

**Проц Д. І., Кадикало Е. М., Марушко Л. П.,  
Драгонюк М. А.**

# **ОРГАНІЧНА ХІМІЯ**

**МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ  
ДО ЛАБОРАТОРНОГО ПРАКТИКУМУ**

**ЧАСТИНА I**

Волинський національний університет імені Лесі Українки  
Хімічний факультет  
Кафедра органічної та біологічної хімії

**Проц Д. І., Кадикало Е. М., Марушко А. П.,  
Драгонюк М. А.**

# **ОРГАНІЧНА ХІМІЯ**

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ  
ДО ЛАБОРАТОРНОГО ПРАКТИКУМУ

**ЧАСТИНА I**

Луцьк – 2009

УДК 547(072)

ББК 24.2я81

О 64

Рекомендовано до друку методичною радою Волинського національного університету імені Лесі Українки (протокол № 3 від 25 листопада 2009 р.)

**Рецензенти:**

**Піскач Л. В.** – кандидат хімічних наук, доцент кафедри загальної та неорганічної хімії Волинського національного університету імені Лесі Українки;

**Гулай О. І.** – кандидат технічних наук, доцент, завідувач кафедри хімії Луцького національного технічного університету.

**Проц Д. І., Кадикало Е. М., Марушко Л. П., Драгонюк М. А.**

О 64 **Органічна хімія:** метод. вказівки до лабораторного практикуму. – Луцьк: ВНУ ім. Лесі Українки, 2009.– 65 с.

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

Для студентів спеціальності 6.070300 – “Хімія”, викладачів та лаборантів, які проводять лабораторні заняття.

© Проц Д. І., Кадикало Е. М., Марушко Л. П., Драгонюк М. А., 2009

© Волинський національний університет імені Лесі Українки, 2009



## Пояснювальна записка

Навчальна дисципліна “Органічна хімія” для студентів спеціальності 6.070300 – “Хімія” викладається у 5-му та 6-му семестрах. У даному посібнику наведені методичні розробки лабораторних занять на 5-й семестр. На цей семестр для виконання лабораторного практикуму навчальним планом передбачено 90 годин. Протягом цього часу студенти повинні виконати десять лабораторних робіт згідно робочого плану практикуму.

Як допуск до виконання лабораторної роботи на кожному занятті перевіряються знання студентами методики та техніки виконання експерименту.

Таким чином, за кожне заняття студенти отримують певну кількість балів за такі види навчальної діяльності:

- підготовка до виконання лабораторної роботи;
- виконання експерименту та правильність оформлення і пояснення отриманих результатів.

**РОБОЧИЙ ПЛАН**  
**лабораторного практикуму**

Тиж- день	Тема заняття. Види контролю знань
1	2
<b>З а л і к о в и й   м о д у л ь   1</b>	
<b>Змістовий модуль 1. Основні поняття органічної хімії</b>	
1	Основний посуд та прилади для проведення органічних синтезів. Техніка безпеки при виконанні лабораторних робіт з органічної хімії
2	Тест 1 “Техніка безпеки” Лаб. р. № 1 “Фракційна перегонка бінарної суміші ацетон-вода. Визначення показника кута заломлення та розрахунок молекулярної рефракції для чистої речовини”
3	Тест 2 “Методи виділення, очистки та осушування органічних речовин” Лаб. р. № 2 “Перекристалізація та сублимація органічних речовин”
4	Тест 3 “Основні поняття органічної хімії” <i>Тема “Ізомерія та номенклатура органічних сполук”</i> Семінар 1 К.О. 1
<b>Змістовий модуль 2. Ациклічні вуглеводні</b>	
5	<i>Тема “Насичені вуглеводні”</i> К.О. 2 Лаб. р. № 3 “Алкани, алкени, алкіни та арени”
6	<i>Тема “Ненасичені вуглеводні”</i> Семінар 2 Тест 4
<b>Змістовий модуль 3. Карбоциклічні вуглеводні</b>	
7	<i>Тема “Аліциклічні вуглеводні”</i> Семінар 3 К.О. 3
8	Лаб. р. № 4 “Синтез нітробензену” (Г. 92; О. 191)

<i>1</i>	<i>2</i>
9	<b>Тема “Арени. Реакції електрофільного заміщення”</b> Семінар 4 Тест 5
10	<u>Підсумкова модульна контрольна робота “Ненасичені та ароматичні вуглеводні. Реакції електрофільного та радикального приєднання і реакції електрофільного заміщення”</u>
<b>З а л і к о в и й м о д у л ь 2</b>	
<b>Змістовий модуль 4. Реакції нуклеофільного заміщення</b>	
11	<b>Тема “Галогенопохідні”</b> К.О. 4 Лаб. р. № 5 “Синтез етилброміду” (Г. 75)
12	<b>Тема “Реакції нуклеофільного заміщення”</b> Семінар 5 Тест 6
<b>Змістовий модуль 5. Оксисполуки</b>	
13	<b>Тема “Оксисполуки”</b> К.О. 5 Лаб. р. № 6 “Спирти та феноли”
14	Лаб. р. № 7 “Синтез адипінової кислоти окисненням циклогексанолу”
<b>Змістовий модуль 6. Оксосполуки</b>	
15	<b>Тема “Карбонільні сполуки”</b> К.О. 6 Лаб. р. № 8
<b>Змістовий модуль 7. Цукри</b>	
16	<b>Тема “Моноцукри”</b> Семінар 6 Лаб. р. № 9
17	<b>Тема “Цукри”</b> К.О. 7 Лаб. р. № 10 “Ди- і поліцукри”
18	<u>Підсумкова модульна контрольна робота “Окси- та оксо-сполуки. Цукри”</u>

**Всього: 90 год.**

## **ОСНОВНІ ВИМОГИ І ПРАВИЛА РОБОТИ В ЛАБОРАТОРІЇ ОРГАНІЧНОЇ ХІМІЇ**

### **Загальні правила роботи в хімічній лабораторії**

1. В хімічній лабораторії потрібно працювати в халаті.
2. Забороняється приносити в лабораторію верхній одяг, залишати сумки в проходах.
3. В лабораторії забороняється бігати, голосно розмовляти, їсти, палити.
4. Кожен студент повинен працювати тільки на закріпленому за ним робочому місці.
5. Робоче місце потрібно утримувати в чистоті і порядку, не загромождувати його предметами, які не стосуються даної роботи.
6. Категорично забороняється працювати в лабораторії самотійно у відсутності лаборанта чи викладача.
7. Починати виконання лабораторної роботи можна лише з дозволу викладача.
8. При виконанні будь-якої роботи потрібно дотримуватись обережності, пам'ятаючи, що неакуратність, неухважність, недостатнє знайомство з приладами і властивостями речовин може бути причиною нещасних випадків.
9. Хімічні реакції слід проводити у строгой відповідності до методичних рекомендацій. Категорично забороняється будь-яке відхилення від умов виконання дослідів, що описані в методичній розробці.
10. Під час роботи слід зберігати тишу, порядок і дотримуватись правил безпеки; забороняється займатися сторонніми справами.
11. Після закінчення роботи необхідно прибрати робоче місце, вимкнути електроприлади, перекрити газ і воду, здати робоче місце лаборантові (черговому студентові).

### **Правила безпеки під час роботи в хімічній лабораторії**

#### ***Загальні вимоги***

1. Хімічні досліди необхідно проводити в тих умовах і по-



ряду, з такими кількостями й концентраціями речовин і приладами, які зазначені в інструкції до проведення експерименту.

2. Хімічні реактиви для дослідів видає лаборант у кількостях, необхідних для даного експерименту.

3. Доступ студентів до місця зберігання хімічних реактивів повинен бути виключений.

4. Під час досліду залишати робоче місце не дозволяється.

5. Працювати з високотоксичними речовинами (хлорангідриди кислот, бром, хлор, оксид карбону, галогенопохідні фосфору, синильна кислота та ін.), а також проводити досліди, які супроводжуються виділенням шкідливих газів і пари, треба лише у витяжній шафі зі справною діючою вентиляцією.

6. Категорично забороняється користуватись речовинами з посуду, що не має етикеток.

7. Визначаючи речовину за запахом, необхідно легким рухом долоні над горлом посудини спрямувати пару або газ до носа і вдихати обережно, не нахилиючись до посудини.

8. Не дозволяється брати реактиви незахищеними руками. Для цього слід використовувати ложки, шпателі або совочки.

9. Насипати або наливати реактиви необхідно на столі: сухі – над аркушем паперу, рідкі – над скляною посудиною. Розсипаний або розлитий реактив не дозволяється зсипати або зливати назад у основну тару.

10. Закріплювати хімічний посуд (колби, стакани тощо) у тримачах штатива слід обережно, обертаючи його навколо осі, поки не відчується невелике утруднення в обертанні.

11. Нагрівати хімічні реактиви для дослідів необхідно тільки у тонкостінному скляному або фарфоровому посуді. Під час нагрівання рідин не можна заглядати згори в посудину для запобігання травм внаслідок розбризкування нагрітої речовини. Всі досліди, пов'язані з застосуванням або використанням отруйних речовин, а також отруйних парів і газів, дозволяється проводити тільки у витяжній шафі, дверцята повинні бути опущені на  $\frac{1}{3}$ . У випадку зупинки вен-

тилятора досліди у витяжній шафі повинні бути негайно припинені. При нагріванні і кип'ятінні розчинів в пробірці необхідно користуватись тримачами і слідкувати за тим, щоб отвір пробірки не був звернений в бік інших студентів.

12. Не можна нагрівати закоркованими ніякі посудини чи апарати, крім спеціально для цього призначених.

13. Нагрівання легких та горючих рідин (ефір, петролейний ефір, бензин, ацетон, бензен, спирт та ін.) слід проводити тільки на водяній бані, а не на відкритому полум'ї. Категорично забороняється ставити склянки з горючими та легкозаймистими рідинами поблизу відкритого полум'я.

14. Категорично забороняється виливати в раковину залишки концентрованих кислот, лугів, вогнебезпечні рідини та речовини з різким неприємним запахом, кидати в раковину папір, вату, сірники, осади та інші тверді речовини. Для цього потрібно використовувати спеціально призначені склянки.

15. Заборонено пробувати речовини на смак.

16. Заборонено проводити досліди в брудному посуді. Не дозволяється залишати речовини у посуді без етикеток або підписів. Заборонено використовувати реактиви з банок, які не мають етикеток. При невпевненості в підписі на етикетці слід звернутися до лаборанта або викладача.

17. При запалюванні пальника спочатку потрібно обмежити до мінімуму доступ повітря, потім запалити сірник, відкрити газовий кран і піднести сірник збоку до отвору пальника; поступово збільшуючи надходження повітря, одержати окисне полум'я (яке має блакитний колір); відрегулювати висоту полум'я до необхідної шляхом обмеження або збільшення подачі газу. При цьому потрібно враховувати, що значний надлишок повітря при запалюванні пальника і під час користування ним може привести до відриву полум'я від пальника.

### ***Правила безпечної роботи з кислотами і лугами***

1. Концентровані кислоти, а також аміак необхідно обережно наливати під витяжкою, щоб запобігти травмам.

2. Переносити або навіть підіймати склянки з агресивними реактивами за шийку посудини не дозволяється.

3. Для одержання розчинів із концентрованих кислот необхідно лити *кислоту у воду*, а не навпаки, постійно перемішуючи. Розчинення концентрованої кислоти у воді (особливо сульфатної) супроводжується сильним нагріванням і розбризкуванням рідини, що може призвести до опіків.

4. Для розбавлення концентрованих кислот, їх змішування, а також для змішування речовин, яке супроводжується виділенням теплоти, потрібно користуватися хімічним тонкостінним скляним або фарфоровим посудом.

5. Щоб уникнути опіків порожнини рота, а також отруєння, забороняється набирати розчини кислот, лугів та інших агресивних рідин у піпетку ротом. Для засмоктування цих речовин потрібно користуватися піпетками з різними пастками та гумовою грушею.

6. Розчиняти луги слід у фарфоровому посуді, повільно додаючи до води невеликі порції лугу при безперервному перемішуванні. Шматочки лугу можна брати тільки пінцетом або щипцями.

7. Під час проведення всіх операцій з кислотами і лугами треба обов'язково застосовувати засоби індивідуального захисту: халат та гумовий фартух, гумові рукавиці, захисні окуляри тощо.

8. Відпрацьовані кислоти і луги слід збирати в спеціально призначений посуд окремо і зливати в каналізацію тільки після нейтралізації.

9. Розлиті кислоти або луги необхідно негайно засипати піском, нейтралізувати і після цього прибрати.

### ***Правила безпечної роботи з металічним натрієм***

1. Лужний метал натрій енергійно взаємодіє з водою, при цьому виділення водню може супроводжуватися вибухом. Тому під час роботи з металічним натрієм потрібно бути особливо обережним.

2. Не можна допускати, щоб натрій мав контакт з водою, вологими предметами, органічними сполуками, які містять хлор, твердим карбон (IV) оксидом (сухим льодом).

3. Всі роботи з металічним натрієм треба виконувати на піддонах у витяжній шафі, використовуючи захисні окуляри і гумові рукавиці, якомога далі від джерел води і тепла.

4. Не дозволяється працювати з натрієм за вологості в приміщенні, яка перевищує 60 %.

5. Зберігати металічний натрій необхідно в скляній тарі, яка щільно закрита корком, під шаром зневодненого гасу, парафіну або трансформаторного мастила. Банки зберігаються в металевому ящику з піском.

6. Виймати металічний натрій з тари, завантажувати його в апарати тощо треба лише сухим пінцетом або тигельними щипцями. Гас, парафін та трансформаторне мастило з поверхні металу витирають фільтрувальним папером.

7. Різати металічний натрій потрібно на фільтрувальному папері сухим і гострим ножем. Первинне різання натрію треба виконувати під шаром трансформаторного мастила або гасу для зняття верхнього пероксидного шару, оскільки внаслідок контакту пероксидних сполук із чистим металом на відкритому повітрі може статися вибух.

8. Відходи (обрізки) металічного натрію необхідно збирати в окремі банки зі зневодненим гасом для наступного знищення в той самий день. Нагромаджувати залишки натрію не дозволяється.

9. Викидати залишки металічного натрію в каналізаційну раковину або тару для збирання сміття не дозволяється.

10. Прилади і посуд, в яких можлива наявність частинок металічного натрію, треба спочатку промити етиловим спиртом і тільки після цього, коли увесь метал розчиниться в ньому, можна промивати водою.

11. Для гасіння металічного натрію, який загорівся, треба користуватися порошковим вогнегасником, сухим піском, сушою магнезією або ковдрою. Не дозволяється застосовувати для гасіння лужних металів воду, пінні вогнегасники та карбон (IV) оксид (вуглекислоту).

### ***Правила безпечної роботи з металічною ртуттю***

1. Робота з металічною ртуттю проводиться лише у витяжній шафі з включеною вентиляцією. Прилад та посудини для роботи

розміщаються на металевому емальованому піддоні.

2. Ртуть зберігається у тефлонових або скляних банках під шаром води.

3. Ртутні термометри для вимірювання температури не можна застосовувати для перемішування реакційної суміші.

4. Для вимірювання температури бані термометр необхідно закріпити на штативі за допомогою лапки.

5. Для вимірювання температури реакційної суміші термометр має бути належним чином закріплений в колбі.

6. Кожен термометр має робочий діапазон температур. Не дозволяється нагрівати реакційну суміш до температури, яка є вищою за максимальне значення температури для даного термометра.

7. Термометр при збиранні приладу вставляється останнім, а при розбиранні виймається першим.

8. Не можна класти термометр близько до краю стола або витяжної шафи.

9. Якщо у приладі з термометром має ще працювати механічна мішалка, то остання не має торкатися термометра у процесі перемішування.

10. Категорично забороняється викидати залишки розбитого термометра у раковину або в корзину для сміття.

11. Для запобігання отруєння парами ртуті розбитого термометра необхідно вжити наступних заходів:

- а) якщо термометр розбився у колбі, то рештки термометра акуратно вийняти з колби (у витяжній шафі) і покласти у великий хімічний стакан з водою. Залишки ртуті з колби також злити у цей стакан. Все це віддати лаборантові.
- б) якщо термометр розбився на столі або на підлозі, необхідно попередити студентів, які працюють поруч і не ходити по тому місці. Видимі краплі ртуті слід зібрати на листочок паперу згорнутий човником і злити у склянку з водою. Дрібні частинки ртуті збираються за допомогою щітки з тоненького мідного дроту попередньо змоченої у концентрованій нітратній кислоті. Після цього місце де була розлита ртуть обробляється

10 % розчином ферум (III) хлориду і залишається на добу. Через добу змивається гарячою водою.

### ***Правила безпечної роботи з органічними розчинниками***

На заняттях в хімічній лабораторії використовуються органічні розчинники, які мають значну токсичність і утворюють з повітрям вибухонебезпечні суміші: ацетон, бензин, бензен, етиловий, бутиловий і метиловий спирти тощо.

За ступенем небезпечності розчинники, які застосовуються в хімічній лабораторії, належать до трьох груп:

- розчинники, які зумовлюють здебільшого гострі отруєння з переважаючим явищем наркозу, – бензин, етиловий і бутиловий спирти, ацетон;
- розчинники більш токсичні, які спричиняють гострі отруєння, – метиловий спирт (метанол) тощо;
- розчинники, які мають високу токсичність, крім гострих отруєнь спричиняють стійкі зміни функції кровоносних органів і нервової системи, – бензен тощо.

За ступенем пожежної безпеки більшість із них належить до легкозаймистих та вибухонебезпечних (етери, естери, спирти, ацетон, бензен, хлороформ, чотирихлористий вуглець, тетрагідрофуран тощо).

1. Під час роботи з органічними розчинниками потрібно бути особливо обережним, роботу виконувати у витяжній шафі.

2. Прилад, у якому демонструють дослід, пов'язаний з небезпекою вибуху, з боку працюючого повинен бути захищений екраном із органічного скла. Експериментатор захищає очі окулярами або маскою з козирком із оргскла.

3. Перед початком роботи з легкозаймистими розчинниками всі пальники, які є у витяжній шафі, де виконується дослід, треба загасити, а електричні нагрівники – вимкнути.

4. Роботу, пов'язану з небезпекою загоряння, спалаху або вибуху, треба виконувати стоячи.

5. Нагрівання і перегонку легкозаймистих і горючих органічних розчинників дозволяється виконувати лише на водяній або паровій бані, використовуючи електронагрівачі. Ці

речовини забороняється нагрівати у відкритих колбах на газовому пальнику та відкритих електроплитках; переганяти їх досуха.

6. Не дозволяється виливати в каналізацію органічні розчинники. Відпрацьовані рідини потрібно збирати у призначену тару, що герметично закривається, і знищувати в місцях, погоджених із органами санітарного та пожежного нагляду.

7. Якщо в лабораторії розлито невелику кількість органічного розчинника (до 0,05 л), треба загасити відкрите полум'я у всьому приміщенні і провітрити його.

#### ***Правила електробезпеки***

Поводження з електроприладами в хімічній лабораторії потребує великої обережності й безумовного виконання правил електробезпеки.

В хімічній лабораторії треба використовувати електронагрівачі закритого типу та інше електричне обладнання тільки заводського виготовлення. При експлуатації слід користуватися паспортом та інструкцією заводу-виробника.

#### ***Правила користування витяжною шафою***

1. Витяжну шафу вмикають не пізніше, ніж за 15 хв. до початку роботи.

2. Стулки витяжної шафи під час роботи мають бути максимально закритими з невеликим зазором для тяги. Відкривати їх дозволяється тільки на час використання встановлених у шафі приладів або в разі іншої потреби на висоту, зручну для роботи, але не більше, як половина висоти отвору.

3. Підняті стулки під час роботи у витяжній шафі закріплюють за допомогою наявних для цього пристроїв.

4. Якщо витяжна шафа має кілька ступок, то ті, якими не користуються, повинні бути закритими. У випадку недотримання цього правила знижується ефективність вентиляції.

5. Щоб запобігти проникненню шкідливих газів і пари з витяжної шафи до приміщення лабораторії, вентиляцію треба відрегулювати так, щоб у шафі утворювалося невелике розрідження.

### ***Правила роботи зі скляним лабораторним посудом***

1. Під час роботи на установці, виготовленій зі скла або з елементами зі скла, в умовах, коли є хоч невелика ймовірність аварії, необхідно обгородити всю установку захисним екраном із оргскла, а найнебезпечніші ділянки установки – металевою сіткою або металевим кожухом.

2. Під час монтажу скляних приладів застосовувати надмірні зусилля не дозволяється. При з'єднанні окремих частин зі скла необхідно захищати руки тканиною.

3. Щоб полегшити складання приладів, кінці скляних трубочок змочують водою, вазеліном або гліцерином.

4. Усі види механічної і термічної обробки скла потрібно виконувати з використанням захисних окулярів.

5. Щоб обрізати скляну трубку або паличку, необхідно зробити на ній надріз напилком або іншим інструментом, який ріже скло, після чого взяти трубку обома руками і легким натиском у напрямі, протилежному надрізу, зламати її.

Після розлому гострі кінці слід оплавити або обробити шліфшкіркою.

Якщо хімічні реактиви знаходяться в ампулах, то для їх відкриття необхідно обережно зробити надріз, як у випадку зі скляною паличкою, відламати шийку ампули, тримаючи ампулу над лотком або іншою посудиною. Потім обережно пересипати або перелити вміст ампули у заздалегідь заготовлену склянку (наприклад, бром чи йод необхідно тримати в посудині, виготовленій із темного скла).

6. Кінці скляних трубок і паличок, які застосовують для розмішування розчинів та з іншою метою, мають бути оплавлені.

7. Для змішування або розбавлення речовин, які супроводжуються виділенням теплоти, а також для нагрівання хімічних речовин слід використовувати фарфоровий або тонкостінний скляний посуд.

8. Пробірки, круглодонні колби, фарфорові чашки можна нагрівати на відкритому вогні, плоскодонні колби і склянки слід нагрівати тільки на металевому розсікачі полум'я.



9. Посудину з гарячою рідиною не можна закривати притертим корком доти, поки вона не охолоне.
10. Щоб відкрити корок, який заклинив, необхідно спочатку обережно постукати по обводу пробки знизу догори дерев'яним молоточком або брусом. Якщо це не допомагає, потрібно обережно підігріти шийку посудини так, щоб не нагрілась вся посудина. Нагрівати можна рушником, змоченим гарячою водою, обгорнувши ним шийку посудини або над полум'ям спиртового пальника, обертаючи посудину навколо осі, не торкаючи її до полум'я. Не можна нагрівати посудину над відкритим полум'ям, якщо в посудині містяться легкозаймисті, вибухонебезпечні або отруйні речовини.
11. Великі хімічні склянки слід піднімати обома руками так, щоб відігнуті краї (бортики) спиралися на вказівний та великий пальці.
12. Установку або окремі частини її, які перебувають під вакуумом, слід захищати дротяним екраном (сіткою); під час роботи з ними користуватися захисними окулярами.
13. Скляні посудини, призначені для роботи під вакуумом, заздалегідь випробовують на максимальне розрідження. Перед випробуванням посудину потрібно обгорнути рушником або натягнути на неї металеву сітку. Такі самі заходи безпеки застосовують під час проведення фільтрування під розрідженням. Застосовувати плоскодонний посуд (перегонну колбу, приймач) у вакуумних установках і приладах не дозволяється.
14. Тонкостінну посудину під час закривання гумовим корком (наприклад, при виготовленні промивалки) тримають за верхню частину шийки, корок злегка повертають, руки при цьому захищають рушником.
15. Роботу з отруйними, вогне- і вибухонебезпечними речовинами, а також роботи, які проводяться під тиском або вакуумом, слід виконувати в приладах і посуді з високоякісного, термостійкого скла.
16. Нагріваючи рідину в пробірці або колбі, необхідно закріплювати їх так, щоб отвір пробірки або шийка колби були спрямовані в напрямі від себе і сусідів по роботі; при цьому посуд

наповнюють рідиною не більше, ніж на третину об'єму. Протягом усього процесу нагрівання не дозволяється нахилитися над посудиною і заглядати в неї.

17. При нагріванні хімічних речовин у пробірці або колбі не дозволяється тримати їх руками, треба закріплювати в тримачі для пробірок або в лапці штатива (затискач повинен бути біля отвору пробірки).

18. Під час миття скляного посуду треба пам'ятати, що скло крихке, легко ламається і тріскається від ударів, різкої зміни температури. Для миття посуду щітками („йоржами“) дозволяється спрямовувати дно посудини тільки від себе або донизу.

### **Надання першої (долікарської) медичної допомоги потерпілим**

Під час проведення лабораторних занять в хімічній лабораторії можливі нещасні випадки (отруєння, хімічні й термічні опіки, травмування осколками скла тощо). Слід пам'ятати, що чим швидше буде надано допомогу потерпілому, тим менше буде негативних наслідків. 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.

#### ***Перша допомога у випадку отруєнь***

##### **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 з 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 небезпечне 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 всяких зусиль, 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 зупинитись 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 ватки нашатирний спирт з етанолом, можна дати випити суспензію магній оксиду (10 г на стакан 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 розчину питної соди з масовою часткою натрій гідрокарбонату 2 %.

### 6. Отруєння амоніаком

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

*Перша допомога:* при отруєнні через вживання рідини з амоніаком дати випити велику кількість води з добавлянням до неї оцтової кислоти, викликати блювання, дати молока, яєчний білок, при отруєнні внаслідок вдихання амоніаку вивести потерпілого 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 яєчний білок.

При отруєннях в інших випадках необхідно:

при отруєнні сірковуглецем – потерпілого вивести на свіже повітря, давати вдихати нашатирний спирт, дати валідол, напоїти міцним солодким чаєм;

при отруєнні натрій фторидом – створити потерпілому повний спокій, поїти молоком з яєчним білком або дати вапняну воду;

при отруєнні сульфатною кислотою – дати проковтнути шматочок льоду і покласти лід на живіт, прополоскати рот розчином калій перманганату з масовою часткою 2 %, молоко, яєчний білок, розчин крохмалю.

#### ***Перша допомога при опіках***

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

1. При термічних опіках першого ступеня уражене місце обробляють етиловим спиртом, після чого накладають суху стерильну пов'язку або чисту тканину і звертаються до дерматолога. Ні в якому разі не можна проколювати пухир, змочувати місця опіків водою припікати їх розчином калій перманганату, брильянтової зелені, розчином іоду, застосовувати „народні засоби”, різні олії, вазелін, бо вони тільки підсилюють опіки, сповільнюють загоєння ран. При важких опіках необхідно негайно відправити потерпілого до лікувального закладу.

2. У випадку хімічних опіків уражену ділянку шкіри треба промити великою кількістю прохолодної води протя-

гом 15–20 хв. (забороняється обробляти обпечені місця ватним тампоном), потім промивають розчином питної соди з масовою часткою натрій гідрокарбонату 2 % (при потраплянні кислоти) або розчином оцтової чи лимонної кислоти з масовими частками 1–2 % (при потраплянні лугу) промивають водою і накладають марлеву пов'язку з риванолом або фурациліном.

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.

При опіках фенолом уражене місце від країв до центру обробляють етиловим спиртом.

При опіках бромом слід швидко змити бром за допомогою етанолу. Після цього ушкоджене місце змазують маззю від опіків. У випадку вдихання парів бромового спирту слід змочити вату етиловим спиртом і глибоко вдихати пари спирту, а потім випити молоко і вийти на свіже повітря.

#### ***Перша допомога при опіках очей***

1. При потраплянні в око будь-якої хімічної речовини необхідно ретельно промити його великою кількістю води.

2. Опіки очей під час роботи в хімічній лабораторії найчастіше спричиняються кислотами і лугами. При опіках кислотою безпосередньо після опіку видно ділянку і важкість ураження. Спостерігається почервоніння, у важких випадках – омертвіння тканини і в подальшому – відторгнення омертвілої тканини.

3. При опіках лугом не завжди видно відразу важкість ураження. Спостерігається почервоніння кон'юнктиви, помутніння рогівки, хворі не завжди звертаються до лікаря. Проте через 1–2 дні стан погіршується, рогівка мутніє, і людина може втратити зір. Усе це трапляється внаслідок того, що при опіках кислота безпосередньо пошкоджує тканини, до яких дотикається, а луг просочується між клітинами і спричиняє руйнівну дію на саму тканину.

4. При потраплянні в око кислоти найкраще відразу промити його чистою проточною водою, а потім накласти ватний тампон, змочений розчином натрій гідрокарбонату з масовою часткою 3 %.

5. Промивати очі при потраплянні лугу слід водою, а після цього – розчином боратної кислоти з масовою часткою 2 % (1 чайна ложка боратної кислоти на склянку води). Після заключного промивання очей чистою водою під повіки вводять 2–3 краплі альбуміду з масовою часткою розчиненої речовини 30 %.

6. 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.

При незначних порізах рану обробляють йодною настоянкою і накладають марлеву пов'язку, яка захищає організм від мікробів і сприяє швидкому зсіданню крові.

При пораненні склом або іншим предметом рану промивають великою кількістю дистильованої води або тампоном, змоченим етиловим спиртом; виймають осколки скла і знову 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.

При серйозному порізі й сильній кровотечі необхідно накласти джгут вище рани, покрити рану стерильною марлею і негайно викликати лікаря.

## ПОСУДИ ТА ПРИБЛАДИ ДЛЯ ПРОВЕДЕННЯ ОРГАНІЧНИХ СИНТЕЗІВ

До основного лабораторного посуду відносяться колби, стакани, пробірки, чашки, лійки, холодильники, дефлегматори та інший посуд різноманітної конструкції. Хімічний посуд виготовляють зі скла. Такий посуд відрізняється стійкістю до дії більшості хімічних реагентів, прозорий.

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

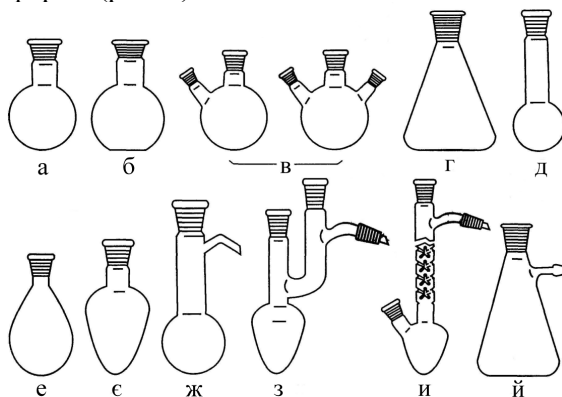


Рис. 1. Колби:

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

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

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

*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.

Дво-, три- та чотиригорлі колби застосовують для дослідів, при яких одночасно з нагріванням потрібно перемішувати суміш, додавати поступово один з компонентів, вимірювати температуру суміші.

*Колби спецпризначення:*

- Бунзена – для фільтрування;
- Вюрца – для перегонки;
- Ерленмейера – для пароутворення;
- Арбузова, Кляйзена – для синтезів;
- Кьельдаля – в кількісному аналізі.

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

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

**Чашки** (рис. 3) використовують для випарювання, кристалізації, сублимації, висушування та для інших операцій.

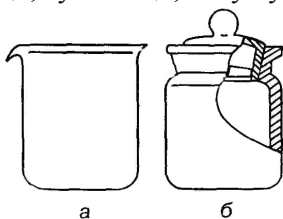


Рис. 2. Хімічний посуд:  
а – стакан; б – бюкс



Рис. 3. Чашки для хіміко-  
лабораторних робіт

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



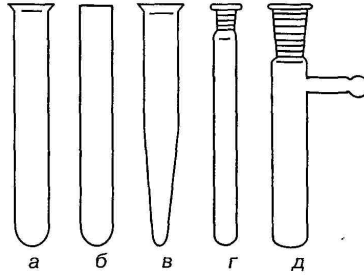


Рис. 4. Пробірки:

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, алонжі, насадки, затвори), лійки (лабораторні, ділильні, крапельні, фільтруючі), піпетки, спиртівки, водоструменні насоси, ексикатори, холодильники, дефлегматори та ін.

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

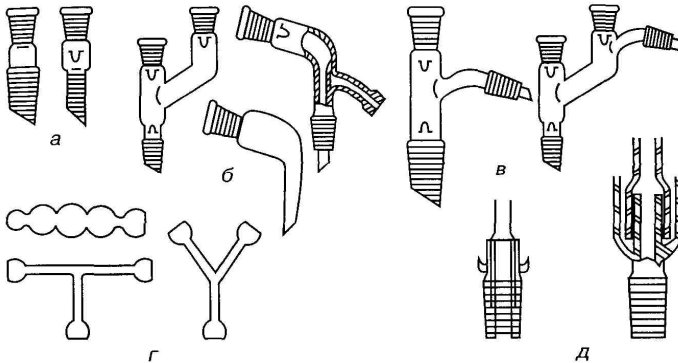


Рис. 5. Найважливіші сполучні елементи:

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

Перехідники використовують для з'єднання частин приладу з різними шліфами, алонжі – для спрямування конденсату у приймач, насадки – для з'єднання холодильника з приймачем,

форштоси – для з'єднання з колбою кількох елементів приладу.

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

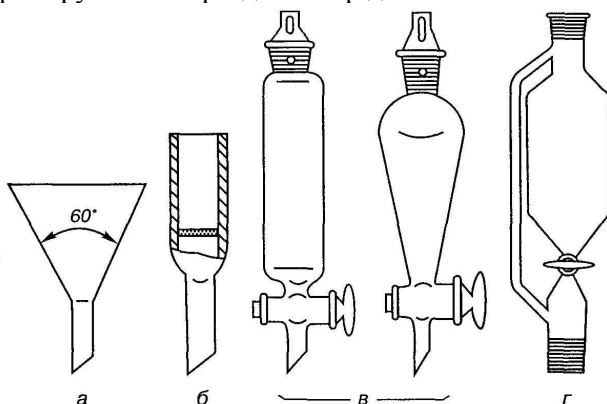


Рис. 6. Лійки:

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 (Шотта)* (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 очищенні речовин.

*Лійки крапельні* (рис. 6, г) застосовують для регульованого приливання (додавання) рідких реагентів до реакційної суміші під час проведення синтезу. Вони схожі на ділильні лійки, але їх різне призначення визначає деякі конструкційні особливості. Їх максимальна ємність 0,5 л. Вони мають довгі носици.

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

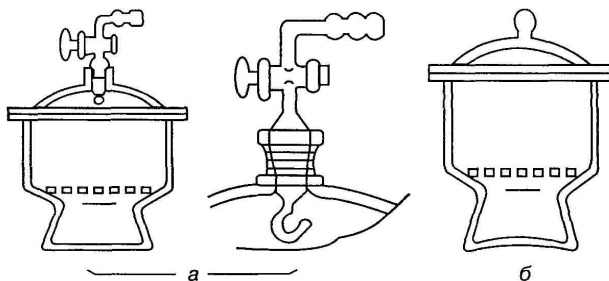


Рис. 7. Ексихатори:

а – вакуум-ексихатор; б – звичайний

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

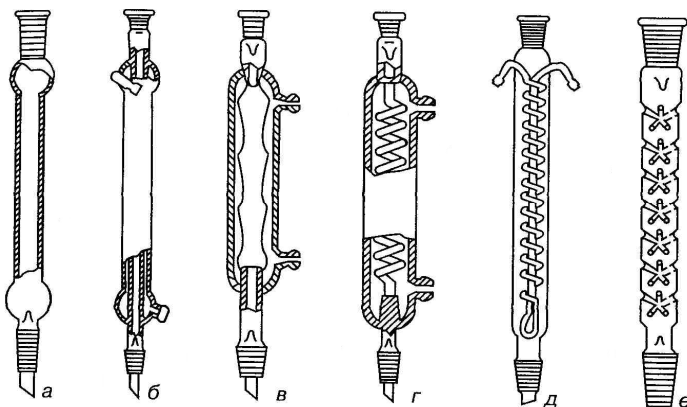


Рис. 8. Холодильники й дефлегматор:

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

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

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

*Прямий холодильник* – холодильник Лібіха – нисхідний – використовують для перегонки рідин.

*Зворотні холодильники* – кульковий та спіральний холодильники найчастіше застосовують при кип'ятінні реакційних сумішей, бо вони мають велику охолоджувальну поверхню.

*Дефлегматори* (рис. 8, е) 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, чашки для випарювання, тиглі, човники та інші. (рис. 9).

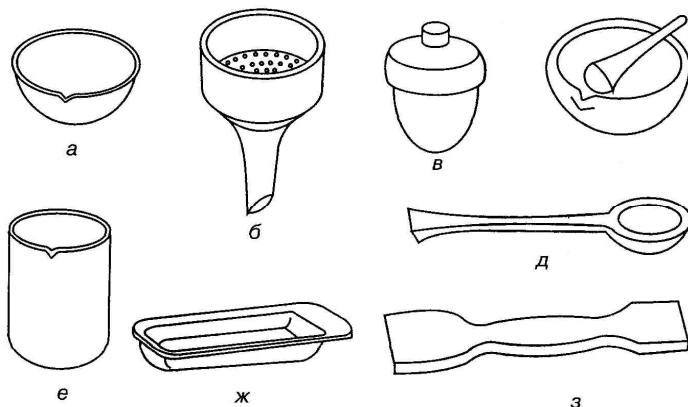


Рис. 9. Фарфоровий посуд:

а – чашка для випарювання; б – лійка Бюхнера; в – тигель; г – ступка і товкачик; д – ложка; е – стакан; ж – човник для спалювання; з – шпатель

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

*Ступки з товкачками* 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 затискачів (муфт).

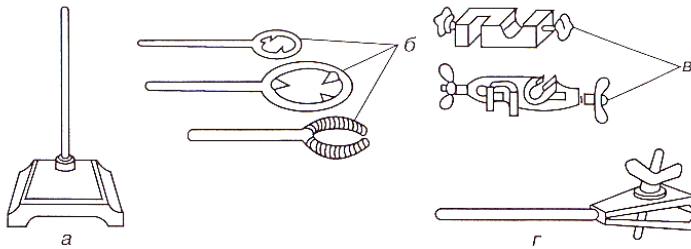


Рис. 10. Лабораторний штатив з набором комплектуючих частин:

а – штатив; б – кільця; в – зажими (муфти); г – держак (лапка)

Для фіксації пробірок використовують штативи з нержавіючої сталі, сплавів алюмінію або пластмаси, а також тримачі ручні (рис. 11).

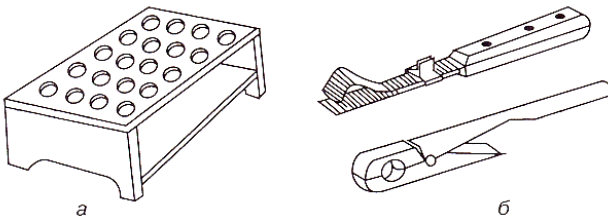


Рис. 11. Штативи та тримачі для пробірок:

а – штатив; б – пробіротримачі

Герметичність з'єднання 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.

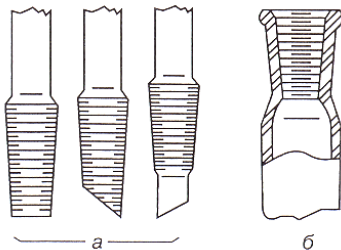


Рис. 12. Конусні шліфи:

а – керни; б – муфта

Найбільш універсальним і надійним способом герметизації лабораторного посуду є з'єднання його окремих деталей за допомогою конусних шліфів (рис. 12) шляхом з'єднання зовнішньої поверхні керна з внутрішньою поверхнею муфти.

В хімічній лабораторії для нагрівання використовують різноманітні пальники (газові або рідинні), електронагрівальні прилади, водяну пару та ін. Вибір нагрівального приладу проводять керуючись властивостями розчинника та реагуючих речовин, а також температури, при якій повинна проходити реакція.

**Пальники.** *Спиртовий* являє собою резервуар із товстостінного скла, в горловину якого продітий гніт. Для швидкого нагрівання до відносно високих температур ( $\sim 500\text{ }^{\circ}\text{C}$ ) застосовують *газові пальники* Бунзена і Теклу (рис. 13).

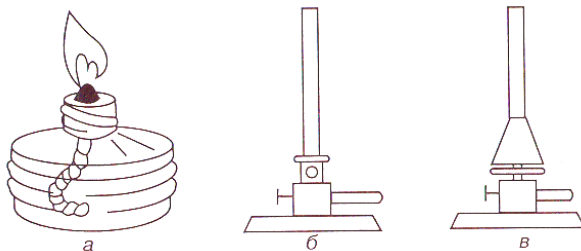


Рис. 13. Пальники:

а – спиртовий; б – газовий Бунзена; в – газовий Теклу

**Електронагрівальні прилади.** Серед електронагрівальних приладів найбільш розповсюдженні колбонагрівачі, плитки, сушильні шафи, муфельні та тигельні печі, бані.

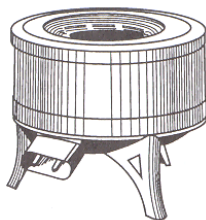


Рис. 14. Електроколбонагрівач

**Нагрівальні бані.** При роботі із вибухонебезпечними та легкозаймистими речовинами застосовують різного роду нагрі-

вальні бані.

*Повітряні бані* дозволяють незначно збільшити рівномірність нагріву. Максимальна температура, що досягається при використанні повітряних бань з електричним обігрівом, складає 250 °С.

*Піщані бані* володіють більшою тепловою інерцією і дозволяють підтримувати температуру до 400 °С. Посуд з речовинами та термометр поміщають в пісок на глибину 2–5 см.

*Рідинні бані* нагрівають газовими пальниками або електроплитками. Якщо в експерименті необхідно підтримувати температуру, що не перевищує 100 °С, використовують киплячі водні бані.

*Парові бані* застосовують при перегонці летких та легкозаймистих речовин (петролейний ефір, діетиловий етер та ін.).

*Масляні бані* мають відносно більшу теплову інерцію та використовуються для нагрівання в інтервалі 100–250 °С. Максимальна температура залежить від типу теплоносія (гліцерол – до 200 °С, парафін – 220 °С).

## ПРАВИЛА ЗБИРАННЯ ЛАБОРАТОРНИХ ПРИЛАДІВ

При збиранні приладу необхідно правильно сполучити його окремі частини та забезпечити повну герметичність з'єднань. Для цього слід дотримуватись наступних правил:

– підбір складових частин приладу визначається умовами проведення реакції, властивостями вихідних речовин та кінцевих продуктів;

– для роботи у вакуумі, а також з агресивними речовинами використовують посуд тільки на шліфах;

– щоб шліфи не заклинило, перед зборкою приладу їх необхідно змазати гліцерином (вазеліном, вакуумною змазкою); змазку наносять на середню частину шліфа і рівномірно розподіляють обертанням керна (правильно змащений шліф повинен бути прозорим).

## Схеми приладів

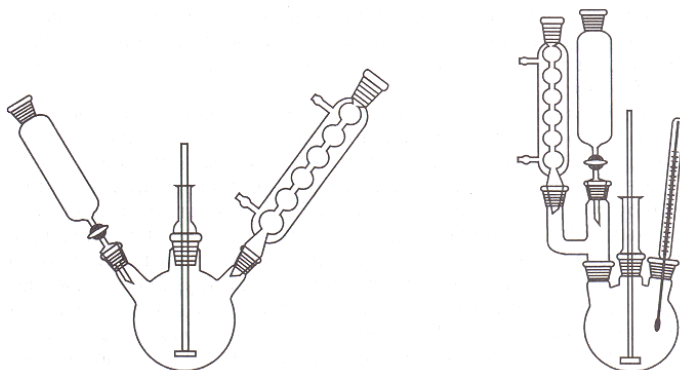


Рис. 15. Схема приладу для проведення синтезів з перемішуванням реакційної суміші

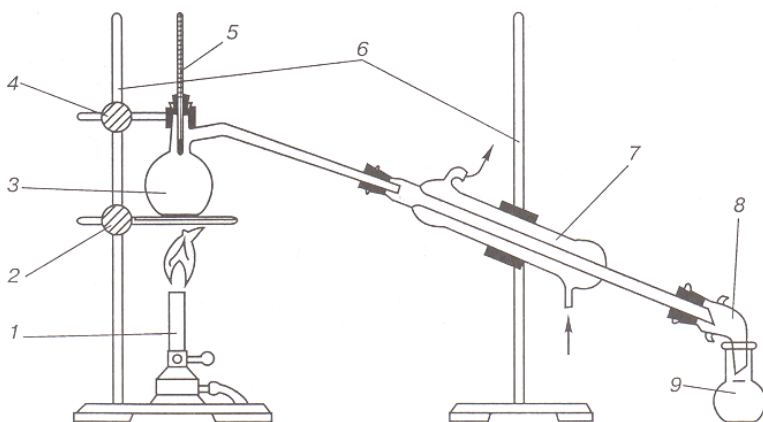
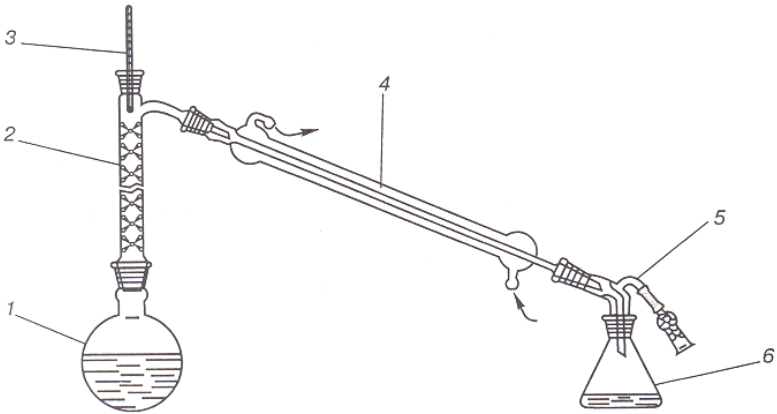


Рис. 16. Схема приладу для простої перегонки рідин:

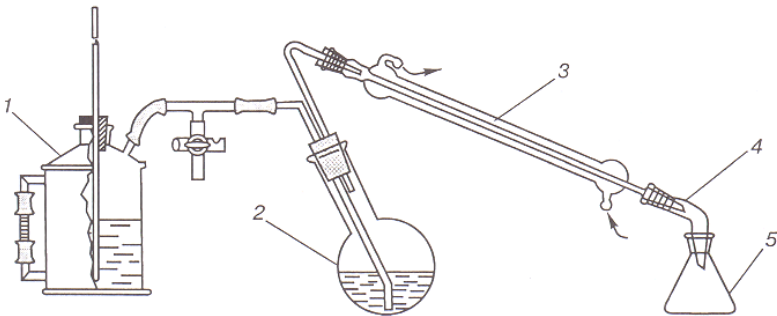
1 – пальник Бунзена; 2 – кільце із муфтою та азбестовою сіткою; 3 – колба для відгонки (колба Вюрца); 4 – лапка із муфтою; 5 – термометр; 6 – штативи; 7 – холодильник Лібіха; 8 – алонж; 9 – приймач.





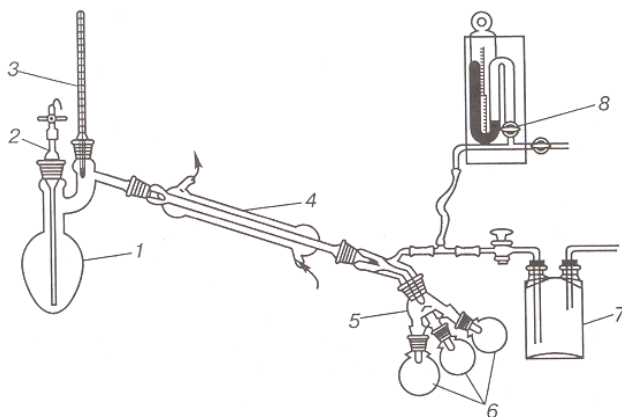
*Рис. 17.* Схема приладу для фракційної перегонки:  
 1 – колба для відгонки; 2 – дефлегматор; 3 – термометр; 4 – холодильник;  
 5 – алонж з хлоркальцієвою трубкою; 6 – приймач.

Для виділення рідких та твердих малорозчинних у воді речовин, які володіють високою пружністю парів при температурі кипіння води, застосовують прилад для перегонки з водяною парою (рис. 18).



*Рис. 18.* Схема приладу для перегонки з водяною парою:  
 1 – парогенератор; 2 – колба для перегонки; 3 – холодильник;  
 4 – алонж; 5 – приймач.

Для багатьох органічних речовин, які мають  $t_{\text{кип.}} > 150\text{ }^{\circ}\text{C}$  та розкладаються при довготривалому нагріванні використовується прилад для перегонки у вакуумі (рис. 19). Такі речовини, як правило, можна переганяти у вакуумі, оскільки при пониженому тискові знижується температура кипіння речовини і зменшується можливість термічного розкладу.



*Рис. 19.* Схема приладу для перегонки у вакуумі:  
1 – колба для перегонки; 2 – капіляр; 3 – термометр; 4 – холодильник;  
5 – алонж («павук»); 6 – приймачі; 7 – запобіжна склянка; 8 – манометр.

# МЕТОДИЧНІ РОЗРОБКИ ЛАБОРАТОРНИХ РОБІТ

## Лабораторна робота № 1

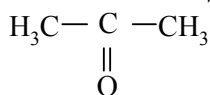
ТЕМА: ФРАКЦІЙНА ПЕРЕГОНКА БІНАРНОЇ СУМІШІ  
АЦЕТОН – ВОДА.

ВИЗНАЧЕННЯ ПОКАЗНИКА КУТА ЗАЛОМЛЕННЯ  
ТА РОЗРАХУНОК МОЛЕКУЛЯРНОЇ РЕФРАКЦІЇ ДЛЯ ЧИСТОЇ  
РЕЧОВИНИ

1. Фракційна перегонка як метод розділення та очистки

2. Дано: суміш ацетон – вода,  $V = \text{__}$  мл.

3. Властивості ацетону:



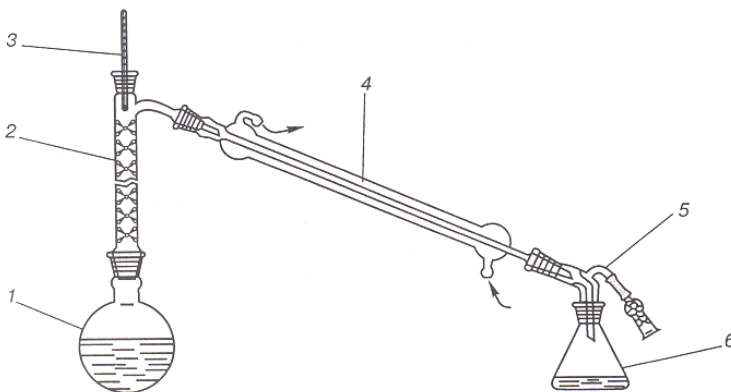
$M = 58,08 \text{ г/моль};$

$d_4^{20} = 0,792 \text{ г/см}^3;$

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

$n_D^{20} = 1,3591.$

4. Схема приладу для фракційної перегонки:



1 – колба для відгонки; 2 – дефлегматор; 3 – термометр; 4 – холодильник Лібіха (з водяним охолодженням); 5 – алонж з хлоркальцієвою трубкою; 6 – приймач.

### 5. Таблиця вимірювань

V, мл	0	**1	2	3	і т. д.
t, °C	*54				

\* – перша відмітка – початок перегонки (т.б. момент, коли перша крапля відігнаної речовини впаде у приймач);

\*\* – відмічають температуру через кожен відігнаний мілілітр.

### 6. Отримані результати

Фракція	V, мл
1-ша (ацетон)	___ мл
2-га (ацетон + вода)	___ мл
3-тя (вода)	* ___ мл

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

### 7. Побудова графіка

Результати експерименту представляють у вигляді графічної залежності об'єму дистилляту (мл) від температури (°C). По осі абсцис відкладають об'єм, по осі ординат – температуру.

### 8. Вимірювання показника кута заломлення

$t_{\text{кімн.}} = \text{___} ^\circ\text{C}$

$$n_D^{20} (1 - \zeta \delta \delta' \delta'' \delta''' \zeta) = \text{_____}.$$

Привести до  $t = 20 ^\circ\text{C}$ , враховуючи, що при зростанні температури на один градус показник кута заломлення зменшується на 0,0004 одиниці.

### 9. Визначення величини молекулярної рефракції $MR_D$

Молекулярна рефракція розраховується за формулою:

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

де  $M$  – відносна молекулярна маса речовини,

$d$  – густина речовини,

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

Значення молекулярної рефракції, що визначене експериментально:

$$MR_D = \text{_____}.$$

### 10. Теоретичний розрахунок молекулярної рефракції

Молекулярна рефракція дорівнює сумі атомних рефракцій зв'язків:

$$\begin{aligned}MR_D &= \Sigma AR = 6 R_{C-H} + 2 R_{C-C} + R_{C=O} \\ R_{C-H} &= 1,676; R_{C-C} = 1,296; R_{C=O} = 3,490. \\ MR_{D(\text{теор.})} &= 16,1380.\end{aligned}$$

### 11. Виконання роботи

### 12. Розрахунок виходу речовини

### 13. Розрахунок похибок

абсолютна похибка:  $\Delta = MR_{D(\text{теор.})} - MR_{D(\text{експ.})}$

відносна похибка:  $\varepsilon = (\Delta / MR_{D(\text{теор.})}) \times 100 \%$

### Висновок

#### Основні вимоги до роботи:

- в реакційну колбу помістити “кип’ятилки”;
- вода подається в холодильник “протитокком”.

## Лабораторна робота № 2

### ТЕМА: ПЕРЕКРИСТАЛІЗАЦІЯ ТА СУБЛІМАЦІЯ ОРГАНІЧНИХ РЕЧОВИН

#### Дослід 1. Очистка бензойної кислоти методом перекристалізації

Кристалізація – це один з найбільш поширених методів розділення суміші твердих речовин та їх очистки. Він ґрунтується на різній розчинності компонентів суміші.

Суть методу полягає в тому, що тверду речовину, яку потрібно перекристалізувати, розчиняють при нагріванні у відповідному розчиннику. Розчинник беруть у кількості, достатній для повного розчинення речовини, яку перекристалізують.

Розчинник повинен задовільняти такі вимоги:

- речовина, яку перекристалізують, повинна розчинятися в даному розчиннику при нагріванні значно краще,

- ніж на холоді, і не повинна взаємодіяти з розчинником;
- розчинник не повинен розчиняти домішки, які потрібно відфільтрувати, або повинен розчиняти їх настільки добре, щоб при охолодженні розчину вони не осаджувалися разом з основним продуктом, а залишалися в розчині;
  - температура кипіння розчинника повинна бути на 8–12 °С нижчою, ніж температура плавлення речовини, яку перекристалізують. Якщо не дотримати цієї вимоги, то речовина, що перекристалізується, при охолодженні кристалізується, захоплюючи з собою молекули домішок та розчинника. При цьому кристали ще більше забруднюються.

*Хід виконання роботи:*

Речовину, яку перекристалізують, розчиняють при нагріванні у мінімальній кількості підібраного розчинника (у воді).

Гарячий розчин, насичений речовиною, що кристалізується, швидко фільтрують від нерозчинних домішок на лійці для гарячого фільтрування, використовуючи складчатий фільтр.

Отриманий фільтрат швидко охолоджують. При кристалізації утворюються кристали очищеної речовини.

Осад фільтрують за допомогою водоступного насоса, використовуючи нутч-фільтр (колба Бунзена і лійка Бюхнера), промивають на фільтрі та сушать.

Очищені та висушені кристали зважують.

**Дослід 2. Очищення фталевих ангідридів методом сублімації**

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

Сублімація використовується для очищення речовин в тих випадках, коли сублімується лише основний продукт, а домішки, що мають іншу леткість, не випаровуються.

*Хід виконання роботи:*

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

Чашку закривають конічною лійкою (діаметр лійки повинен бути трохи менший, ніж діаметр чашки). Щоб пари речовини не потрапляли назад в чашку, її накривають листком фільтрувального паперу з отворами (отвори пробивають голкою). Носик лійки закривають ватою, закріплюють в 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.

По закінченню сублімації прилад розбирають лише після охолодження його до кімнатної температури.

Зважують очищену речовину і розраховують вміст домішок у ній.

### **Лабораторна робота № 3**

*ТЕМА: АЛКАНИ, АЛКЕНИ, АЛКІНИ ТА АРЕНИ*

#### **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. Суміш нагрівають на полум'ї. Що відбувається?

Перевіряють здатність газу, який виділяється, до окиснення та приєднання броду. Для цього газовідвідну трубку послідовно занурюють у пробірки, що містять:

перша – розчин калій перманганату, друга – бродну воду.

Що спостерігається?

### ***Дослід 2. Галогенування насичених вуглеводнів***

У суху пробірку наливають п'ять крапель гексану і додають одну-дві краплі розчину броду в чотирихлористому вугледі. Що спостерігається?

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

В суху пробірку помішають 5–6 мл суміші етилового спирту та концентрованої сульфатної кислоти (1:1) і кидають “кип’ятилку” для забезпечення рівномірного кипіння. Пробірку закривають корком з газовідвідною трубкою і закріплюють у лапці штатива похило. Суміш у пробірці обережно нагрівають, слідкуючи, щоб рідину не викинуло з пробірки.

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

Етилен, що виділяється, підпалюють біля кінця газовідвідної трубки. Яким полум'ям він горить?

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

У пробірку помішають декілька шматочків кальцій карбіду. Приливають 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 розчин калій перманганату та через бродну воду, які знаходяться у двох різних пробірках. Що спостерігається?

Ацетилен, що виділяється, підпалюють біля кінця газовідвідної трубки. Яким полум'ям він горить? За допомогою скляної трубки з відтягнутим кінцем продувають повітря. Як змінюється



полум'я?

**Дослід 5. Одержання купрум (I) ацетиленіду та аргентум ацетиленіду**

В окремі пробірки наливають по 2 мл амоніачного розчину купрум (I) хлориду та амоніачного розчину аргентум оксиду. У ці розчини занурюють кінець газовідвідної трубки у момент виділення ацетилену. Що спостерігається?

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.

**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 у полум'ї пальника. Кінець газовідвідної трубки занурюють у пробірку з холодною водою. Утворений бензен можна виявити за характерним запахом.

**Дослід 7. Окиснення бензену та його гомологів**

В одну пробірку наливають 1 мл бензену, в другу – 1 мл толуену. В кожную пробірку додають по 2 мл 0,5 %-го розчину калій перманганату і по дві краплі 10 %-го розчину сульфатної кислоти. Вміст обох пробірок нагрівають на водяній бані, обережно перемішуючи. Що спостерігається?

**Дослід 8. Взаємодія бензену з бромом**

В одну пробірку наливають по 1 мл бензену та бромної води і струшують. У другу пробірку поміщають 1 мл бензену, 1 мл розчину броду в чотирехлористому вуглеці і 0,5 г залізних ошурок. Вміст обох пробірок нагрівають на водяній бані. До отвору пробірки підносять смужку вологого синього лакмусового папірця. Що спостерігається?

Пояснити спостереження.

**Дослід 9. Нітрування ароматичних вуглеводнів**

У пробірку поміщають 1 мл концентрованої нітратної і 2 мл концентрованої сульфатної кислоти. Одержану нітруючу суміш охолоджують і краплями додають 1 мл бензену, постійно перемішуючи. Реакційну суміш нагрівають протягом 2–3 хв. на

водяній бані при температурі 50–60 °С і виливають у пробірку з холодною водою (10–15 мл). Про утворення нітробензену свідчить характерний для нього запах гіркої мигдалю.

### Дослід 10. Сульфування ароматичних вуглеводнів

У пробірку поміщають 2 мл концентрованої сульфатної кислоти і, перемішуючи, краплями додають 2 мл бензену. Реакційну суміш обережно нагрівають на водяній бані до повного розчинення бензену. Після охолодження реакційну суміш виливають у пробірку з водою (5–6 мл). Чому утворився однорідний розчин?

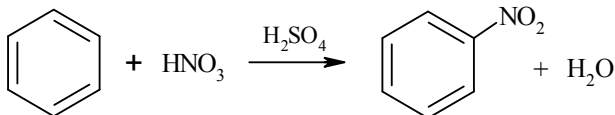
*До кожного дослідів написати рівняння відповідних реакцій.*

## Лабораторна робота № 4

### ТЕМА: СИНТЕЗ НІТРОБЕНЗЕНУ

1. **Назва керівництва:** Органический синтез. Под ред. Н.В. Васильевой. – М.: Просвещение, 1986. – с. 191–193.

2. **Рівняння та механізм основної реакції:**

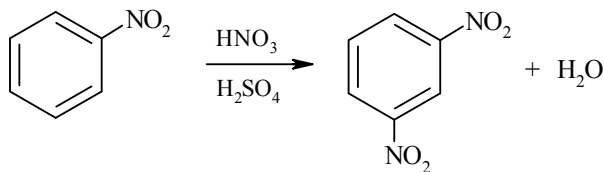


Реакція відбувається за механізмом електрофільного заміщення в бензенове ядро ( $S_E2$ ).

Умови проведення реакції: нітруюча суміш, температура 50–60 °С.

3. **Побічні реакції:**

при температурі вищій 60 °С – утворення *m*-динітробензену:



#### 4. Властивості одержуваної речовини:

$M(C_6H_5NO_2) = 123,11$  г/моль;

$d_4^{25} = 1,199$  г/см<sup>3</sup>;

$t_{пл.} = 5,7$  °С;

$t_{кип.} = 210,9$  °С;

$n_D^{20} = 1,5526$ ;

А.с. – масляниста рідина жовтуватого кольору з запахом гіркого мигдалю.

#### 5. Властивості вихідних речовин

Речовина	M, г/моль	d, г/см <sup>3</sup>	t <sub>кип.</sub> , °С	t <sub>пл.</sub> , °С	n <sub>D</sub> <sup>20</sup>	Вміст, %
C <sub>6</sub> H <sub>6</sub>	78,11	0,879	80,1	5,533	1,5017	99,85
HNO <sub>3</sub> (конц.)	63,01	1,390	86	– 42	1,397	63,23
H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> (конц.)	98,08	1,834	330	10,37	1,429	95,6

#### 6. Кількості вихідних речовин

Речовина	За теорією		За керівництвом			Надлишок	
	моль	г	моль	г	мл	моль	%
C <sub>6</sub> H <sub>6</sub>	0,11	8,59	0,11	8,79	10	–	–
HNO <sub>3</sub>	0,11	6,93	0,24	15,29	11	0,13	54
H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	0,11	10,79	0,24	23,84	13	0,13	54

#### 7. Вихід одержуваної речовини:

- за теорією: 13,54 г (11,3 мл);
- за керівництвом: 11 г (9,18 мл).

#### 8. Схема приладу (рисунок)

- круглодонна одnogорла колба (150 мл);
- зворотній повітряний холодильник;
- водяна баня;
- ділильна лійка;
- колба Вюрца (для перегонки);
- прямий холодильник (повітряний);
- алонж, приймач;
- ртутний термометр (на 25 °С).

*Установку збирають без штативів.*

*Синтез проводять у витяжній шафі, тримаючи установку в руках і збовтуючи.*

*Воду для бані гріють на лабораторному столі.*

## **9. Основні етапи синтезу**

*Робота проводиться у витяжній шафі!*

Завантаження вихідних речовин.

*Готують нітруючу суміш: сульфатну кислоту вливають до нітратної, а не навпаки!*

*У колбу до нітруючої суміші додають бензен невеликими порціями при постійному перемішуванні та охолодженні (температура не повинна перевищувати 60°C, але й не повинна бути нижчою 25 °C – колба тепла на дотик).*

Синтез.

*Всю реакційну суміш нагрівають до 60°C на водяній бані (температура бані 65–70°C) протягом 2 год., постійно збовтуючи. Суміш охолоджують.*

Виділення речовини.

*За допомогою ділильної лійки відділяють кислотний шар (нижній) в спеціальну посудину.*

*Органічний шар (верхній), в якому міститься нітробензен, промивають водою, потім – 5 %-ним розчином натрій гідроксиду для нейтралізації залишків кислоти і знову – водою (після кожного промивання відділяють органічний шар, який буде знизу).*

Осушування.

*Висушують нітробензен за допомогою попередньо прожареного кальцій хлориду (додають кальцій хлорид і залишають в закритій посудині на 1–2 год.)*

Перегонка.

*Спочатку відганяють бензен, що не прореагував.*

*Потім переганяють нітробензен з повітряним холодильником і збирають фракцію при температурі 207–211 С (перегонну колбу обмотують азбестовим шнуром). *Перегонку не можна проводити досуха!**



## 6. Кількості вихідних речовин (за \*)

Речовина	За теорією		За керівництвом			Надлишок	
	моль	г	моль	г	мл	моль	%
KBr				20	–		
C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> OH					14		
H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>					25		

## 7. Вихід одержуваної речовини:

за теорією: \_\_\_\_ г (\_\_\_\_ мл);

за керівництвом: 15 г (\_\_\_\_ мл).

## 8. Схема приладу (рисунок)

- круглодонна одnogорла колба (250 мл);
- насадка Вюрца (без термометра);
- прямий холодильник Лібіха (з водяним охолодженням);
- алонж;
- приймач з льодяною водою.

## 9. Основні етапи синтезу

Завантаження вихідних речовин.

У реакційну колбу вливають етиловий спирт, додають 12 мл води і, при постійному перемішуванні та охолодженні, приливають невеликими порціями концентровану сульфатну кислоту.

Суміш охолоджують до кімнатної температури і при постійному перемішуванні додають дрібно розтертий калій бромід.

*В реакційну колбу додати кип'ятилки!*

Синтез.

Колбу через насадку Вюрца з'єднують з довгим водяним холодильником.

У приймач наливають невелику кількість холодної води (можна додати кусочки льоду).

Алонж повинен бути занурений у холодну воду, яка знаходиться у приймачі.

*Перевірити герметичність зібраного приладу!*

Реакційну колбу нагрівають на піщаній бані або на листі асбесту. Якщо реакційна суміш в колбі починає сильно пінитись, то на деякий час припиняють нагрівання.

### Виділення речовини.

Реакційну колбу нагрівають до тих пір, поки в приймач не перестануть потрапляти маслянисті краплі, що опускаються на дно.

Після закінчення реакції бромистий етил відділяють від води за допомогою ділильної лійки; збирають його в колбочку з притертим корком.

### Осушування.

Висушують бромистий етил за допомогою попередньо прожареного кальцій хлориду (додати кальцій хлорид і залишити в закритій посудині на 30–40 хв.). Висушений етил бромистий стає прозорим і його можна відганяти.

### Перегонка.

Перегонку проводять з водяним холодильником на водяній бані в інтервалі температур 36–40 °С. *Перегонку не можна проводити досуха!*

### **10. Виконання роботи**

### **11. Розрахунок виходу речовини**

від теорії (у %);

від керівництва (у %).

## **Лабораторна робота № 6**

### **ТЕМА: ОКСИСПОЛУКИ**

#### **Дослід 1. Розчинність спиртів у воді**

В одну пробірку наливають 2 мл етилового спирту, а в другу – 2 мл ізоамілового спирту. В обидві пробірки додають ще по 2 мл води. Вміст пробірок добре струшують і дають відстоятися. Що спостерігається?

#### **Дослід 2. Окиснення спиртів за допомогою купрум (II) оксиду**

У пробірку наливають 3–4 мл етилового спирту. Спіраль, виготовлену з мідної дротини, розжарюють у полум'ї пальника і, вийнявши з полум'я, чекають поки вона окисниться. Так роблять неодноразово. Потім, розжаривши окиснену спіраль, швидко занурюють її у пробірку зі спиртом. Цю операцію повторю-

ють декілька разів.

Що спостерігається? Як змінюється запах реакційної суміші? Написати рівняння реакції.

До охолодженого розчину додають декілька крапель фуксинсірчистої кислоти. Що спостерігається?

**Дослід 3. Окиснення ізоамілового спирту за допомогою хромової суміші**

У пробірку поміщають 4 краплі ізоамілового спирту і обережно (краплями) додають 6 крапель концентрованої сульфатної кислоти. Далі додають 0,5 г подрібненого калій біхромату та 5 мл води. Суміш струшують. Перед початком нагрівання у пробірку поміщають “кип’ятилку” для забезпечення рівномірного кипіння. Нагрівають. Що спостерігається?

**Дослід 4. Одержання діетилового етеру**

У суху пробірку наливають 0,5 мл етилового спирту і стільки ж концентрованої сульфатної кислоти. Суміш обережно нагрівають до початку незначного побуріння розчину. Припинивши нагрівання, до суміші доливають по стінках пробірки ще 0,5 мл етилового спирту і спостерігають за зміною запаху.

**Дослід 5. Взаємодія спиртів з карбоновими кислотами**

У пробірку наливають 2–3 мл оцтової кислоти, 2–3 мл ізоамілового спирту і 0,5 мл концентрованої сульфатної кислоти. Вміст пробірки перемішують склянню паличкою і нагрівають декілька хвилин. Продукт реакції виливають у невелику склянку з холодною водою. Що спостерігається?

**Дослід 6. Одержання купрум гліцерату**

У пробірку наливають 1 мл 3 %-го розчину купрум сульфату і 2 мл 10 %-го розчину натрій гідроксиду. До цієї суміші додають 5–10 крапель гліцеролу. Що спостерігається?

**Дослід 7. Взаємодія фенолів з ферум (III) хлоридом**

У різні пробірки наливають водні розчини фенолу, пірогалолу,  $\alpha$ -нафтолу та пікринової кислоти. У кожен пробірку додають 2-3 краплі розчину ферум (III) хлориду. Що спостерігається? Якого типу сполуки утворюються?

**Дослід 8. Взаємодія фенолу з бромною водою**

Дослід проводять під тягою! До 1 мл водного розчину фенолу додають краплями бромну воду. Помутніння, яке спочатку



спостерігається, при струшуванні зникає. При подальшому додаванні бромної води виділяється білий осад трибромфенолу з характерним запахом. Продовжують додавати бромну воду при струшуванні до перетворення білого осаду в світло-жовтий.

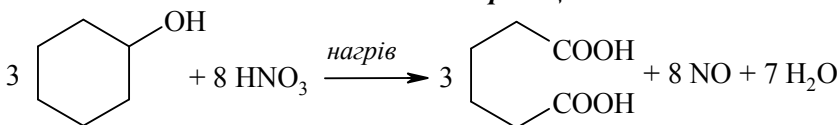
*До кожного досліду написати рівняння відповідних реакцій.*

## Лабораторна робота № 7

ТЕМА: СИНТЕЗ АДИПІНОВОЇ КИСЛОТИ  
(1,4-бутандикарбонової, гександіової)

1. **Назва керівництва:** Органический синтез. Под ред. Н.В. Васильевой. – М.: Просвещение, 1986. – с. 330.

2. **Рівняння та механізм основної реакції:**



Реакція відбувається за механізмом окислення циклогексанолу нітратною кислотою.

Умови проведення реакції: концентрована нітратна кислота, температура ~ 90 °С.

3. **Побічні реакції:**

4. **Властивості одержуваної речовини:**

$M(\text{C}_6\text{H}_{10}(\text{COOH})_2) = \text{_____}$  г/моль

$t_{\text{пл.}} = \text{_____}$  °С

$t_{\text{кип.}} = \text{_____}$  °С

Розчинність: \_\_\_\_\_.

А.с. – \_\_\_\_\_.

5. **Властивості вихідних речовин:**

Речовина	$M$ , г/моль	$d$ , г/см <sup>3</sup>	$t_{\text{кип.}}$ , °С	$t_{\text{пл.}}$ , °С	$n_D^{20}$	Вміст, %
HNO <sub>3</sub> (конц.)						
C <sub>6</sub> H <sub>11</sub> OH						

6. **Кількості вихідних речовин:**

Речовина	За теорією		За керівництвом			Надлишок	
	моль	г	моль	г	мл	моль	%
HNO <sub>3</sub>					43		
C <sub>6</sub> H <sub>11</sub> OH				10			

**7. Вихід одержуваної речовини:**

за теорією: \_\_\_\_\_ г.

за керівництвом: 6,6 г.

**8. Схема приладу (рисунок)**

- круглодонна одnogорла колба (250 мл);
- дворогий форштос;
- зворотній холодильник з водяним охолодженням;
- крапельна лійка;
- хімічний стакан (150 мл);
- скляний фільтр.

**9. Основні етапи синтезу**

*Робота проводиться у витяжній шафі з включеною тягою!*

Завантаження вихідних речовин.

*Прилад повинен бути зібраний на шліфах, оскільки пари нітратної кислоти і оксиди нітрогену сильно роз'їдають гумові корки.*

У круглодонну колбу, оснащену дворогим форштосом зі зворотнім холодильником та крапельною лійкою, наливають нітратну кислоту. У колбу поміщають “кип’ятильники”. Циклогексанол поміщають у крапельну лійку (*лише після того як почне кипіти нітратна кислота*). Колбу з нітратною кислотою нагрівають майже до кипіння.

Синтез.

До нітратної кислоти, яка кипить (*про що свідчить стікання відгону з холодильника*), починають поступово добавляти циклогексанол краплями (*зі швидкістю 8–10 крапель за 1 хв.*) з крапельної лійки.

***Якщо до початку кипіння було вже добавлено деяку кількість циклогексанолу, то може відбутись сильний вибух!***

Відразу ж починається бурхлива реакція окиснення, яка супроводжується значним виділенням оксидів нітрогену.

Після додавання всієї кількості циклогексанолу реакційну суміш кип'ятять ще приблизно 20 хв. до закінчення виділення оксидів нітрогену.

Виділення та очистка речовини.

Реакційну суміш виливають у хімічний стакан і охолоджують.

При охолодженні з розчину виділяється в осад адипінова кислота.

Осад відфільтровують на скляному фільтрі.

Промивають на фільтрі холодною водою.

Перекристалізують адипінову кислоту з води.

Осушування.

Сушать адипінову кислоту на повітрі.

**10. Виконання роботи**

**11. Розрахунок виходу речовини**

від теорії (у %);

від керівництва (у %).

## Лабораторна робота № 8

### ТЕМА: КАРБОНІЛЬНІ СПЛУКИ

#### **Дослід 1. Одержання етанолу в результаті окиснення спирту**

У пробірку з газовідвідною трубкою наливають по 2 мл етилового спирту і хромової суміші, ретельно струшують. Спостерігається розігрівання та зміна забарвлення суміші.

Закріплюють пробірку похило в лапці штативу, кінець газовідвідної трубки занурюють майже до дна іншої пробірки-приймача, що містить 2 мл холодної води. Приймач поміщають в стакан з холодною водою. Обережно нагрівають суміш на полум'ї пальника, регулюючи рівномірне кипіння суміші, запобігаючи викиданню рідини з пробірки. Протягом 2–3 хв. об'єм рідини в приймачі збільшиться майже вдвічі, після чого припиняють нагрівання. Рідина в приймачі матиме різкий запах етанолу. Одержаний розчин використовують для наступних дослідів (досліди 3–5).

## **Дослід 2. Утворення акролеїну**

*Дослід проводять у витяжній шафі!*

В суху пробірку поміщають декілька крапель гліцеролу, додають близько 1 г сірчаноокислої солі. Пробірку закривають газовідвідною трубкою, суміш струшують, обережно нагрівають і виявляють утворення акролеїну за появою характерного, дуже їдкого запаху. Газовідвідну трубку опускають під шар холодної води (1–2 мл). Пробірку з реакційною сумішшю наповнюють лужним розчином калій перманганату (для повного знищення акролеїну) і залишають у витяжній шафі.

Отриману рідину розділяють на декілька частин і проводять з ними реакції, характерні для альдегідів (досліди 3–5). До однієї частини розчину додають бромну воду. Що спостерігається?

## **Дослід 3. Відновлення сполук купруму (II) за допомогою альдегідів**

До 1 мл розчину досліджуваного альдегіду додають 0,5 мл розведеного розчину лугу, а потім краплями додають розчин купрум сульфату до утворення осаду. Одержану суміш нагрівають до початку кипіння. Що спостерігається?

## **Дослід 4. Відновлення сполук аргентуму за допомогою альдегідів**

У дві пробірки наливають по 1 мл розчину альдегіду і додають в кожную з них по 1 мл амоніачного розчину аргентум оксиду. В одну пробірку додають ще 2–3 краплі розведеного розчину лугу. Струсивши пробірки, ставлять їх у штатив.

У якій пробірці зміни настають швидше? Якщо срібло не виділяється, то нагрівають вміст пробірок декілька хвилин на водяній бані (температура води в бані 50–60 °С).

## **Дослід 5. Взаємодія з фуксинсульфітною кислотою**

У дві пробірки наливають по 1 мл розчину фуксинсульфітної кислоти і додають в одну з них декілька крапель розчину формальдегіду, а в другу – таку ж кількість розчину етанолу. Коли рідини в обох пробірках набудуть забарвлення, відмічають їх відтінок. Потім в обидві пробірки додають по 0,5 мл розчину концентрованої хлоридної кислоти (або розведеної сульфатної) і знову відмічають зміну забарвлення – відразу і через 5–10 хв.

Записати спостереження.

### **Дослід 6. Взаємодія ацетону з натрій сульфідом**

У пробірку наливають 1 мл розчину натрій сульфідату і додають 1 краплю розчину фенолфталеїну. Якщо з'явилося рожеве забарвлення, то його усувають, обережно додаючи краплю розведеної кислоти. В другу пробірку наливають 1 краплю води і краплю фенолфталеїну. Потім в обидві пробірки вносять по 1–2 краплі ацетону. Спостерігають інтенсивне почервоніння рідини в пробірці, яка містить натрій сульфід. Чому?

### **Дослід 7. Утворення йодоформу з альдегідів та кетонів**

У різні пробірки наливають 1–2 мл розведених водних розчинів різних карбонільних сполук (етаналь, метаналь, диметилкетон) і додають по 1 мл розчину йоду та по декілька крапель розчину лугу до зникнення забарвлення. В деяких пробірках спостерігають утворення жовтого осаду йодоформу з характерним запахом. В деяких розчинах осад утворюється дуже швидко і без нагрівання, а в деяких – осад не утворюється зовсім. Чому?

### **Дослід 8. Одержання фенілгідразону ацетону**

У пробірку наливають 0,5 мл ацетону і додають 2 мл спиртово-водного розчину фенілгідразину. Суміш старанно перемішують. Нагрівають 1–2 хв. на водяній бані (40–50 °С) і охолоджують під струменем холодної води. Що спостерігається?

**До кожного дослідю написати рівняння відповідних реакцій.**

## **Лабораторна робота № 9**

### **ТЕМА: ВУГЛЕВОДИ. МОНОЦУКРИ**

#### **Дослід 1. 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, глюкози, галактози, фруктози). Потім додають дві краплі розчину  $\alpha$ -нафтолу; якщо застосовують його спиртовий розчин, то суміш злегка мутніє за рахунок виділення малорозчинного у воді нафтолу.

Далі, нахиливши пробірку, обережно приливають 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 червоно-фіолетове кільце; при збовтуванні суміш розігривається і забарвлюється у всьому об'ємі, а при розведенні її водою виділяються забарвлені пластівці.

При відсутності вуглеводів фіолетове кільце не утворюється, хоча рідина може позеленіти чи пожовтіти.

**Дослід 2. Взаємодія вуглеводів з концентрованими кислотами**

**А.** У пробірці розчиняють декілька крупинок якого-небудь цукру в 1–2 мл води. До холодного розчину обережно, по стінках пробірки, приливають рівний об'єм концентрованої сульфатної кислоти, намагаючись не збовтати суміш. Сульфатна кислота утворює нижній важкий шар під розчиним цукру. На межі поділу цих шарів поступово з'являється темно-буре кільце. Якщо при кімнатній температурі кільце не утворюється, злегка нагрівають вміст пробірки, не збовтуючи його.

**Б.** У пробірку наливають невелику кількість глюкози і 20 мл хлоридної кислоти. Суміш кип'ятять 20–30 С, потім розчин охолоджують і додають воду до  $\frac{2}{3}$  висоти пробірки.

Цей дослід повторюють також з фруктозою.

Відмічають те, як відрізняються між собою отримані розчини.

**Дослід 3. Утворення озазону глюкози**

*Приготування суміші солей:* змішують солянокислий фенілгідразин (2,4-динітрофенілгідразин) з натрій ацетатом (у масовому співвідношенні 2:3) і добре розтирають у ступці.

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

**Дослід 4. Взаємодія вуглеводів з лугами**

Дослід проводять одночасно з декількома вуглеводами (глюкоза, галактоза, фруктоза).

До 1–2 мл розчину досліджуваного цукру додають вдвічі менший об'єм концентрованого розчину лугу, нагрівають суміш до кипіння і кип'ятья 2–3 хв. Відмічають зміну забарвлення розчину, якщо вона спостерігається. Потім охолоджують рідину і підкислюють її розведеною сульфатною кислотою, при цьому забарвлення блідне і з'являється відчутний запах карамелі (паленого цукру).

#### ***Дослід 5. Взаємодія моноцукрів з солями купруму (II) в лужному розчині***

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

До 2–3 мл розчину цукру додають 1 мл розведеного розчину лугу і 2–3 краплі розчину купрум сульфату. Утворений осад купрум гідроксиду при струшуванні розчиняється і рідина забарвлюється в інтенсивно-синій колір. Потім обережно нагрівають у полум'ї пальника верхню частину рідини до початку кипіння. Якщо цукор окиснюється, то синє забарвлення розчину при нагріванні переходить в зелене і потім зникає. Одночасно з'являється жовтий, червоний чи коричневий осад.

#### ***Дослід 6. Взаємодія моноцукрів з амоніачним розчином аргентум оксиду***

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

У старанно вимитій гарячим розчином лугу і ополіснутій водою пробірці змішують 1 мл амоніачного розчину аргентум оксиду і 1 мл розчину цукру; пробірку поміщають на декілька хвилин в гарячу (60–80 °С) воду. Якщо пробірка була чистою, то при окисненні цукру металічне срібло осаджується на стінках у вигляді дзеркального шару; в іншому випадку випадає чорний осад.

#### ***Дослід 7. Взаємодія моноцукрів з мідновиннокислим комплексом (розчином Фелінга)***

Дослід проводять одночасно з розчинами різних моноцукрів.

У пробірки наливають по 2 мл розчину Фелінга (кількість пробірок дорівнює кількості досліджуваних розчинів моноцукрів). Нагрівають рідину в кожній пробірці до початку кипіння і додають до неї краплями (при подальшому кип'ятінні) 0,5-1,5 мл досліджуваного розчину вуглеводу до повного зникнення синього забарвлення суміші і виділення червоного осаду купрум (I) оксиду.

#### **Дослід 8. Реакція Селіванова на кетози**

Дослід проводять одночасно з розчинами різних цукрів.

У пробірки поміщають по 0,5–1 мл кожного з досліджуваних цукрів і додають 2 мл реактиву Селіванова, після чого занурюють всі пробірки у киплячу водяну баню на 2 хв.

Розчини деяких цукрів швидко забарвлюються в яскраво-червоний колір. При подальшому нагріванні їх на полум'ї пальника до початку кипіння, червоні розчини мутніють і в них виділяється забарвлений осад. Розчини інших цукрів в цих умовах тільки злегка жовтіють чи рожевіють.

#### **Дослід 9. Утворення левулінової кислоти з глюкози**

До 1 мл розчину глюкози додають 2 мл концентрованої хлоридної кислоти і кип'ятять 1–2 хв., при цьому суміш темніє і виділяються бурі пластівці. Охолодивши суміш, відливають 0,5 мл її в іншу пробірку і розводять в 10–12 разів водою до одержання світло-коричневого мутного розчину, який фільтрують через складчастий фільтр. До прозорого світло-жовтого фільтрату приливають 0,5–1 мл розчину йоду, а потім розведений розчин луку краплями до зникнення забарвлення.

Паралельно проводять реакцію з йодом і лугом вихідного розчину глюкози, який не піддавали кип'ятінню з хлоридною кислотою. Відмічають, в якій з двох проб вже на холоді утворюється йодоформ у вигляді жовтої каламуті з характерним запахом.

Про що це свідчить?

#### **Дослід 10. Окиснення моноцукрів 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 су-



міш 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 ферум (III) хлориду та порівнюють забарвлення, яке в них з'явилося.

*До кожного дослідів написати рівняння відповідних реакцій.*

## Лабораторна робота № 10

*ТЕМА: ВУГЛЕВОДИ. ДИ- ТА ПОЛІЦУКРИ*

### **Дослід 1. Утворення і властивості кальцій сахаратів**

Дослід проводять одночасно з глюкозою та сахарозою.

Розчиняють 1 г досліджуваного цукру в 5–6 мл води. До розчину при кімнатній температурі додають краплями при струшуванні попередньо збовтане вапняне молоко; перші його краплі розчиняються з утворенням прозорого розчину. Вапняне молоко додають до появи в реакційній суміші значної кількості осаду, який з'являється після відстоювання і не зникає при струшуванні.

Через 3–5 хв. суміш фільтрують через маленький складчатий фільтр і ділять прозорий фільтрат на три частини.

В одну частину фільтрату по тонкій скляній трубці з відтягнутим кінцем пропускають повільний потік вуглекислого газу. Виділяється осад кальцій карбонату, який при надмірно довгому пропусканні вуглекислого газу може розчинитися внаслідок утворення кальцій гідрогенкарбонату.

До другої частини фільтрату додають краплю фенолфталеїну, а потім титрований розчин хлоридної кислоти додають краплями з бюретки до зникнення малинового забарвлення (1 мл 0,1 н. розчину хлоридної кислоти відповідає наявності в розчині 2,8 мг кальцій оксиду).

Третю частину прозорого фільтрату нагрівають у пробірці на полум'ї пальника до початку кипіння. Один з розчинів при цьому жовтіє, потім буріє, а після охолодження у ньому виділяється темний осад. Другий розчин при кип'ятінні залишається безбарвним, з нього виділяється небагато білого кристалічного

осаду трикальцієвого сахарату. При охолодженні пробірки в склянці з водою і подальшому струшуванні осад зникає, а при повторному нагріванні знову виділяється.

### **Дослід 2. Гідроліз (інверсія) сахарози**

У дві пробірки наливають по 8–10 мл розчину сахарози. В одну з пробірок додають 3–4 краплі розведеної сульфатної або хлоридної кислоти. Обидві пробірки нагрівають одночасно на киплячій водяній бані 10–15 хв., охолоджують.

Із вмістом кожної пробірки проводять реакції: з сіллю купруму (II); з амоніачним розчином аргентум оксиду; з  $\alpha$ -нафтолом.

### **Дослід 3. Одержання слизевої кислоти**

**А** (з молока). У стакані змішують 100 мл молока і 100 мл води та додають при перемішуванні концентровану оцтову кислоту (приблизно 0,5 мл) до утворення сироподібного осаду білків. Через 10–15 хв. рідину фільтрують через тканину (полотно).

До декількох мілілітрів злегка мутного фільтрату додають 1–2 мл розведеного розчину лугу та 2–3 краплі розчину купрум сульфату і суміш нагрівають до початку кипіння, при цьому синє забарвлення зникає і з'являється жовтий або червоний осад, що вказує на наявність в розчині відновлюючого дисахариду.

Фільтрат, який залишився (100–150 мл), поміщають в стакан або колбу, додають 20 мл концентрованої нітратної кислоти і нагрівають суміш на азбесті до початку кипіння; при цьому знову виділяються пластівці білка і суміш жовтіє. Гарячу рідину фільтрують через складчатий паперовий фільтр у фарфорову чашку. Прозорий фільтрат упарюють (*у витяжній шафі!*), нагріваючи спочатку на піщаній бані до половини об'єму, а потім на киплячій водяній бані при перемішуванні до залишкового об'єму 15–20 мл. Одержану рідину охолоджують і залишають стояти 15–20 хв.

Слизева кислота виділяється у вигляді білого дрібнокристалічного осаду на дні чашки; цей осад відфільтровують на склянному фільтрі, промивають холодною водою і сушать.

**Б** (з лактози або галактози). 1 г кристалічної лактози розчиняють в 7–8 мл води. До розчину додають 3 мл концентрованої нітратної кислоти. Суміш упарюють в чашці (*у витяжній шафі!*), нагріваючи спочатку на полум'ї пальника до невеликого об'єму,

потім на водяній бані майже досуха. Охолодивши суміш, одержують кристали слизевої кислоти.

Якщо лактозу замінити галактозою, то вихід слизевої кислоти збільшується вдвоє.

#### **Дослід 4. Реакції крохмалю**

Приблизно 1 г сухого крохмалю збовтують з 5–6 мл води, дають суміші відстоятись 1-2 хв., зливають воду і повторюють промивання крохмалю ще 2–3 рази новими порціями води. Додавши останню порцію води і добре збовтавши суміш, виливають суспензію крохмалю в 50 мл води, нагрітої до кипіння в склянці чи колбі. Утворюється майже прозорий, злегка опалесційний клейстер. Охолоджують розчин і проводять з ним наступні реакції.

**А.** До 1–2 мл розчину крохмалю додають краплю розчину йоду. Отриману темно-синю рідину нагрівають. Забарвлення зникає, а при охолодженні з'являється знову.

**Б.** До 1–2 мл розчину крохмалю додають 1 мл спирту і додають йод. З'являється лише слабке буре забарвлення.

**В.** До 1–2 мл крохмального клейстеру додають декілька крапель розведеного розчину лугу і нагрівають суміш до кипіння; рідина не зазнає змін або злегка жовтіє.

**Г.** До 1–2 мл клейстеру додають декілька крапель лугу і 1–2 краплі розчину купрум сульфату та нагрівають суміш на киплячій водяній бані 2–3 хв. Розчин залишається безбарвним; блакитні пластівці купрум гідроксиду, що не розчинилися, при нагріванні чорніють; червоного чи жовтого осаду не утворюється.

#### **Дослід 5. Утворення декстрину і його реакції**

Приблизно 0,5 г сухого крохмалю дуже обережно, при постійному струшуванні, нагрівають у сухій пробірці на полум'ї пальника до початку пожовтіння порошку. Вміст пробірки охолоджують. До утвореного декстрину додають 5–6 мл холодної води, суміш сильно струшують 1–2 хв. і фільтрують через паперовий фільтр. Прозорий фільтрат розділяють на чотири частини і проводять з ним реакції, як і в попередньому досліді: з йодом, зі спиртом, з лугом при нагріванні, з сіллю купруму (II) в лужному розчині при нагріванні.

У всіх випадках спостерігається різниця між відношенням крохмалю і декстрину до цих реактивів.

*А. Йод забарвлює розчин декстрину в бурій або червонуватий колір.*

*Б. Спирт осаджує з водного розчину пластівці декстрину.*

*В. При кип'ятінні з лугом розчин декстрину забарвлюється в яскраво-жовтий або коричневий колір.*

*Г. Купрум (II) відновлюється декстрином до купруму (I) і реакційна суміш при нагріванні червоніє.*

#### **Дослід 6. Гідроліз крохмалю кислотами**

Готують крохмальний клейстер з 1 г крохмалю (див. Дослід 4). У стакан поміщають 15–20 мл клейстеру, додають 1 мл розведеної сульфатної кислоти. Суміш кип'ятять 5–10 хв., при цьому через кожні 1–2 хв. відливають в окрему пробірку небагато (1–2 мл) гарячої рідини, швидко охолоджують кожну пробу у воді, додають краплю розчину йоду і ставлять пробірку в штатив.

В послідовно відібраних пробах спостерігається поступова зміна забарвлення при реакції з йодом.

Після того як забарвлення проби при дії йоду зовсім перестане з'являтися, кип'ятять суміш ще 5–6 хв., потім охолоджують її і поступово, при енергійному перемішуванні, додають 2 г кальцій карбонату. Гарячу суміш фільтрують через складчастий фільтр, збираючи 10–20 мл прозорого фільтрату. Одержаний розчин досліджують реакціями на моноцукри і порівнюють зміни, які спостерігаються з результатами досліду 4 (з вихідним крохмалем).

Упарюючи 10–15 мл цього фільтрату у фарфоровій чашці (в кінці на киплячій водяній бані), одержують декілька крапель густого, жовтуватого, солодкого на смак сиропу – патоки.

#### **Дослід 7. Гідроліз крохмалю під дією ферменту слини**

Дослід проводять одночасно в трьох пробірках (*пробірки пронумерувати*); в дві з них поміщають по 5 мл розчину слини, а в третю – 5 мл дистильованої води (*для контролю*). Розчин слини в другій пробірці нагрівають до кипіння і кип'ятять 1–2 хв., прогріваючи полум'ям пальника не лише рідину, але й піну, яка утворюється, а потім пробірку охолоджують.

Готують 20–25 мл крохмального клейстеру (*див. Дослід 4*) з 0,5 г крохмалу, охолоджують його і вносять по 5 мл клейстеру в кожную з трьох підготовлених пробірок, після чого струшують всі три пробірки та поміщають їх одночасно в стакан з нагрітою до 40 °С водою, відмітивши час початку гідролізу. Через кожні 1–2 хв. відливають з трьох пробірок по 0,5 мл рідини і додають до взятої проби краплю розчину йоду.

Гідроліз проводять протягом 10–12 хв. до зникнення кольорової реакції з йодом в одній з пробірок, після чого досліджують розчин в кожній з пробірок на наявність в ньому відновлюючого дисахариду. Відмічають різницю результатів у різних пробірках.

#### **Дослід 8. Взаємодія целюлози з лугами**

Встановлюють в штативі дві пробірки і заповнюють їх майже до верху: одну – водою, другу – концентрованим розчином лугу. З фільтрувального паперу вирізають дві однакові смужки довжиною на 2–3 см більшою ніж висота пробірки, та шириною 1,5–2 см; смужки складають вдвоє вздовж так, щоб кожна могла вільно ввійти в пробірку. Одну смужку опускають до дна пробірки у воду, другу – в розчин лугу на 5–7 хв. За цей час готують третю пробірку – з розведеною хлоридною кислотою.

Вийнявши паперову смужку з води, віджимають її у фільтрувальному папері та залишають сохнути. Потім виймають смужку з розчину лугу, струшують краплі, опускають смужку послідовно у воду, хлоридну кислоту, знову у воду і віджимають. Дають обом смужкам висохнути, після чого порівнюють їх довжину, щільність і характер поверхні.

#### **Дослід 9. Перетворення целюлози в амлоїд**

У пробірку з 3 мл води обережно при струшуванні приливають 5 мл концентрованої сульфатної кислоти. Суміш охолоджують до кімнатної температури в стакані з водою. В одержаний розчин сульфатної кислоти (приблизно 70 %-й) занурюють одним кінцем смужку фільтрувального паперу. Через 10–15 хв. смужку виймають і ретельно відмивають від кислоти спочатку декілька разів у змінній воді, а в кінці у воді з декількома краплями розчину амоніаку. Відмічають різницю щільності і міцності мокрого паперу в обробленій та необробленій кислотою частинах

смужки. Після висушування паперу різниця властивостей цих ділянок стає ще більш помітною.

На межі двох ділянок фільтрувального паперу поміщають краплю розчину йоду та спостерігають різницю їх забарвлення.

**До кожного дослідю написати рівняння відповідних реакцій.**

## СПИСОК РЕКОМЕНДОВАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. (Г.) Лабораторные работы по органической химии. Под ред. О. Ф. Гинзбурга. М.: Высш. школа, 1982. – 295 с.
2. (Гл.) Глубиш П. А. Органічний синтез. Част. 1. – К.: ІЗМН, 1997. – 320 с.
3. (Гр.) Грандберг И. И. Практические работы и семинарские занятия по органической химии. М.: Высш. школа, 1979. – 303 с.
4. (Н.) Некрасов В. В. Руководство к малому практикуму по органической химии. М.: "Химия", 1975. – 328 с.
5. (О.) Органический синтез. Под ред. Н. В. Васильевой. М.: Просвещение, 1986. – 420 с.
6. Органічна хімія в прикладах і задачах/ Алісова Е.В., Козліковський Я.Б., Кулик Н.І. та ін. За ред. Юрченка О. Г. – К.: Вища школа, 1993. – 192 с.

## ДОДАТКИ

## ФІЗИЧНІ ВЛАСТИВОСТІ ОРГАНІЧНИХ РЕЧОВИН,

№	Назва речовини	Формула	Агрегатний стан, колір	M, г/моль
1	Адипінова кислота	$C_4H_8(COOH)_2$	безбарв. крист. речовина	146,14
2	Анілін	$C_6H_5NH_2$	безбарв. прозора рідина з ледь жовтуватим відтінком і характерним запахом	93,13
3	Ацетанлід	$C_6H_5NHCOCH_3$	безбарв. крист. речовина	135,17
4	Ацетон	$C_3H_6O$	безбарв. прозора рідина з характерним запахом	58,08
5	Бензен	$C_6H_6$ (безв.)	безбарв. прозора рідина з характерним запахом	78,11
6	Бензімід-азол	$C_7H_6N_2$	безбарв. крист. речовина, кристали голчаті	118,14
7	Бензойна кислота	$C_6H_5COOH$	безбарв. крист. речовина, форма кристалів – пластини	122,11
8	Буганол-1	$C_4H_9OH$	безбарв. рідина	74,12
9	Бутилацетат	$C_6H_{12}O_2$	безбарв. рідина з ефірним запахом	116,15
10	Диметиланілін	$C_6H_5N(CH_3)_2$	безбарв. прозора рідина з характерним запахом	121,18
11	<i>N,N</i> -диметил- <i>n</i> -нітросоанілін	$ONC_6H_4N(CH_3)_2$	крист. речовина темно-зеленого кольору	150,18
12	Етанол	$C_2H_5OH$	безбарв. прозора рідина	46,07
13	Етил-ацетат	$C_4H_8O_2$	безбарв. рідина з приємним запахом	88,11
14	Етил-бромід	$C_2H_5Br$	масляниста безбарв. рідина	108,97
15	Ізоамілацетат	$C_7H_{14}O_2$	безбарв. рідина з запахом грушевої есенції (дюшесу)	130,19
16	Ізоаміловий спирт	ізо- $C_5H_{11}OH$	безбарв. рідина	88,15
17	Ізопропіловий спирт	ізо- $C_3H_7OH$	безбарв. рідина	60,10

## ЩО ВИКОРИСТОВУЮТЬСЯ ТА ОДЕРЖУЮТЬСЯ В СИНТЕЗАХ

$d_4^{20}$ , г/см <sup>3</sup>	$t_{\text{кип.}}$ , °C	$t_{\text{пл.}}$ , °C	$n_D^{20}$	Розчинність	№
1,366	337,5	151–153		погано розч. – вода, діетиловий етер; добре розч. – етанол	<b>1</b>
1,022	184,4	–6,2	1,5863	розч. – етанол, діетиловий етер, бензен	<b>2</b>
1,21	305	114		розч. – етанол, діетиловий етер, метанол, хлороформ	<b>3</b>
0,7908	56,24	–95,35	1,3591	розч. – етанол, діетиловий етер, хлороформ	<b>4</b>
0,879	80,1	5,533	1,5017	розч. – етанол, діетиловий етер, ацетон	<b>5</b>
	> 360	170		добре розч. – вода, етанол, діетиловий етер	<b>6</b>
1,2659 <sup>15</sup>	249,2	122,5		H <sub>2</sub> O (хол.) – погано; H <sub>2</sub> O (гар.) – добре: при 100 °C – 59 г /л; при 18 °C – 2,7 г/л.	<b>7</b>
0,810	117,7	–80	1,3991	розч. – етанол, діетиловий етер	<b>8</b>
0,882	124– 126	–76,8	1,3941		<b>9</b>
0,956	193,5	2,5	1,5582	погано розч. – вода; добре розч. – етанол, діетиловий етер, бензен	<b>10</b>
		92,5– 93,5			<b>11</b>
0,789	78,37	–114,6	1,3614	добре розч. – вода	<b>12</b>
0,901	77,15	–82,4	1,3722 <sup>19</sup>		<b>13</b>
1,461	38,4	–119	1,4239	розч. – етанол, діетиловий етер та ін. орг. розчинники	<b>14</b>
0,872	142	–78,5	1,4054		<b>15</b>
0,812	132	–117,2	1,4058	розч. – етанол, діетиловий етер, бензен	<b>16</b>
0,789	82,2	–88,5	1,3776	розч. – вода, етанол, діетиловий етер, бензен	<b>17</b>



№	Назва речовини	Формула	Агрегатний стан, колір	М, г/моль
18	Йодбензен	$C_6H_5I$	безбарв. рідина	204,05
19	Метило-ранж	$(CH_3)_2NC_6H_4N=NC_6H_4SO_3Na$	крист. речовина оранжевого кольору	327,35
20	$\beta$ -Нафтол	$C_{10}H_7OH$ ( $\beta$ )	крист. речовина рожевого кольору	144,17
21	Нафтол-оранж	$OC_{10}H_6N=NHNC_6H_4SO_3Na$	крист. речовина яскраво оранжевого кольору	350,00
22	Нітратна кислота	$HNO_3$ (конц.)	безбарв. прозора рідина	63,01
23	<i>n</i> -Нітроанілін	$C_6H_4NH_2NO_2$	крист. речовина (голки) жовтого кольору	138,13
24	<i>n</i> -Нітроацетанілід	$C_6H_4NHCOCH_3NO_2$	крист. речовина блідо-жовтого кольору	180,00
25	Нітробензен	$C_6H_5NO_2$	масляниста рідина жовтуватого кольору з запахом гіркого мигдалю	123,11
26	Оцтова кислота	$CH_3COOH$ (льодяна)	безбарв. прозора рідина	60,05
27	Сульфанілова к-та	$H_2NC_6H_4SO_3H$	безбарвна кристалічна речовина	173,24
28	Сульфатна кислота	$H_2SO_4$ (конц.)	безбарв. прозора рідина	98,08
29	Толуен	$C_6H_5CH_3$	безбарв. прозора рідина з характерним запахом	92,14
30	Триброманілін	$C_6H_2NH_2Br_3$	безбарв. крист. речовина	343,80
31	1,3,5-Трибромбензен	$C_6H_3Br_3$	безбарв. крист. речовина	327,80
32	Фенол	$C_6H_5OH$	безбарв. крист. речовина з характерним запахом	94,11
33	Фенолфталеїн	$C_{20}H_{14}O_4$	безбарв. крист. речовина	318,33
34	Фталевий ангідрид	$C_6H_4(CO)_2O$	безбарв. крист. речовина	148,12
35	Хлоридна кислота	$HCl$ (конц.)	безбарв. прозора рідина	36,46
36	Циклогексанол	$C_6H_{11}OH$	безбарв. прозора рідина	100,16

Продовження таблиці

$d_4^{20}$ , г/см <sup>3</sup>	$t_{\text{кип.}}$ , °C	$t_{\text{пл.}}$ , °C	$n_D^{20}$	Розчинність	№
1,838 <sup>15</sup>	188,7	-31,4	1,6213 <sup>18</sup>	нерозч. – вода, етанол, діетиловий етер, хлороформ	18
				добре розч. – вода, етанол; нерозч. – діетиловий етер	19
1,217 <sup>4</sup>	286	122		розч. – етанол, діетиловий етер, хлороформ, бензен	20
				добре розч. у воді	21
1,390	86	-42	1,397		22
1,437 <sup>14</sup>	260 °C розкл.	148		розч. – метанол, етанол, діетиловий етер; сублімується легко	23
		207			24
1,199 <sup>25</sup>	210,9	5,7	1,5530		25
1,049	118,1	16,6	1,3698 <sup>25</sup>	нерозч. – вода, етанол, діетиловий етер, ін. орг. розчинники	26
		280 °C розкл.		розч. у воді: при 20°C – 0,108 г/л, при 100°C – 0,667 г/л	27
1,834	330	10,37	1,429		28
0,867	110,6	-95	1,4969	розч. – етанол, діетиловий етер, хлороформ, бензен	29
	300	119-120		H <sub>2</sub> O – нерозч.; розч.: хлороформ, ефір	30
	271	122		H <sub>2</sub> O – нерозч.; розч.: етанол (гар.), ефір	31
1,071 <sup>25</sup>	182	43	1,5403 <sup>45</sup>	розч. – етанол, діетиловий етер, хлороформ	32
1,300		261		H <sub>2</sub> O – нерозч.; розч. – етанол, діетиловий етер	33
1,527 <sup>4</sup>	285 субл.	131,6		розч. – етанол	34
1,19					35
0,962	160– 161	23,9	1,461 <sup>37</sup>	розч. – етанол, діетиловий етер	36

## ЗМІСТ

Пояснювальна записка .....	3
Робочий план лабораторного практикуму .....	4
Основні вимоги і правила роботи в лабораторії органічної хімії .....	6
Посуд та прилади для проведення органічних синтезів .....	21
Методичні розробки лабораторних робіт .....	33
<i>Лабораторна робота № 1. Фракційна перегонка бінарної суміші ацетон – вода. Визначення показника кута заломлення та розрахунок молекулярної рефракції для чистої речовини .....</i>	<i>33</i>
<i>Лабораторна робота № 2. Перекристалізація та сублімація органічних речовин.....</i>	<i>35</i>
<i>Лабораторна робота № 3. Алкани, алкени, алкіни та арени</i>	<i>37</i>
<i>Лабораторна робота № 4. Синтез нітробензену .....</i>	<i>40</i>
<i>Лабораторна робота № 5. Синтез етилброміду .....</i>	<i>43</i>
<i>Лабораторна робота № 6. Оксисполуки .....</i>	<i>45</i>
<i>Лабораторна робота № 7. Синтез адипінової кислоти.....</i>	<i>47</i>
<i>Лабораторна робота № 8. Карбонільні сполуки.....</i>	<i>49</i>
<i>Лабораторна робота № 9. Вуглеводи. Моноцукри .....</i>	<i>51</i>
<i>Лабораторна робота № 10. Вуглеводи. Ди- та поліцукри....</i>	<i>55</i>
Додатки .....	61