

Волинський національний університет імені Лесі Українки
Факультет хімії та екології
Кафедра органічної та фармацевтичної хімії

Н. Ю. Сливка, Е. М. Кадикало

ОРГАНІЧНА ХІМІЯ

МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ ДО ЛАБОРАТОРНОГО ПРАКТИКУМУ

для студентів спеціальності Фармація, промислова фармація

2-ге видання, виправлене та доповнене

Луцьк – 2024

УДК 547(072)

С 47

Рекомендовано до друку науково-методичною радою
Волинського національного університету імені Лесі Українки
(Протокол № 2 від 16 жовтня 2024 р.)

Рецензент:

Корольчук С. І. – кандидат хімічних наук, доцент кафедри неорганічної та фізичної хімії Волинського національного університету імені Лесі Українки.

Сливка Н.Ю., Кадикало Е.М.

Органічна хімія: методичні рекомендації до лабораторного практикуму: для студентів спец. Фармація, промислова фармація, 2-ге вид., випр. та доп. Луцьк: ФОП Гетьманчук В.Г., 2024. 72 с.

Дані методичні рекомендації призначені для самостійної підготовки до лабораторних занять з органічної хімії студентів спеціальності 226 Фармація, промислова фармація навчальних закладів вищої освіти. Зміст і структура вказівок базуються на програмі навчальної дисципліни “Органічна хімія”.

Рекомендації містять методичні розробки лабораторних робіт з навчального курсу “Органічна хімія”, а також контрольні запитання та вправи до них.

УДК 547(072)

© Сливка Н. Ю., Кадикало Е. М., 2024

ЗМІСТ

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА	4
ОСНОВНІ ПРАВИЛА ТЕХНІКИ БЕЗПЕКИ ПРИ РОБОТІ В ЛАБОРАТОРІЇ ОРГАНІЧНОЇ ХІМІЇ.....	5
ОСНОВНИЙ ПОСУД ТА ПРИЛАДИ ДЛЯ ПРОВЕДЕННЯ ОРГАНІЧНИХ СИНТЕЗІВ.....	7
МЕТОДИЧНІ РОЗРОБКИ ЛАБОРАТОРНИХ РОБІТ	15
Лабораторна робота ФРАКЦІЙНА ПЕРЕГОНКА БІНАРНОЇ СУМІШІ АЦЕТОН – ВОДА	15
Лабораторна робота ПЕРЕКРИСТАЛІЗАЦІЯ ТА СУБЛІМАЦІЯ ОРГАНІЧНИХ РЕЧОВИН.....	17
Лабораторна робота АЛКАНИ, АЛКЕНИ, АЛКІНИ, АРЕНИ.....	20
Лабораторна робота ОДЕРЖАННЯ ЕТИЛБРОМІДУ. ПРОБА БЕЙЛЬШТЕЙНА.....	25
Лабораторна робота СПИРТИ ТА ФЕНОЛИ.....	26
Лабораторна робота КАРБОНІЛЬНІ СПОЛУКИ.....	32
Лабораторна робота КАРБОНОВІ КИСЛОТИ ТА ЇХ ФУНКЦІОНАЛЬНІ ПОХІДНІ.....	36
Лабораторна робота ГЕТЕРОФУНКЦІОНАЛЬНІ КАРБОНОВІ КИСЛОТИ...	41
Лабораторна робота АМІНОКИСЛОТИ ТА БІЛКИ.....	43
Лабораторна робота ВУГЛЕВОДИ. МОНОЗИ ТА БІОЗИ.....	45
Лабораторна робота СИНТЕЗ ЕТИЛБРОМІДУ.....	50
Лабораторна робота СИНТЕЗ НІТРОБЕНЗЕНУ.....	52
Лабораторна робота СИНТЕЗ МЕТИЛОРАНЖУ.....	55
Лабораторна робота СИНТЕЗ НАФТОЛОРАНЖУ.....	57
Лабораторна робота СИНТЕЗ СУЛЬФАНІЛОВОЇ КИСЛОТИ.....	59
Лабораторна робота СИНТЕЗ БЕНЗІМІДАЗОЛУ.....	61
Лабораторна робота СИНТЕЗ БУТИЛАЦЕТАТУ.....	62
Лабораторна робота СИНТЕЗ ІЗОАМІЛАЦЕТАТУ.....	65
Лабораторна робота СИНТЕЗ ЕТИЛАЦЕТАТУ.....	67
Лабораторна робота ЯКІСНИЙ ЕЛЕМЕНТНИЙ АНАЛІЗ.....	70
СПИСОК РЕКОМЕНДОВАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	73

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

Навчальний курс “Органічна хімія” передбачає вивчення основних класів органічних сполук, їх номенклатури, ізомерії, методів добування, фізичних і хімічних властивостей, знаходження в природі та сфери їх застосування. Метою курсу є узагальнення знань про класи органічних сполук та хімічні властивості, основні методи елементарного органічного синтезу з дотриманням правил техніки експерименту та техніки безпеки. Важлива увага при вивченні органічної хімії студентами спеціальності ”Фармація, промислова фармація“ приділяється технології проведення самого синтезу та визначенню властивостей синтезованих речовин.

Навчальна дисципліна “Органічна хімія” для студентів спеціальності 226 Фармація, промислова фармація викладається у 3 та 4-му семестрах. У даному посібнику наведені методичні розробки лабораторних занять на 3-ій та 4-ий семестри, згідно затвердженого робочого плану практикуму. Протягом даного часу студенти повинні виконати лабораторні роботи із вивчення властивостей органічних сполук різних класів, індивідуально виконати кілька синтезів органічних сполук і провести ідентифікацію невідомої органічної речовини методом якісного елементного аналізу.

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

Для допуску до виконання кожного лабораторного заняття перевіряються знання студентами методики та техніки виконання експерименту, оформлення так званої “заготовки” звіту. Після співбесіди і дозволу викладача приступити до роботи, студенти виконують експеримент.

На закінчення лабораторної роботи студентам потрібно буде описати в журналі явища, які спостерігались, записати відповідні рівняння реакцій, відповісти на контрольні запитання або ж пояснити отримані результати експерименту і написати узагальнений висновок до роботи.

ОСНОВНІ ПРАВИЛА ТЕХНІКИ БЕЗПЕКИ ПРИ РОБОТІ У ЛАБОРАТОРІЇ ОРГАНІЧНОЇ ХІМІЇ

Вступ

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

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

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

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

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

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

Загальні правила проведення лабораторних робіт

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

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

1. Перед заняттями студенту необхідно попередньо познайомитися з ходом проведення дослідів по навчальному посібнику, обдумуючи кожен дію. Приступати до виконання дослідів можна тільки після того, як студент здасть попередній звіт (назва, короткий опис ходу дослідів, реакції) і пройде співбесіду та отримає допуск до виконання лабораторної роботи. Допуск до роботи у вигляді підпису викладача відзначається в робочому журналі студента.
2. Працюючий повинен знати основні властивості вихідних та кінцевих речовин, їх дію на організм, правила роботи з ними і на основі цього вжити всі заходи для безпеки проведення робіт.
3. У хімічній лабораторії потрібно працювати в халаті.
4. Не можна класти на лабораторні столи сторонні предмети (сумки, шапки і ін.), а також вішати в лабораторії верхній одяг.
5. У лабораторії забороняється бігати, голосно розмовляти, їсти, курити.
6. Категорично забороняється працювати в лабораторії самотійно у відсутності лаборанта чи викладача, оскільки навіть невелика непомічена несправність в обладнанні або помилка у виконанні експерименту може привести до важких наслідків.
7. Студентам **категорично забороняється** без дозволу викладача проводити які-небудь дослідів, що не відносяться до даної роботи, або змінювати порядок проведення дослідів. Слід пам'ятати, що кожний, навіть зовні досить простий дослід може виявитися при необдуманному виконанні небезпечним.
8. Під час роботи слід зберігати тишу, порядок і дотримуватися правил безпеки; забороняється займатися сторонніми справами.
9. Потрібно уникати безпосередніх контактів шкіри, очей і дихальних шляхів з хімікатами. Крім того, якщо у вас довге волосся, його слід акуратно

прибрати, щоб воно не могло дотикатися до нагрівальних приладів, реактивів і т.д.

10. Якщо робота не може бути закінчена протягом одного заняття, то необхідно попередньо обговорити з викладачем, на якому етапі робота повинна бути зупинена і коли можна буде її закінчити.
11. Після закінчення роботи необхідно прибрати робоче місце, відключити електроприлади і газ, перекрити воду, здати робоче місце лаборанту.
12. Про будь-яку подію в лабораторії, навіть саму незначну, необхідно повідомити викладача або інженера.
13. Не соромитися запитувати про все, в чому у вас виникають сумніви!
14. Перед відходом з лабораторії рекомендується ретельно вимити руки.

ОСНОВНИЙ ПОСУД ТА ПРИЛАДИ ДЛЯ ПРОВЕДЕННЯ ОРГАНІЧНИХ СИНТЕЗІВ

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

Скляний посуд

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

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

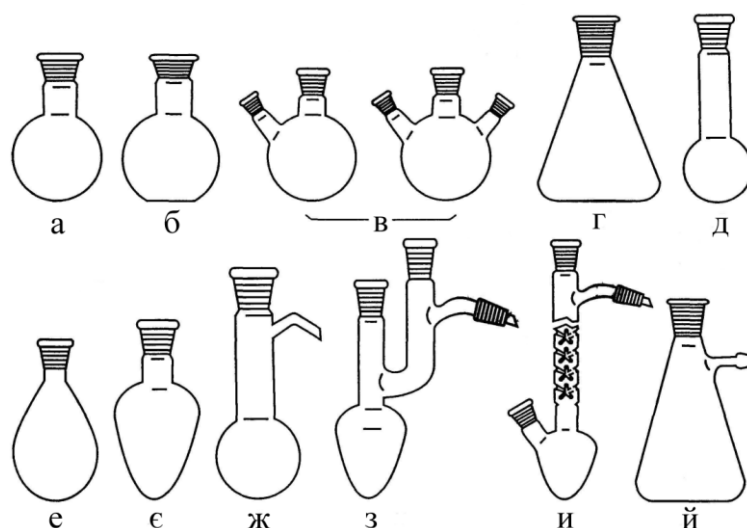


Рис. 1. Колби:

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

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

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

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

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

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

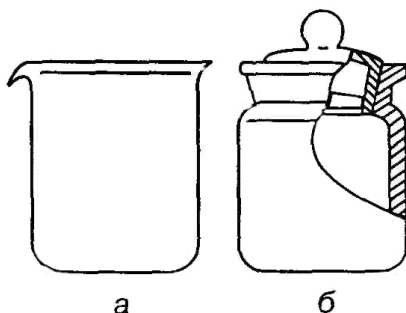


Рис. 2. Хімічний посуд:
а – стакан; б – бюкс

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

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

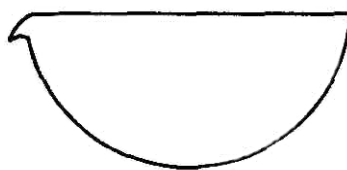


Рис. 3. Чашки для хіміко-лабораторних робіт

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

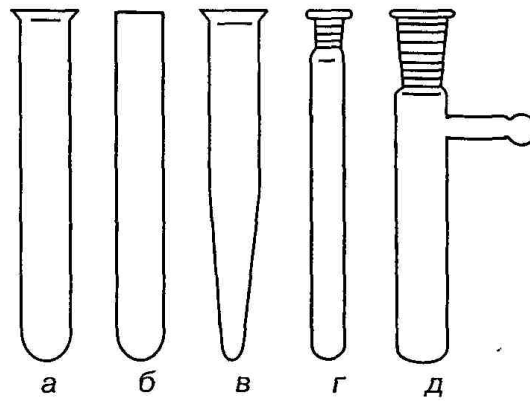


Рис. 4. Пробірки:

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, водоструменеві насоси, ексикатори, холодильники, дефлегматори та ін.

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

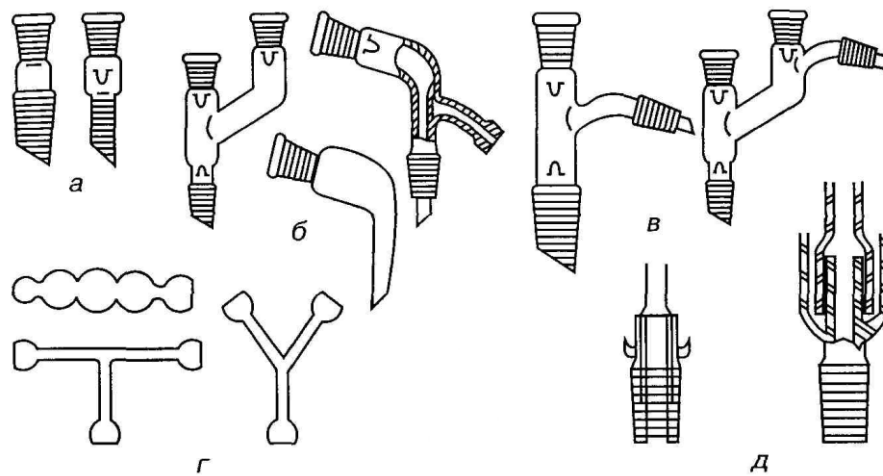


Рис. 5. Найважливіші сполучні елементи:

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

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

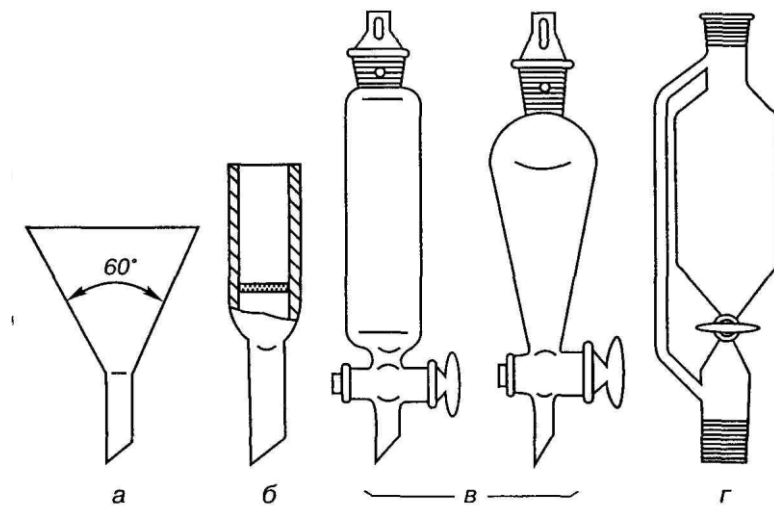


Рис. 6. Лійки:

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

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

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

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

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

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

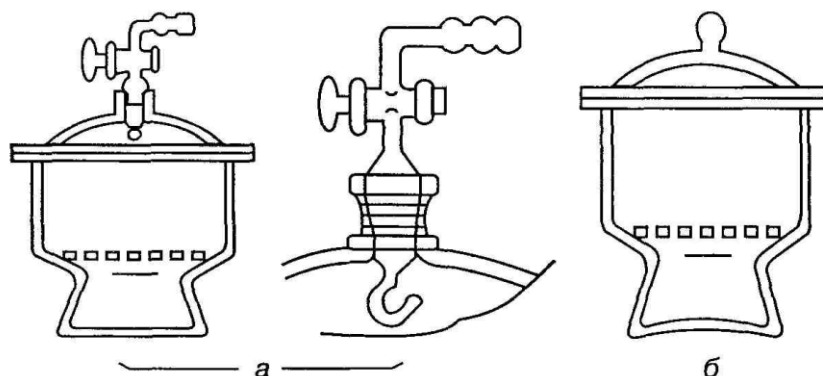


Рис. 7. Ексикатори:

а – вакуум-ексикатор; б – звичайний

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

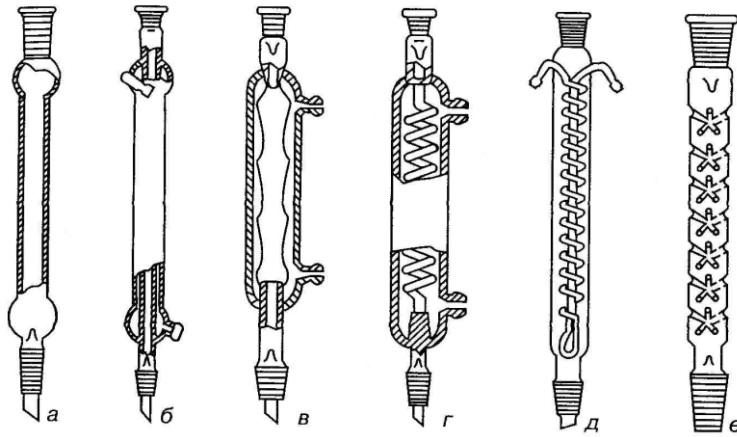


Рис. 8. Холодильники й дефлегматор:

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

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

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

Холодильник Лібіха використовують для перегонки рідин.

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

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

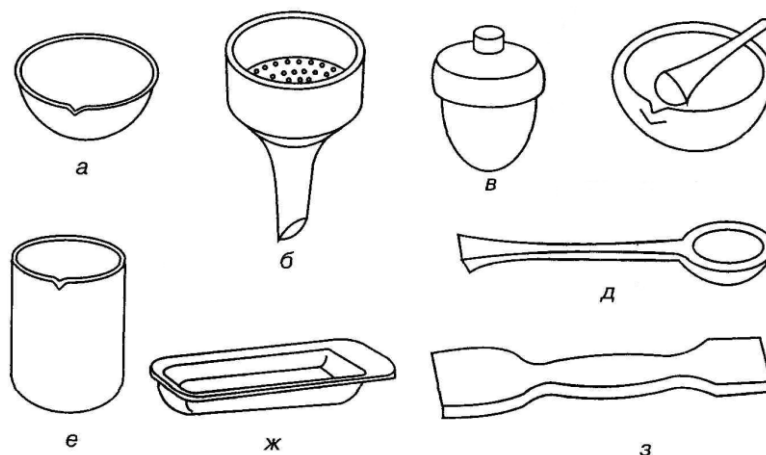


Рис. 9. Фарфоровий посуд:

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

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

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

Ступки з товкачками використовують для подрібнення й змішування твердих і в'язких речовин.

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

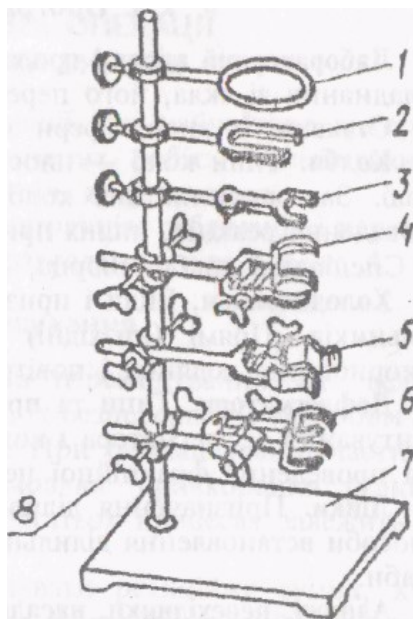


Рис. 10. Штатив з набором тримачів:

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

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

Основні правила збирання приладів для проведення синтезів

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

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

- уважно ознайомитися з методикою синтезу і чітко її знати;
- уявляти собі послідовність усіх майбутніх маніпуляцій – від складання приладу для проведення реакції до зважування очищеного продукту синтезу;

- приготувати весь необхідний посуд і реагенти; переконатися в тому, що посуд є чистим і сухим.

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

Збираючи прилад, потрібно одягати на склянні «відростки» гумові трубки. Для зниження тертя рекомендується злегка змочити трубку водою або гліцерином. Гумові шланги одягають на холодильники перед збиранням приладу. **Ні в якому разі не одягайте шланги на холодильник, що є частиною вже зібраної конструкції!**

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

Якщо реакцію проводять при нагріванні або перемішуванні, на підставку штатива ставлять (або закріплюють на штанзі штатива) плитку або мішалку. Якщо ж нагрівання здійснюється за допомогою пальника, то відстань між пальником і колбою має бути 7-10 см. Тільки тоді, коли всі відстані виміряні, до штатива кріпиться перша лапка, причому правий фіксує гвинт регулює рух лапки вниз по штанзі штатива, а лівий – кут повороту і відстань від лапки до штанги. Ця лапка утримує основну реакційну колбу. Кріпити колбу в затискачі лапки потрібно на шліфі. Далі в шліфи цієї колби, якщо вона двох-або трьохгорла вставляються інші частини приладу, при необхідності кріпляться лапками від інших штативів (наприклад, прямий холодильник при перегонці продукту кріпиться тільки на іншому штативі!).

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

Миття і висушування хімічного посуду

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

Перш ніж розпочати миття, ретельно видаляють залишки змазки зі шліфів і кранів за допомогою вати, змоченої відповідним розчинником. Звичайно для цього використовують хлороформ або CH_2Cl_2 . **Дані розчинники отруйні, тому варто користуватися пінцетом і працювати під тягою.** Традиційно іноді використовують менш токсичний ефір, однак він леткий і досить дорогий. **Вакуумна змазка не розчиняється в ацетоні!**

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

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

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

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

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

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

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

МЕТОДИЧНІ РОЗРОБКИ ЛАБОРАТОРНИХ РОБІТ

Лабораторна робота

ТЕМА: ФРАКЦІЙНА ПЕРЕГОНКА БІНАРНОЇ СУМІШІ АЦЕТОН – ВОДА

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

Виконання роботи:

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

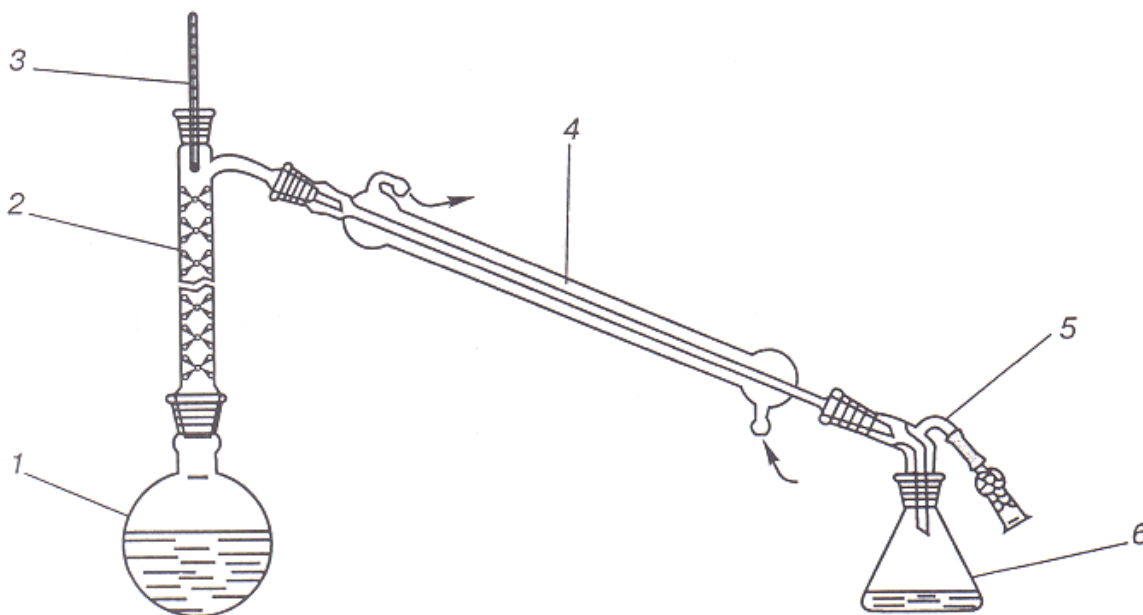


Рис. 11. Прилад для фракційної перегонки рідких речовин:

- 1 – колба для відгонки; 2 – дефлегматор; 3 – термометр; 4 – холодильник;
5 – алонж з хлоркальцієвою трубкою; 6 – приймач.

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

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

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

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

Таблиця вимірювань:

V, мл	0	**1	2	3
T, °C	*			

*– температура першої відігнаної краплі,

**– температура через кожен відігнаний мілілітр.

Дані об'єму:

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

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

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

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

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

Визначення показника кута та розрахунок молекулярної рефракції для чистої речовини.

Властивості ацетону: $M = 58,08$; $d_4^{20} = 0,792$ г/см³;

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

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

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

Величину молекулярної рефракції MR_D знаходять за формулою:

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

M – відносна молекулярна маса речовини,

d – густина речовини,

n – показник кута заломлення (виміряний експериментально).

Теоретично молекулярна рефракція дорівнює сумі атомних рефракцій зв'язків:

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

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

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

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

$$MR_{D(\text{теор})} = 16,1380$$

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

а) абсолютна похибка:

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

б) відносна похибка:

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

КОНТРОЛЬНІ ЗАПИТАННЯ:

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

Лабораторна робота

ТЕМА: ПЕРЕКРИСТАЛІЗАЦІЯ ТА СУБЛІМАЦІЯ ОРГАНІЧНИХ РЕЧОВИН

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

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

Виконання роботи:

Перед початком проведення перекристалізації, правильно підбирають розчинник.

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

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

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

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

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

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

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

Виконання роботи:

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

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

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

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

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

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

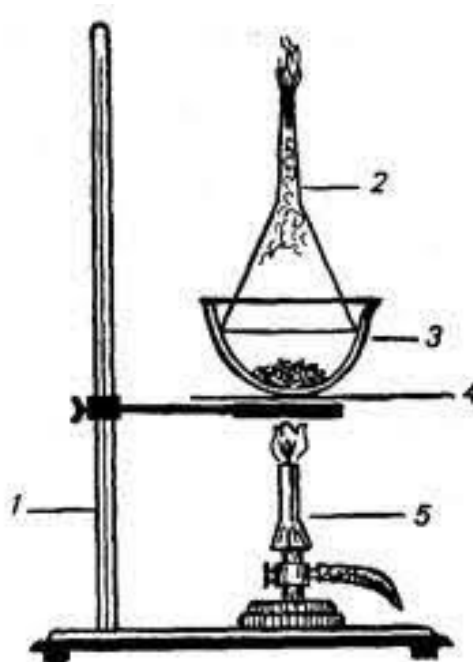


Рис. 12. Схема приладу для сублімації:
1 – штатив; 2 – конічна лійка; 3 – фільтрувальний папір; 4 – кварцева або керамічна чашка; 5 – газовий пальник.

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

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

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

КОНТРОЛЬНІ ЗАПИТАННЯ:

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

9. Розкажіть про порядок і заходи безпеки при фільтруванні за допомогою лійки Бюхнера і колби Бунзена.

Лабораторна робота

ТЕМА: АЛКАНИ, АЛКЕНИ, АЛКІНИ, АРЕНИ

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

Виконання роботи:

Дослід 1. Одержання метану і вивчення його властивостей

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

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

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

Запитання і завдання

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

Дослід 2. Галогенування насичених вуглеводнів

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

Відзначте зміни, що відбуваються.

Запитання і завдання

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

Дослід 3. Одержання етилену та вивчення його властивостей

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

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

Що спостерігається?

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

Запитання і завдання

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

Дослід 4. Одержання ацетилену та вивчення його властивостей

У пробірку поміщають декілька шматочків кальцій карбиду. Наливають 1–2 мл води і швидко закривають пробірку корком з газовідвідною трубкою.

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

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

Запитання і завдання

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

Дослід 5. Відношення рідких алканів та гомологів бензену до окиснювачів

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

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

Завдання

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

Дослід 6. Одержання бензену з натрій бензоату

У суху пробірку поміщають 1 г натрій бензоату і 4 г натронного вапна. Суміш ретельно перемішують, закривають корком з газовідвідною трубкою і

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

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

Запитання і завдання

1. Напишіть рівняння реакції отримання бензену.
2. Який агрегатний стан має бензен? Зробіть висновок про розчинність бензену у воді і органічних розчинниках.
3. Складіть рівняння горіння бензену на повітрі. Відзначте характер горіння і порівняйте з горінням метану.

Дослід 7. Взаємодія бензену з бромом

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

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

Запитання і завдання

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

Дослід 9. Сульфування ароматичних сполук

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

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

Запитання і завдання

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

Дослід 10. Нітрування бензену і толуену

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

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

Запитання і завдання

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

Дослід 11. Нітрування нафталену

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

Запитання і завдання

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

КОНТРОЛЬНІ ЗАПИТАННЯ:

1. Як змінюється агрегатний стан алканів і алкенів в гомологічному ряді?
2. Які з вивчених класів сполук хімічно більш активні?
3. Які реакції характерні для насичених і ненасичених вуглеводнів?
4. Охарактеризуйте відношення алканів і алкенів до концентрованих кислот, бромів і окисників.

5. Чому у ряді сполук метан, етен, етин при їх горінні полум'я стає кіптявим?
6. Порівняйте реакційну здатність аренів в реакціях заміщення і приєднання з алканами, алкенами, алкінами? Які реакції найбільш характерні для аренів?
7. Порівняйте реакційну здатність нафталену і бензену в реакціях електрофільного заміщення.
8. Зробіть висновок про відношення бензену і його гомологів до окисників.

Лабораторна робота

ТЕМА: ОДЕРЖАННЯ ЕТИЛБРОМІДУ. ПРОБА БЕЙЛЬШТЕЙНА

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

Виконання роботи:

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

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

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

Проба Бейльштейна на галогени.

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

Для очистки дріт змочують хлоридною кислотою і знову прожарюють. Слід зробити контрольний дослід, опускаючи дріт у рідину, що не містить

галоген (дистильована вода, спирт) і відзначити забарвлення полум'я в цьому випадку.

Запитання і завдання

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

Лабораторна робота

ТЕМА: СПИРТИ ТА ФЕНОЛИ

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

Дослід 1. Розчинність спиртів у воді і їх кислотний характер

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

Дослід повторюють з ізоаміловим спиртом.

Запитання і завдання

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

Дослід 2. Виявлення води в спиртах і зневоднення спиртів

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

Запитання і завдання

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

Дослід 3. Відношення спиртів до активних металів

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

Запитання і завдання

1. Напишіть рівняння реакції. Який газ виділяється при взаємодії натрію зі спиртом? Як це довести?
2. Що за речовина кристалізується?
3. Чому спирт повинен бути безводним і навіщо необхідно, щоб натрій прореагував із спиртом повністю?
4. Напишіть рівняння реакції одержаного продукту з водою. Що показує індикатор? Оцініть кислотність спирту.

Дослід 4. Отримання діетилового етеру

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

Запитання і завдання

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

Дослід 5. Утворення естеру

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

Запитання і завдання

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

Дослід 6. Окиснення етанолу купрум (II) оксидом

У полум'ї спиртівки добре прожарюють мідний дріт, що має на кінці петлю. Потім опускають її в пробірку з 1 мл етанолу.

Запитання і завдання

1. Якого кольору стає мідний дріт після прожарювання? Чому? Напишіть рівняння реакції.
2. Якого кольору стає дріт після його опускання в етанол? Чи є запах? Якій речовині він відповідає? Свої судження підтвердіть рівняннями реакцій.
3. Як ще можна довести утворення основного продукту окислення етанолу? Проведіть додатковий якісний аналіз.

Дослід 7. Окиснення етилового спирту сильними окисниками

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

Запитання і завдання

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

Дослід 8. Утворення йодоформу із спирту

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

Запитання і завдання

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

Дослід 9. Взаємодія багатоатомних спиртів з купрум (II) гідроксидом

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

Запитання і завдання

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

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

Зверніть увагу!

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

Дослід 10. Розчинність фенолу у воді, одержання і розклад натрій феноляту

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

Аналогічні досліді проводять з іншими фенолами: α -нафтолом, резорцином.

Запитання і завдання

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

Дослід 11. Бромовання фенолу

Дослід проводять під тягою! У суху пробірку поміщають декілька кристалів фенолу і наливають 0,5 мл розчину бром у тетрахлорометані. До отвору пробірки підносять вологий лакмусовий папірець. У пробірку поміщають декілька кристалів фенолу і 2 мл води й додають до емульсії декілька крапель бромної води при постійному струшуванні до утворення осаду.

Запитання і завдання

1. Опишіть, що спостерігаєте при взаємодії фенолу з розчином Br_2 в CCl_4 . Складіть рівняння реакції.
2. Що за речовина утворюється у вигляді диму? Що показує індикатор?
3. Порівняйте умови бромовання фенолу з бенzenом.
4. Яка речовина випадає в осад (якого кольору?) при взаємодії розчину фенолу з бромною водою? Напишіть відповідне рівняння реакції. Чи можна рахувати цю реакцію якісною на феноли?

Дослід 12. Сульфонування фенолу

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

Запитання і завдання

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

Дослід 13. Нітрування фенолу

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

Запитання і завдання

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

Дослід 14. Отримання фенолформальдегідних смол

У пробірку поміщають декілька кристалів фенолу і 1 мл розчину формальдегіду. Суміш нагрівають до розчинення фенолу. Через 3 хвилини до розчину додають 5 крапель концентрованої хлоридної кислоти і продовжують нагрівання до розшарування суміші. Пробірку поміщають у стакан з холодною

водою. Після утворення чіткої межі між шарами зливають воду і швидко виливають смолу на предметне скло.

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

Запитання і завдання

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

Дослід 15. Отримання *n*-хінону

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

Запитання і завдання

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

Дослід 16. Реакції фенолів з ферум (III) хлоридом

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

Аналогічні досліди проводять з водними розчинами пірокатехіну, резорцину, гідрохінону, пірогалолу, α -нафтолу, пікринової кислоти.

Запитання і завдання

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

Дослід 17. Гідроліз ацетилсаліцилової кислоти

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

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

Запитання і завдання

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

КОНТРОЛЬНІ ЗАПИТАННЯ:

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

Лабораторна робота

Тема: КАРБОНІЛЬНІ СПОЛУКИ

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

Дослід 1. Реакція з фуксинсірчистою кислотою

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

Запитання і завдання

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

Дослід 2. Отримання ацетальдегіду з ацетилену

У пробірку поміщають декілька шматочків кальцій карбід, небагато (на кінчику шпателя) меркурій (II) оксиду і наливають 2 мл розчину сульфатної кислоти. Пробірку швидко закривають корком з газовідвідною трубкою, кінець якої опускають в іншу пробірку з 2 мл води так, щоб газовідвідна трубка була занурена у воду. Пробірку-приймач охолоджують в стакані води з льодом. Пробірку з кальцій карбідом нагрівають 3–4 хвилини, пропускаючи газ через воду. Наявність ацетальдегіду в пробірці з водою визначають по характерному запаху і по реакції з 2 краплями фуксинсірчистої кислоти.

Запитання і завдання

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

Дослід 3. Реакція альдегідів і кетону з амоніачним розчином аргентум (I) гідроксиду

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

Увага! Розчини після реакції здати лаборанту і промити пробірки.

Запитання і завдання

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

Дослід 4. Окиснення альдегідів купрум (II) гідроксидом

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

Запитання і завдання

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

Дослід 5. Окиснення бензальдегіду киснем повітря

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

Запитання і завдання

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

Дослід 6. Одержання і гідроліз уротропіну

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

Запитання і завдання

1. Напишіть рівняння синтезу уротропіну. Якого кольору кристали одержаного продукту? Хто вперше одержав уротропін?
2. Яка реакція середовища водного розчину уротропіну?
3. Чому випарювання необхідно проводити обережно?
4. Складіть рівняння гідролізу уротропіну.

Дослід 7. Реакція бензальдегіду і ацетону з натрій гідросульфідом

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

Запитання і завдання

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

Дослід 8. Одержання 2,4-динітрофенілгідразону бензальдегіду

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

Запитання і завдання

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

Дослід 9. Реакція з гідрохлоридом гідроксиламіну

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

Запитання і завдання

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

Дослід 10. Отримання ацетону з натрій ацетату

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

Запитання і завдання

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

Дослід 11. Йодоформна реакція кетону

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

Запитання і завдання

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

КОНТРОЛЬНІ ЗАПИТАННЯ:

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

Лабораторна робота

ТЕМА: КАРБОНОВІ КИСЛОТИ ТА ЇХ ФУНКЦІОНАЛЬНІ ПОХІДНІ

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

Дослід 1. Отримання оцтової кислоти і вивчення її властивостей

У пробірку поміщають 1 г натрій ацетату, наливають 1 мл розчину сульфатної кислоти і додають кип'ятилки для рівномірного кипіння. Пробірку закривають корком із газовідвідною трубкою. Кінець газовідвідної трубки занурюють до дна в пробірку-приймач, прикривши її вологим ватним тампоном. Суміш обережно нагрівають до її кипіння. У приймач поступово збирають близько 1 мл ацетатної кислоти. Відділяють приймач від приладу і припиняють нагрівання. Одержану кислоту розбавляють 2 мл води і розчин розливають порівну в три пробірки.

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

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

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

Запитання і завдання

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

Дослід 2. Кислотні властивості карбонових кислот

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

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

Запитання і завдання

1. Як змінюється забарвлення різних індикаторів в розчинах кислот?

2. Опишіть явища, які спостерігали при взаємодії бензойної кислоти з натрій гідроксидом і подальшою обробкою хлоридною кислотою, відповідними рівняннями реакцій. До якого типу відноситься дана реакція?

Дослід 3. Вивчення відношення кислот до нагрівання

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

Запитання і завдання

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

Дослід 4. Вивчення відношення карбонових кислот до окисника

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

Запитання і завдання

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

Дослід 5. Утворення солей карбонових кислот

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

Запитання і завдання

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

Дослід 6. Одержання та розклад меркурій форміату

До розчину декількох крапель форміатної кислоти в 2 мл води додають небагато меркурій (II) оксиду. При струшуванні оксид поступово розчиняється, свіжоосаджений оксид розчиняється миттєво. Отриманий прозорий розчин

нагрівають при частому стушуванні у киплячій водянній бані або на пальнику. Через декілька секунд випадає білий осад меркурій форміату. При подальшому нагріванні осад сіріє. В розчині після нагрівання знову з'являється вільна форміатна кислота (перевіряють лакмусом).

Запитання і завдання

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

Дослід 7. Одержання естерів карбонових кислот

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

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

У сухій пробірці змішують декілька кристаликів бензойної кислоти, 4 краплі етилового спирту і 2 краплі концентрованої сульфатної кислоти. Суміш обережно нагрівають до кипіння. Одержану безбарвну рідину виливають у стаканчик з водою. Частина бензойної кислоти, що не вступила в реакцію, випадає в осад.

Запитання і завдання

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

Дослід 8. Якісна реакція на естери

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

Аналогічно проводять дослід з ізоамілацетатом.

Запитання і завдання

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

Дослід 9. Гідроліз жирів у водно-спиртовому розчині

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

Запитання і завдання

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

Дослід 10. Взаємодія рослинного масла з водним розчином калій перманганату (реакція Вагнера)

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

Запитання і завдання

1. Запишіть спостереження. Як змінюється забарвлення розчину?
2. Напишіть рівняння реакції окиснення ненасичених жирних вищих кислот, які входять до складу мила.

Дослід 11. Виділення вільних жирних кислот з мила і вивчення їх властивостей

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

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

Запитання і завдання

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

Дослід 12. Утворення нерозчинних солей жирних кислот

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

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

Запитання і завдання

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

Дослід 13. Емульгуюча дія мила

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

Запитання і завдання

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

Дослід 14. Властивості мила і синтетично-миючих засобів

а) Шматочок мила розчинити у воді і прилити 2-3 краплі фенолфталеїну. Що спостерігається?

б) До розчину мила прилити 3-4 краплі розчину солі кальцію. Що спостерігається?

в) Проробити аналогічно досліди з СМЗ (пральний порошок).

г) До розчину мила прилити декілька крапель HCl. Що утворюється на поверхні розчину?

Запитання і завдання

1. Написати рівняння реакції гідролізу мила утворення кальцієвого мила.
2. Яка різниця між розчинами мила і СМЗ. Зробити висновки.
3. Написати рівняння взаємодії мила з мінеральними кислотами.

КОНТРОЛЬНІ ЗАПИТАННЯ:

1. Чим зумовлені кислотні властивості карбонових кислот?
2. Порівняйте відношення карбонових і неорганічних кислот до активних металів і гідроксидів металів.

3. Порівняйте взаємодію солей карбонових і слабких неорганічних кислот з сильними кислотами.
4. Як можна визначити функціональні похідні карбонових кислот?
5. Що означає термін гідроліз? Як цей процес можна ще назвати?

Лабораторна робота

ТЕМА: ГЕТЕРОФУНКЦІОНАЛЬНІ КАРБОНОВІ КИСЛОТИ

МЕТА РОБОТИ: познайомитися з основними хімічними властивостями багатofункціональних карбонових кислот.

Дослід 1. Декарбоксілювання саліцилової кислоти

У суху пробірку помістити декілька кристалів кислоти і нагріти.

Запитання і завдання

1. Написати рівняння розкладу саліцилової кислоти.
2. Який запах газу, що виділяється і що це за газ?

Дослід 2. Утворення солей саліцилової кислоти

У дві пробірки налити по 2 см³ натрій гідрокарбонату. В одну пробірку досипати саліцилової кислоти (~0,1 г), а в другу таку ж кількість фенолу.

Запитання і завдання

1. Що спостерігається? Зробити висновки.
2. Написати рівняння реакції утворення натрієвої солі саліцилової кислоти.

Дослід 3. Реакція саліцилової кислоти з розчином FeCl₃

У пробірці розчинити декілька кристалів саліцилової кислоти у воді і долити 1-2 краплі розчину ферум (III) хлориду. Прилити у пробірку такий же об'єм спирту. Чи змінилось забарвлення? Написати рівняння реакції.

Запитання і завдання

1. Чи змінилось забарвлення?
2. Написати рівняння реакції.

Дослід 4. Добування естеру саліцилової кислоти

У пробірку помістити кілька кристалів саліцилової кислоти, долити 3 краплі етанолу та 1 краплю концентрованої сульфатної кислоти. Пробірку нагріти обережно, струшуючи її.

Запитання і завдання

1. Що спостерігається?
2. Написати схему і механізм реакції утворення естеру.

Дослід 5. Взаємодія саліцилової кислоти з бромною водою та з розчином KMnO_4

У двох пробірках окремо розчинити декілька кристалів саліцилової та бензойної кислот у воді. Долити в кожен пробірку по кілька крапель бромної води та розчину KMnO_4 .

Запитання і завдання

1. Що спостерігається? Де відбулося знебарвлення бромної води і KMnO_4 ? Чому?
2. Написати рівняння реакції.

Дослід 6. Гідроліз аспірину

Кілька кристаликів аспірину розчинити у воді і одержаний розчин розділити на дві пробірки. Одну пробірку нагріти до кипіння і охолодити. В обидві пробірки прилити 1-2 краплі розчину ферум (III) хлориду.

Запитання і завдання

1. Пояснити, де відбулися зміни? Чому?
2. Написати рівняння гідролізу аспірину.

Дослід 7. Властивості винної кислоти

а) Декілька кристаликів винної кислоти розчинити у воді та універсальним індикатором випробувати рН розчину. Написати рівняння ступінчастої дисоціації кислоти.

б) До розчину винної кислоти по краплях прилити розчин натрій гідроксиду. Що спостерігається? До одержаної суміші прилити надлишок калій гідроксиду до одержання однорідної суміші. Розчин зберегти для досліду в).

в) До розчину купрум (II) сульфату прилити лугу. До одержаного осаду прилити розчин з досліду (б). Що спостерігається? Даний розчин сегнетової солі (реактив Фелінга) здати лаборанту.

г) До розчину винної кислоти прилити 5-6 крапель розчину амоніаку (нейтральне середовище) і 5-6 крапель кальцій хлориду. Утворення кристалів кальцій тартрату свідчить про нерозчинність даної солі у воді.

Запитання і завдання

1. Пояснити, де відбулися зміни? Чому?
2. Написати рівняння всіх реакцій.

Дослід 8. Добування кальцій цитрату

У пробірку налити 1 см^3 5 %-ого розчину лимонної кислоти, долити краплями 10 %-ий розчин амоніаку (до нейтральної реакції). До одержаного розчину прилити 1 см^3 5 %-ого розчину кальцій хлориду. Суміш нагріти до кипіння. Утворений осад розчинний у холодній воді, а у гарячій – ні.

Запитання і завдання

1. Написати рівняння реакції одержання солі. Зробити висновок.

Дослід 9. Розклад лимонної кислоти

У суху пробірку внести незначну кількість кристалів лимонної кислоти, долити 2 см³ концентрованої H₂SO₄, закрити її корком з Г-подібною трубкою, кінець якої опустити в розчин Ca(OH)₂. Реакційну суміш обережно нагрівати. Спостерігати помутніння вапняної води. Чому? Потім кінець Г-подібної трубки опустити в пробірку з лужним розчином (надлишок I₂ + 10 %-ий розчин NaOH) до знебарвлення. Спостерігати утворення жовтого осаду йодоформу.

Запитання і завдання

1. Написати рівняння розкладу лимонної кислоти.

Лабораторна робота

АМІНОКИСЛОТИ ТА БІЛКИ

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

Дослід 1. Амфотерні властивості гліцину

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

Запитання і завдання

1. Що таке амфотерність? Чому це явище проявляється у амінокислот?
2. Який колір індикаторів метилового червоного і оранжевого при додаванні їх до гліцину? Чому?
3. Напишіть схему реакції взаємодії гліцину з формальдегідом. Чому змінилося забарвлення індикатора?

Дослід 2. Згортання білків

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

Запитання і завдання

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

Дослід 3. Реакція амінокислот з ферум (III) хлоридом

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

Запитання і завдання

1. На що вказує дана реакція? Напишіть схему відповідної реакції.

Дослід 4. Реакція з солями Купруму

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

Запитання і завдання

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

Дослід 5. Осадження білка солями важких металів

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

Запитання і завдання

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

Дослід 6. Біуретова реакція на білки

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

Запитання і завдання

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

Дослід 7. Ксантопротейнова реакція

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

Запитання і завдання

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

Дослід 8. Кольорова реакція амінокислот з нінгідрином

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

Запитання і завдання

1. Запишіть спостереження. Якого забарвлення і відтінку набуває розчин?

Дослід 9. Реакція на Сульфур

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

Запитання і завдання

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

КОНТРОЛЬНІ ЗАПИТАННЯ:

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

Лабораторна робота

ВУГЛЕВОДИ. МОНОЗИ ТА БІОЗИ

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

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

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

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

Запитання і завдання

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

Дослід 2. Окиснення моно- і дисахаридів

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

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

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

Запитання і завдання

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

Дослід 2. Загальна реакція на вуглеводи з α -нафтолом (реакція Моліша)

Дослід проводять одночасно з декількома вуглеводами. У пробірку вносять 0,5-1 мл води і невелику кількість досліджуваного вуглеводу (наприклад, декілька кристалів глюкози, фруктози). Потім додають дві краплі розчину α -нафтолу. Якщо застосовують його спиртовий розчин, то суміш злегка мутніє за рахунок виділення малорозчинного у воді нафтолу.

Після чого, нахиливши пробірку, обережно наливають по стінці 1-1,5 мл концентрованої сульфатної кислоти. Важчий шар кислоти повинен опуститись

на дно пробірки, майже не змішуючись з водним шаром. На межі поділу двох шарів швидко утворюється забарвлене кільце. При відсутності вуглеводів кільце не утворюється, хоча рідина може позеленіти чи пожовтіти. Змішайте суміш, а тоді розбавте її водою.

Запитання і завдання

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

Дослід 3. Взаємодія вуглеводів з концентрованими кислотами

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

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

Запитання і завдання

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

Дослід 4. Утворення озазону глюкози

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

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

Запитання і завдання

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

Дослід 5. Взаємодія вуглеводів з лугами

Дослід проводять одночасно з декількома вуглеводами (глюкоза, галактоза, фруктоза). До 1-2 мл розчину досліджуваного сахариду додають

вдвічі менший об'єм концентрованого розчину лугу, нагрівають суміш до кипіння і кип'ятять 2-3 хв. Відмічають зміну забарвлення розчину, якщо вона спостерігається. Потім охолоджують рідину і підкислюють її розведеною сульфатною кислотою.

Запитання і завдання

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

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

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

До 2-3 мл розчину вуглеводу додають 1 мл розведеного розчину лугу і 2-3 краплі розчину CuSO_4 . Утворений осад купрум гідроксиду при струшуванні розчиняється. Відмічають колір розчину. Потім обережно нагрівають у полум'ї пальника верхню частину рідини до початку кипіння. Якщо цукор окиснюється, то забарвлення розчину змінюється, а потім зникає. Одночасно з'являється жовтий, червоний чи коричневий осад.

Запитання і завдання

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

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

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

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

Запитання і завдання

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

Дослід 8. Окиснення моносахаридів бромною водою

Дослід проводять одночасно з розчинами глюкози і фруктози.

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

Охолоджують одержані розчини у воді до кімнатної температури, додають до кожного з них по декілька крапель розчину FeCl_3 та порівнюють забарвлення, яке в них з'явилося.

Запитання і завдання

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

Дослід 9. Взаємодія моносахаридів з розчином Фелінга

Дослід проводять одночасно з розчинами різних моносахаридами. У пробірки наливають по 2 мл розчину Фелінга (число пробірок дорівнює числу досліджуваних розчинів моносахаридів). Нагрівають рідину в кожній пробірці до початку кипіння і додають до неї по краплях (при подальшому кип'ятінні) 0,5-1,5 мл досліджуваного розчину вуглеводу до повного зникнення синього забарвлення суміші і виділення осаду Cu_2O .

Запитання і завдання

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

Дослід 10. Реакція Селіванова на фруктозу

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

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

Запитання і завдання

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

Дослід 11. Вивчення гідролізу сахарози

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

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

Запитання і завдання

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

КОНТРОЛЬНІ ЗАПИТАННЯ:

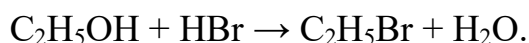
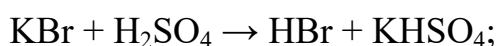
1. Чому виникла назва класу «вуглеводи»? На які групи вони поділяються?
2. Які функціональні групи входять до складу вуглеводів? Як це довести?
3. Якими властивостями відрізняються моно- і дисахариди?
4. Які продукти одержуються при гідролізі глюкози, сахарози? Який висновок можна зробити про будову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

Лабораторна робота

СИНТЕЗ ЕТИЛБРОМІДУ

МЕТА РОБОТИ: синтезувати етилбромід.

1. Рівняння та механізм основної реакції:



Реакція відбувається за механізмом нуклеофільного заміщення гідроксильної групи в одноатомних спиртах ($\text{S}_{\text{N}}2$).

2. Властивості одержуваної речовини:

M –

d^{20}_4 –

$t_{\text{пл}}$ –

$t_{\text{кип}}$ –

n^{20}_D –

А.с. –

3. Властивості вихідних речовин:

Речовина	M, г/моль	d, г/см ³	t _{кип.} , °C	t _{пл.} , °C	n ²⁰ _D	Вміст, %
KBr						
C ₂ H ₅ OH						
H ₂ SO ₄ (конц.)						

4. Кількості вихідних речовин:

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

5. Вихід одержуваної речовини:

- за теорією: –
- за керівництвом: 15 г (– мл).

6. Схема приладу (рисунок):

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

7. Основні етапи синтезу:

Робота проводиться у два етапи:

- синтез;
- проста перегонка.

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 калію бромід. У 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 азбесту. Якщо реакційна суміш в колбі починає сильно пінитись, то на деякий час переривають нагрів.

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 кальцію хлориду (додати кальцію хлорид і залишити в закритій посудині на 30-40 хв.). Висушений етил бромистий стає прозорим і його можна відганяти.

Перегонка.

Перегонку проводять з прямим холодильником (з водяним охолодженням) на водяній бані в інтервалі температур 36–40°C. *Перегонку не можна проводити досуха!*

8. Розрахунок виходу речовини:

від теорії (у %);

від керівництва (у %).

КОНТРОЛЬНІ ЗАПИТАННЯ

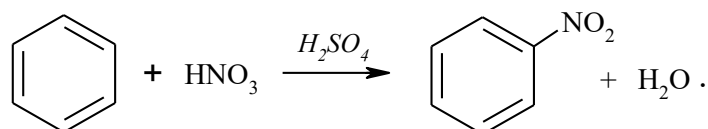
1. Наведіть схему і механізм синтезу етилброміду.
2. Які побічні реакції можуть відбуватися в ході синтезу й за яких умов?
3. Що таке «кип'ятилки»? Для чого їх використовують при виконанні синтезів?
4. Чому етилбромід збирають у приймач з невеликою кількістю холодної води?
5. Яким методом проводять перегонку основного продукту? Вкажіть основні елементи приладу для цього методу.
6. Чому перегонку основного продукту не можна проводити досуха?
7. Яких правил техніки безпеки необхідно дотримуватись при виконанні синтезу?

Лабораторна робота

СИНТЕЗ НІТРОБЕНЗЕНУ

МЕТА РОБОТИ: синтезувати нітробензен.

1. Рівняння та механізм основної реакції:



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

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

2. Властивості одержуваної речовини:

M –

d_{4}^{25} –

$t_{пл.}$ –

$t_{кип.}$ –

n_D^{20} –

$A.c.$ –

3. Властивості вихідних речовин:

Речовина	M , г/моль	d , г/см ³	$t_{кип.}$, °C	$t_{пл.}$, °C	n_D^{20}	Вміст, %
C ₆ H ₆						
HNO ₃ (конц.)						
H ₂ SO ₄ (конц.)						

4. Кількості вихідних речовин:

Речовина	За теорією		За керівництвом		Надлишок		
	моль	г	моль	г	мл	моль	%
C ₆ H ₆					10		
HNO ₃					11		
H ₂ SO ₄					13		

5. Вихід одержуваної речовини:

- за теорією: –
- за керівництвом: 11 г (– мл).

6. 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 250°C).

Установку збирають без штативів.

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

Воду для бані нагрівають на лабораторному столі.

7. Основні етапи синтезу:

Робота виконується у два етапи і проводиться у витяжній шафі!

- синтез;

– проста перегонка.

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 %-м розчином натрію гідроксиду для нейтралізації залишків кислоти і знову – водою (після кожного промивання відділяють органічний шар, який буде знизу).

Осушування.

Висушують нітробензен за допомогою попередньо прожареного кальцію хлориду (додають кальцію хлорид і залишають у 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°C (перегонну колбу обмотують азбестовим шнуром).

Перегонку не можна проводити досуха!

8. Розрахунок виходу речовини:

від теорії (у %);

від керівництва (у %).

КОНТРОЛЬНІ ЗАПИТАННЯ

1. Наведіть схему і механізм нітрування бензену.
2. Що таке нітруюча суміш? Яку роль виконує сульфатна кислота в реакції нітрування?
3. Чому в реакції нітрування ароматичних вуглеводнів необхідно використовувати концентровану нітратну кислоту?
4. Яка побічна реакція може відбутися в ході синтезу?

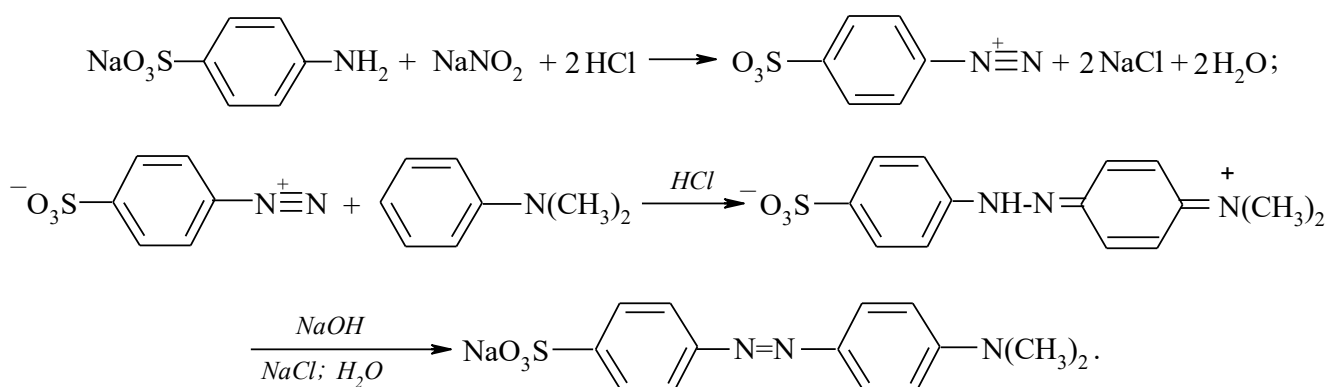
5. Яким методом проводять виділення основного продукту синтезу? Вкажіть основні елементи приладу для цього методу.
6. Яких правил техніки безпеки необхідно дотримуватись при виконанні синтезу?

Лабораторна робота

СИНТЕЗ МЕТИЛОРАНЖУ

МЕТА РОБОТИ: синтезувати метилоранж.

1. Рівняння та механізм основної реакції:



Реакція відбувається у дві стадії: перша – діазотування ароматичного аміну; друга – азосполучення солі діазонію з азокомпонентою (диметиланіліном). Реакція азосполучення відбувається без виділення азоту.

2. Властивості одержуваної речовини:

Геліантин (метиловий оранжевий) – натрієва сіль 4 - диметиламіноазобензен – 4 - сульфокислоти; 1-(*n*-диметиламінофенілазо -4-бензенсульфокислий натрій).

M –

A.c. –

3. Властивості вихідних речовин:

Речовина	<i>M</i> , г/моль	<i>d</i> , г/см ³	<i>t</i> _{кип.} , °C	<i>t</i> _{пл.} , °C	<i>n</i> ²⁰ _D	Вміст, %
C ₆ H ₅ N(CH ₃) ₂						
H ₂ NC ₆ H ₄ SO ₃ H						
NaNO ₂						

4. Кількості вихідних речовин (за *):

Речовина	За теорією		За керівництвом			Надлишок	
	моль	г	моль	г	мл	моль	%
C ₆ H ₅ N(CH ₃) ₂				0,57			
H ₂ NC ₆ H ₄ SO ₃ H				1,0			
NaNO ₂				0,4			

5. Вихід одержуваної речовини:

- за теорією: –
- за керівництвом: 2 г.

6. Схема приладу (рисунок):

- хімічні стакани (50 мл) – 2 шт;
- баня з льодом;
- скляна паличка;
- термометр (0–10°C).

7. Основні етапи синтезу:

Робота проводиться у витяжній шафі з включеною тягою!

Готують два розчини.

Перший розчин (розчин азокомпоненти): у стакані повністю розчиняють диметиланілін в 10 мл 1М НСІ. Температура розчину при цьому не повинна перевищувати 5°C.

Другий розчин (розчин діазокомпоненти): у другому стакані розчиняють сульфанілову кислоту в 2,5 мл 2М NaOH. Додають розчин NaNO₂ в 5 мл води. Розчин охолоджують льодом, і при постійному перемішуванні приливають його до 2,5 мл 2М НСІ; залишають розчин стояти 20 хв.

Потім розчин *діазокомпоненти* додають до розчину *азокомпоненти*.

До одержаної суміші додають 2М розчину NaOH до сильнолужної реакції.

Натрієва сіль барвника виділяється у вигляді оранжево-жовтих листочків. Суміш витримують 2–3 год, потім відфільтровують, осад перекристалізують з невеликої кількості води.

8. Розрахунок виходу речовини:

від теорії: (у %)

від керівництва: (у %)

КОНТРОЛЬНІ ЗАПИТАННЯ

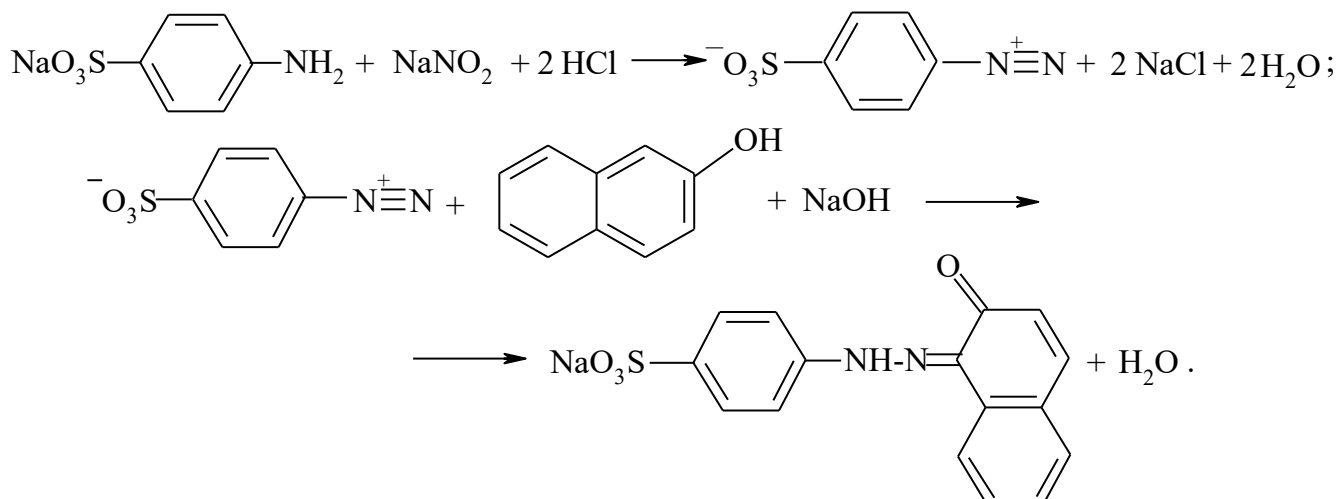
1. Наведіть схему і механізм азосполучення в синтезі метилового оранжевого.
2. Назвіть яка сполука у даній реакції виступає діазокомпонентом, а яка – азокомпонентом. Чому?
3. Поясніть, чому азосполучення з амінами проводять у слабкислому середовищі.
4. Які побічні продукти можуть утворитися в ході синтезу і за яких умов?
5. З якою метою в реакції азосполучення використовують надлишок азоскладової компоненти?
6. Наведіть взаємоперетворення метилоранжу залежно від рН середовища.

7. Яких правил техніки безпеки необхідно дотримуватись при проведенні синтезу?

Лабораторна робота СИНТЕЗ НАФТОЛОРАНЖУ

МЕТА РОБОТИ: синтезувати нафтолоранж.

1. Рівняння основної реакції:



Реакція відбувається у дві стадії: перша – діазотування ароматичного аміну; друга – азосполучення солі діазонію з азокомпонентою (β -нафтолом). Реакція азосполучення відбувається без виділення азоту.

2. Властивості одержуваної речовини:

β -Нафтолоранж (кислотний оранжевий, оранж II, *n*-(2-гідрокси-1-нафтилазо) бензолсульфоокислий натрій).

M –

A.c. –

3. Властивості вихідних речовин:

Речовина	<i>M</i> , г/моль	<i>d</i> , г/см ³	<i>t</i> _{кип} , °C	<i>t</i> _{пл} , °C	<i>n</i> ²⁰ _D	Вміст, %
C ₁₀ H ₇ OH (β)						
H ₂ NC ₆ H ₄ SO ₃ H						
NaNO ₂						

4. Кількості вихідних речовин (за *):

Речовина	За теорією		За керівництвом			Надлишок	
	моль	г	моль	г	мл	моль	%
C ₁₀ H ₇ OH (β)				2,0			
H ₂ NC ₆ H ₄ SO ₃ H				2,5			
NaNO ₂				1,0			

5. Вихід одержуваної речовини:

- за теорією: –
- за керівництвом: 4 г.

6. Схема приладу (рисунок):

- хімічні стакани (100 мл) – 2 шт;
- баня з льодом;
- скляна паличка;
- термометр (0–10°C).

7. Основні етапи синтезу:

Робота проводиться у витяжній шафі з включеною тягою!

Готують два розчини.

Перший розчин (розчин азокомпоненти): у стакани повністю розчиняють β -нафтол в 22,5 мл 2М NaOH.

Другий розчин (розчин діазокомпоненти): у стакани розчиняють сульфанілову кислоту (при незначному нагріванні) в 6,5 мл 2М NaOH до повного розчинення. Розчин повинен мати лужну реакцію за лакмусом. До одержаної суміші додають розчин NaNO₂ в 12 мл води. Реакційну суміш охолоджують льодом до 10°C, і при постійному перемішуванні приливають її в стакан з 13 мл 2М HCl. Через деякий час при охолодженні випадає білий порошкоподібний осад солі діазонію *p*-діазобензолсульфо кислоти.

Потім розчин *діазокомпоненти* у вигляді зависі додають до лужного розчину *азокомпоненти*. Суміш перемішують 30 хв.

До одержаної суміші додають натрію хлорид (12,5 г) і витримують при охолодженні протягом 1 год.

Осад, який випав, відфільтровують, промивають невеликою кількістю холодної води і сушать на повітрі.

8. Розрахунок виходу речовини:

від теорії: (у %)

від керівництва: (у %)

КОНТРОЛЬНІ ЗАПИТАННЯ

1. Наведіть схему і механізм азосполучення в синтезі нафтолового оранжевого.
2. Назвіть яка сполука у даній реакції виступає діазокомпонентом, а яка – азокомпонентом. Чому?
3. Поясніть, чому азосполучення з β -нафтолом слід проводити в слаболужному середовищі.
4. Які побічні продукти можуть утворитися в ході синтезу і за яких умов?
5. З якою метою при виділенні барвника використовують натрію хлорид?
6. Укажіть у молекулі β -нафтолоранжу хромофори і ауксохроми.

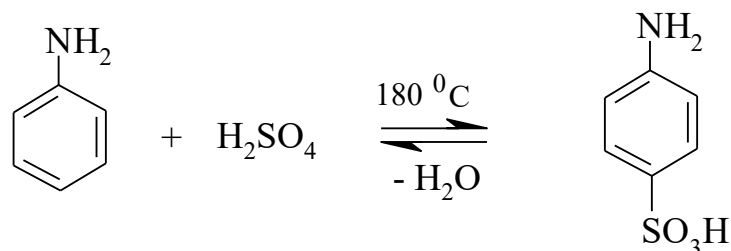
7. Яких правил техніки безпеки необхідно дотримуватись при проведенні синтезу?

Лабораторна робота

СИНТЕЗ СУЛЬФАНІЛОВОЇ КИСЛОТИ

МЕТА РОБОТИ: синтезувати сульфанилову кислоту.

1. Рівняння основної реакції:



2. Схема приладу (рисунок а):

- Маленька круглодонна колба або велика пробірка;
- Зворотній повітряний холодильник;
- Термометр (200°C)
- Піщана баня;
- Прилад для фільтрування: колба Бунзена і лійка Бюхнера.

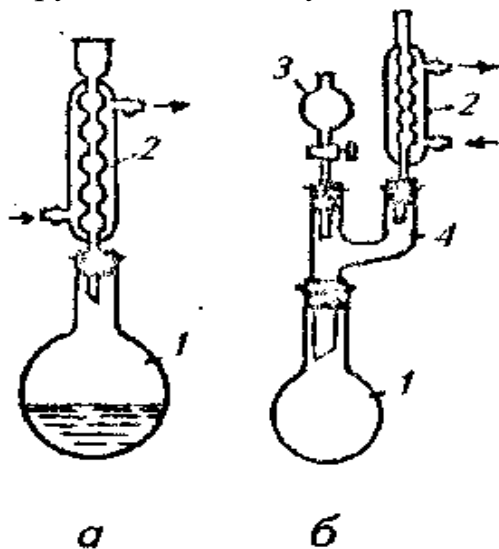


Рис. 13. Схема приладу для синтезу:

1 – одnogорла круглодонна колба; 2 – зворотній холодильник; 3 – краплинна лійка; 4 – насадка.

3. Основні етапи синтезу:

Робота проводиться у два етапи:

- Синтез;
- Виділення речовини.

Завантаження вихідних речовин.

У круглодонну колбу на 50 мл або ж у велику пробірку вносять 9,1 мл свіжоперегнаного аніліну й невеликими порціями при струшуванні додають 16,5 мл концентрованої сульфатної кислоти. Суміш сильно розігрівається.

Синтез.

Колбу (пробірку) закривають зворотнім повітряним холодильником, закріплюють у штативі і нагрівають на піщаній бані при температурі 170-180°C (температура бані) протягом 1,5-2 години.

Закінчення реакції встановлюють таким чином: пробу сульфомаси розчиняють у пробірці в невеликій кількості води і додають розчин натрій гідроксиду до лужної реакції. Якщо при цьому не виділяються маслянисті краплі аніліну, реакцію можна рахувати закінченою.

Виділення речовини.

Після закінчення реакції суміші дають дещо охолотитись і ще гарячу виливають при перемішуванні скляною паличкою в стакан з невеликою кількістю холодної води (обережно!). Необхідну кількість води розрахувати за рівнянням основної реакції. При цьому випадають кристали сульфанілової кислоти.

Суміш охолоджують в бані з льодяною водою і через 20 хв. відвільтовують сульфанілову кислоту на лійці Бюхнера, промивають на фільтрі невеликою кількістю холодної води.

Висушують сульфанілову кислоту між листами фільтрувального паперу на повітрі.

Очищають сульфанілову кислоту методом перекристалізації з води, додаючи невелику кількість активованого вугілля.

Розрахунки.

Розраховують у відсотках теоретичне і експериментальне значення виходу одержаної сульфанілової кислоти (вихід одержуваної речовини за керівництвом становить 11 г).

КОНТРОЛЬНІ ЗАПИТАННЯ

1. Наведіть схему і механізм сульфування аніліну. У чому особливість даної реакції?
2. Чому реакцію сульфування необхідно проводити в надлишку сульфатної кислоти?
3. Як впливає аміногрупа на швидкість сульфування ароматичних сполук?
4. Яка побічна реакція може відбутися в ході синтезу?
5. Чому в реакції сульфування необхідно точно витримувати температурний режим?
6. Які продукти утворюються при обробці сульфанілової кислоти розчином натрію гідроксиду?

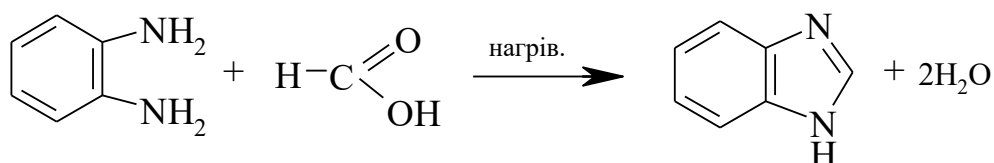
7. Яким методом проводять очистку основного продукту синтезу?
8. Яких правил техніки безпеки необхідно дотримуватись при виконанні синтезу?

Лабораторна робота

СИНТЕЗ БЕНЗІМІДАЗОЛУ

МЕТА РОБОТИ: одержати бензімідазол взаємодією *o*-фенілендіаміну з форміатною кислотою.

1. Рівняння основної реакції:



2. Схема приладу (рисунок а):

- Круглодонна колба (50 мл) або велика пробірка;
- Зворотній повітряний холодильник;
- Термометр (200°C)
- Піщана баня;
- Прилад для фільтрування: колба Бунзена і лійка Бюхнера.

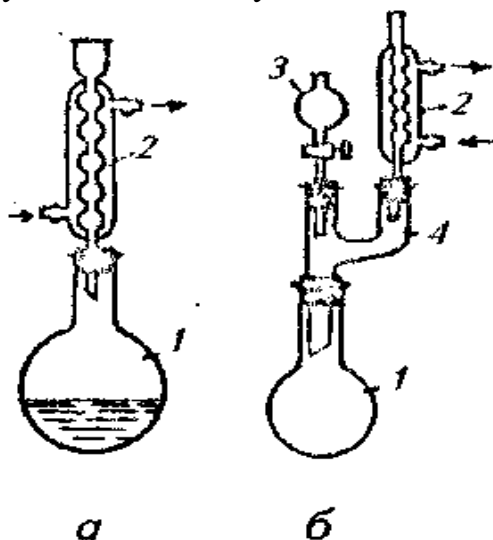


Рис. 14. Схема приладу для синтезу:

1 – одnogорла круглодонна колба; 2 – зворотній холодильник; 3 – краплинна лійка; 4 – насадка.

3. Основні етапи синтезу:

Робота проводиться у два етапи:

- Синтез;
- Виділення речовини.

Завантаження вихідних речовин.

У круглодонну колбу із зворотнім холодильником поміщають 1,8 г *o*-фенілендіаміну й 3,5 мл 40 % розчину формиатної кислоти.

Синтез.

Суміш нагрівають на киплячій водяній бані протягом 60 хв., при цьому утворюється однорідна суміш.

Виділення речовини.

Реакційну суміш охолоджують.

До реакційної маси повільно, при перемішуванні. Додають розчин їдкою натру (0,8 г у 8 мл води) до слабколужної реакції за лакмусом.

При охолодженні з розчину виділяються в осад кристали бензімідазолу. Осад відфільтровують на нутч-фільтрі, промивши кілька раз холодною водою. Перекристалізують бензімідазол із води та сушать на повітрі.

Розрахунки.

Розраховують у відсотках теоретичне і експериментальне значення виходу одержаного бензімідазолу (вихід одержуваної речовини за керівництвом становить 1,3 г).

КОНТРОЛЬНІ ЗАПИТАННЯ

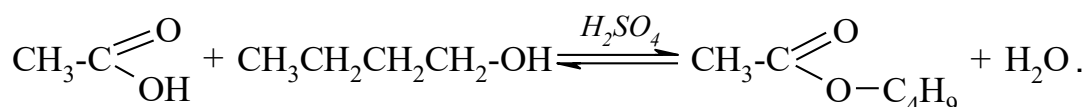
1. Наведіть схему конденсації *o*-фенілендіаміну з мурашиною кислотою.
2. З якою метою в ході синтезу в реакційну суміш додають 10 %-ий розчин натрію гідроксиду?
3. Укажіть вид таутомерії і напишіть таутомерні форми бензімідазолу.
4. Напишіть схеми реакцій, що підтверджують амфотерний характер бензімідазолу.
5. Яким методом очищають бензімідазол?
6. Яких правил техніки безпеки необхідно дотримуватись при проведенні синтезу?

Лабораторна робота

ТЕМА: СИНТЕЗ БУТИЛАЦЕТАТУ (ОЦТОВОБУТИЛОВИЙ ЕСТЕР)

МЕТА РОБОТИ: одержати бутилацетат взаємодією *оцтової кислоти* з бутанолом.

1. Рівняння основної реакції:



Реакція відбувається за механізмом естерифікації карбонових кислот в присутності мінеральних кислот.

2. Властивості одержуваної речовини:

M –

d_4^{20} –

$t_{пл.}$ –

$t_{кип.}$ –

n_D^{20} –

$A.c.$ –

3. Властивості вихідних речовин:

Речовина	M , г/моль	d , г/см ³	$t_{кип.}$, °C	$t_{пл.}$, °C	n_D^{20}	Вміст, %
CH ₃ COOH						
C ₄ H ₉ OH						
H ₂ SO ₄ (конц.)						

4. Кількості вихідних речовин:

Речовина	За теорією		За керівництвом			Надлишок	
	моль	г	моль	г	мл	моль	%
CH ₃ COOH					14,3		
C ₄ H ₉ OH					27,7		
H ₂ SO ₄					0,5		

5. Вихід одержуваної речовини:

- за теорією: –
- за керівництвом: 20 г (– мл).

6. Схема приладу (рис. 15):

- круглодонна колба (200 мл) (1);
- ловушка для води (насадка Діна-Старка) (2);
- зворотній холодильник (з водяним охолодженням) (3);
- ділильна лійка;
- прилад для фракційної перегонки.

7. Основні етапи синтезу:

Робота проводиться у два етапи:

- синтез;
- фракційна перегонка.

Завантаження вихідних речовин.

Перед початком синтезу в насадку Діна-Старка наливають воду до нижнього краю бічної трубки, що з'єднується з реакційною колбою; потім відбирають піпеткою розраховану за рівнянням основної реакції кількість води (на ½ заправки ~ 2 мл).

У реакційній колбі змішують льодяну ацетатну кислоту, бутанол-1 і концентровану сульфатну кислоту (2–4 краплі). У реакційну колбу додати “кип’ятилки”!

Синтез.

Складають прилад: круглодонну колбу сполучають з насадкою Діна-Старка, приєднують холодильник з водяним охолодженням. *Перевірити герметичність зібраного приладу!*

Суміш нагрівають на піщаній бані до кипіння.

Під час синтезу в насадці Діна-Старка спочатку над шаром води утворюється шар азеотропної суміші вода – бутанол, яка поступово, в міру утворення води (кількість якої дорівнює розрахованій), буде переливатися назад у реакційну колбу. Т. б. синтез продовжуємо до того часу, доки в насадці рівень води підніметься до відростка. *Реакція продовжується біля 1 години.*

Виділення речовини.

Після охолодження до кімнатної температури реакційну суміш переливають в ділильну лійку і промивають водою, 5 %-им розчином натрію карбонату (до нейтральної реакції за лакмусом) та знову водою.

Осушування.

Ефірний шар сушать безводним натрію сульфатом або кальцію хлоридом.

Перегонка.

Перегонку проводять із колби Вюрца з прямим холодильником, що має водяне охолодження, на пальнику, використовуючи невеликий дефлегматор. Збирають фракцію, що кипить при температурах 123–126°C.

Перегонку не можна проводити досуха!

8. Розрахунок виходу речовини:

від теорії: (у %)

від керівництва: (у %)

КОНТРОЛЬНІ ЗАПИТАННЯ

1. Наведіть схему і механізм синтезу бутилацетату.
2. Яка побічна реакція може відбутися в ході синтезу й за яких умов?
3. З якою метою і яким чином використовують при проведенні синтезу насадку Діна-Старка?

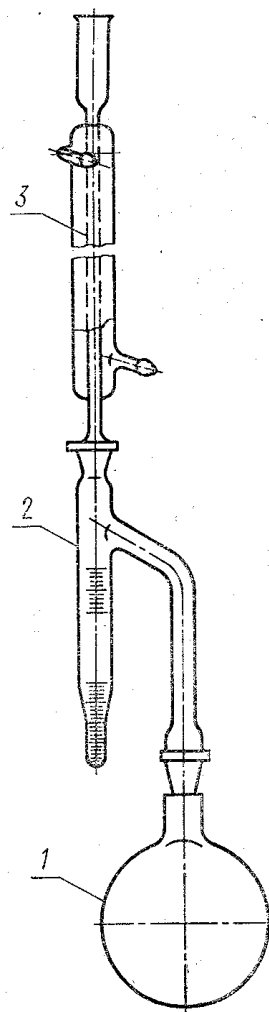


Рис. 15. Прилад для синтезу бутилацетату.

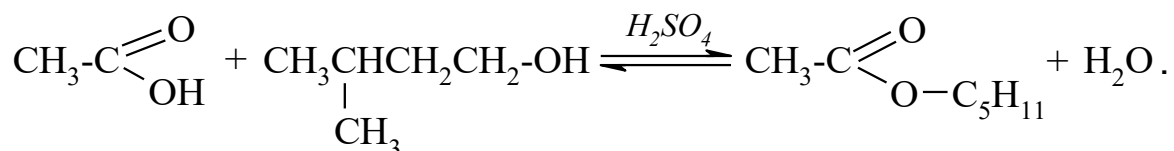
4. Яка азеотропна суміш утворюється в процесі синтезу? Що таке азеотропна суміш?
5. Яким методом проводять перегонку основного продукту? Вкажіть основні елементи приладу для цього методу.
6. Яким чином проводять ідентифікацію одержаного бутилацетату?
7. Яких правил техніки безпеки необхідно дотримуватись при виконанні синтезу?

Лабораторна робота

ТЕМА: СИНТЕЗ ІЗОАМІЛАЦЕТАТУ (ОЦТОВОІЗОАМІЛОВИЙ ЕСТЕР)

МЕТА РОБОТИ: одержати ізоамілацетат взаємодією *оцтової кислоти* з ізоаміловим спиртом.

1. Рівняння основної реакції:



Реакція відбувається за механізмом естерифікації карбонових кислот в присутності мінеральних кислот.

2. Властивості одержуваної речовини:

M –

*d*²⁰₄ –

*t*_{пл.} –

*t*_{кип.} –

*n*²⁰_D –

A.c. –

3. Властивості вихідних речовин:

Речовина	<i>M</i> , г/моль	<i>d</i> , г/см ³	<i>t</i> _{кип.} , °C	<i>t</i> _{пл.} , °C	<i>n</i> ²⁰ _D	Вміст, %
CH ₃ COOH						
ізо-C ₅ H ₁₁ OH						
H ₂ SO ₄ (конц.)						

4. Кількості вихідних речовин:

Речовина	За теорією		За керівництвом			Надлишок	
	моль	г	моль	г	мл	моль	%
CH ₃ COOH					14,3		
ізо-C ₅ H ₁₁ OH					27,7		
H ₂ SO ₄					0,5		

5. Вихід одержуваної речовини:

– за теорією: –

- за керівництвом: 20-22 г (– мл).

6. Схема приладу (рис.15):

- круглодонна колба (200 мл);
- ловушка для води (насадка Діна-Старка);
- зворотній холодильник (з водяним охолодженням);
- ділильна лійка;
- прилад для фракційної перегонки.

7. Основні етапи синтезу:

Робота проводиться у два етапи:

- синтез;
- фракційна перегонка.

Завантаження вихідних речовин.

Перед початком синтезу в насадку Діна-Старка наливають воду до нижнього краю бічної трубки, що з'єднується з реакційною колбою; потім відбирають піпеткою розраховану за рівнянням основної реакції кількість води (на $\frac{1}{2}$ заправки ~ 2 мл).

У реакційній колбі змішують льодяну ацетатну кислоту, ізоаміловий спирт і концентровану сульфатну кислоту (2–4 краплі). *У реакційну колбу додати “кип’ятилки”!*

Синтез.

Складають прилад: круглодонну колбу сполучають з насадкою Діна-Старка, приєднують холодильник з водяним охолодженням. *Перевірити герметичність зібраного приладу!*

Суміш нагрівають на піщаній бані до кипіння.

Під час синтезу в насадці Діна-Старка спочатку над шаром води утворюється шар азеотропної суміші вода – ізоаміловий спирт, яка поступово, в міру утворення води (кількість якої дорівнює розрахованій), буде переливатися назад у реакційну колбу. Т. б. синтез продовжуємо до того часу, доки в насадці рівень води підніметься до відростка. *Реакція продовжується біля 1 години.*

Виділення речовини.

Після охолодження до кімнатної температури реакційну суміш переливають в ділильну лійку і промивають водою, 5 %-им розчином натрію карбонату (до нейтральної реакції за лакмусом) та знову водою.

Осушування.

Ефірний шар сушать безводним натрію сульфатом або кальцію хлоридом.

Перегонка.

Перегонку проводять із колби Вюрца з повітряним холодильником на пальнику, використовуючи невеликий дефлегматор. Збирають фракцію, що кипить при температурах 138–142°C.

Перегонку не можна проводити досуха!

8. Розрахунок виходу речовини:

від теорії: (у %)

від керівництва: (у %)

КОНТРОЛЬНІ ЗАПИТАННЯ

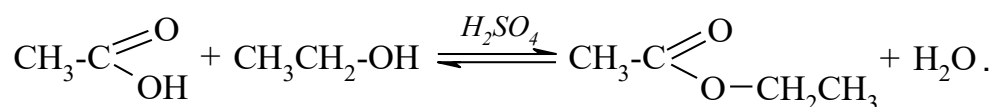
1. Наведіть схему і механізм синтезу ізоамілацетату.
2. Яка побічна реакція може відбутися в ході синтезу й за яких умов?
3. З якою метою і яким чином використовують при проведенні синтезу насадку Діна-Старка?
4. Яка азеотропна суміш утворюється в процесі синтезу? Що таке азеотропна суміш?
5. Яким методом проводять перегонку основного продукту? Вкажіть основні елементи приладу для цього методу.
6. Яким чином проводять ідентифікацію одержаного ізоамілацетату?
7. Яких правил техніки безпеки необхідно дотримуватись при виконанні синтезу?

Лабораторна робота

ТЕМА: СИНТЕЗ ЕТИЛАЦЕТАТУ (ОЦТОВОЕТИЛОВИЙ ЕСТЕР)

МЕТА РОБОТИ: одержати етилацетат взаємодією *оцтової кислоти* з етанолом.

1. Рівняння основної реакції:



Реакція відбувається за механізмом естерифікації карбонових кислот в присутності мінеральних кислот.

2. Властивості одержуваної речовини:

M –

*d*²⁰₄ –

*t*_{пл.} –

*t*_{кип.} –

*n*¹⁹_D –

A.c. –

3. Властивості вихідних речовин:

Речовина	M, г/моль	d, г/см ³	t _{кип.} , °C	t _{пл.} , °C	n ²⁰ _D	Вміст, %
CH ₃ COOH						
C ₂ H ₅ OH						
H ₂ SO ₄ (конц.)						

4. Кількості вихідних речовин:

Речовина	За теорією		За керівництвом			Надлишок	
	моль	г	моль	г	мл	моль	%
CH ₃ COOH					20		
C ₂ H ₅ OH					23		
H ₂ SO ₄					3		

5. Вихід одержуваної речовини:

- за теорією: –
- за керівництвом: 20 г (– мл).

6. Схема приладу:

- колба Арбузова (100 мл) (рис. 16);
- крапельна лійка;
- ртутний термометр (150°C);
- прямий холодильник Лібіха (з водяним охолодженням);
- алонж;
- приймач;
- прилад для простої перегонки.

7. Основні етапи синтезу:

Робота проводиться у два етапи:

- синтез;
- проста перегонка.

Завантаження вихідних речовин.

У колбу Арбузова на початку синтезу вливають 1,5 мл етанолу та 1,5 мл концентрованої сульфатної кислоти (на ½ загрузки).

Синтез.

Складають прилад: в головне горло колби Арбузова встановлюють термометр так, щоб ртутна кулька була занурена у реакційну суміш;

у бічне горло встановлюють крапельну лійку. Приєднують прямий холодильник з водяним охолодженням, алонж та приймач.

Перевірити герметичність зібраного приладу!

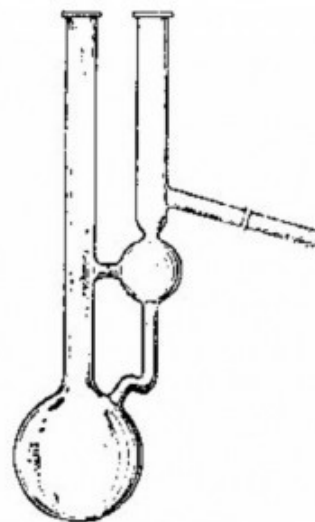


Рис. 16. Колба Арбузова для синтезу етилацетату.

Суміш нагрівають на листі азбесту (або на піщаній бані), *контролюючи температуру реакційної суміші – 140°C!*

При досягненні температури 140°C, починають поступово приливати з крапельної лійки суміш етанолу та ацетатної кислоти з такою швидкістю, з якою відганяється продукт реакції (етилацетат). *Реакція продовжується біля 2 годин.*

Виділення речовини.

Реакційну колбу нагрівають до тих пір, поки в приймач не перестануть поступати краплі естеру, т.б. поки не приллють всю суміш з крапельної лійки.

По закінченню реакції вміст приймача переносять у ділильну лійку і промивають насиченим розчином натрію карбонату для видалення залишків ацетатної кислоти (*обережно!*). Розчин соди додають до тих пір, поки синій лакмусовий папірець не перестане червоніти.

Осушування.

Ефірний шар відділяють і струшують його з насиченим розчином кальцію хлориду (10 г CaCl_2 в 10 мл води) для видалення непрореагованого спирту.

Знову відділяють ефірний шар від водного і сушать безводним натрію сульфатом або кальцію хлоридом.

Перегонка.

Перегонку проводять із колби Вюрца, з прямим холодильником, що має водяне охолодження, на водяній бані. В інтервалі температур 71–75°C буде відганятись суміш етилацетату і етанолу, вище 75°C – етилацетат.

Перегонку не можна проводити досуха!

8. Виконання роботи

9. Розрахунок виходу речовини:

від теорії: (у %)

від керівництва: (у %)

КОНТРОЛЬНІ ЗАПИТАННЯ

1. Наведіть схему і механізм одержання етилацетату, виходячи з оцтової кислоти й етилового спирту. Яка роль сульфатної кислоти в реакції естерифікації?
2. Наведіть схеми побічних реакцій, які перебігають при проведенні синтезу.
3. Чому для нейтралізації кислоти, що не прореагувала, використовують розчин соди, а не лугу?
4. Як у синтезі етилацетату видаляють залишок спирту, що не прореагував?
5. Яким методом проводять перегонку основного продукту?
6. Яким чином проводять ідентифікацію одержаного етилацетату?

7. Яких правил техніки безпеки необхідно дотримуватись при проведенні синтезу?

Лабораторна робота

ТЕМА: ЯКІСНИЙ ЕЛЕМЕНТНИЙ АНАЛІЗ

МЕТА РОБОТИ: виявити Нітроген, Сульфур і галогени в органічних речовинах.

Перед виконанням якісного аналізу необхідно перевірити чистоту невідомої речовини. Для цього близько 50 мг речовини нагрівають в тонкостінному тиглі на відкритому полум'ї. Якщо проба містить домішки неорганічного походження, то після обуглення залишається негорючий залишок. Чистоту органічної речовини визначають вимірюючи температуру плавлення чи кипіння. Якщо $T_{пл}$ чи $T_{кип}$ знаходяться в інтервалі температур більше $2-3^{\circ}C$, то речовина містить домішки. Перед аналізом її необхідно очистити. Усі реакції елементного та функціонального аналізу проводять із чистою речовиною.

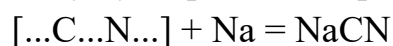
Для визначення елементного складу органічну речовину необхідно мінералізувати, а тоді проводити визначення Нітрогену, Сульфуру, галогенів, а також Фосфору та металів.

Дослід 1. Мінералізація речовини

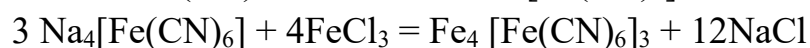
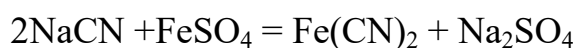
У пробірку вносять 10-30 мг невідомої речовини й додають до неї невеликий шматочок металічного натрію розміром з горошину чорного перцю. Пробірку нагрівають спочатку на слабкому, а потім на сильному полум'ї. Після цього розжарену до червоного скла пробірку вносять у тигель з холодною дистильованою водою об'ємом приблизно 6 мл. При цьому пробірка тріскається і її вміст переходить у розчин. Розчин фільтрують і фільтрат використовують для виявлення Нітрогену, Сульфуру та галогенів.

Дослід 1.1. Виявлення Нітрогену

При сплавленні речовини, яка містить Нітроген, з металічним натрієм Нітроген і Карбон органічних сполук утворюють натрій ціанід.



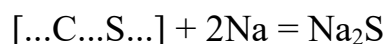
Ціанід аніон легко можна визначити за рахунок утворення калій (II) гексаціаноферрату, який із феруму (III) хлоридом дає синій осад берлінської блакиті.



Техніка проведення досліду: До 1 мл фільтрату додають 3-5 краплин розчину феруму (II) сульфату (або його кристалик) і кип'ятять протягом 1-2 хвилин, потім додають 2-3 краплини феруму (III) хлориду, охолоджують і підкислюють хлоридною кислотою до кислої реакції за лакмусом. Утворюється синій осад берлінської блакиті. Якщо Нітрогену мало, розчин після підкислення забарвлюється в зелений колір, а синій осад виділяється лише через деякий час.

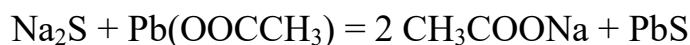
Дослід 1.2. Виявлення Сульфуру

При сплавланні речовини, що містить Сульфур з металічним натрієм утворюється сульфід (Na_2S).



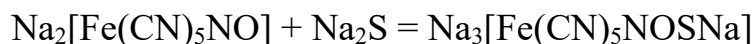
Утворений сульфід можна виявити дією солей плюмбуму або натрій нітропрусиду $\text{Na}_2[\text{Fe}(\text{CN})_5\text{NO}] \cdot 2\text{H}_2\text{O}$.

У першому випадку випадає чорний осад плюмбум сульфід:



При малому вмісті Сульфуру розчин має коричневе забарвлення.

У другому випадку при наявності сульфуру з'являється червоно-фіолетове забарвлення розчину, зумовлене утворенням комплексної солі такого складу:



Техніка проведення досліду: Для виявлення сульфід-йона 1 мл фільтрату підкислюють хлоридною кислотою (характерний запах гідрогенсульфіду свідчить про наявність сульфуру) або в пробірку до фільтрату доливають 2-3 краплі розчину плюмбум ацетату і спостерігають за появою осаду плюмбум сульфід. Якщо сульфуру мало, то розчин забарвлюється в коричневий колір. Реакцію можна прискорити нагріванням.

У іншу пробірку з 1 мл фільтрату додають 1-2 краплі свіжоприготовленого 5 %-го розчину натрій нітропрусиду. При наявності сульфуру з'являється інтенсивне червоно-фіолетове забарвлення розчину.

Дослід 1.3. Виявлення галогенів

Дослід 1. Проба Бейльштейна.

Метод ґрунтується на розкладі галогеновмісної органічної речовини шляхом прожарювання її з купруму (II) оксидом, при цьому галоген зв'язується в леткі солі купруму, які забарвлюють полум'я в яскраво-зелений колір.

Техніка виконання досліду: Тонку мідну дротинку, загнуту на кінці в петлю, прожарюють у полум'ї пальника до зникнення забарвлення полум'я. Мідь при цьому покривається чорним нальотом оксиду. Коли почорніла дротинка прохолоне, набирають петлею краплю або декілька крупинок досліджуваної речовини і знову вносять у полум'я пальника. Після згоряння (з

кіптявою при наявності в речовині ароматичних або ацетиленових фрагментів, з білим димом – Фосфору або Бору, яскраво-синього забарвлення – Селену) поява інтенсивного яскраво-зеленого забарвлення полум'я свідчить про наявність у досліджуваній речовині галогенів.

Дослід 2. Реакція з аргентум нітратом в розчині, отриманому після розкладу за способом Лассеня.

Відбирають 1 мл фільтрату підкислюють розведеною нітратною кислотою і додають розчин аргентум нітрату. При наявності галогена виділяється осад аргентум галогеніду. Ця проба придатна лише для речовин, які не містять нітрогену і сульфур. Якщо ж речовина містить ці елементи, то після підкислення розведеною нітратною кислотою пробу кип'ятять 2-3 хвилини для видалення гідроген ціаніду і гідроген сульфід (у витяжній шафі!) і, до ще гарячого розчину, доливають розчин аргентум нітрату. При наявності галогену відразу випадає осад.

При досить великому вмісті Бром і Іод можна виявити вже за забарвленням розчину при нагріванні з нітратною кислотою, яке появляється внаслідок виділення цих галогенів у вільному стані.

Дослід 3. Визначення природи галогену.

Для визначення галогену поступають таким чином (при малому вмісті). До 1 мл фільтрату, одержаного після сплавляння досліджуваної речовини з натрієм, додають сульфатної кислоти, декілька краплин розчину натрій нітриту і струшують з 0,5 мл хлороформу. При наявності йоду хлороформний шар набуває фіолетового відтінку.

Для виявлення бром у цей шар відокремлюють за допомогою ділильної лійки (якщо йод не виявлено, то відокремлювати хлороформ не потрібно), потім до водного шару додають декілька краплин хлорної води і знову струшують з хлороформом. При наявності бром хлороформний шар набуває коричневого відтінку. Якщо ж хлороформний шар залишається безбарвним, то сполука містить Хлор.

СПИСОК РЕКОМЕНДОВАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Бойчук І.Д., Зубрицька Л.О. Органічна хімія. Навчальний посібник для ВНЗ І–ІІІ р. а. 2-е вид., випр. К.: Медицина, 2013. 240 с.
2. Глубіш П.А. Органічна хімія: Навч. посібник. Ч. 1 “Аліфатичні і ароматичні вуглеводні”. К.: НМЦВО, 2002. 292 с.
3. Мітрясова О.П. Органічна хімія: навчальний посібник. К.: Кондор-Пресс. 2018. 414 с.
4. Мурликіна Н.В., Упатова О.І., Уклеїна О.Г. Органічна хімія. Лабораторний практикум. Завдання і вправи: навчальний посібник. Харків: ХДУХТ, 2014. 211 с.
5. Обушак М.Д., Біла Є.Є. Органічна хімія: навчальний посібник. Частина 1. Львів: Вид-во ЛНУ ім. І. Франка, 2004. 233 с.
6. Обушак М.Д., Біла Є.Є. Органічна хімія: навчальний посібник. Частина 2. Львів: вид. ЛНУ ім. І. Франка, 2018. 256 с.
7. Практикум з органічної хімії: навчальний посібник / укладачі О.М. Швед, Н.С. Ситник, Є.А. Бахалова. Вінниця: ДонНУ імені Василя Стуса, 2017. 64 с.
8. Шевченко О.В., Буренкова К.В. Лабораторний практикум з органічної хімії: практикум. Одеса: Одес. нац. ун-т ім. І. І. Мечникова, 2021. 176 с.

ДЛЯ ПОДАТОК

Навчально-методичне видання

**Сливка Наталія Юріївна
Кадикало Елла Максимівна**

ОРГАНІЧНА ХІМІЯ

**МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ
ДО ЛАБОРАТОРНОГО ПРАКТИКУМУ**

2-ге видання, виправлене та доповнене

для студентів спеціальності Фармація, промислова фармація

Друкується в авторській редакції

Підписано до друку 25. 10. 2024. Формат 60×84 ¹/₁₆
Ум. друк. арк. 4,5. Зам. № 78. Тираж 100
Папір офсетний. Гарнітура Times. Друк офсетний
Друк П “Зоря–плюс” ВОО ВОІ СОІУ
43025, м. Луцьк, вул. Степана Бандери, 20
Свідоцтво гол. упр. внутр. політики
та зв’язків з громад. Волиноблдержадміністрації
ВЛн № 49 від 17.10.2011 р.

