (фталевий ангідрид) поміщають у фарфорову чашку, попередньо її зваживши.

Чашку закривають конічною лійкою (діаметр лійки повинен бути трохи менший, ніж діаметр чашки).

Щоб пари речовини не потрапляли назад у чашку, її накривають листком фільтрувального паперу з невеликими отворами (отвори пробивають голкою).

Носик лійки закривають ватою; лійку закріплюють у лапці штатива. При необхідності (для більш повного охолодження) лійку охолоджують листочками фільтрувального паперу, змоченого в холодній воді.

Дно чашки нагрівають на малому полум'ї до повного випаровування речовини, але так, щоб полум'я не торкалося дна чашки, а було від нього на відстані 3-4 см. Сублімація повинна відбуватися повільно.

На внутрішніх стінках лійки очищена від нелетких домішок речовина з'являється через 15-20 хв у вигляді голочок.

Після закінчення сублімації прилад розбирають лише після охолодження його до кімнатної температури.

Очищену речовину акуратно переносять на фільтруваний папір і зважують. Розраховують вміст домішок у досліджуваній речовині, знаючи її вихідну масу та масу після очистки.

Вимірюють температуру плавлення для одержаних речовин, очищених методом перекристалізації чи сублімації. За цими даними роблять висновок про ступінь чистоти досліджуваних сполук.

### **КОНТРОЛЬНІ ЗАПИТАННЯ:**

1. Які фізичні методи ідентифікації речовин використовують в лабораторії органічної хімії?
3. Який спосіб нагрівання застосовується при кип'ятінні легкозаймистих рідин?
4. Приведіть порядок проведення перекристалізації.
5. На чому заснований принцип кристалізації речовин?
6. Перерахуйте умови підбору розчинника при кристалізації.
7. Опишіть прилад для проведення перекристалізації з *n*-гексана; з води; з діоксана.
8. Як при кристалізації одержати великі кристали?
9. Якщо для перекристалізації Вашої сполуки підходять етанол, хлороформ і вода, то який з цих розчинників Ви виберете для роботи? Поясніть.
10. Розкажіть про порядок і заходи безпеки при фільтруванні за допомогою лійки Бюхнера і колби Бунзена.

## **Лабораторна робота № 3**

### **АЛКАНИ, АЛКЕНИ, АЛКІНИ, АРЕНИ**

**МЕТА РОБОТИ:** познайомитися з лабораторним методом отримання алканів, алкенів, алкінів та аренів. Вивчити деякі фізичні і хімічні властивості алканів, алкенів, алкінів, аренів і їх гомологів. Познайомитися з властивостями поліядерних ароматичних сполук на прикладі нафталену.

#### **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 бром. 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 бром у 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 реакцій, 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 та гомологів бензену до окиснювачів**

До 1 мл рідкого алкану додають 0,5 мл розчини калій перманганату. Вміст пробірки струшують протягом хвилини.

У пробірку наливають 0,5 мл толуену і додають таку ж кількість розчину калій перманганату, підкисленого краплею розчину сульфатної кислоти. Вміст пробірки струшують протягом 1–2 хвилин.

#### ***Завдання***

1. Відзначте зміни, що відбуваються. Напишіть відповідні рівняння реакцій.

### **Дослід 6. 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 7. 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 броду в 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 броду – з алканами чи з алкенами?
2. Навіщо додають залізні ошурки? Зробіть висновки про бродування аренів у присутності феруму та без нього. Напишіть рівняння бродування бензену у присутності феруму і без нього.

### **Дослід 9. Сульфування ароматичних сполук**

У дві пробірки поміщають по 3 краплі бензену і толуену, в третю – декілька кристаликів нафталену. У кожену 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 сульфонування пройшло повністю, утворюється прозорий розчин, оскільки сульфокислоти добре розчинні у воді.

#### **Запитання і завдання**

1. Напишіть рівняння сульфонування 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 сульфонування пройшло повністю?

#### **Дослід 10. 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!). Охоложену 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 11. 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 № 4

### ОДЕРЖАННЯ ЕТИЛБРОМІДУ. ПРОБА БЕЙЛЬШТЕЙНА

**Мета роботи:** одержати етилбромід, провести пробу Бейльштейна на галогени для перевірки одержаного етилброміду.

**Виконання роботи:**

Прилад для синтезу складається з круглодонної колби на 250 мл, дефлегматора, прямого холодильника з водяним охолодженням, алонжа, приймача - плоскодонної колби на 250 мл.

В круглодонну колбу до 40 мл спирту наливають 35 мл води і при постійному перемішуванні та охолодженні поступово додають 75 мл концентрованої сульфатної кислоти. Суміш охолоджують до кімнатної температури і при перемішуванні вносять дрібно розтертий калій бромід (60 г). Колбу з'єднують з дефлегматором і довгим, добре діючим прямим холодильником з водяним охолодженням, до якого приєднаний алонж. В приймач наливають невелику кількість води з кусочками льоду і повністю занурюють кінчик алонжа.

Реакційну суміш нагрівають (обов'язково використовують кипілки!) на піщаній бані. Через деякий час в приймач починають надходити маслянисті краплі, які опускаються на дно. Якщо реакційна суміш в колбі починає сильно пінитись, то на деякий час зупиняють нагрівання. Повністю нагрівання припиняють тоді, коли маслянисті краплі перестануть надходити в приймач. Відділяють одержаний етилбромід від води в ділильній лійці.

**Проба Бейльштейна на галогени.**

Мідний дріт діаметром 1–2 мм з петлею на кінці прожарюють у верхній частині полум'я пальника до припинення забарвлення полум'я. Після охолодження дроту петлю опускають в розчин етилброміду і вносять в полум'я пальника. Спостерігають появу зеленого забарвлення полум'я внаслідок утворення летких галогенідів Купруму.

Для очистки дріт змочують хлоридною кислотою і знову прожарюють. Слід зробити контрольний дослід, опускаючи дріт в рідину, що не містить галоген (дистильована вода, спирт) і відзначити забарвлення полум'я в цьому випадку.

**Питання і завдання**

1. Напишіть відповідні рівняння реакції одержання етилброміду. Вкажіть для чого використовують концентровану сульфатну кислоту.
2. Про присутність якого елемента свідчить забарвлення полум'я? Відмітьте колір полум'я.
3. Чому при прожарюванні мідний дріт темніє?

## Лабораторна робота № 5

### СПИРТИ ТА ФЕНОЛИ

**МЕТА РОБОТИ:** вивчити деякі фізичні і хімічні властивості насичених одноатомних спиртів та фенолів. Відзначити якісні реакції на багатоатомні спирти та феноли. Оцінити взаємний вплив гідроксильної групи і бензольного ядра. Одержати лабораторним методом саліцилову кислоту.

#### **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. Виявлення води в спиртах і зневоднення спиртів**

У дві пробірки поміщають по 0,5 г безводного купрум (II) сульфату і додають по 1 мл етилового та ізопропілового спиртів. Вміст пробірок змішують і дають відстоятися. Зневоднені спирти використовують для наступного дослідів.

#### **Запитання і завдання**

1. Поясніть явище, яке відбувається. Напишіть відповідне рівняння реакції.
2. Для чого можна використовувати дану реакцію? Які ще реагенти можна для цього застосовувати? Як їх називають? Чи можна для зневоднення використовувати концентровану сульфатну кислоту?
3. Чи можна знайти воду в спирті-ректифікаті?

#### **Дослід 3. Відношення спиртів до активних металів**

У пробірку з 1 мл безводного спирту кидають невеликий кусочок натрію металічного, очищений і висушений фільтрувальним папером. (Якщо розігрівання приводить до закипання спирту, то суміш охолоджують в стакані з холодною водою). Пробірку закривають корком з скляною трубкою. Газ, що виділяється, підпалюють. Якщо натрій прореагував не повністю, то додають надлишок спирту, доводячи реакцію до кінця. Після того, як увесь натрій прореагує, пробірку охолоджують і додають 3–4 краплі води і 1 краплю фенолфталеїну.

#### **Запитання і завдання**

1. Напишіть рівняння реакції. Який газ виділяється при взаємодії натрію зі спиртом? Як це довести?
2. Що за речовина кристалізується?

3. Чому спирт повинен бути безводним і навіть необхідно, щоб натрій прореагував із спиртом повністю?
4. Напишіть рівняння реакції одержаного продукту з водою. Що показує індикатор? Оцініть кислотність спирту.

#### **Дослід 4. Отримання діетилового етеру**

У суху пробірку вносять по 0,5 мл етанолу і концентрованої сульфатної кислоти. Суміш обережно підігривають 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 етер?
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 5. Утворення естеру**

У пробірку наливають по 0,5 мл ізоамілового спирту і концентрованої ацетатної кислоти, потім додають 2 краплі концентрованої сульфатної кислоти. Суміш обережно підігривають 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 6. 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.

##### ***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. Як ще можна довести утворення основного продукту окислення етанолу? Проведіть додатковий якісний аналіз.

#### **Дослід 7. 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 8. Утворення йодоформу із спирту**

У пробірці змішують 0,5 мл етанолу, 3–4 краплі розчину йоду в калій йодиді і стільки ж розчину луку. Суміш трохи підігривають, 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 9. 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?

#### **Зверніть увагу!**

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

### **Дослід 10. 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 11. Бромовання фенолу**

Дослід проводять під тягою! У суху пробірку поміщають декілька кристалів фенолу і наливають 0,5 мл розчину броду в 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 12. Сульфування 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 13. 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 *p*-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 14. Отримання фенолформальдегідних смол**

У пробірку поміщають декілька кристалів фенолу і 1 мл розчину формальдегіду. Суміш нагрівають до розчинення фенолу. Через 3 хвилини до розчину додають 5 крапель концентрованої хлоридної кислоти і продовжують нагрівання до розшарування суміші. Пробірку поміщають в стакан з холодною водою. Після утворення чіткої межі між шарами зливають воду і швидко виливають смолу на предметне скло.

Досліджують смолу, що утворилася, на розчинність в спирті. Невелику кількість смоли нагрівають у фарфоровій чашці до затвердіння. Досліджують розчинність в спирті затверділої смоли.

#### **Запитання і завдання**

1. Яку будову полімеру має дана смола? Як називається одержана смола? Напишіть схему її утворення.
2. Який тип реакції лежить в основі отримання смоли?
3. Яка розчинність в спирті одержаної смоли до і після затвердіння?

#### **Дослід 15. Отримання *p*-хінону**

У пробірку наливають 2 мл розчину калій броміду, додають 1–2 краплі розчину сульфатної кислоти і 2 кусочки гідрохінону. Вміст пробірки нагрівають до 50°C, при цьому гідрохінон переходить в розчин. Температура підвищується до 70–75°C, реакційна суміш темніє. Через 10–15 хвилин колір маси змінюється, після чого її охолоджують холодною водою.

#### **Запитання і завдання**

Складіть рівняння відповідної реакції. Вкажіть тип реакції. Якого кольору продукт, що отримали?

#### **Дослід 16. 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 17. Гідроліз ацетилсаліцилової кислоти**



У двох пробірках розчиняють декілька кристалів ацетилсаліцилової кислоти в 1 мл води. Одну з них обережно доводять до кипіння і кип'ятять 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 № 6**

#### **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. Отримання ацетальдегіду з ацетилену**

У пробірку поміщають декілька шматочків кальцій карбїду, небагато (на кінчику шпателя) меркурій (II) оксиду і наливають 2 мл розчину сульфатної

кислоти. Пробірку швидко закривають корком з газовідвідною трубкою, кінець якої опускають в іншу пробірку з 2 мл води так, щоб газовідвідна трубка була занурена у воду. Пробірку-приймач охолоджують в стакані води з льодом. Пробірку з кальцій карбідом нагрівають 3–4 хвилини, пропускаючи газ через воду. Наявність ацетальдегіду в пробірці з водою визначають по характерному запаху і по реакції з 2 краплями фуксинсірчистої кислоти.

#### ***Запитання і завдання***

1. Напишіть рівняння реакцій, що приводять до отримання оцтового альдегіду. Хто вперше здійснив даний синтез?
2. Відзначте характерний запах ацетальдегіду.

#### **Дослід 3. 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 4. 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 5. Окиснення бензальдегіду киснем повітря**

На предметне скло наносять краплю бензальдегіду і залишають на повітрі. Через деякий час з'являються кристали.

#### ***Запитання і завдання***

1. Чим є кристали, що утворюються? Напишіть рівняння реакції окиснення бензальдегіду киснем.
2. Відзначте зміну запаху в процесі окиснення?

### **Дослід 6. 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 7. Реакція бензальдегіду і ацетону з натрій гідросульфідом**

У дві пробірки наливають по 0,5 мл насиченого розчину натрій гідросульфїту. 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 гідросульфїтів бензальдегіду і ацетону.
2. До якого типу відноситься дана реакція? Чи є дана реакція якісною на карбонільну групу?

### **Дослід 8. Одержання 2,4-динітрофенілгідразону бензальдегіду**

У пробірку поміщають декілька кристалів солянокислого 2,4-динітрофенілгідразину, натрій ацетату і додають 1 мл води. Вміст пробірки струшують до повного розчинення речовин. До розчину доливають 3–4 краплі бензальдегіду і струшують до випадання кристалів.

#### ***Запитання і завдання***

1. Напишіть рівняння відповідної реакції.
2. Чи можна дану реакцію віднести до якісних реакцій на альдегіди і кетони? Чому?

### **Дослід 9. 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 кожену 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 10. Отримання ацетону з натрій ацетату**

У суху пробірку насипають безводний натрій ацетат (висота шару 8–10 мм) і закривають корком з газовідвідною трубкою. Кінець трубки поміщають у пробірку з 1 мл води. Пробірку-приймач охолоджують в стаканчику з холодною водою. Сіль нагрівають на полум'ї пальника. Одержаний водний розчин ацетону використовують для наступного дослідів.

#### **Запитання і завдання**

1. Напишіть рівняння одержання ацетону. До якого типу відноситься дана реакція?
2. Яка розчинність ацетона у воді?

### **Дослід 11. 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 (одержаного в попередньому досліді), в іншу – 2 краплі діетилкетону.

#### **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 7**

### **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. Отримання оцтової кислоти і вивчення її властивостей**

У пробірку поміщають 1 г натрій ацетату, наливають 1 мл розчину сульфатної кислоти і додають кипілки для рівномірного кипіння. Пробірку закривають корком з газовідвідною трубкою. Кінець газовідвідної трубки занурюють до дна в пробірку-приймач, прикривши її вологим ватним тампоном. Суміш обережно нагрівають до її кипіння. У приймач поступово

збирають близько 1 мл ацетатної кислоти. Відділяють приймач від приладу і припиняють нагрівання. Одержану кислоту розбавляють 2 мл води і розчин розливають порівну в три пробірки.

У першу пробірку вносять 1 краплю лакмусу і нейтралізують кислоту розчином натрій гідроксиду. Додають 2–3 краплі розчину ферум (III) хлориду. Потім суміш нагрівають до кипіння.

У другу додають небагато магнієвої стружки. Газ, що виділяється обережно підпалюють сірником (**дослід проводиться в захисних окулярах!**).

У третю поміщають небагато порошку натрій карбонату. До отвору пробірки підносять запалений сірник.

#### ***Запитання і завдання***

1. Напишіть рівняння реакції нейтралізації. В якості чого використовують реактив - ферум (III) хлорид?
2. Складіть рівняння реакцій взаємодії ацетатної кислоти з: а) Магнієм; б) натрій карбонатом. Які гази при цьому виділяються і як це довести?

#### **Дослід 2. 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 3. Вивчення відношення кислот до нагрівання**

У пробірку поміщають декілька кристалів оксалатної кислоти і нагрівають пробірку. У верхню частину пробірки вносять скляну палочку, змочену у вапняній (або баритовій) воді. Аналогічні досліди проводять з ацетатною і бензойною кислотами.

#### ***Запитання і завдання***

1. Напишіть рівняння розкладу оксалатної кислоти. Що показує взаємодія вапняної (баритової) води з продуктами розкладу? Напишіть рівняння реакції.
2. Чи є відмінності при нагріванні кислот: оксалатної, ацетатної і бензоатної? Поясніть явища, які спостерігаєте. Напишіть відповідні рівняння реакцій.

#### **Дослід 4. Вивчення відношення карбонових кислот до окисника**

У пробірку поміщають небагато натрій форміату, додають дві краплі розчину калій перманганату і 2–3 краплі розчину сульфатної кислоти. Вміст

пробірки нагрівають і досліджують газ, що виділяється вапняною (або баритовою) водою (так само, як у досліді 3). 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 5. Утворення солей карбонових кислот**

В одну пробірку поміщають Магній, у другу – Цинк, в третю – натрій карбонат. Потім у кожен пробірку наливають розчин ацетатної кислоти. Якщо реакція з Цинком проходить повільно, то пробірку з реакційною сумішшю підігрівують. До отвору кожної пробірки підносять запалений сірник.

#### ***Запитання і завдання***

1. В якій із цих пробірок реакція протікатиме найшвидше? Поясніть.
2. Опишіть, що спостерігаєте. Напишіть відповідні рівняння реакцій.

#### **Дослід 6. Одержання та розклад меркурій форміату**

До розчину декількох крапель форміатної кислоти в 2 мл води додають небагато меркурій (II) оксиду. При струшуванні оксид поступово розчиняється, свіжоосаджений оксид розчиняється миттєво. Отриманий прозорий розчин нагрівають при частому струшуванні в киплячій водяній бані або на пальнику. Через декілька секунд випадає білий осад меркурій форміату. При подальшому нагріванні осад сіріє. В розчині після нагрівання знову з'являється вільна форміатна кислота (перевіряють лакмусом).

#### ***Запитання і завдання***

1. Чому при подальшому нагріванні білий осад меркурій форміату сіріє?
2. Напишіть рівняння відповідних реакцій.

#### **Дослід 7. 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.

Аналогічно проводять дослід з ізоаміловим спиртом. В результаті утворюється ізоамілацетат, який має запах грушевої есенції.

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 8. 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 9. 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 10. 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 11. 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?

### **Дослід 12. Утворення нерозчинних солей жирних кислот**

У дві пробірки наливають по 0,5 мл розчину мила і додають по 2–3 краплі в одну пробірку – розчину кальцій хлориду, в іншу – розчину плюмбум нітрату (ацетату). Записують спостереження.

До 0,5 мл розчину мила додають 2 мл розчину купрум (II) сульфату. Розчин з блакитним осадом, що утворився нагрівають до кипіння.

#### ***Запитання і завдання***

1. Що утворюється при додаванні розчинів солей кальцію і плюмбуму до розчину мила? Напишіть рівняння одержання нерозчинних солей жирних кислот.
2. Що утворюється при взаємодії мила з купрум (II) сульфатом? Напишіть рівняння реакції.

### **Дослід 13. Емульгуюча дія мила**

В пробірку вносять краплю рослинного масла, 5 крапель дистильованої води і суміш енергійно струшують. Утворюється емульсія – каламутна рідина, де в невагомому стані знаходяться дрібні крапельки олії. До емульсії додають 5 крапель розчину мила і знову енергійно струшують.

#### ***Запитання і завдання***

1. Чи стійкою є водно-масляна емульсія?  
Як змінюється стійкість емульсії при додаванні мила? Чому?

### **Дослід 14. Оцінка ступеня насиченості жирів**

Дослід проводять одночасно з декількома різними жирами; тверді жири попередньо нагрівають до розрідження. В сухій пробірці розчиняють краплю кожного із досліджуваних жирів в 1 мл тетрахлорметану, після цього додають при струшуванні розчин брому із бюретки або градуйованої піпетки до припинення зникнення забарвлення. Порівнюють об'єми розчину бром, необхідні для досягнення однакового світло-жовтого забарвлення розчинів різних жирів і розміщують досліджувані жири в ряд по зростаючому ступеню насиченості.



## 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?

## Лабораторна робота 8

### АМІНИ. ДІАЗО ТА АЗОСПОЛУКИ

**МЕТА РОБОТИ:** вивчити деякі фізичні і хімічні властивості аліфатичних і ароматичних амінів. Відзначити їх характерні властивості. Одержати діазосполуки і оцінити область їх використання.

#### Дослід 1. Отримання метиламіну з ацетаміду і вивчення його деяких властивостей

У пробірку поміщають декілька кристаликів ацетаміду і 0,5 мл бромної води (**дослід проводять у витяжній шафі!**). Після охолодження водою до суміші доливають краплями концентрований розчин натрій гідроксиду до знебарвлення бромну і додають ще 2–3 краплі розведеного розчину лугу. Пробірку закривають корком з газовідвідною трубкою, кінець трубки поміщають в пробірку з водою, охолоджену льодом. Нагрівають вміст пробірки на полум'ї пальника. До отвору газовідвідної трубки підносять скляну паличку, змочену концентрованою хлоридною кислотою.

За допомогою розчину фенолфталеїну перевіряють реакцію середовища в одержаному водному розчині метиламіну (одержаний розчин використовують для дослідів 2).

Перевіряють властивості газу, що виділяється. Для цього газовідвідну трубку послідовно занурюють у пробірки, що містять: перша - 2 мл 3%-го розчину феруму (III) хлориду, друга - 3%-ий розчин купрум (II) сульфату.

#### Запитання і завдання

1. За якими ознаками можна довести, що утворюється саме метиламін? Складіть рівняння відповідної реакції.
2. Що спостерігаєте, коли підносите паличку змочену хлоридною кислотою до отвору газовідвідної трубки? Яка речовина утворюється? Напишіть рівняння реакції.
3. Напишіть реакцію взаємодії метиламіна з водою. Яке середовище одержаного розчину?

#### Дослід 2. Реакція первинних амінів з нітритною кислотою

У пробірку наливають 2 мл водного розчину метиламіну і 1 мл 10% -го розчину натрій нітриту. Тоді до суміші додають декілька крапель льодяної ацетатної кислоти.

#### **Запитання і завдання**

Опишіть спостереження, напишіть рівняння реакції, яка відбувається.

#### **Дослід 3. Отримання аніліну з нітробензолу**

У пробірку поміщають маленький шматочок Стануму, 0,5 мл концентрованої хлоридної кислоти і краплю нітробензену. Бурхливо протікає реакція, яка слабшає через декілька хвилин. Якщо реакція сповільнюється, то суміш підігрівають на полум'ї пальника. Реакцію ведуть до тих пір, поки весь Станум не прореагує. Для цього може знадобитися ще 2–3 краплі хлоридної кислоти.

Після охолодження 0,5 мл одержаного розчину наливають в пробірку з 2–3 краплями бромної води.

#### **Запитання і завдання**

1. Чи є дана реакція окислювально-відновною? Складіть рівняння реакцій. Хто вперше здійснив цю реакцію?
2. Вкажіть ознаку проходження реакції аніліну з бромною водою. Напишіть рівняння реакції. До якого типу відноситься дана реакція? Чи можна цю реакцію використовувати як якісну на анілін?
3. Порівняйте умови бромовання бензену і аніліну і поясніть ці факти.

#### **Дослід 4. Отримання солей аніліну**

У пробірці змішують 1 краплю аніліну з 1 мл води. Суміш струшують. Червоним лакмусовим папірцем і розчином фенолфталеїну перевіряють реакцію середовища в одержаній емульсії. Емульсію розділяють на дві частини.

До першої частини емульсії додають краплями 0,5 мл розчину сульфатної кислоти.

До іншої частини емульсії доливають краплями концентровану хлоридну кислоту до утворення прозорого розчину. Тоді до одержаного розчину наливають краплями концентрований розчин натрій гідроксиду.

#### **Запитання і завдання**

1. Якою властивістю володіє анілін? Поясніть різне відношення до індикаторів розчинів метиламіна і аніліну.
2. Що спостерігається при додаванні сульфатної і хлоридної кислот? Напишіть рівняння реакцій і назвіть продукти. До якого типу відноситься дана реакція?
3. Чи можлива реакція із слабкими кислотами? Чому?
4. Що спостерігаєте при додаванні до солі розчину луку? Напишіть реакцію розкладу солі аніліну.

#### **Дослід 5. Окиснення аніліну**

У пробірку наливають 1 мл аніліну і додають 1 мл хромової суміші. Суміш в пробірці нагрівають і колір розчину змінюється. Утворення “чорного

аніліну” є результатом глибокого окиснення аніліну (при досить тривалому нагріванні).

#### ***Запитання і завдання***

1. Опишіть, що утворюється в результаті тривалого нагрівання. Відзначте колір розчину. Як називають речовину, що утворилася.
2. До якого типу відноситься ця реакція. Напишіть рівняння відповідної реакції.

#### **Дослід 6. Одержання ізонітрилу**

В пробірку поміщають 2 краплі аніліну, 3 краплі хлороформу, 3 краплі концентрованого розчину натрій гідроксиду і 2 мл етанолу (**дослід проводять у витяжній шафі!**). Суміш обережно нагрівають до початку реакції. З’являється характерний, неприємний запах ізонітрилу. Після закінчення реакції вміст пробірки виливають у хлоридну або сульфатну кислоту для розкладу ізонітрилу.

#### ***Запитання і завдання***

Запишіть рівняння відповідної реакції.

#### **Дослід 7. Одержання основ Шиффа**

В пробірку до 2 мл аніліну додають 2 мл бензальдегіду, одержаний розчин струшують. Відразу ж відбувається реакція із виділенням теплоти. Суміш лишають на 15 хвилин, тоді додають 2,5 мл етанолу і охолоджують до температури 5 °С.

#### ***Запитання і завдання***

1. Назвіть сполуку, що одержали. Якого вона кольору?
2. Напишіть рівняння відповідної реакції.

#### **Дослід 8 Діазотування аніліну**

У пробірку наливають 1 мл аніліну, 0,5 мл концентрованої хлоридної кислоти і шматочок льоду. Крім цього, пробірку поміщають у воду з льодом. В одержаний розчин при струшуванні краплями додають 0,5 мл охолодженого розчину натрій нітриту.

Повноту діазотування аніліну перевіряють йодкрохмальним папірцем. Якщо анілін продіазотував повністю, то на папері появляється блакитне або синє забарвлення, яке вказує на присутність в розчині вільної нітратної кислоти. Пробу проводять через 2–3 хвилини після додавання натрій нітриту. Якщо йодкрохмальний папірець не синіє, то додають ще 1–2 краплі розчину натрій нітриту і знову повторюють пробу.

Одержаний розчин діазосполуки ділять на три частини і залишають для наступних дослідів в охолодженій суміші (сніг, лід).

#### ***Запитання і завдання***

1. Напишіть рівняння відповідних реакцій. Назвіть одержані продукти.
2. Чому діазосполуки одержують при температурі близько 0°С?

#### **Дослід 9. Розклад солей фенілдіазонію**

Третю частину розчину фенілдіазоній хлориду, одержаного в досліді 8, поміщають в гарячу водяну баню (50–60°C) і нагрівають до припинення виділення азоту. На поверхні рідини утворюється темна масляниста пляма з характерним запахом фенолу. Для доказу утворення фенолу додають краплю розчину феруму (III) хлориду.

#### ***Запитання і завдання***

Складіть реакцію одержання фенолу. Оцініть відношення солей діазонію до нагрівання.

#### **Дослід 10. Отримання *n*-гідроксиазобензену**

У пробірку поміщають декілька кристалів фенолу, додають 2 мл розчину натрій гідроксиду до повного розчинення фенолу. Одержаний розчин доливають до 1/3 частини розчину фенілдіазоній хлориду, який одержали в досліді 8.

#### ***Запитання і завдання***

1. Відзначте забарвлення, що з'явилося. Напишіть схему відповідної реакції. До якого типу дана реакція?
2. У якому середовищі протікає реакція азосполучення з фенолами?

#### **Дослід 11. Отримання кислотного азобарвника (судан I)**

У пробірці розчиняють декілька кристалів  $\beta$ -нафтолу в 3 краплях розчину натрій гідроксиду. До одержаного розчину доливають 2–3 краплі попередньо одержаного фенілдіазоній хлориду.

#### ***Запитання і завдання***

Опишіть явища, що спостерігаєте. Складіть рівняння реакції. До якого типу відноситься дана реакція?

#### **Дослід 12. Одержання барвника метилового оранжевого**

В одному стакані розчиняють 1 г диметиланіліну в 10 мл хлоридної кислоти. У другому стакані розчиняють 1 г сульфанілової кислоти (в 2,5 мл 2 н. розчину натрій гідроксиду) і додають 0,4 г натрій нітриту в 5 мл води. Охолоджений розчин льодом доливають до 2,5 мл 2 н. хлоридної кислоти.

До розчину в першому стакані доливають розчин з другого стакана, а тоді додають 2 н. розчин натрій гідроксиду до лужної реакції. Барвник випадає у вигляді жовто-оранжевого осаду, його відфільтровують і сушать.

Фільтрат розливають у дві пробірки (по 1 мл) розводять його водою. Тоді додають в одну пробірку розведену кислоту, а в іншу - луг.

#### ***Запитання і завдання***

У який колір перетворюється забарвлення барвника у кожній із пробірок? Поясніть чому.

#### **Дослід 13. Одержання барвника $\beta$ -нафтолового оранжевого**

В одному стакані розчиняють 0,7 г  $\beta$ -нафтолу в 10 мл 2 н розчину натрій гідроксиду при нагріванні. В другому стакані розчиняють при нагріванні 1 г

сульфанілової кислоти в 2,5 мл 2 н розчину натрій гідроксиду. До лужного розчину додають розчин 0,4 н натрій нітриту в 5 мл води. Розчин охолоджують і доливають його при перемішуванні до 10 мл 2 н хлоридної кислоти, охолоджуючи при цьому льодом.

До одержаного розчину солі діазонію доливають лужний розчин  $\beta$ -нафтолу. Осад, що випав відфільтровують та сушать.

#### ***Запитання і завдання***

Опишіть спостереження. Відзначте забарвлення одержаного барвника.

#### **Дослід 14. Фарбування кислотними азобарвниками**

Розчиняють 0,1 г метилового оранжевого в 50 мл води. Розчин розливають у два стакани. В один із них додають 5 мл 4 н. сульфатної кислоти. Тоді в обидва стакани опускають по шматочку білої тканини. Розчини з тканинами кип'ятять 5 хвилин, відтискають і висушують.

#### ***Запитання і завдання***

Відзначають колір кожного із шматків тканини.

#### **КОНТРОЛЬНІ ЗАПИТАННЯ:**

1. Чому аміни володіють основними властивостями?
2. Які аміни: аліфатичні чи ароматичні – володіють більш основними властивостями? Порівняйте основність аліфатичних і ароматичних амінів з основністю амоніаку. Чим це зумовлено?
3. Яку реакцію можна вважати якісною на анілін?
4. З якими групами сполук можуть вступати солі діазонію в реакцію азосполучення? Яка область застосування діазосполук?
5. Поясніть чому азосполуки забарвлені?

### **Лабораторна робота № 9**

#### **АМІНОКИСЛОТИ ТА БІЛКИ**

**МЕТА РОБОТИ:** познайомитися з основними хімічними властивостями амінокислот. Вивчити якісні реакції на білок.

#### **Дослід 1. Амфотерні властивості гліцину**

У дві пробірки поміщають 0,5 мл розчину гліцину і в першу додають 1 краплю метилового червоного, в другу – 1 краплю метилового оранжевого. У кожну з пробірок додають 2 краплі розчину формальдегіду. Записують, що спостерігають.

#### ***Запитання і завдання***

1. Що таке амфотерність? Чому це явище проявляється у амінокислот?
2. Який колір індикаторів метилового червоного і оранжевого при додаванні їх до гліцину? Чому?

3. Напишіть схему реакції взаємодії гліцину з формальдегідом. Чому змінилося забарвлення індикатора?

### **Дослід 2. Згортання білків**

У чотири пробірки поміщають по 0,5 мл розчину яєчного білка. Вміст першої пробірки нагрівають до кипіння, охолоджують і розчиняють у воді. У решту пробірок додають відповідно розчин формальдегіду, етанол і ацетатну кислоту.

#### ***Запитання і завдання***

1. Які зміни відбуваються в структурі білка при нагріванні? Чи змінюється його первинна структура? Як називається процес згортання білків? Чому білок, що згорнувся, не розчиняється у воді?
2. Що відбувається з білком при додаванні формальдегіду? Як використовується дана реакція в побуті?
3. Що спостерігається при додаванні до білка спирту і кислоти?

### **Дослід 3. Реакція амінокислот з ферум (III) хлоридом**

До 1 мл розчину гліцину додають 2 краплі розчину ферум (III) хлориду. Що спостерігають?

#### ***Запитання і завдання***

На що вказує дана реакція? Напишіть схему відповідної реакції.

### **Дослід 4. Реакція з солями Купруму**

У пробірку наливають 1 мл розчину гліцину і вносять по кристалику мідного купоросу і натрій ацетату.

#### ***Запитання і завдання***

1. Опишіть спостереження. Поясніть можливість протікання даної реакції. Напишіть рівняння реакції.
1. Навіщо необхідний натрій ацетат?

### **Дослід 5. Осадження білка солями важких металів**

Беруть дві пробірки і поміщають в них по 1 мл розчину яєчного білка. У першу пробірку додають 1 краплю розчину купрум (II) сульфату, в другу – 1 краплю розчину плюмбум ацетату.

#### ***Запитання і завдання***

1. Наявність яких функціональних груп зумовлює взаємодію білка з солями важких металів?
2. Складіть схеми реакцій, що лежать в основі процесу осадження білка солями важких металів.

### **Дослід 6. Біуретова реакція на білки**

У пробірку поміщають 1 мл розчину яєчного білка, 1 мл розчину натрій гідроксиду і 1–2 краплі розчину купрум (II) сульфату.

### ***Запитання і завдання***

1. Напишіть схему реакції біурету з купрум (II) гідроксидом. Наявність якого структурного фрагменту в молекулі є необхідним для позитивної біуретової реакції?
2. Чи можна рахувати дану реакцію якісною на білок?

### **Дослід 7. Ксантопротеїнова реакція**

У пробірку вносять 1 мл водного розчину білка і 0,5 мл концентрованої нітратної кислоти. Суміш обережно нагрівають. Після охолодження додають до реакційної суміші по краплях концентрований розчин амоніаку.

### ***Запитання і завдання***

1. Які амінокислоти можна визначити за допомогою даної реакції? На прикладі відповідної амінокислоти напишіть реакцію її взаємодії з нітратною кислотою.
2. Чим пояснюється зміна забарвлення (яка?) після додавання розчину амоніаку? Чи можна рахувати дану реакцію якісною на білки?

### **Дослід 8. Кольорова реакція амінокислот з нінгідрином**

До 2 мл 2%-розчину аміноацетатної кислоти додають 2-3 краплі 0,1%-ного розчину нінгідрину в ацетоні. Вміст пробірки струшують і нагрівають на гарячій водяній бані.

### ***Запитання і завдання***

Запишіть спостереження. Якого забарвлення і відтінку набуває розчин?

### **Дослід 9. Реакція на Сульфур**

У пробірку поміщають шматочок білої бавовняної пряжі, 0,5 мл розчину натрій гідроксиду, 3–4 краплі розчину плюмбум ацетату і нагрівають вміст пробірки на полум'ї пальника.

### ***Запитання і завдання***

1. Опишіть, що спостерігаєте. Напишіть рівняння реакції.
2. Які білки дають якісну реакцію на Сульфур?

### **КОНТРОЛЬНІ ЗАПИТАННЯ:**

1. У чому проявляється подвійність хімічних функцій амінокислот? Як це можна довести?
2. Що таке денатурація білка?
3. Які якісні реакції на білки Ви вивчили? Які структурні фрагменти білків вони дозволяють визначити?

## Лабораторна робота 10

### ВУГЛЕВОДИ. МОНОЗИ ТА БІОЗИ

**МЕТА РОБОТИ:** познайомитися з основними хімічними властивостями моно- та дисахаридів, провести якісні реакції на ці вуглеводи.

#### Дослід 1. Доказ наявності гідроксильних груп в моно- і дисахаридах

До 1 мл розчину кальцій хлориду додають 0,5 мл розчину натрій гідроксиду і доливають розчин глюкози до розчинення початкового осаду, що утворився. Вміст пробірки струшують.

У пробірці змішують 1 мл розчину глюкози, 1 мл розчину натрій гідроксиду і 2 краплі розчину купрум (II) сульфату. Вміст пробірки струшують. Аналогічні досліді проводять з розчином фруктози, сахарози. Одержані розчини Купрум сахаридів залишають для наступного досліді.

#### Запитання і завдання

1. Складіть рівняння одержання кальцій сахаридів.
2. Що спостерігають при взаємодії купрум (II) гідроксиду з сахаридами? Напишіть відповідні рівняння реакцій.
3. Чи можна дані реакції віднести до якісних на сахариди?

#### Дослід 2. Окиснення моно- і дисахаридів

А. До одержаних в досліді 1 лужних розчинів Купрум сахаридів додають по 0,5 мл води, струшують вміст пробірок і обережно нагрівають верхню частину пробірок не доводячи до кипіння.

Б. Поміщають в чисту знежирену пробірку 1 краплю розчину аргентум нітрату, додають 2 краплі розчину натрій гідроксиду і по краплях (3–4 краплі) розчину амоніаку до розчинення осаду аргентум (I) оксиду, що утворюється. В одержаний розчин вносять 1 краплю розчину глюкози і обережно нагрівають пробірку без кип'ятіння до початку побуріння розчину.

Аналогічні досліді з з амоніачним розчином аргентум оксиду проводять і з іншими вуглеводами: фруктозою, сахарозою.

#### Запитання і завдання

1. Що відбувається при нагріванні Купрум сахаридів? Напишіть рівняння реакцій. В яких розчинах змін не спостерігається? Чому?
2. В яких вуглеводів відсутня позитивна реакція "срібного дзеркала" і чому?
3. Які з вуглеводів можна назвати відновлюючими, а які невідновлюючими? Яку функціональну групу визначають даною реакцією?

#### Дослід 2. Загальна реакція на вуглеводи з $\alpha$ -нафтолом (реакція Моліша)

Дослід проводять одночасно з декількома вуглеводами. В пробірку вносять 0,5-1 мл води і невелику кількість досліджуваного вуглеводу (наприклад, декілька кристалів глюкози, фруктози). Потім додають дві краплі



розчину  $\alpha$ -нафтолу. Якщо застосовують його спиртовий розчин, то суміш злегка мутніє за рахунок виділення малорозчинного у воді нафтолу.

Після чого, нахиливши пробірку, обережно наливають по стінці 1-1,5 мл концентрованої сульфатної кислоти. Важчий шар кислоти повинен опуститись на дно пробірки, майже не змішуючись з водним шаром. На межі поділу двох шарів швидко утворюється забарвлене кільце. При відсутності вуглеводів кільце не утворюється, хоча рідина може позеленіти чи пожовтіти. Змішайте суміш, а тоді розбавте її водою.

#### ***Запитання і завдання***

1. Якого кольору кільце, що утворюється на межі поділу фаз?
2. Опишіть, що спостерігаєте при змішуванні суміші та розведенні її водою.

### **Дослід 3. Взаємодія вуглеводів з концентрованими кислотами**

**А.** У пробірці розчиняють декілька кристаликів моносахариду (глюкози, фруктози) в 1-2 мл води. До холодного розчину обережно, по стінках пробірки, доливають рівний об'єм концентрованої  $H_2SO_4$ , стараючись не змішувати суміш. Сульфатна кислота утворює нижній важкий шар під розчином вуглеводу. На межі поділу цих шарів поступово з'являється забарвлене кільце. Якщо при кімнатній температурі кільце не утворюється, злегка нагрівають вміст пробірки, не струшуючи її.

**Б.** Невелику кількість глюкози кип'ятять 20-30 с з 20 мл хлоридною кислотою, потім розчин охолоджують і додають воду до 2/3 висоти пробірки. Повторюють цей дослід, замінивши глюкозу фруктозою.

#### ***Запитання і завдання***

1. Якого кольору кільце, що утворюється при взаємодії вуглеводів з сульфатною кислотою (дослід А)?
2. В чому полягає відмінність між двома одержаними розчинами в досліді Б.

### **Дослід 4. Утворення озазону глюкози**

Перед дослідом змішують 2 мас.част. гідрохлорид фенілгідрозину (2,4-динітрофенілгідрозину) з 3 мас.част. натрій ацетату і добре розтирають у ступці.

Розчиняють близько 0,2 г глюкози в 4 мл дистильованої води, додають близько 1 г приготовленої суміші солей і нагрівають 5-10 хв на киплячій водяній бані при частому струшуванні. Коли з'являться жовті кристали озазону, ставлять пробірку в штатив і дають їй повільно охолонути. Поступово утворюються гарні жовті голки озазону глюкози.

#### ***Запитання і завдання***

1. Напишіть рівняння відповідної реакції.
2. Чи є ця реакція якісною на дисахариди?

### **Дослід 5. Взаємодія вуглеводів з лугами**

Дослід проводять одночасно з декількома вуглеводами (глюкоза, галактоза, фруктоза). До 1-2 мл розчину досліджуваного сахариду додають вдвічі менший об'єм концентрованого розчину лугу, нагрівають суміш до кипіння і кип'ятять 2-3 хв. Відмічають зміну забарвлення розчину, якщо вона

спостерігається. Потім охолоджують рідину і підкислюють її розведеною сульфатною кислотою.

#### ***Запитання і завдання***

1. Опишіть спостереження. Як змінюється колір розчину після нагрівання?
2. Вкажіть колір та запах розчину після його підкислення.

#### **Дослід 6. Взаємодія вуглеводів з солями купруму (II) в лужному розчині**

Дослід проводять одночасно з декількома різними моносахаридами, розчиняючи 0,05-0,1 г кожного з них в 2-3 мл води.

До 2-3 мл розчину вуглеводу додають 1 мл розведеного розчину лугу і 2-3 краплі розчину  $\text{CuSO}_4$ . Утворений осад купрум гідроксиду при струшуванні розчиняється. Відмічають колір розчину. Потім обережно нагрівають у полум'ї пальника верхню частину рідини до початку кипіння. Якщо цукор окиснюється, то забарвлення розчину змінюється, а потім зникає. Одночасно з'являється жовтий, червоний чи коричневий осад.

#### ***Запитання і завдання***

1. Опишіть спостереження. Який колір розчину до і після нагрівання?
2. Напишіть рівняння відповідних реакцій. Чи є ця реакція якісною на моносахариди?

#### **Дослід 7. Взаємодія моно- та дисахаридів з амоніачним розчином аргентум оксиду.**

Дослід проводять одночасно з декількома різними сахаридами, розчиняючи 0,05-0,1 г кожного з них в 2-3 мл води.

У старанно вимитій гарячим розчином лугу і промитій водою пробірці змішують 1 мл амоніачного розчину аргентум оксиду і 1 мл розчину вуглеводу; пробірку поміщають на декілька хвилин в гарячу ( $60-80^\circ\text{C}$ ) воду. Якщо пробірка була чистою, то при окисненні вуглеводу металічне срібло осаджується на стінках пробірки; в іншому випадку випадає чорний осад.

#### ***Запитання і завдання***

1. У вигляді чого осаджується Аргентум металічний на стінках пробірки.
2. Напишіть рівняння реакції окиснення. Як ще можна назвати цю реакцію і чи відноситься вона до якісної?

#### **Дослід 8. Окиснення моносахаридів бромною водою**

Дослід проводять одночасно з розчинами глюкози і фруктози.

До 1 мл кожного розчину вуглеводу додають по 6 мл бромної води (насичений розчин), суміш нагрівають на киплячій водяній бані 15 хв. Якщо за цей час забарвлення не зникне, то суміш кип'ятять 0,5-1 хв на полум'ї пальника до повного знебарвлення.

Охолоджують одержані розчини у воді до кімнатної температури, додають до кожного з них по декілька крапель розчину  $\text{FeCl}_3$  та порівнюють забарвлення, яке в них з'явилося.

#### ***Запитання і завдання***

1. Опишіть спостереження. Про що свідчить виникнення забарвлення розчинів?
2. Яке забарвлення для різних вуглеводів?

### **Дослід 9. Взаємодія моносахаридів з розчином Фелінга**

Дослід проводять одночасно з розчинами різних моносахаридами. У пробірки наливають по 2 мл розчину Фелінга (число пробірок дорівнює числу досліджуваних розчинів моносахаридів). Нагрівають рідину в кожній пробірці до початку кипіння і додають до неї по краплях (при подальшому кип'ятінні) 0,5-1,5 мл досліджуваного розчину вуглеводу до повного зникнення синього забарвлення суміші і виділення осаду  $\text{Cu}_2\text{O}$ .

#### ***Запитання і завдання***

1. Опишіть спостереження. Якого кольору осад, що випав?
2. Поясніть, що це за розчин Фелінга?

### **Дослід 10. Реакція Селіванова на фруктозу**

У пробірку поміщають кристалик сухого резорцину, 2 краплі концентрованої хлоридної кислоти і 1 мл розчину фруктози (використовують і інші кетози). Рідину обережно нагрівають до початку кипіння. Поступово з'являється червоне забарвлення.

При подальшому нагріванні на полум'ї пальника, червоний розчин мутніє і в ньому виділяється забарвлений осад. При тривалому кип'ятінні проводять дану реакцію з глюкозою і сахарозою. Розчини інших сахаридів в цих умовах тільки злегка жовтіють чи рожевіють.

#### ***Запитання і завдання***

1. Що утворюється при взаємодії реактиву Селіванова з фруктозою?
2. Чи можна дану реакцію використовувати як якісну на кетози?
3. Чому при тривалому кип'ятінні можлива слабка позитивна реакція з глюкозою і сахарозою?

### **Дослід 11. Вивчення гідролізу сахарози**

У пробірці змішують 0,5 мл розчину сахарози, 2 краплі розчину хлоридної кислоти і 0,5 мл води. Суміш обережно нагрівають в полум'ї пальника протягом 30 секунд, не допускаючи викиду розчину з пробірки.

Суміш ділять на дві пробірки. Першу частину розчину нейтралізують краплями розчину натрій гідроксиду і додають 0,5 мл розчину купрум (II) сульфату. Верхню частину пробірки обережно нагрівають до кипіння. До другої частини гідролізату додають кристалик резорцину і 2–3 краплі концентрованої хлоридної кислоти. Нагрівають до кипіння. Для порівняння проводять нульовий дослід. Водний розчин сахарози кип'ятять без додавання хлоридної кислоти і проводять реакцію з купрум (II) гідроксидом і реактивом Селіванова.

#### ***Запитання і завдання***

1. Що доводить реакція з купрум (II) гідроксидом? Чи позитивна реакція Селіванова?
2. Поясніть результати проведення дослідів без додавання хлоридної кислоти.

### **КОНТРОЛЬНІ ЗАПИТАННЯ:**

1. Чому виникла назва класу "вуглеводи"? На які групи вони поділяються?
2. Які функціональні групи входять до складу вуглеводів? Як це довести?
3. Якими властивостями відрізняються моно- і дисахариди?
4. Які продукти одержуються при гідролізі глюкози, сахарози? Який висновок можна зробити про будову даних сполук?

## 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
ОСНОВНИЙ ПОСУД ТА ПРИЛАДИ ДЛЯ ПРОВЕДЕННЯ ОРГАНІЧНИХ СИНТЕЗІВ.....	13
ОСНОВНІ ЛАБОРАТОРНІ ОПЕРАЦІЇ В ОРГАНІЧНОМУ СИНТЕЗІ.....	21
МЕТОДИЧНІ РОЗРОБКИ ЛАБОРАТОРНИХ РОБІТ.....	32
Лабораторна робота № 1. ФРАКЦІЙНА ПЕРЕГОНКА БІНАРНОЇ СУМІШІ АЦЕТОН – ВОДА.....	32
Лабораторна робота № 2. ПЕРЕКРИСТАЛІЗАЦІЯ ТА СУБЛІМАЦІЯ ОРГАНІЧНИХ РЕЧОВИН.....	34
Лабораторна робота № 3. АЛКАНИ, АЛКЕНИ, АЛКІНИ, АРЕНИ.....	36
Лабораторна робота № 4. ОДЕРЖАННЯ ЕТИЛБРОМІДУ, ПРОБА БЕЛЬШТЕЙНА.....	41
Лабораторна робота № 5. СПИРТИ ТА ФЕНОЛИ.....	42
Лабораторна робота № 6. КАРБОНІЛЬНІ СПОЛУКИ.....	47
Лабораторна робота № 7. КАРБОНОВІ КИСЛОТИ І ЇХ ФУНКЦІОНАЛЬНІ ПОХІДНІ.....	50
Лабораторна робота № 8. АМІНИ. ДІАЗО- ТА АЗОСПОЛУКИ.....	54
Лабораторна робота № 9. АМІНОКИСЛОТИ ТА БІЛКИ.....	59
Лабораторна робота № 10. ВУГЛЕВОДИ.....	62
СПИСОК РЕКОМЕНДОВАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ .....	67