

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

Супрунович С. В., Сливка Н. Ю.

ОРГАНІЧНА ХІМІЯ ТА ЕКОЛОГІЯ
Лабораторний практикум

(для студентів спеціальності 101 Екологія)

Луцьк 2023 р.

УДК 547:502/504(07)

О-64

*Рекомендовано до друку науково-методичною радою
Волинського національного університету імені Лесі Українки
(протокол № 2 від 25 жовтня 2023 р.)*

Рецензенти:

Корольчук С. І. — кандидат хімічних наук, доцент кафедри хімії та технологій
Волинського національного університету імені Лесі Українки.

Шемет В. Я. — кандидат хімічних наук, доцент кафедри матеріалознавства
Луцького національного технічного університету.

О 64

Органічна хімія та екологія: лабораторний практикум / укладачі:
С. В. Супрунович, Н. Ю. Сливка. Луцьк: ВНУ імені Лесі Українки, 2023. 26 с.

Методичні рекомендації до лабораторних робіт з курсу «Органічна хімія та екологія». Містить робочий план дисципліни та методики виконання лабораторних робіт.

Для студентів спеціальності 101 Екологія факультету хімії та екології
Волинського національного університету імені Лесі Українки.

УДК 547:502/504(07)

© Супрунович С. В., Сливка Н. Ю., 2023

© ВНУ імені Лесі Українки, 2023

ЗМІСТ

Пояснювальна записка.....	4
Робочий план лабораторного практикуму.....	5
Техніка безпеки при проведенні лабораторних робіт.....	6
Загальні зауваження до лабораторного практикуму.....	10
Лабораторні роботи.....	10
Лабораторна робота 1. Фракційна перегонка бінарної суміші ацетон -- вода	10
Лабораторна робота № 2. Перекристалізація та сублімація органічних речовин.....	13
Лабораторна робота № 3. Вуглеводні.....	15
Лабораторна робота № 4. Одержання етилброміду.....	21
Лабораторна робота № 5. Синтез ізоамілацетату.....	22
Лабораторна робота № 6. Синтез нафтолорнанжу.....	23
Джерела інформації.....	24

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

Навчальний курс “Органічна хімія та екологія” 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 101 Екологія приділяється також екологічному аспекту, який розглядається при добуванні, застосуванні та утилізації хімічних продуктів, що містять шкідливі речовини певних класів.

Навчальна дисципліна “Органічна хімія та екологія” для студентів спеціальності 101 Екологія викладається у 6-му семестрі. У даному посібнику наведені методичні розробки лабораторних робіт, які студенти повинні виконати впродовж лабораторних занять згідно затвердженого робочого плану практикуму.

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

Для супроводження навчання існує курс в університетській системі дистанційного навчання LMS Moodle «Органічна хімія та екологія» (<https://moodle.vnu.edu.ua/course/view.php?id=2529>). На нього необхідно записатись самостійно (Кодове слово «ОХЕ») або за допомогою викладача. Тут будуть розмішуватись матеріали, необхідні для вивчення дисципліни, поточна інформація, форум для обговорення незрозумілих питань та інструменти для виконання індивідуального завдання.

РОБОЧИЙ ПЛАН ЛАБОРАТОРНОГО ПРАКТИКУМУ

№ за/п	Тема	К-ть годин
1.	Техніка безпеки та обладнання хімічної лабораторії	2
2.	Семінар — будова та номенклатура органічних сполук	2
3.	Лабораторна робота 1. Виділення та очистка органічних сполук	4
4.	Лабораторна робота 2. Вуглеводні	4
5.	Лабораторна робота 3. Синтез бромтану	4
6.	Лабораторна робота 4. Синтез ізоамілацетату	4
7.	Лабораторна робота 5. Синтез нафтолоранжу	4
8.	Підсумкове заняття — завершення та захист лабораторних робіт	2
Усього		26

ТЕХНІКА БЕЗПЕКИ ПРИ ПРОВЕДЕННІ ЛАБОРАТОРНИХ РОБІТ

Проведення лабораторних робіт пов'язано з небезпекою для здоров'я, тому важливо дотримуватись правил техніки безпеки. Перед початком експериментальної роботи в лабораторії, на першому занятті, викладач проводить первинний інструктаж з техніки безпеки. Проходження інструктажу кожен студент повинен підтвердити підписом у журналі реєстрації інструктажів з питань охорони праці на робочому місці. Тим самим він бере на себе відповідальність за дотримання правил техніки безпеки на лабораторних заняттях. Викладач своїм підписом у тому ж самому журналі підтверджує факт проведення інструктажу студента.

Під час виконання лабораторних робіт необхідно дотримуватися наступних правил роботи:

1. Працювати в лабораторії можна тільки в присутності викладача або лаборанта.
2. Працювати в лабораторії можна тільки в одягнутому й застебнутому лабораторному халаті.
3. На робочому місці не повинно бути сторонніх предметів.
4. Сухі реактиви слід брати за допомогою шпателя, розчини – піпеткою, для кожного реактиву необхідно мати окремий шпатель або піпетку.
5. Надлишок реактиву не виливати і не висипати назад в посуд, з якого вони взяті; помішати в посуд для зливу або спускати із струмом води в каналізацію.
6. Дотримуватися обережності в роботі з розчинами кислот, лугів й інших їдких рідин.
7. У разі попадання кислоти на шкіру або слизові оболонки негайно промити уражене місце великою кількістю води, а потім розчином соди (гідрокарбонату натрію).
8. Забороняється проводити лабораторні роботи у випадку відсутності в крані водопровідної води.
9. У разі попадання лугу на шкіру або слизові оболонки спочатку промити уражене місце водою до тих пір, поки ділянка не перестане бути слизькою, а потім слабким розчином оцтової кислоти.
10. Не користуватися невідомими реактивами (без написів і етикеток).
11. Нагріваючи рідини, тримати пробірку отвором від себе і людей, що знаходяться поруч.
12. Після закінчення роботи студент повинен вимити посуд, привести робоче місце в порядок і здати його лаборантові.

13. Студент має дотримуватись і таких загальних правил поведінки в лабораторії:
14. Тримати робоче місце в чистоті і порядку.
15. Приступати до виконання досліду лише уяснивши його мету і завдання, обдумавши окремі етапи виконання досліду.
16. Досліди повинні виконуватися акуратно, без квапливості, з дотриманням усіх вимог, що містяться в методичних вказівках.
17. При проведенні лабораторних процедур посуд має бути закріплений у штативах.
18. У лабораторії необхідно дотримуватися тиші, забороняється їсти, пити і займатися сторонніми справами.
19. Після використання реактиву його необхідно відразу ставити в штатив, щоб не створювати безладу на робочому місці.
20. Після закінчення роботи обов'язково вимити руки.
21. Якщо є підозра, що реактив чи розчинник попав на руки чи обличчя, негайно їх вимити. Не чекати, поки з'являться якісь відчуття.
22. Усі досліди з отруйними і сильно пахучими речовинами, а також нагрівання і випарювання розчинів проводити тільки у витяжній шафі.
23. Не нахилятися над посудиною з киплячою рідиною. Пробірку, що нагрівається, або колбу тримати отвором убік, а не до себе або до сусіда, оскільки може статися викид рідини.
24. Визначати запах речовини слід, не вдихаючи пари повними грудьми, а направляючи їх до себе легким рухом руки.
25. Роботи з кислотами і лугами проводити так, щоб реактиви не потрапляли на одяг, обличчя, руки. Наливаючи розчин в пробірку, її потрібно тримати на деякій відстані від себе.
26. У поводженні з невідомими речовинами необхідно проявляти підвищену обережність. Ні за яких обставин не можна пробувати речовину на смак!
27. Необхідно негайно прибрати усе пролите, розбите і просипане на столах або на підлозі в лабораторії. Якщо кислота проллється на стіл або на підлогу, її слід нейтралізувати содою.
28. Набір будь-яких рідин в піпетки набирати не ротом, а за допомогою гумової груші.
29. Подрібнювати сухі луги можна лише в запобіжних окулярах. Брати твердий луг тільки пінцетом або щипцями.
30. Не можна використовувати для дослідів речовини з бюреток, колб і упаковок без етикеток і з нерозбірливими написами.
31. У хімічній лабораторії є аптечка. Потрібно вміти надавати першу допомогу потерпілим, коли це необхідно.

32. Готуючи розчини сірчаної кислоти необхідно лити концентровану кислоту у воду, а не навпаки, оскільки, внаслідок сильного місцевого розігрівання, можливе розбризкування кислоти. Крім того необхідно користуватися тонкостінною склянкою або фарфоровим посудом.
33. Ніяких речовин з лабораторії не можна брати додому без дозволу викладача або лаборанта.
34. Металічна ртуть, пролиту в результаті поломки приладів або розбитті термометрів, необхідно ретельно зібрати. Збирають ртуть за допомогою амальгамованих пластинок з міді або білої жести.
35. У випадку порізу склом рану треба помити з милом, обробити краї йодом і перев'язати бинтом.
36. Після надання першої допомоги потерпілому повідомити керівництво (викладача, завідуючого кафедрою, декана) та направити до лікаря.
37. З метою протипожежної безпеки хімічна лабораторія забезпечена вогнегасниками, ящиками з піском, ковдрами. Необхідно знати, де знаходяться протипожежні засоби і порядок термінової евакуації з лабораторії під час пожежі.
38. Про усі випадки відхилення від нормального ходу лабораторного зайняття, порушення даних правил, повідомляти передусім викладачеві, лаборантові або завідувачеві лабораторією.
39. Працювати в лабораторії студенти повинні на постійному робочому місці тільки в халатах, застібнутих на всі гудзики. Волосся має бути підібране під косинку чи шапочку.
40. Обережно поводитись з хімічними реактивами: уникати потрапляння цих речовин на руки, не торкатися ними обличчя та очей, після роботи руки слід ретельно вимити;
41. Надлишок реактиву не виливати і не висипати назад в посуд, з якого вони взяті; поміщати в посуд для зливу або спускати із струмом води в каналізацію.
42. Дотримуватися обережності в роботі з розчинами кислот, лугів й інших їдких рідин:
43. Проведення дослідів у брудному лабораторному посуді забороняється.
44. Категорично забороняється нагрівати або охолоджувати будь-які розчини у герметично закритих місткостях, а також закривати колби з гарячою рідиною.
45. Переносити посуд з гарячою рідиною треба використовуючи рушник, тримаючи посудину обома руками: однією – за дно, іншою – за горловину. Великі хімічні стакани з рідиною потрібно піднімати лише двома руками так, щоб відігнуті краї склянки опиралися на вказівні пальці.

46. Роботу з леткими речовинами (етером, бенzenом, ацетоном та ін.), концентрованими лугами та кислотами проводити акуратно і під витяжною шафою, не зливати їх в каналізацію без попереднього розведення.
47. Роботу з легкозаймистими рідинами вести під витяжною шафою та подалі від нагрівальних приладів. У разі загорання спирту, ефіру та інших легкозаймистих рідин не гасити полум'я водою, а скористатися піском.
48. Обережно працювати зі скляним лабораторним посудом, що легко б'ється. Рештки побитого лабораторного скляного посуду слід ретельно змісти у спеціальний збірник. Сировину чи напівфабрикати, у які могли потрапити скляні уламки, необхідно викинути у спеціальний збірник.
49. Негайно прибрати усе пролите, розбите і просипане на столах або на підлозі в лабораторії:
50. У дослідах з використанням електроприладів необхідно переконатися в їх справності, правильності підключення до електромережі та контуру заземлення. Під час виконання роботи не можна переносити увімкнуті електроприлади та залишати їх без нагляду. У разі перерви в подачі електроенергії всі пристрої мають бути негайно вимкнуті.
51. Після закінчення роботи в лабораторії необхідно вимкнути всі електроприлади, якими користувалися, витягну шафу, воду, прибрати свої робочі місця та здати їх лаборантові або завідувачу лабораторії. Обов'язково ретельно вимити руки.

ЗАГАЛЬНІ ЗАУВАЖЕННЯ ДО ЛАБОРАТОРНОГО ПРАКТИКУМУ

Теми лабораторних робіт узгоджуються заздалегідь. Вибір конкретної методики залежить від наявності необхідних реактивів та матеріалів. Перед виконанням лабораторної роботи обов'язково проводиться процедура допуску. Для одержання допуску в лабораторному зошиті має бути описана методика. Студент має розуміти, що, і як він буде робити під час виконання лабораторної роботи. Про те, що студент допущений до виконання конкретної лабораторної роботи, викладач засвідчує своїм підписом у лабораторному зошиті студента.

Під час виконання лабораторної роботи студент співпрацює з лаборантом та викладачем. Рекомендації викладача мають вищий пріоритет, їх ігнорування призводить до нарахування штрафних балів.

Посуд, виданий лаборантом для виконання лабораторної роботи повинен бути чистим та сухим. Якщо це не так, його потрібно помити та висушити. Наявність води може призводити до змін у характері протікання реакцій та якості цільових продуктів. Синтез може не получитись.

При виконання роботи необхідно записувати в лабораторних зошит всі операції, що виконуються, а також супутні події, якщо вони призвели до якихось змін у методиці. Якщо записи не дозволяють розібратись, що робилось, і що відбувалось, і чому не вдался синтез, будуть нараховуватись штрафні бали.

Продукт, одержаний в результаті виконання лабораторної роботи має бути очищений, висушений, зважений та охарактеризований принаймні температурою плавлення. На основі даних про кількості використаних вихідних речовин розраховується теоретичний (розрахунковий на основі рівняння реакції) та практичний (реально одержаний) процентний вихід продукту.

ЛАБОРАТОРНІ РОБОТИ

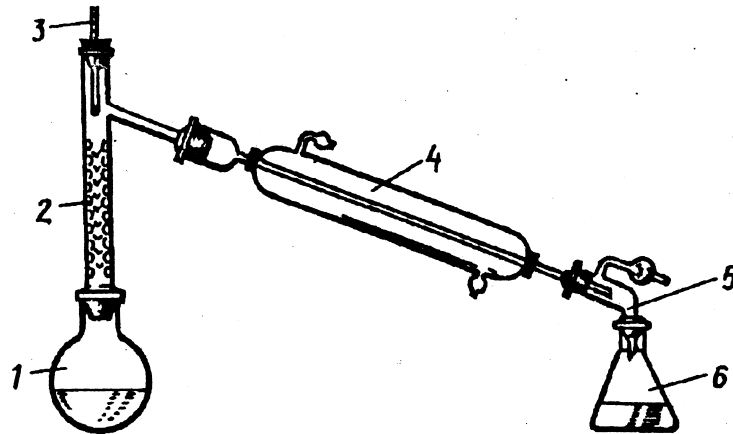
Лабораторна робота 1. Фракційна перегонка бінарної суміші ацетон -- вода

Мета роботи: розділити методом фракційної перегонки суміш ацетону й води, у вигляді графіка представити результати експерименту, визначити показник кута заломлення для ацетону.

Виконання роботи:

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

Рис. 16. Прилад для фракційної перегонки рідких речовин:



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

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

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

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

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

Таблиця вимірювань:

V, мл	0	**1	2	3	...
T, °C	*				...

*– температура першої відігнаної краплі,

**– температура через кожен відігнаний мілілітр.

Дані об'єму:

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

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

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

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

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

Визначення показника кута заломлення

Властивості ацетону: $M = 58,08$; $d_{4}^{20} = 0,792$ г/см³;

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

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 зростанні температури на один градус показник заломлення зменшується приблизно на 0,0004.

Питання і завдання:

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

Лабораторна робота № 2. Перекристалізація та сублімація органічних речовин

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

Виконання роботи:

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 водоступного насоса, використовуючи колбу Бунзена і лійку Бюхнера, промивають на фільтрі та сушать.

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

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

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

Виконання роботи:

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Питання і завдання:

1. Які фізичні методи ідентифікації речовин використовують в лабораторії органічної хімії?

3. Який спосіб нагрівання застосовується при кип'ятінні легкозаймистих рідин?

4. Приведіть порядок проведення перекристалізації.

5. На чому заснований принцип кристалізації речовин?

6. Перерахуйте умови підбору розчинника при кристалізації.

7. Опишіть прилад для проведення перекристалізації з *n*-гексана; з води; з діоксана.

8. Як при кристалізації одержати великі кристали?

9. Якщо для перекристалізації Вашої сполуки підходять етанол, хлороформ і вода, то який з цих розчинників Ви виберете для роботи? Поясніть.

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

Лабораторна робота № 3. Вуглеводні

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

Дослід 1. Одержання метану і вивчення його властивостей

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

Перевіряють здатність газу, який виділяється, до окиснення та приєднання бромю. 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 бромю в тетрахлорометані. Вміст пробірки струшують протягом 1 хв. Якщо змін не відбувається, то обережно нагрівають пробірку до зникнення забарвлення (дослід проводять у витяжній шафі!). Після цього до отвору пробі-

рки підносять скляну паличку, змочену концентрованим розчином амоніаку, або вологий синій лакмусовий папірець.

Відзначте зміни, що відбуваються.

Запитання і завдання

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

Дослід 3. Одержання етилену та вивчення його властивостей

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

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

Що спостерігається?

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

Запитання і завдання

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

Дослід 4. Одержання ацетилену та вивчення його властивостей

У пробірку поміщають декілька шматочків кальцій карбиду. Наливають 1 – 2 мл води і швидко закривають пробірку корком з газовідвідною трубкою. Відразу спостерігається виділення газу ацетилену, який має специфічний запах. Ацетилен за допомогою газовідвідної трубки послідовно пропускають через підготовлені розчини калій перманганату, бромну воду, амоніачного розчину

купрум (I) хлориду та амоніачного розчину аргентум (I) гідроксиду. Для приготування останнього в пробірку вносять 2 краплі розчину аргентум нітрату і декілька крапель концентрованого розчину амоніаку (до зникнення осаду аргентум (I) оксиду, що спочатку утворюється). Так само, як і в попередніх дослідах, вивчають горіння ацетилену на повітрі.

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

Питання 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. В першу додають 1 мл води, в другу – 1 мл етанолу, в третю – 1 мл діетилового етеру. Струшують вміст пробірок, спостерігають розчинність в даних розчинниках.

Запитання і завдання

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

Дослід 7. Взаємодія бензену з бромом

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

Що спостерігається?

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

Запитання і завдання

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

Дослід 9. Сульфування ароматичних сполук

У дві пробірки поміщають по 3 краплі бензену і толуену, в третю – декілька кристаликів нафталену. У кожен пробірку наливають по 4–5 крапель концентрованої сульфатної кислоти і нагрівають на киплячій водяній бані при постійному струшуванні. Нафтален частково сублімується і кристалізується 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, в іншу – толуен, постійно струшуючи. При цьому спостерігають, щоб температура реакційної суміші не перевищувала 50–60°C. Після додавання арену суміш струшують 3–5 хвилин і виливають в стаканчик, що містить 20 мл води. Нітросполуки осідають у вигляді важких маслянистих крапель і мають характерний запах.

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

Запитання і завдання

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

Дослід 11. Нітрування нафталену

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

Запитання і завдання

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

Питання і завдання

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.

1. Чому у ряді сполук метан, етен, етин при їх горінні полум'я стає кіптявим?

6. Порівняйте реакційну здатність аренів в реакціях заміщення і приєднання з алканами, алкенами, алкінами? Які реакції найбільш характерні для аренів?

7. Порівняйте реакційну здатність нафталену і бензену в реакціях електрофільного заміщення.

8. Зробіть висновок про відношення бензену і його гомологів до окисників.

Лабораторна робота № 4. Одержання етилброміду

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

Виконання роботи:

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

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

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

Проба Бейльштейна на галогени.

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

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

Питання і завдання

1. Напишіть відповідні рівняння реакції одержання етилброміду. Вкажіть для чого використовують концентровану сульфатну кислоту.

2. Про присутність якого елемента свідчить забарвлення полум'я? Відмітьте колір полум'я.
3. Чому при прожарюванні мідний дріт темніє?
4. Чому потрібно використовувати круглодонну колбу?
5. Навіщо в цьому синтезі дефлегматор?
6. Навіщо потрібно розтирати калій бромід? Яке обладнання для цього використовується?
7. Чому в приймач додають лід?

Лабораторна робота № 5. Синтез ізоамілацетату

Мета роботи: одержати ізоамілацетат.

Виконання роботи:

Прилад для синтезу складається з круглодонної колби на 250 мл, насадки Діна-Старка, зворотного холодильника з водяним охолодженням.

У круглодонну колбу місткістю 250 мл наливають 30 мл ізоамілового спирту, 48 мл льодяної оцтової кислоти, 2 мл концентрованої сульфатної кислоти, додають «кип'ятильники».

У відросток насадки Діна-Старка наливають воду до бокової трубки. Потім обережно через верхній отвір відливають у мірний циліндр 4 мл води.

Суміш кип'ятять па піщаній бані. Інтенсивність нагрівання регулюють таким чином, щоб із холодильника скапувало 1–3 краплі в секунду.

Поступово в боковий відросток насадки Діна-Старка збирається вода, коли її рівень досягне бокової трубки, синтез припиняють. Для цього відключають нагрів, відставляють піщану баню.

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

Органічний шар сушать безводним натрій сульфатом або безводним кальцій хлоридом. Висушена рідина має бути прозора, осушувач — сухим. При необхідності рідину декантують в суху склянку, процедуру висушування повторюють.

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

Ізоамілацетат — безбарвна рідина з різким фруктовим запахом, $n_D = 1,40535$.

Питання і завдання

1. Навіщо потрібна насадка Діна-Старка? Як вона працює?
2. Розрахуйте теоретичну кількість води, яку потрібно відібрати з відростку на насадці Діна-Старка, виходячи з повної загрузки.
3. Що таке азеотропна суміш? Який склад азетропної суміші в даному випадку?
4. Що буде свідченням завершення цієї реакції?
5. Чому реакційну суміш потрібно промивати розчином соди?

Лабораторна робота № 6. Синтез нафтолорнанжу

Мета роботи: одержати нафтолоранж, перевірити його відношення до кислот та лугів.

Виконання роботи:

Робота проводиться у витяжній шафі з включеною тягою!

Готують два розчини.

Перший розчин (розчин азокомпоненти): у стакані повністю розчиняють 0,4 г β -нафтолу в 4 мл 2М NaOH.

Другий розчин (розчин діазокомпоненти): у стакані розчиняють 0,5 г сульфанілової кислоти в 2,5 мл 2М NaOH до повного розчинення (суміш можна підігріти, щоб пришвидшити розчинення). Розчин повинен мати лужну реакцію за лакмусом. До цього розчину додають розчин 0,25 г натрій нітриту в 3 мл води. Реакційну суміш охолоджують на льодяній бані, та при постійному перемішуванні приливають її в стакан (стакан знаходиться в льодяній бані) з 5 мл 2М HCl. Через деякий час при охолодженні випадає світло-рожевий порошкоподібний осад солі діазонію *p*-діазобензолсульфокислоти.

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

До одержаної суміші додають 1,5 г натрій хлориду, добре перемішують, і витримують при охолодженні протягом 1 год.

Осад, який випав, відфільтровують на лійці Бюхнера, промивають невеликою кількістю холодної води й сушать на повітрі.

Нафтолоранж — яскраво-оранжевий порошок.

Питання і завдання

1. Чому вихідні компоненти розчиняють в розчині лугу?

2. Навіщо реакційну суміш виливають у розчин соляної кислоти?
3. Чому синтез проводять при низькій температурі?
4. Для чого до реакційної суміші додають натрій хлорид?
5. Невелику кількість нафтолоранжу в розчиняють у воді. Розчин поділяють на дві частини. В одну додають розчин лугу, в іншу — розчин кислоти. Які ефекти спостерігаються, й чому?

ДЖЕРЕЛА ІНФОРМАЦІЇ

1. Сливка Н. Ю. Органічна хімія: метод. вказівки до лабораторного практикуму [для студ. спец. “Екологія, охорона навколишнього середовища та збалансоване природокористування”]. Луцьк: ВНУ ім. Лесі Українки, 2010. 70 с. URI: <https://evnuir.vnu.edu.ua/handle/123456789/4522> (18.02.2023)
2. Ранський А. П. Органічна хімія і екологія: В 2-х частинах. Частина 1. Теоретичні основи органічної хімії. Аліфатичні вуглеводні : навчальний посібник. Вінниця : ВНТУ, 2012. 120 с. URL: https://shron1.chtyvo.org.ua/Ranskyi_Anatolii/Orhanichna_khimiia_i_ekolohiia_Chastyna_1.pdf (18.02.2023)
3. Ранський А. П. Органічна хімія і екологія: В 2-х частинах. Частина 2. Ароматичні вуглеводні. Функціональні похідні : навчальний посібник. Вінниця : ВНТУ, 2012. 249 с. URL: https://shron1.chtyvo.org.ua/Ranskyi_Anatolii/Orhanichna_khimiia_i_ekolohiia_Chastyna_2.pdf (18.02.2023)
4. Ранський А. П. Органічна хімія і екологія: В 3-х частинах. Частина 3. Функціональні похідні : Навчальний посібник, Вінниця: ВНТУ, 2022, 99 с., ISBN 978-966-641-893-0
5. Василькевич О. І. , Кофанова О. В. , Кофанов О. Є. Хімія навколишнього середовища. Хімія органічних сполук : у 3-х частинах. Частина 3. Вуглеводи, ароматичні та гетероциклічні сполуки : навч. посіб. для студ. спеціальності 101 «Екологія» / Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2021. 214 с. URI: <https://ela.kpi.ua/handle/123456789/41896> (18.02.2023)
6. Василькевич О. І. , Кофанова О. В. , Кофанов О. Є. Хімія навколишнього середовища. Хімія органічних сполук : у 3-х частинах. Частина 1. Основні класи та будова органічних сполук : навч. посіб. для студ. спеціальності 101«Екологія» / Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2020. 92 с. URI: <https://ela.kpi.ua/handle/123456789/33706> (18.02.2023)

7. Василькевич О. І. , Кофанова О. В. , Кофанов О. Є. Хімія навколишнього середовища. Хімія органічних сполук. Частина 2. Похідні аліфатичних вуглеводнів : навчальний посібник для здобувачів другого магістерського рівня вищої освіти спеціальності 101 «Екологія» освітньої програми «Інженерна екологія та ресурсозбереження» / Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2020. 153 с.
URI: <https://ela.kpi.ua/handle/123456789/33844> (18.02.2023)
8. Федорова Г. В. Органічна хімія : навчальний посібник для екологів / Одес. держ. Еколог. Ун-т. Одеса: Екологія, 2013. 284 с. ISBN 978-966-8740-99-2. URL: http://eprints.library.odku.edu.ua/id/eprint/836/1/FedorovaGV_Organichna_ximiya_2013.pdf (18.02.2023)
9. Schwarzenbach R. P., Gschwend P. M., Imboden D. M. Environmental Organic Chemistry / Sec.Ed. Copyright © 2003 John Wiley & Sons, Inc. Hoboken, NJ: у John Wiley & Sons, Inc. 1328 p. ISBN 0-471-35750-2
URL: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/book/10.1002/0471649643> (http://www.pacificrn.com/Upload/file/201704/26/20170426213435_92949.pdf) (18.02.2023)

Навчальне видання

Сливка Н. Ю., Супрунович С. В.

ОРГАНІЧНА ХІМІЯ ТА ЕКОЛОГІЯ
Лабораторний практикум

(для студентів спеціальності 101 Екологія)

Луцьк 2023 р.