Міністерство освіти і науки України
Сумський державний університет
Шосткинський інститут

5965 Методичні вказівки
до виконання лабораторних робіт
із курсу **«Органічна хімія»**
для здобувачів спеціальності
161 «*Хімічні технології та інженерія*»
освітнього ступеня «бакалавр»
очної та заочної форм здобуття вищої освіти

Суми
Сумський державний університет
2024

Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт із курсу «Органічна хімія» / укладач С. В. Тимофіїв. – Суми : Сумський державний університет, 2024. – 29 с.

Кафедра хімічної технології високомолекулярних сполук ШІ СумДУ

ЗМІСТ

С.
Вступ ……..... 4
Правила роботи й техніка безпеки в лабораторії органічної хімії ……..…….……4
Порядок оформлення лабораторних робіт …….....6
Посуд і прилади для проведення органічних синтезів……....7
Правила збирання лабораторних приладів ……..…...16
Методи виділення та очищення органічних сполук ……..19
Лабораторна робота 1. Перегонка під час атмосферного тиску……..……..19
Лабораторна робота 2. Перекристалізація……...…21
Хімічні властивості органічних сполук ……...…23
Лабораторна робота 3. Алкани, алкени, спирти, альдегіди ……..……23
Лабораторна робота 4. Властивості ароматичних вуглеводнів ……..…...26

ВСТУП

Лабораторні роботи – це форма організації навчання, яка дає можливість експериментально підтвердити вивченні теоретичні положення, експериментально перевірити формули, розрахунки, ознайомитись із методикою проведення експериментів, досліджень. У ході роботи формуються уміння спостерігати, порівнювати, аналізувати, робити висновки та узагальнення, самостійно проводити дослідження, користуватися різними способами вимірювань, оформляти результати у вигляді таблиць, схем тощо. Одночасно формуються професійні вміння й навички роботи з різними приладами, реактивами та іншими засобами для проведення дослідів, оволодіння різними методиками визначення показників якості.

ПРАВИЛА РОБОТИ Й ТЕХНІКА БЕЗПЕКИ В ЛАБОРАТОРІЇ ОРГАНІЧНОЇ ХІМІЇ

До лабораторних занять у хімічній лабораторії студентів допускають лише після докладного інструктажу з техніки безпеки (ТБ). Недотримання елементарних правил роботи і вимог ТБ, недбалість, невміле поводження з лабораторною технікою та незнання властивостей речовин, з якими доведеться працювати, неминуче може призвести до нещасних випадків.

Необхідно пам’ятати найтиповіші приклади небезпеки в роботі в лабораторії органічної хімії: отруєння кислотами, лугами, фенолом, газами, їдкими речовинами, розчинами кислот чи лугів, непогашеним вапном, йодом, рідким бромом; порізи, удари, потрапляння в очі сторонніх тіл, їдких рідин; ураження електричним струмом, опіки термічні тощо.

Студенти повинні дотримуватись таких вимог:

– розпочинати виконання дослідів лише після ретельного ознайомлення з умовами та технікою їхнього виконання, властивостями та призначенням усіх використовуваних реагентів і розчинників;

– перебувати і працювати в навчальній лабораторії лише в спеціальному одязі (білих халатах);

під час роботи:

– не можна відлучатися з лабораторії без дозволу викладача, не споживати їжу в лабораторії;

– перед використанням будь-яких речовин для дослідів потрібно уважно розглянути етикетку на склянці, в якій зберігаються реактиви, для запобігання помилок, що можуть призвести до нещасних випадків;

– досліди потрібно проводити з тими кількостями й концентраціями речовин у посуді за тих умов і послідовності, які зазначені методикою;

– насипати або наливати реактиви необхідно на столі (сухі – над аркушем паперу);

– заборонено брати реактиви незахищеними руками, для цього потрібно використовувати порцелянові ложки, шпателі або совочки;

– не дозволено просипаний або пролитий випадково реактив зсипати або зливати назад у тару до основної кількості реактивів;

– усі операції з легкозаймистими речовинами, концентрованими кислотами та лугами і роботу з металевим натрієм потрібно проводити лише у витяжній шафі;

– заборонено залишати без нагляду запалені спиртівки, а також увімкнені електронагрівальні прилади;

– під час нагрівання рідин не можна зазирати в посудину (навіть у пробірку) згори, бо в разі можливого викидання нагрітої речовини може статися нещасний випадок;

– для уникнення викиду киплячої рідини з реакційної посудини нагрівання її необхідно проводити рівномірно, часто перемішуючи, заздалегідь помістивши на дно посудини 2–3 кип’ятильних камінці (дрібні шматочки пористого неорганічного матеріалу, наприклад, неглазурованої облицювальної плитки);

– нагрівання пробірок із речовинами потрібно проводити поступово і рівномірно, тримати пробірку за допомогою спеціального затискувача похило, періодично струшуючи,

спрямовуючи отвір пробірки від себе та від інших людей, що працюють у лабораторії;

– не визначати речовину за запахом, нахиляючись над отвором посудини і сильно вдихаючи пару або газ, що виділяються, і визначати лише таким способом – легким рухом долоні над отвором посудини спрямувати пару або газ до носа і вдихати обережно;

– закріплювати посуд у тримачах штатива, обережно обертаючи посуд навколо осі, доти, поки не з'явиться незначне ускладнення в обертанні;

після закінчення роботи:

– потрібно залишки кислот, лугів, сірчистих сполук, вогненебезпечних рідин, а також розчини, одержані внаслідок дослідів, зливати в призначені для цієї мети склянки (не виливати в раковини);

– необхідно вимити лабораторний посуд, розставити склянки з робочими розчинами на їхні місця, витерти робочу поверхню столу, закрутити водопровідні крани, вимкнути електроприлади, витяжну вентиляцію і погасити світло в лабораторії;

– потрібно ретельно вимити руки з милом.

ПОРЯДОК ОФОРМЛЕННЯ ЛАБОРАТОРНИХ РОБІТ

До кожної лабораторної роботи студент готується заздалегідь і самостійно. Порядок підготовки містить такі етапи:

1. Опрацювання лекційного матеріалу, що відповідає темі лабораторної роботи.

2. Виконання тренувальних вправ і завдань, тестів за відповідною темою.

3. Письмове оформлення методики виконання дослідів або експерименту, схем реакцій, спостережень у лабораторному журналі.

ПОСУД І ПРИЛАДИ ДЛЯ ПРОВЕДЕННЯ ОРГАНІЧНИХ СИНТЕЗІВ

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

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

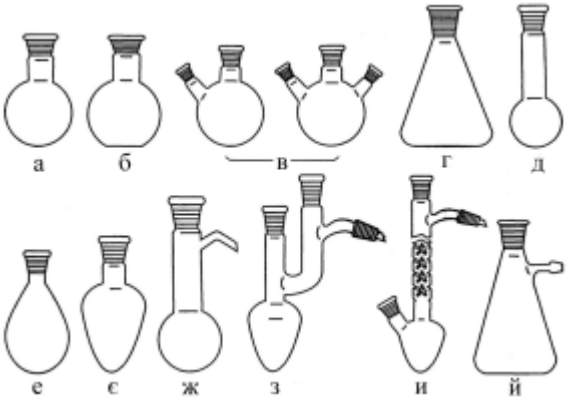

Рисунок 1 − Колби:
а – круглодонна; б – плоскодонна; в – круглодонні з двома і трьома горловинами під кутом; г – конічна (колба Ерленмейєра); д – колба К'єльдаля; е – грушеподібна; є – гостродонна; ж – круглодонна для перегонки (колба Вюрца); з – гостродонна для перегонки (колба Кляйзена); и – колба Фаворського, й – колба з тубусом (колба Бунзена)

Круглодонні колби застосовують для роботи (для нагрівання) за високих температур, для перегонки за атмосферного тиску і для роботи під вакуумом. Плоскодонні колби застосовують лише для роботи за атмосферного тиску та для приготування та зберігання розчинів. Конічні колби широко використовують для

кристалізації (їх форма забезпечує мінімальну поверхню для випаровування). Товстостінні конічні колби з тубусом (колби Бунзена) застосовують для фільтрування за пониженого тиску до 1,33 кПа (10 мм рт. ст.) приймачі фільтрату. Дво-, три- та чотиригорлі колби застосовують для дослідів, за яких одночасно з нагріванням потрібно перемішувати суміш, додавати поступово один із компонентів, вимірювати температуру суміші.

Колби спецпризначення:

– Бунзена – для фільтрування;

– Вюрца – для перегонки;

– Ерленмейєра – для пароутворення;

– Арбузова, Кляйзена – для синтезів;

– К'єльдаля – в кількісному аналізі.

Стакани (рис. 2 а) застосовують для фільтрування, випарювання (за температури не більше ніж 100 °С) та приготування розчинів у лабораторних умовах, а також для проведення окремих синтезів. Забороняється використовувати стакани під час роботи з низькокиплячими або вогненебезпечними розчинниками.

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

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

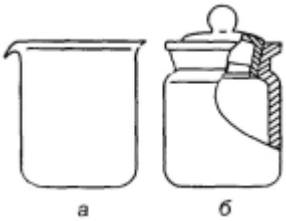

Рисунок 2 − Хімічний посуд:
а – стакан; б – бюкс

Рисунок − 3 Чашка для хіміко-лабораторних робіт

Пробірки (рис. 4) виготовляють різноманітної місткості. Пробірки з конусним шліфом і відвідною трубкою застосовують для фільтрування невеликих об'ємів рідин за пониженого тиску.

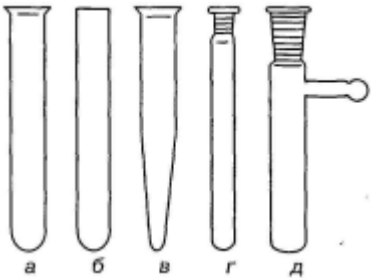

Рисунок 4 − Пробірки:
а – циліндрична з розгорнутим краєм; б – циліндрична без відгину; в – гостродонна (центрифужна); г – зі шліфом; д – із конусним шліфом і відвідною трубкою

Скляне лабораторне обладнання містить також сполучні елементи (перехідники, алонжі, насадки, затвори), лійки (лабораторні, ділильні, крапельні, фільтрувальні), піпетки, спиртівки, водоструминні насоси, ексикатори, холодильники, дефлегматори та ін.

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

Перехідники використовують для з'єднання частин приладу з різними шліфами, алонжі – для спрямування конденсату в приймач, насадки – для з'єднання холодильника з приймачем, форштоси – для з'єднання з колбою кількох елементів приладу.

Лійки (рис. 6) в хімічній лабораторії використовують для наливання, фільтрування та розділення рідин.

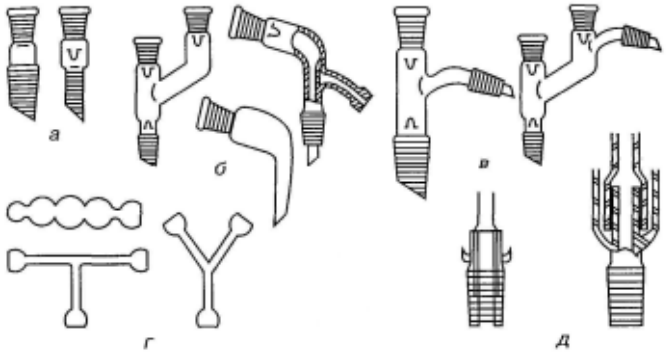

Рисунок 5 − Найважливіші сполучні елементи:
а – перехідники; б – алонжі; в – насадки; г – сполучні трубки; д – затвори

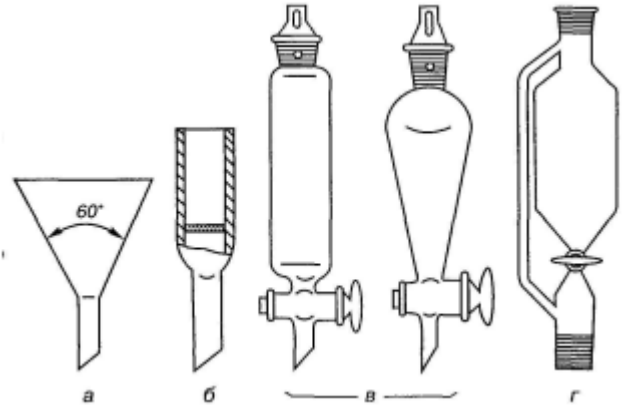

Рисунок 6 − Лійки:
а – лабораторна; б – фільтрувальна з впаяним скляним фільтром; в – ділильна; г – крапельна з боковою трубкою для вирівнювання тиску

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

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

Лійки ділильні (рис. 6 в) застосовують для розділення рідин, що не змішуються, під час екстрагування та очищення речовин.

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

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

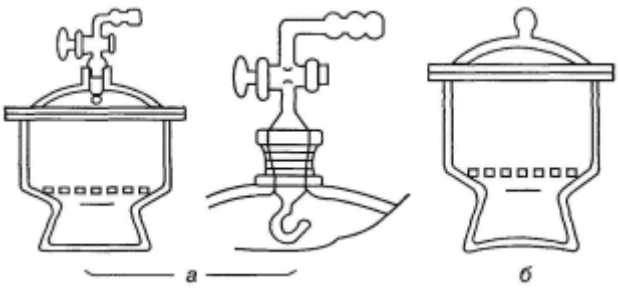

Рисунок 7 − Ексикатори:
а – вакуум-ексикатор; б – звичайний

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

Холодильники повітряні використовують під час кип’ятіння та перегонки висококиплячих ($T_{кип}$ > 160 °С) рідин. Охолоджувальним агентом є повітря.

Холодильники з водяним охолодженням відрізняються від повітряних наявністю водяного кожуха (охолоджувальний агент – вода). Водяне охолодження застосовують для згущення парів і перегонки речовин з ($T_{кип}$ < 160 °С), причому в інтервалі (120 − 160 °С) охолоджувальним агентом є непроточна, а нижче 120 °С – проточна вода.

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

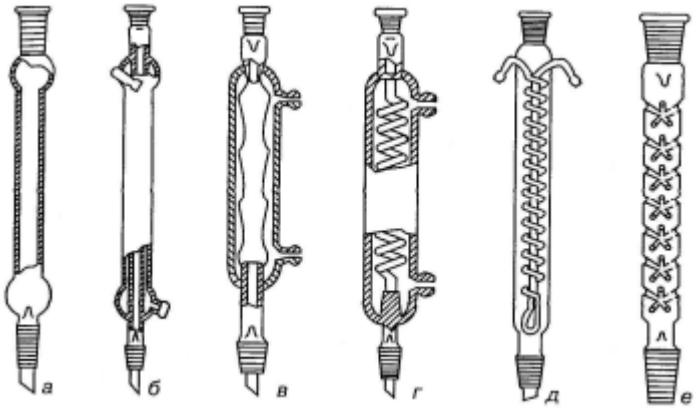

Рисунок 8 − Холодильники й дефлегматор:
а – повітряний; б – з прямою трубкою (Лібіха);
в – кульковий; г – спіральний; д – Дімрота; е – дефлегматор

Зворотні холодильники – кульковий і спіральний холодильники найчастіше застосовують під час кип'ятіння реакційних сумішей, бо вони мають велику охолоджувальну поверхню.

Дефлегматори (рис. 8 е) використовують для більш ретельного розділення фракцій суміші під час її фракційної перегонки.

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

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

Ступки з товкачиками використовують для подрібнення та змішування твердих і в'язких речовин.

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

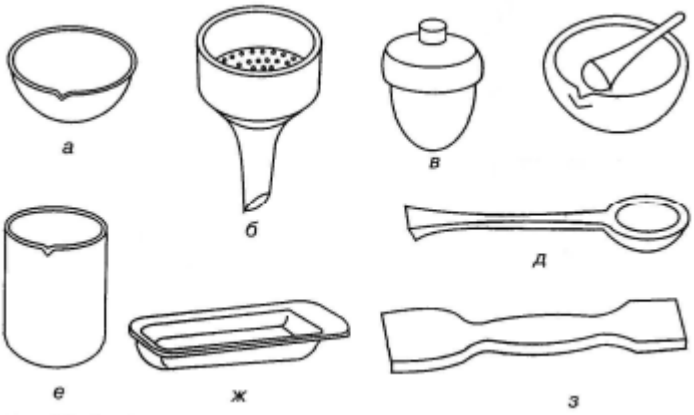

Рисунок 9 − Фарфоровий посуд:
а – чашка для випарювання; б – лійка Бюхнера; в – тигель;
г – ступка і товкачик; д – ложка; е – стакан;
ж – човник для спалювання; з – шпатель

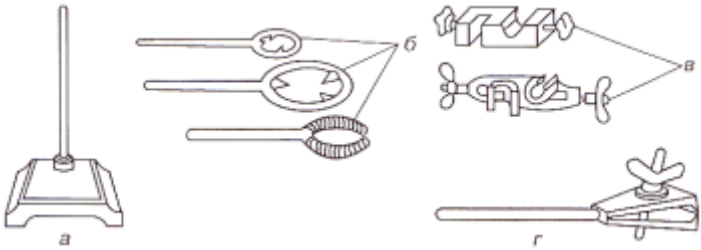

Рисунок 10 − Лабораторний штатив із набором комплектувальних частин:
а – штатив; б – кільця; в – зажими (муфти);
г – держак (лапка)

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

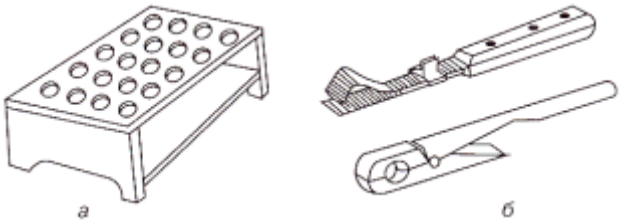

Рисунок 11 − Штативи та тримачі для пробірок:
а – штатив; б – пробіркотримачі

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

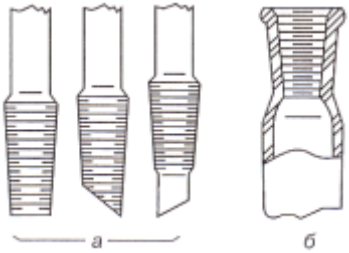

Рисунок 12 − Конусні шліфи:
а – керни; б – муфта

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

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

Пальники. Спиртовий являє собою резервуар із товстостінного скла, в горловину якого продітий гніт. Для швидкого нагрівання до відносно високих температур (~ 500 °С) застосовують газові пальники Бунзена і Теклу (рис. 13).

Серед електронагрівальних приладів найбільш поширені колбонагрівачі, плитки, сушильні шафи, муфельні та тигельні печі, бані (рис. 14).

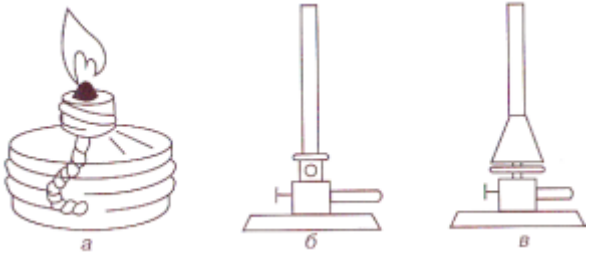

Рисунок 13 − Пальники:
а – спиртовий; б – газовий Бунзена; в – газовий Теклу

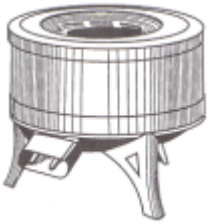

Рисунок 14 – Електроколбонагрівач

Нагрівальні бані. Під час роботи із вибухонебезпечними та легкозаймистими речовинами застосовують різного роду нагрівальні бані.

Повітряні бані дозволяють незначно збільшити рівномірність нагрівання. Максимальна температура, що досягається під час використання повітряних бань з електричним обігрівом, становить 250 °С.

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

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

Парові бані застосовують під час перегонки летких і легкозаймистих речовин (петролейний ефір, діетиловий ефір та ін.).

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

ПРАВИЛА ЗБИРАННЯ ЛАБОРАТОРНИХ ПРИЛАДІВ

Під час збирання приладу необхідно правильно сполучити його окремі частини та забезпечити повну герметичність з'єднань. Для цього потрібно дотримуватися таких правил:
– підбір складових частин приладу визначається умовами проведення реакції, властивостями вихідних речовин і кінцевих продуктів;
– для роботи у вакуумі, а також з агресивними речовинами використовують посуд лише на шліфах;
– щоб шліфи не заклинило, перед збиранням приладу їх необхідно змазати гліцерином (вазеліном, вакуумною змазкою); змазку наносять на середню частину шліфа й рівномірно розподіляють обертанням керна (правильно змащений шліф повинен бути прозорим).

Схеми приладів

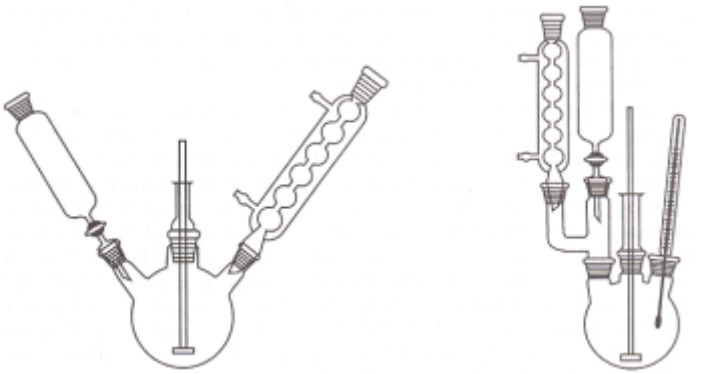

Рисунок 15 − Схема приладу для проведення синтезів із перемішуванням реакційної суміші

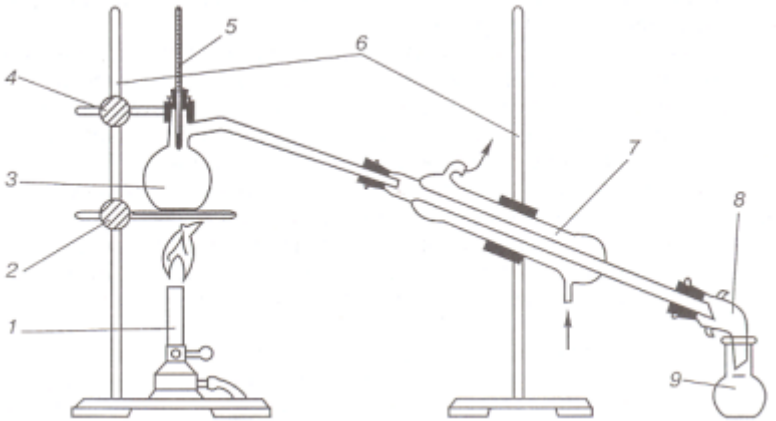

Рисунок 16 − Схема приладу для простої перегонки рідин: 1 – пальник Бунзена; 2 – кільце із муфтою та азбестовою сіткою; 3 – колба для відгонки (колба Вюрца); 4 – лапка із муфтою; 5 – термометр; 6 – штативи; 7 – холодильник Лібіха; 8 – алонж; 9 – приймач

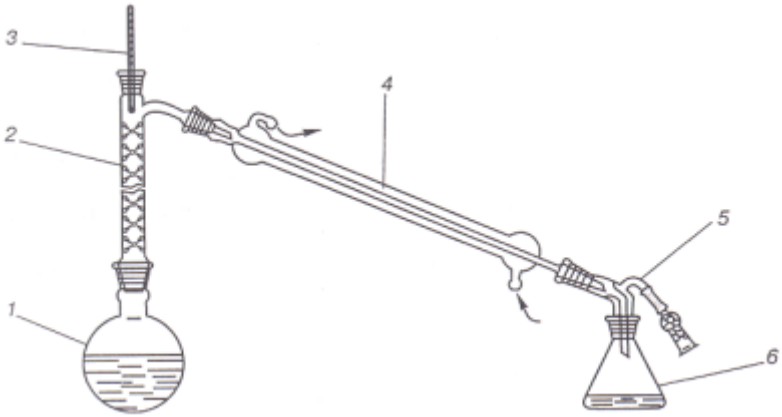

Рисунок 17 − Схема приладу для фракційної перегонки:
1 – колба для відгонки; 2 – дефлегматор; 3 – термометр;
4 – холодильник; 5 – алонж із хлоркальцієвою трубкою;
6 – приймач

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

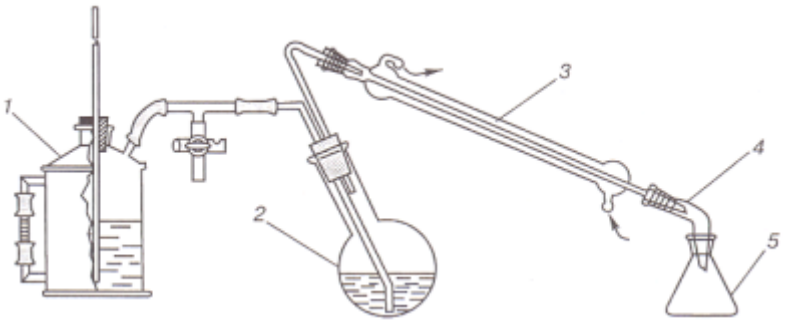

Рисунок 18 − Схема приладу для перегонки з водяною парою:
1 – пароутворювач; 2 – колба для перегонки;
3 – холодильник; 4 – алонж; 5 – приймач

Для багатьох органічних речовин, які мають $t_{кип.} > 150$ °С та розкладаються під час довготривалого нагрівання використовується прилад для перегонки у вакуумі (рис. 19). Такі речовини зазвичай можна переганяти у вакуумі, оскільки за пониженого тиску знижується температура кипіння речовини і зменшується можливість термічного розкладу.

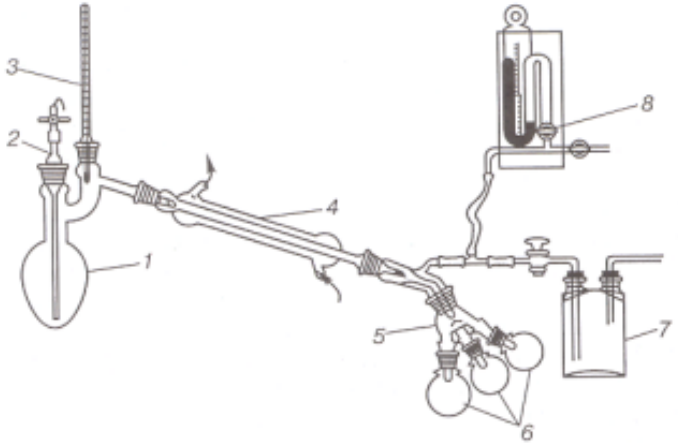

Рисунок 19 − Схема приладу для перегонки у вакуумі:
1 – колба для перегонки; 2 – капіляр; 3 – термометр;
4 – холодильник; 5 – алонж («павук»); 6 – приймачі;
7 – запобіжна склянка; 8 – манометр

МЕТОДИ ВИДІЛЕННЯ ТА ОЧИЩЕННЯ ОРГАНІЧНИХ СПОЛУК

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА 1
Перегонка під час атмосферного тиску

Метод перегонки – це доведення рідини до кипіння та подальша конденсація парів. Рідина закипає за температури, коли тиск її парів дорівнює зовнішньому тиску.

Дослід 1. Звичайна перегонка

Звичайна перегонка застосовується в тому разі, коли різниця в температурах кипіння суміші, яку переганяють не менше ніж 40 ^{0}C.

Мета – очистити забарвлений барвником етанол.

1. Зібрати прилад для простої перегонки рідин (рис. 16). Отримати в лаборанта рідину для перегонки, в реакційну колбу помістити «кип'ятилки», через лійку обережно перелити в колбу; ретельно закоркувати колбу і сполучити з холодильником.

2. Пустити через холодильник охолоджувальну водопровідну воду.

3. Повільно нагрівати рідину, спостерігаючи за показаннями термометра.

4. Збирати очищену рідину в колбу-приймальник для дистиляту.

5. Перегонку припиняють, коли в приймачі збереться близько 2/3 вихідного об'єму рідини.

Дослід 2. Перегонка з водяною парою

Перегонка з водяною парою застосовується для виділення та очищення нерозчинних і малорозчинних речовин, що розкладаються під час звичайної перегонки. Температура кипіння такої суміші за атмосферного тиску завжди буде нижчою за 100 ^{0}C, тобто цей спосіб дозволяє переганяти під час атмосферного тиску висококиплячі речовини, один із компонентів яких нестійкий за температури понад 100 ^{0}C.

Мета роботи – перегнати аналін.

У широку пробірку поміщають 1 мл аніліну, 8 мл води і «кип'ятілку». В отвір пробірки щільно вставляють вигнуту широку відвідну трубку, після чого закріплюють пробірку похило в лапці штатива. Кінець відвідної трубки занурюють в іншу пробірку – приймач, вміщену в склянку з холодною водою.

У першій пробірці обережно прогрівають полум'ям пальника рідину, поступово доводячи її до спокійного кипіння. Пари, що утворюються, конденсуються у відвідній трубці і на стінках

пробірки-приймача. Відгін припиняють, коли в приймачі збереться близько 2/3 вихідного об'єму рідини і відгін буде надходити з відвідної трубки прозорими (а не каламутними) краплями.

Молочно-білий відгін є водною емульсією аніліну, з якої швидко виділяються великі краплі аніліну, що збираються у вигляді маслянистого шару. Відношення об'ємів шарів аніліну та води у відгоні становить приблизно 1:4 або 1:5.

Залишок рідини в першій пробірці містить так мало аніліну, що під час охолодження не виділяє його навіть у вигляді каламуті.

Отже, незважаючи на високу температуру кипіння (184 °С), анілін швидко і майже повністю переходить у приймач разом із водою за температури близько 100 °С. Шар аніліну в приймачі майже безбарвний, навіть якщо для досліду було взято реактив, що довго зберігався і сильно побурів. Отже, забарвлені домішки в умовах досліду залишаються в перегонній посудині і в приймач не переходять.

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА 2
Перекристалізація

Перекристалізація – один із найпоширеніших методів очищення твердих речовин, а також розділення сумішей. Принцип цього методу ґрунтується на різній розчинності речовин у розчиннику залежно від його температури.

Процес кристалізації містить:

1) приготування нагрітого насиченого розчину речовини у відповідному розчиннику;

2) фільтрування гарячого розчину від нерозчинених домішок;

3) охолодження розчину, яке призводить до кристалізації;

4) відділення кристалів від маточного розчину;

5) сушка кристалів.

Для успішного проведення кристалізації важливе значення має правильний вибір розчинника. Одна з головних вимог до

розчинника полягає в тому, щоб останній розчиняв речовину, яку потрібно кристалізувати, значно краще під час нагрівання, ніж на холоді. Розчинник не повинен розчиняти домішки (в такому разі їх можна буде відфільтрувати) або, навпаки, повинен розчиняти їх дуже добре (тоді під час охолодження розчину вони не випадуть разом з основним продуктом і залишаться в маточному розчині).

Мета роботи – перекристалізувати бензойну кислоту та визначити її температуру плавлення.

Дослід 1. Перекристалізація бензойной кислоти

У конічну колбу місткістю 150–200 мл помістити близько 1 г забрудненої бензойної кислоти, долити 30–50 мл дистильованої води і нагріти до кипіння. Гарячий розчин швидко відфільтрувати на лійці для гарячого фільтрування. Частину профільтрованої рідини охолоджують водою під час струшування, іншу частину повільно охолоджують впродовж 20–25 хвилин. Порівнюють кристалізацію бензойної кислоти під час її швидкого та повільного охолодження.

Дослід 2. Визначення температури плавлення

Точну температуру плавлення твердої речовини можна визначати під час нагрівання в приладі (рис. 20).

Запаяний з одного кінця капіляр, в який поміщають речовину, має внутрішній діаметр 0,8–1,0 мм і довжину 35–45 мм. Капіляр наповнюють речовиною так, щоб щільний шар його займав 3–4 мм. Для утворення щільного шару речовини капіляр кидають запаяним кінцем униз через скляну трубку діаметром 10 мм і висотою 60–80 см, що стоїть вертикально на годинному склі. Капіляр за допомогою гумового кільця прикріплюють до термометра і поміщають у прилад. Під час визначення температури плавлення нагрівання проводять спочатку зі швидкістю 4–6 град/хв, а ближче до температури плавлення – від 1 до 2 град/хв. Варто фіксувати температурний інтервал від появи рідкої фази до повного розплавлювання речовини в капілярі. Ознакою чистоти речовини є чітка температура плавлення (інтервал не перевищує 0,5 град).

Практично вважається припустимим, коли речовина плавиться в межах 1–2 град.

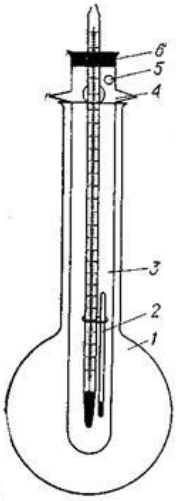

Рисунок 20 − Прилад для визначення температури плавлення
1 – круглодонна колба; 2 – капіляр із випробуваною речовиною;
3 – пробірка; 4 – відростки для утримання пробірки; 5 – отвір;
6 – пробка із вставленим термометром

ХІМІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ ОРГАНІЧНИХ СПОЛУК

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА 3
Алкани, алкени, спирти, альдегіди

Дослід 1. Одержання метану та вивчення його властивостей

У суху пробірку насипати суміш, розтерту в ступці (1 г натронного вапна (NaOH + CaO), 0,5 г ацетату натрію, 0,5 г каталізатора (порошок цинку)), закрити її корком із газовідвідною трубкою. Закріпити пробірку в штативі майже горизонтально. Газовідвідну трубку повернути отвором догори і нагріти суміш. Метан не має кольору і запаху, горить безбарвним полум’ям. Тому, щоб виявити його утворення, потрібно піднести

до отвору газовідвідної трубки запалений сірник, а потім шматок фільтрувального паперу. Якщо папір загорається або починає тліти, то метан виділяється і горить.

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.

Перевіряють здатність газу, який виділяється, до окиснення та приєднання брому. Для цього газовідвідну трубку послідовно занурюють у пробірки, що містять розчини калій перманганату і бромної води. Пропускання газу проводять упродовж 20–30 с.

Спостерігати чи відбулося знебарвлення. Зробити висновок про хімічні властивості метану і алканів уцілому. Скласти рівняння відповідних реакцій.

Дослід 2. Одержання етилену та вивчення його властивостей

У суху пробірку поміщають 5–6 мл суміші етилового спирту та концентрованої сульфатної кислоти і вносять «кипілку» для забезпечення рівномірного кипіння. Пробірку закривають корком з газовідвідною трубкою і закріплюють похило у лапці штатива. Суміш у пробірці обережно нагрівають, спостерігаючи, 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 кожну з пробірок і пропускають газ, що виділяється, через розчини у пробірках.

Що спостерігається? Скласти рівняння відповідних реакцій.

Дослід 3. Одержання бромистого етилу

У пробірку з газовідвідною трубкою поміщають 3 мл етилового спирту, 2 мл води і 3 мл сульфатної кислоти. Реакційну суміш охолоджують і додають 3 г калію броміду. Пробірку закріплюють під кутом і обережно нагрівають до кипіння. Кінець газовідвідної трубки занурюють в іншу пробірку, в якій міститься вода з льодом. Нагрівання відбувається до зникнення кристалів калію броміду в пробірці. У приймачі утворюються 2 шари:

нижній — бромистий етил, верхній − вода. Після закінчення реакції бромистий етил відділяють від води за допомогою ділильної лійки; збирають його в колбочку з притертим корком.

Записати рівняння реакції.

Дослід 4. Якісна реакція на галогени, проба Бейльштейна

Невелику петлю на кінці мідного дроту прожарюють у полум'ї пальника до зникнення зеленого фарбування полум'я. Після охолодження петлю занурюють у досліджувану речовину (дослід 3) і знову нагрівають у безбарвному полум'ї пальника. Якщо речовина містить галогени, утворюється галогенід міді, що забарвлює полум'я в зелений колір.

Записати рівняння реакції.

Дослід 5. Одержання оцтового альдегіду окисненням спирту

У пробірку помістити близько 0,5 г калій біхромату, 1–2 «кипілки» і 2 мл 20 % сульфатної кислоти. Швидко прилити 2 мл етилового спирту, закривши пробірку пробкою з газовідвідною трубкою, кінець якої занурено в пробірку із 2 мл води, яку потрібно охолоджувати в склянці з льодом.

Обережно нагрівають реакційну суміш, регулюючи рухом полум'я пальника її рівномірне кипіння. Упродовж 2–3 хв об'єм рідини в приймачі збільшується вдвічі, після чого нагрівання припиняють. Відгін у приймачі, що має запах оцтового альдегіду, використовують для подальших дослідів.

Записати рівняння реакції.

Дослід 6. Реакція срібного дзеркала на альдегіди

У чисту пробірку, вимиту під час нагрівання 10%-м лугом і сполоснену дистильованою водою, наливають 3–4 мл 1%-го розчину аргентум (I) нітрату і додають по краплях 5%-й розчин гідроксиду амонію в такій кількості, щоб осад, що утворився спочатку, знову розчинився.

До отриманого аміачного розчину оксиду срібла $Ag(NH_3)_2OH$ додають 1мл оцтового альдегіду (дослід 5), суміш

обережно нагрівають на водяній бані за 60–70 °С. Через кілька хвилин на стінках пробірки виділяється шар срібла у вигляді дзеркала або з'являється чорний осад металевого срібла так як альдегіди мають різко виражену здатність окислюватися в кислоти і є сильними відновниками.

Записати рівняння реакції.

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА 4
Властивості ароматичних вуглеводнів

Дослід 1. Нітрування бензену

У пробірку до охолодженої нітрувальної суміші з 2 мл концентрованої сульфатної кислоти і 1 мл концентрованої нітратної кислоти доливають краплями під час постійного збовтування близько 1 мл бензену. Після додавання всього бензену струшують вміст пробірки ще кілька хвилин, потім виливають у склянку з 10–15 мл води. Нітробензен виділяється на дні склянки у вигляді важкої маслянистої рідини. Утворення нітробензену підтверджується характерним запахом гіркого мигдалю. Після закінчення реакції нітробензен відділяють від води за допомогою ділильної лійки; збирають його в колбочку з притертим корком.

Записати рівняння реакції.

Дослід 2. Одержання аніліну з нітробензену

У пробірку поміщають маленьку гранулу олова або цинку, 1 мл соляної кислоти і 5 крапель нітробензену (дослід 1). Суміш злегка нагрівають і весь час струшують. Реакцію припиняють після зникнення гіркого мигдального запаху нітробензену. Суміш охолоджують і краплями додають розчин лугу до лужної реакції на лакмус.

Записати рівняння реакції.

Дослід 3. Кольорова реакція солей аніліну з біхроматом калію

До 0,5 мл аніліну (дослід 2) додають таку саму кількість концентрованої соляної кислоти. Краплю розчину, що містить солянокислу сіль аніліну, за допомогою піпетки поміщають на предметне скло. Додають одну краплю розчину біхромату калію. Утворюється барвник аніліновий чорний.

Записати рівняння реакції.

Дослід 4. Діазотування

У склянку поміщають 3 мл аніліну і наливають 15 мл води і 10 мл концентрованої соляної кислоти. Розчин солянокислого аніліну, що утворився, охолоджують, занурюючи склянку в лід і поміщаючи всередину кілька шматочків льоду. Окремо розчиняють 2–3 г нітриту натрію, 6 мл води і цей розчин невеликими порціями під час ретельного перемішування вливають в охолоджений розчин аніліну.

На початку реакції між азотистою кислотою, що утворюється внаслідок взаємодії нітриту з надлишком соляної кислоти та аніліном, протікає з більшою швидкістю, у міру утворення діазосполуки, внаслідок зменшення солянокислого аніліну, реакція сповільнюється.

Якщо після введення в реакцію зазначеного розчину (половину або дещо більше) взяти скляною паличкою краплю розчину (одразу за додаванням чергової порції розчину нітрату) і нанести її на йодкрохмальний папірець, то утворюється синя пляма, так як кислота, що утворилася, повністю не встигла прореагувати з аніліном і залишок її витісняє з йодистого калію вільний крохмаль, що забарвлює, в синій колір.

Якщо через короткий проміжок часу повторити цю пробу (не додаючи нової порції нітрату), синя пляма не утворюється, що свідчить про те, що в розчині вже немає вільної азотистої кислоти, вона вся прореагувала з аніліном. Тоді додають нову порцію нітрату, повторюючи цю пробу і так продовжують доти, поки крапля рідини, взята після внесення чергової порції нітрату і через 3 хвилини після цього залишатиме синю пляму на йод-

крохмальному папері. Це показує, що весь анілін продіазотований, і в розчині є вільна азотиста кислота, на цьому діазотування припиняється.

Записати рівняння реакції.

Дослід 5. Заміна діазогрупи на гідроксил

У пробірку з пробкою та газовідвідною трубкою наливають 5–10 мл холодного розчину діазосполуки (дослід 4). Пробірку зміцнюють у лапці штативу та поступово нагрівають рідину на водяній бані. З припиненням виділення азоту водяну баню видаляють, насухо витирають, поміщають у рідину шматочок пемзи (або цегли) і відганяють фенол, що утворився, з парами води в іншу пробірку – приймач, занурену в склянку з холодною водою.

Записати рівняння реакції.

Дослід 6. Якісна реакція на фенол

У пробірку наливають 2–3 мл водного розчину фенолу (дослід 5) та додають 2–3 краплі 2%-го розчину хлорного заліза. З'являється фіолетове забарвлення внаслідок утворення сильно дисоційованих комплексних фенолятів тривалентного заліза.

Записати рівняння реакції.

Електронне навчальне видання

Методичні вказівки
до виконання лабораторних робіт
із курсу **«Органічна хімія»**
для здобувачів спеціальності
161 «*Хімічні технології та інженерія*»
освітнього ступеня «бакалавр»
очної та заочної форм здобуття вищої освіти

Відповідальний за випуск С. В. Тимофіїв
Редакторка Н. М. Мажуга
Комп'ютерне верстання С. В. Тимофіїва

.
Формат 60 х 84/16. Ум. друк. арк. 1,74. Обл.-вид. арк 1,38.
.

Видавець і виготовлювач
Сумський державний університет,
вул. Харківська, 116, м. Суми, 40007
Свідоцтво про внесення суб'єкта господарювання до Державного реєстру видавців,
виготовлювачів і розповсюджувачів видавничої продукції ДК № 8193 від 15.10.2024.