

ІНСТРУКТИВНО-МЕТОДИЧНІ МАТЕРІАЛИ ДО ЛАБОРАТОРНИХ ЗАНЯТЬ

обов'язкової освітньої компоненти

ХІМІЯ АРОМАТИЧНИХ ТА ГЕТЕРОЦИКЛІЧНИХ СПОЛУК

**для підготовки здобувачів
першого (бакалаврського) рівня вищої освіти**

Галузь знань	10 Природничі науки
Спеціальність	102 Хімія
Предметна спеціальність	-
Спеціалізація	-
Освітня програма	Хімія з основами викладання
Факультет / ННІ	Природничий

Автори: кандидат хімічних наук, доцент **Листван Віталій**

доктор хімічних наук, доцент **Віленський Володимир**

асистент **Кондратенко Олена**

Розглянуто та схвалено на засіданні кафедри хімії

Протокол від «11» травня 2022 р. № 169

Завідувач кафедри _____ **Олена АНІЧКІНА**

Житомир 2022

*Рекомендовано до друку вченою радою
Житомирського державного університету імені Івана Франка
(протокол №10 від 24 червня 2022 р.)*

Рецензенти:

Ірина Шелюк – кандидат хімічних наук, голова циклової комісії хімічних дисциплін Житомирського базового фармацевтичного коледжу Житомирської обласної ради.

Віктор Дорохов – кандидат хімічних наук, доцент кафедри ґрунтознавства та землеробства Поліського національного університету;

Ольга Кичкирук – кандидат хімічних наук, доцент кафедри хімії Житомирського державного університету ім.Івана Франка.

Листван В.В., Віленський В.О., Кондратенко О.У.

Л63 Інструктивно-методичні матеріали до лабораторних занять обов'язкової освітньої компоненти «Хімія ароматичних та гетероциклічних сполук» для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти / В.В.Листван, В.О.Віленський, О.У.Кондратенко – Житомир: Вид-во ЖДУ ім.І. Франка, 2022. – 27 с.

У інструктивно-методичних матеріалах наведені перелік запитань і завдань для підготовки до лабораторних робіт з хімії ароматичних та гетероциклічних сполук, задачі для самостійної роботи та інструкції до виконання дослідів відповідно до програми. Підготовленні форми для запису даних результатів виконання дослідів та вправ.

УДК 547 (075.8)

ЗМІСТ

Вступ	4
Правила роботи в лабораторії та надання першої медичної допомоги.	4
Критерії оцінювання	5
Лабораторне заняття № 1. <i>Аліциклічні вуглеводні.</i>	6
Лабораторне заняття № 2. <i>Ароматичні вуглеводні.</i>	7
Лабораторне заняття № 3. <i>Ароматичні галогенопохідні, нітросполуки, сульфокислоти.</i>	9
Лабораторне заняття № 4. <i>Феноли.</i>	11
Лабораторне заняття № 5. <i>Ароматичні альдегіди і кетони.</i>	12
Лабораторне заняття № 6. <i>Ароматичні аміни.</i>	14
Лабораторне заняття № 7. <i>Діазо- та азосполуки. Узагальнення знань з теми «Ароматичні вуглеводні».</i>	15
Лабораторне заняття № 8. <i>Контрольна робота з теми: “Ароматичні вуглеводні та їх похідні”</i>	18
Лабораторне заняття № 9. <i>Небензоїдні ароматичні сполуки.</i>	18
Лабораторне заняття № 10. <i>Багатоядерні сполуки з неконденсованими циклами.</i>	18
Лабораторне заняття № 11. <i>Сполуки з конденсованими бензеновими циклами.</i>	20
Лабораторне заняття № 12. <i>П'ятичленні гетероцикли.</i>	22
Лабораторне заняття № 13. <i>Шестичленні гетероцикли.</i>	24
Рекомендована література	26

ВСТУП

Навчальний курс з хімії ароматичних і гетероциклічних сполук є логічним продовженням курсу органічної хімії і передбачає вивчення студентами моно- та поліциклічних ароматичних вуглеводнів, небензоїдних ароматичних сполук та речовин, цикли яких містять у своєму складі гетероатоми. Винесення даних розділів органічної хімії у окрему навчальну дисципліну зумовлене винятковим значенням ароматичних та гетероциклічних сполук у життєдіяльності організмів, їх фізіологічною активністю, широким практичним застосуванням у різних сферах людської діяльності – виробництві лікарських препаратів, засобів захисту рослин, барвників тощо.

Інструктивно-методичні матеріали містять методики виконання лабораторних робіт і передбачені місця для запису студентами спостережень при виконанні дослідів і рівнянь проведених реакцій. Окрім того, тут наведено тексти задач для домашнього розв'язування, питання для самоперевірки з усіх тем, що вивчаються протягом семестру, а також перелік рекомендованої літератури.

ПРАВИЛА РОБОТИ В ЛАБОРАТОРІЇ ТА НАДАННЯ ПЕРШОЇ МЕДИЧНОЇ ДОПОМОГИ

1. Приступати до виконання завдання тільки після ознайомлення з його детальним описом.
2. Уважно прочитати написи на етикетках, перш ніж узяти потрібний реактив.
3. Не дозволяється визначати хімічні речовини на смак.
4. Усі реакції, що супроводжуються виділенням диму або газів (випарювання, кип'ятіння), концентрованими розчинами кислот і лугів виконувати тільки у витяжній шафі.
5. Визначаючи запах легкої речовини або газу, що виділяється, спрямовувати випари чи газ до носа легким рухом долоні.
6. Під час перемішування розчинів у пробірках або колбах не закривати їх пальцем, а лише корками.
7. Під час розведення концентрованих кислот водою обережно наливати *кислоту у воду, а не навпаки*.
8. Концентровані кислоти, а також концентрований розчин амоніаку потрібно розливати у витяжній шафі.
9. Економно використовувати газ, електричну енергію, дистильовану воду.
11. Працювати в лабораторії обов'язково в присутності іншої особи для надання працюючому допомоги в разі нещасного випадку, пожежі тощо.
12. Не дозволяється висипати чи виливати невикористані реактиви в реактивну склянку з метою дотримання чистоти реактивів.
13. Сухі речовини зі склянки потрібно брати спеціально призначеним для цього шпателем.
14. Не залишати на тривалий час реактиви відкритими. Корки від склянок класти верхнім кінцем донизу.
15. Особливу увагу в аналітичних дослідженнях слід приділяти чистоті посуду.
16. Потрібно чітко дотримуватись умов виконання аналітичної реакції, звертати увагу на кількість і концентрацію реактивів, зазначених у методиці.
17. Після закінчення роботи впорядкувати своє робоче місце і старанно вимити руки з милом.

Правила надання першої медичної допомоги

1. У випадку опіку (полум'ям пальника або нагрітих предметів) обпалене місце змочити концентрованим розчином калій перманганату, ще краще протерти це місце кристаликами калій перманганату так, щоб шкіра побуріла, або ж прикласти ватку, змочену рідиною від опіків (з аптечки). При сильних опіках негайно звертатися до лікаря.
2. При отруєнні воднем сульфідом, хлором, парами бром, нітроген оксидами, карбон (II) оксидом негайно вивести постраждалого на свіже повітря і терміново викликати лікаря.

3. Якщо на обличчя або руки потраплять бризки кислоти, треба негайно змити їх водою, після чого промити уражене місце розведеним розчином соди. Луги змивають водою до тих пір, поки постраждала ділянка шкіри не перестане бути слизькою. Потім промити її 2%-ним розчином оцтової кислоти.

4. При попаданні шкідливих речовин в очі слід негайно промити їх великою кількістю води, після чого звернутися до лікаря.

КРИТЕРІЇ ОЦІНЮВАННЯ

Оцінювання здобувачів вищої освіти здійснюється відповідно до «Положення про критерії та порядок оцінювання навчальних досягнень здобувачів вищої освіти Житомирського державного університету імені Івана Франка згідно з Європейською кредитною трансфернонакопичувальною системою» https://zu.edu.ua/offic/ocinjuvannya_zvo.pdf.

Оцінювання навчальних досягнень здобувачів вищої освіти за всіма видами навчальних робіт проводиться за поточним, модульним та підсумковим контролем. Кожен здобувач вищої освіти має виконати обов'язкові завдання, передбачені інструктивно-методичними матеріалами до лабораторних занять, методичними рекомендаціями до організації самостійної та індивідуальної роботи здобувачів вищої освіти, силабусом, навчальною та робочою програмою освітньої компоненти.

Здобувач вищої освіти повинен виконати завдання, передбачені інструктивно-методичними матеріалами до лабораторних занять.

Критерії оцінювання навчальних досягнень здобувачів на лабораторному занятті освітньої компоненти "Хімія ароматичних та гетероциклічних сполук"

№ лабораторного заняття:	Вид роботи:					Сумарна кількість балів
	ТП/З	ЕД	ТЗ/ХД	П	УО	
1	40		30	20	10	100
2	30	30	10	20	10	100
3	30	30	10	20	10	100
4	30	30	10	20	10	100
5	30	30	10	20	10	100
6	40		20	20	10	100
7	30	30	10	20	10	100
8	30	30	10	20	10	100
9	30	30	10	20	10	100
10	30	30	10	20	10	100
11	30	30	10	20	10	100
12	30	30	10	20	10	100
13	40		20	20	10	100

ТП/З – відповідь на теоретичні питання/розв'язування задач;

ЕД – виконання експериментальних дослідів;

ТЗ/ХД – виконання тестових завдань/хімічний диктант;

П – презентація;

УО – участь в обговоренні.

МОДУЛЬ 1

Ароматичні вуглеводні та їх похідні.

ЛАБОРАТОРНЕ ЗАНЯТТЯ № 1 (2 год)

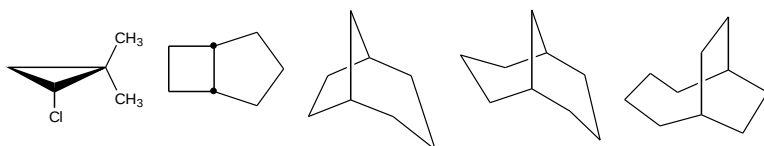
Тема заняття: АЛІЦИКЛІЧНІ ВУГЛЕВОДНІ

План заняття:

1. Циклоалкани, їх ізомерія і номенклатура.
2. Методи одержання і властивості.
3. Стійкість циклів. Конформаційна ізомерія циклогексану.
4. Поняття про терпени. Скипидар. Камфора.
6. Повторення теми "Алкани".

Задачі для самостійного розв'язування

1. Напишіть структурні формули ізомерів, що відповідають складу C_5H_{12} і C_5H_{10} . Назвіть їх.



2. Назвіть за систематичною номенклатурою вуглеводні:
3. Визначте формулу циклоалкану, на згоряння якого витрачається об'єм кисню, у 9 разів більший за об'єм пари циклоалкану. Назвіть вуглеводень, якщо відомо, що його вуглецевий скелет має нерозгалужену будову.
4. При дії броду на циклоалкан одержано похідну з вмістом броду 74.1%. Встановіть формулу циклоалкану.

Досліди.

1. Властивості α -пінену (скипидару).

а) Реакція α -пінену з бромною водою.

У пробірку наливають 0.5 мл скипидару і додають краплинами при струшуванні бромну воду. **Що спостерігаєте?** _____

Написати рівняння реакції з Br_2 .

б) Окиснення α -пінену водним розчином калій перманганату.

У пробірку наливають 1 мл 1%-ного розчину $KMnO_4$, додають 1 мл 5%-ного розчину натрій карбонату і при струшуванні додають 0.5 мл скипидару.

Які зміни відбуваються в реакційній суміші? _____

Напишіть рівняння реакції окиснення α -пінену водним розчином $KMnO_4$ при кімнатній температурі.

в) Окиснення α -пінену киснем повітря.

У пробірку наливають 1.5 мл 1%-ного розчину KI . 1-2 краплини крохмального клейстеру і 0.5 мл скипидару. Вміст пробірки струшують, потім ставлять пробірку в штатив. Поступово з'являється (**яке?**) _____ забарвлення. При окисненні α -пінену киснем повітря спочатку утворюється пероксид пінену, потім від пероксиду відокремлюється 1 атом кисню і приєднується до молекулярного кисню з утворенням озону. Деяка кількість пероксиду пінену окиснює KI , в результаті чого утворюється вільний йод, що дає забарвлення з крохмалем.

Рекомендована література:

1. Домбровський А. В., Найдан В. М. Органічна хімія. К. , 1992. с.308-327.
2. Петров А.А. и др. Органическая химия. М. , 1981. с.274-292, 565-571.
3. Смолина Т.А. и др. Практические работы по органической химии. М.. 1986, с.127-128.
3. Васильева Н. В. и др. Задачи и упражнения по органической химии. М. , 1982.
4. Лекція.

Дата

Підпис викладача

ЛАБОРАТОРНЕ ЗАНЯТТЯ № 2 (4 год)

Тема заняття: **АРОМАТИЧНІ ВУГЛЕВОДНІ**

План заняття:

1. Будова молекули бензену.
2. Гомологи бензену, їх ізомерія і номенклатура.
3. Методи одержання бензенового кільця.
4. Хімічні властивості ароматичних вуглеводнів. Реакції окиснення і приєднання.
5. Реакції заміщення ароматичних сполук:
 - а) реакція електрофільного заміщення. Утворення π - та σ -комплексів;
 - б) правила заміщення в бензеновому ядрі. Пояснення спрямовуючої дії замісників.
6. Місце теми при вивченні хімії в СШ.
7. Повторення теми "Алкени".

Задачі для самостійного розв'язування.

1. Напишіть структурні формули гомологів бензену складу: 1) C_8H_{10} , 2) C_9H_{12} . Назвіть їх.
2. Назвіть речовини, що утворюються при каталітичній дегідроциклізації (ароматизації) вуглеводнів: 1) 3-метилгексану; 2) 3,5-диметилгептану; 3) 2,6-диметил-3-етилгептану.
3. При окисненні вуглеводню $C_{10}H_{14}$ хромовою сумішшю при нагріванні утворюється терефталева кислота n - $HOOC-C_6H_4-COOH$, а при окисненні у м'якших умовах – n -толуїлова n - $CH_3-C_6H_4-COOH$. Яку будову має вихідний вуглеводень?
4. Який об'єм водню (за н.у.) утвориться при циклізації та дегідруванні n -гексану об'ємом 200 мл і густиною 0.66 г/мл ? Реакція відбувається з виходом 65%.

Досліди

1. Одержання бензену з бензойної кислоти.

Старанно розтерти в ступці 3-5 г бензойної кислоти або натрій бензоату з 10 г натронного вапна, висипати суміш в суху пробірку, яку закривають пробкою з довгою газовідвідною трубкою. Інший (загнутий) кінець трубки входить в іншу пробірку (приймач), яку охолоджують водою з льодом. Пробірку з сумішшю нагрівають у полум'ї пальника спочатку обережно, а потім сильно. Суміш трохи темнішає і осідає. Коли зникають білі залишки на поверхні суміші, нагрівання припиняють. У приймачі утворюються 2 шари, верхній з них - бензен (при охолодженні він може навіть закристалізуватись). Необхідно стежити, щоб ці кристали не закоркували відбірну трубку.

Напишіть рівняння реакції.

2. Властивості бензену.

а) Розчинність бензену в різних розчинниках.

У три пробірки вміщують по 2-3 краплини бензену. В одну з них додають 5 крапель води, в другу - етанолу, а в третю - ефіру і збовтують. **В яких з узятих розчинників бензен розчиняється, а в яких – ні?**

б) Горіння бензену.

Дослід проводять під тягою. У фарфорову чашку вміщують 1-2 краплини бензену і підпалюють. **Яким полум'ям горить бензен?** _____

в) Ставлення бензену до галогенів.

У пробірку з трьома краплинами бромної води додають 3 краплі бензену і збовтують. При відстоюванні бензен утворює верхній шар. Нижній водний шар при цьому знебарвлюється не тому, що бром вступає в реакцію з бензеном, а тому, що бром краще розчиняється у бензені, ніж у воді. Тому бром переходить у верхній шар бензену, забарвлюючи його у жовтий колір (бром екстрагується бензеном).

г) Ставлення бензену до розчину калій перманганату.

У пробірку з 5 краплинами води вміщують 1-2 краплини 0.1н. KMnO_4 і 1 краплину 2н. сульфатної кислоти. До одержаного рожевого розчину додають 1 краплину бензену і перемішують. **Чи зникає забарвлення KMnO_4 ? Чому?**

3. Окиснення гомологів бензену.

У пробірку з 5 краплинами води вміщують 1 краплину 0.1н. розчину KMnO_4 і 1 краплину 2н. сульфатної кислоти. Далі додають 1 краплину толуену і енергійно перемішують. Суміш нагрівають над полум'ям пальника. **Що спостерігається?**

В результаті окиснення кожен боковий ланцюг у кільці бензену у кінцевому результаті утворює карбоксильну групу. Тому, користуючись реакцією окиснення бокових ланцюгів, можна точно встановити будову ароматичних вуглеводнів, які мають склад C_8H_{10} , якщо відомо, що в результаті окиснення одного з них утворюється бензойна кислота, а іншого - фталева (дикарбонова).

4. Одержання стирену з полістирену.

Декілька шматочків полістирену (з розетки чи іграшки) вміщують у пробірку, яку закривають корком з вигнутою газовідвідною трубкою, кінець якої опускають у іншу пробірку, вміщену в стакан з водою. Пробірку з полістиреном закріплюють у штативі або тримають майже горизонтально і нагрівають на слабкому полум'ї пальника. Полістирен плавиться, потім розм'якшується і розкладається. Стирен відганяється в іншу пробірку. Дослід не доводити до кінця, тобто до повного розкладу полістирену.

5. Властивості стирену.

Наливають в одну пробірку 1 мл бромної води, а в іншу - розчину KMnO_4 . В кожену пробірку вміщують 1-2 краплини стирену. Добре перемішують.

Що спостерігається? Написати рівняння реакцій.

Рекомендована література:

1. Домбровський А. В. , Найдан В.М. Органічна хімія. К. , 1992, с.327-356.
2. Петров А. А. и др. Органическая химия. М. . 1981, с.293-325.
3. Смолина Т.А. и др. Практические работы по органической химии. М., 1986, с.148-153.
4. Васильева Н. В. и др. Задачи и упражнения по органической химии. М. . 1982.
5. Лекція.

Дата

Підпис викладача

**Тема заняття: АРОМАТИЧНІ ГАЛОГЕНОПОХІДНІ, НІТРОСПОЛУКИ,
СУЛЬФОКИСЛОТИ**

План заняття:

1. Галогенування ароматичних вуглеводнів в ядро і в боковий ланцюг.
2. Властивості і застосування галогенопохідних.
3. Нітрування ароматичних сполук. Механізм реакції.
4. Значення нітропохідних бензену і толуену.
5. Одержання сульфокислот і їх властивості.
6. Повторення теми "Галогенопохідні алканів" і "Нітросполуки аліфатичного ряду."

Задачі для самостійного розв'язування.

1. Які речовини утворюються при дії на бензен: 1)бромної води; 2)хлору (при освітленні); 3) HCl ; 4)бром (в присутності FeBr_3)? Чи у всіх випадках реакція відбувається? Напишіть рівняння реакцій, назвіть отримані речовини.
2. Враховуючи орієнтуючу дію замісників, напишіть рівняння реакцій між такими речовинами: 1)м-нітротолуеном і хлором (у прис. FeCl_3); 2)м-ксиленом та нітратною кислотою; 3)о-нітротолуеном та сульфатною кислотою (димучою); 4)о-хлоротолуеном та нітратною кислотою; 5)п-ксиленом та сульфатною кислотою. Вкажіть, у яких реакціях орієнтація замісників є узгодженою, в яких – неузгодженою.
3. Напишіть рівняння реакцій за такою схемою:

- $\text{C}_2\text{H}_5\text{Cl}$ (AlCl_3) Br_2 (Fe) Br_2 (світло) KOH (спирт.р-н)
Бензен $\xrightarrow{\quad\quad\quad}$ А $\xrightarrow{\quad\quad\quad}$ В $\xrightarrow{\quad\quad\quad}$ С $\xrightarrow{\quad\quad\quad}$ D
4. Розташуйте у порядку зменшення швидкості нітрування такі сполуки: 1)бензен; 2)нітробензен; 3)толуен; 4)бромобензен; 5)трет-бутилбензен.
 5. Які сполуки утворюються при дії на бензенсульфокислоту: 1) аміаку; 2)етиламіну; 2)аніліну; 3) PCl_3 ; 4)водного розчину натрій гідроксиду? Напишіть рівняння реакцій, назвіть продукти.

Досліди

1. Бромовання бензену

(Роботу проводити у витяжній шафі !)

а) У пробірку вміщують 1 мл бензену та 1 мл розчину бром у CCl_4 (1:5). Пробірку закривають корком з вставленою в нього вертикальною трубкою і нагрівають на водяній бані. Знебарвлення не відбувається. Пробірку відкривають і підносять до отвору вологий синій лакмусовий папірець. Відзначають при цьому колір індикатора. Якщо йде бромовання (заміщення) з виділенням HBr , то вологий лакмусовий папірець у кислому середовищі стане червоним.

б) У пробірку з 1 мл бензену наливають 1-2 мл розчину бром у CCl_4 (1:5). На кінчику шпателя додають до суміші залізнi ошурки. Пробірку закривають корком з вертикальною трубкою, закріплюють у штативі і трохи нагрівають на водяній бані. Через деякий час стає помітним виділення HBr , що легко виявити за зміною кольору вологого синього лакмусового папірця, піднесеного до вільного кінця скляної трубки, а також за утворенням білого диму від піднесеного до кінця трубки фільтрувального паперу, змоченого розчином аміаку. Через 5-10 хвилин після початку реакції пробірку відкривають і опускають в реакційну суміш смужку фільтрувального паперу. Після підсушування на повітрі на папері залишається бромобензен. який за запахом відрізняється від початкового бензену.

Напишіть рівняння реакції бромовання бензену і розгляньте механізм ($\text{S}_{\text{E}2}$) цього процесу.

Які з ізомерів дибромобензену можуть утворитись при подальшому бромованні бензену?

2. Бромівання толуену

Пробірку з 1 мл толуену і 1 мл розчину бром у CCl_4 (1:5) закривають корком з вертикальною трубкою і нагрівають на киплячій водяній бані протягом 15 хвилин. Галогенування супроводжується виділенням бромоводню, що виявляють за почервонінням синього лакмусового папірця, піднесеного до вільного кінця трубки. Потім у реакційну суміш занурюють смужку фільтрувального паперу і підсушують на повітрі (під тягою). Бром, HBr , толуен, тетрахлорметан випаровуються і на папері залишається бензилбромід, який подразнює слизову оболонку носа (нюхати обережно).

3. Порівняння рухливості галогена в ароматичних галогенопохідних

Для порівняння беруть галогенопохідну з галогеном в ядрі і бічному ланцюзі, наприклад, хлорбензен $\text{C}_6\text{H}_5\text{Cl}$ і бензилхлорид $\text{C}_6\text{H}_5\text{-CH}_2\text{Cl}$.

У дві окремі пробірки беруть по декілька краплин відповідної галогенопохідної, доливають по 2-3 мл дистильованої води, добре збовтують і воду зливають декантацією. Ще раз доливають чисту воду і повторюють промивання. Вода відмиває можливі домішки HCl у взятих речовинах. Тоді в обидві пробірки доливають по 0.5-1 мл розчину NaOH і нагрівають декілька хвилин до кипіння, часто збовтуючи.

Після охолодження суміш підкислюють розведеною нітратною кислотою і додають декілька краплин розчину AgNO_3 . **В якій пробірці утворюється осад?**

Де галоген рухливіший?

Написати рівняння реакції гідролізу відповідної галогенопохідної і взаємодії HCl , що утворюється при гідролізі, з AgNO_3 .

4. Нітрування ароматичних вуглеводнів

а) Нітрування бензену.

У пробірку вміщують 2 мл концентрованої нітратної кислоти ($\rho=1.4$) і 3 мл концентрованої сульфатної кислоти. Одержану нітруючу суміш охолоджують і додають до неї у декілька прийомів 2 мл бензену при струшуванні і охолодженні суміші. Пробірку закривають корком з вертикально вставленою трубкою (повітряний холодильник) і для завершення реакції нагрівають на водяній бані при 50-60 °C протягом 5-10 хвилин, систематично струшуючи вміст пробірки. Потім реакційну суміш виливають в склянку з водою. На дні склянки виділяється нітробензен у вигляді олійстих крапель (**якого кольору?**) _____, що мають характерний запах гіркого мигдалю.

Напишіть рівняння реакції нітрування бензену.

Яка роль сульфатної кислоти? _____

б) Нітрування нітробензену.

У пробірку у 2 мл концентрованої сульфатної кислоти досипають 1 г дрібно розтертого NaNO_3 . Суміш нагрівають на водяній бані до 60-70 °C і поступово при збовтуванні додають 1 мл нітробензену. Після 10 хвилин нагрівання на киплячій водяній бані вміст пробірки виливають у льодяну воду. При цьому виділяються кристали *m*-динітробензену (**якого кольору?**) _____

Чому нітрування нітробензену проводять у жорсткіших умовах порівняно з бензеном?

5. Окиснення ароматичних вуглеводнів

У дві пробірки наливають по 1 мл розчину KMnO_4 і по 1 мл розведеної сульфатної кислоти. Потім в одну з них додають бензен, а в іншу - толуен. Пробірки закривають пробками з

вертикальними трубками і нагрівають на водяній бані. **Що спостерігається в кожній з пробірок?**

Напишіть рівняння реакції окиснення толуену.

Рекомендована література:

1. Домбровський А. В., Найдан В. М. Органічна хімія. К., 1992, с.355-385.
2. Петров А.А. и др. Органическая химия. М., 1981, с.325-342.
3. Смолина Т.А. и др. Практические работы по органической химии. М., 1986, с.148-153.
4. Васильева Н.В. и др. Задачи и упражнения по органической химии. М., 1982.,
5. Лекція.

Дата

Підпис викладача

ЛАБОРАТОРНЕ ЗАНЯТТЯ № 4 (4 год)

Тема заняття: **ФЕНОЛИ**

План заняття:

1. Феноли, їх означення, класифікація і номенклатура.
2. Основні методи одержання фенолів.
3. Властивості фенолів. Вплив різних замісників у *o*-, *m*-, *p*-положеннях бензенового кільця на кислотні властивості фенолів.
4. Багатоатомні феноли. Хінони.
5. Місце теми при вивченні хімії в СШ.
6. Повторення теми "Аліфатичні спирти".

Задачі для самостійного розв'язування.

1. Напишіть структурні формули таких сполук: 1) *m*-крезолу; 2) *n*-нітрофенолу; 3) 2,4,6-тринітрофенолу (пікринової кислоти); 4) 1-гідрокси-2-ізопропіл-5-метилбензену (тимолу); 5) дифенілетеру; 6) *m*-нітроанізолу.
2. Як взаємодіють фенол і бензиловий спирт з такими реагентами: 1) водним розчином натрій гідроксиду; 2) металевим натрієм; 3) HBr ; 4) оцтовою кислотою (у присутності H_2SO_4); 5) ацетилхлоридом; 6) FeCl_3 ? Напишіть рівняння реакцій.
3. Визначте будову і назву речовини складу $\text{C}_7\text{H}_8\text{O}$ на підставі таких її властивостей: не дає забарвлення з ферум(III) хлоридом, не розчиняється в лугах, при нагріванні з водним KMnO_4 утворює бензойну кислоту.
4. При взаємодії 200 г розчину фенолу в бензені масою з надлишком бромної води отримали бромпохідну сполуку масою 66.2 г. Визначте масову частку фенолу в розчині.

Досліди

1. Реакція фенолів з FeCl_3

У пробірки наливають по 1 мл розчину фенолу, *m*-крезолу і *n*-крезолу і додають краплю розчину FeCl_3 . **У який колір забарвлюється кожен з розчинів?** Фенол - _____, *m*-крезол - _____, *n*-крезол - _____.

2. Утворення і розклад фенолятів

а) До 0.1-0.2 г кристалічного фенолу додають 1-2 мл розчину натрій гідроксиду. Феноли з лугом дають феноляти, що краще розчинні у воді, ніж самі феноли, і переходять у розчин. Суміш можна дещо підігріти до утворення однорідного розчину. Охолоджують і доливають трохи розведеної сульфатної кислоти (бажано до нейтральної реакції). **Що спостерігається?**

Напишіть рівняння реакцій.

б) У дві пробірки насипають по 0.1-0.3 г фенолу. В одну з них доливають 1-2 мл розчину Na_2CO_3 , в іншу - стільки ж розчину NaHCO_3 . Збовтують.

В якій пробірці фенол розчиняється (відбувається реакція)? _____

Які властивості проявляє фенол у реакціях з натрій гідроксидом і карбонатом?

Напишіть рівняння реакції.

3. Бромовання фенолу

У пробірку беруть 2-3 краплі водного розчину фенолу і при збовтуванні приливають бромну воду. *Що спостерігається?*

Напишіть рівняння реакції бромовання фенолу

4. Взаємодія багатоатомних фенолів з FeCl_3

У чотири пробірки наливають по 1 мл розчину багатоатомних фенолів - пірокатехіну, резорцину, гідрохінону і пірогалолу, а потім додають декілька краплин розчину FeCl_3 .

У який колір забарвлюється кожен з розчинів? Пірокатехін - _____,
резорцин - _____, гідрохінон - _____.

5. Окиснення гідрохінону

У пробірці розчиняють 0.1 г гідрохінону в розчині Na_2CO_3 . Потім при збовтуванні краплинами додають розчин KMnO_4 . *Що спостерігається? Напишіть рівняння реакції.*

Рекомендована література:

1. Домбровський А. В. , Найдан В.М. Органічна хімія. К. . 1992. с.385-400.
2. Петров А. А. и др. Органическая химия. М. , 1981, с.344-357.
3. Смолина Т.А. и др. Практические работы по органической химии. М., 1986, с.153-161.
4. Васильева Н.В. и др. Задачи и упражнения по органической химии. М., 1982.
5. Лекція.

Дата

Підпис викладача

ЛАБОРАТОРНЕ ЗАНЯТТЯ № 5 (4 год)

Тема заняття: **АРОМАТИЧНІ АЛЬДЕГІДИ І КЕТОНИ.
АРОМАТИЧНІ КАРБОНОВІ КИСЛОТИ**

План заняття:

1. Гомологічний ряд, номенклатура, ізомерія ароматичних альдегідів. Окремі представники.
2. Взаємний вплив бензенового кільця і альдегідної групи.
3. Методи одержання, хімічні властивості ароматичних альдегідів.
4. Ароматичні кетони. Ацетофенон, бензофенон. Одержання, властивості.

5. Ароматичні карбонові кислоти. Взаємний вплив груп у молекулі.
6. Методи одержання. Реакції за участю бензенового циклу і карбоксильної групи.
7. Бензойна кислота та її похідні, їх застосування.

Задачі для самостійного розв'язування.

1. Наведіть структурні формули ізомерних карбонільних сполук складу C_8H_8O і назвіть їх.
2. Які карбонільні сполуки утворюються при сухій перегонці кальцієвих солей таких кислот: 1) фенілоцтової; 2) суміші бензойної і оцтової; 3) суміші п-толуїлової і мурашиної? Напишіть рівняння реакцій.
3. Напишіть рівняння реакцій п-нітробензальдегіду з такими речовинами: 1) HCN ; 2) $NaHSO_3$; 3) фенілмагнійбромідом (з наступним гідролізом); 4) 1,1-диметилгідразином; 5) концентрованим розчином лугу.
4. Розташуйте за збільшенням кислотності такі сполуки: 1) C_6H_5-COOH ; 2) $o-NO_2-C_6H_4-COOH$; 3) $m-NO_2-C_6H_4-COOH$; 4) $p-Cl-C_6H_4-COOH$; 5) $m-CH_3-C_6H_4-COOH$; 6) $p-CH_3-C_6H_4-COOH$.
5. Яку масу срібла можна відновити взаємодією надлишку розчину $Ag(NH_3)_2OH$ з 50 г 20%-ного (за масою) розчину ваніліну?

Досліди

1. Окиснення ароматичних альдегідів.

У ретельно вимиту пробірку наливають 1-2 мл розчину $Ag(NH_3)_2OH$ і додають 0.5 мл розчину бензальдегіду. Пробірку нагрівають. **Що спостерігається? Напишіть рівняння реакції.**

2. Реакція ароматичних карбонільних сполук з гідразинами.

У 2 пробірки наливають по декілька мл спиртових розчинів бензальдегіду і ацетофенону і додають по 2-3 мл розчину 2,4-динітрофенілгідразину в сульфатній кислоті. Суміш кип'яють 3-5 хв. **Що спостерігається? Напишіть рівняння реакції.**

3. Конденсація бензальдегіду з аніліном

У пробірці змішують рівні об'єми (по 1 мл) аніліну і бензальдегіду. Пробірку закривають корком і сильно струшують протягом декількох хвилин. Реакційну суміш залишають на 10 хвилин, після цього додають 1 мл етанолу. При охолодженні пробірки з суміші випадають кристали азометину. **Напишіть рівняння реакції.**

4. Взаємодія бензойної і саліцилової кислот з $FeCl_3$.

В одну пробірку вміщують декілька кристалів бензойної кислоти, в іншу – саліцилової. У пробірки додають по декілька крапель води і нагрівають для розчинення кислот. До одержаних розчинів додають по краплі розчину $FeCl_3$. **Що при цьому спостерігається? Поясніть результати дослідів.**

Рекомендована література:

1. Домбровський А. В. , Найдан В.М. Органічна хімія. К. . 1992. с.400-415.
2. Петров А. А. и др. Органическая химия. М. , 1981, с.344-357.
3. Смолина Т.А. и др. Практические работы по органической химии. М., 1986, с.161-168.
4. Васильева Н.В. и др, Задачи и упражнения по органической химии. М., 1982.
5. Лекція.

Дата

Підпис викладача

ЛАБОРАТОРНЕ ЗАНЯТТЯ № 6 (4 год)

Тема заняття: АРОМАТИЧНІ АМІНИ

План заняття:

1. Класифікація і номенклатура амінів.
2. Методи одержання.
3. Фізичні властивості ароматичних амінів. Електронна будова молекули аніліну.
4. Хімічні властивості амінів:
 - а) реакції по аміногрупі;
 - б) реакції в ядро.
5. Повторення теми "Аміни аліфатичного ряду".

Задачі для самостійного розв'язування.

1. З якої маси нітробензену можна отримати 182.28 г аніліну, якщо вихід становить 78% ?
2. Нижче наведені у довільному порядку значення константи основності (K_b) деяких амінів. Вкажіть, яке значення K_b відповідає кожному з названих амінів: 1)диметиламіну; 2)аніліну; 3)*n*-нітроаніліну; 4)*n*-хлораніліну; 5)бензиламіну; 6)*n*-толуїдину. Значення K_b : $1.5 \cdot 10^{-10}$; $4.4 \cdot 10^{-4}$; $4.2 \cdot 10^{-10}$; $0.23 \cdot 10^{-4}$; $12 \cdot 10^{-10}$; $0.1 \cdot 10^{-12}$.
3. Напишіть рівняння реакцій між такими речовинами (при кімнатній температурі): 1)N,N-диметиланіліном і HCl; 2)дифеніламіном і HBr; 3)аніліном і бензенсульфокислотою; 5)п-толуїдином (2 моль) і H₂SO₄.
4. Напишіть рівняння реакцій між такими речовинами: 1)п-броманіліном і оцтовим ангідридом; 2)м-толуїдином і бензоїлхлоридом; 3)дифеніламіном і ацетилхлоридом; 4)п-броманіліном і мурашиною кислотою; 5)2,4-диметиланіліном і хлорангідридом пропанової кислоти.

Досліди

1. Одержання аніліну

У пробірку наливають 0.5 мл нітробензену, 1 мл концентрованої хлоридної кислоти і до суміші додають на кінчику шпателя цинковий порошок. При постійному струшуванні реакційної суміші її слабо нагрівають до зникнення шару (і запаху) нітробензену. Якщо цинк розчиниться раніше, ніж зникне запах нітробензену, потрібно додати нову порцію цинкового пилу. Для розчинення залишків цинкового пилу ще додають концентровану HCl. Після закінчення реакції утворюється рідина, що містить розчинну сіль аніліну і не має специфічного запаху.

До реакційної суміші додають краплями концентрований розчин NaOH до лужної реакції за лакмусом, кип'ятильний камінець і 2 мл води. Пробірку герметично закривають корком з газовідвідною трубкою і закріплюють під нахилом у лапці штатива. Кінець газовідвідної трубки опускають у пробірку-приймач, охолоджують у стакані з холодною водою. Пробірку з реакційною сумішшю обережно нагрівають над полум'ям пальника до кипіння і переганяють декілька краплин рідини. Одержаний молочно-білий відгін є водною

емульсією аніліну. До утвореної емульсії додають декілька краплин бромної води. **Що спостерігається?**

Напишіть рівняння реакції відновлення нітробензолу до аніліну і реакції з бромною водою.

2. Утворення і розклад солей аніліну

До 5-6 краплин аніліну додають 2-3 мл води і суміш сильно струшують. В одержану емульсію опускають червоний лакмусовий папірець. **Чи змінюється забарвлення індикатора?** _____

Емульсію аніліну розділяють на дві частини. До однієї частини додають краплинами при струшуванні концентровану HCl (**що відбувається?**) _____. При додаванні розчину NaOH (**що відбувається?**) _____. До другої частини емульсії аніліну додають краплинами при збовтуванні розведену сульфатну кислоту. (**що відбувається?**) _____. При додаванні розчину NaOH (**що відбувається?**) _____.

3. Ацилювання аніліну

У пробірці сильно струшують суміш 1 мл аніліну і 3 мл води. До одержаної емульсії доливають 1 мл оцтового ангідриду. Пробірку закривають пробкою, сильно збовтують, відкривають пробку, потім знову закривають і енергійно струшують до утворення осаду (вся маса стає густою). Виділений ацетанлід відфільтровують. **Напишіть рівняння реакції.**

4. Окиснення аніліну

У пробірці струшують 0.5 мл аніліну з 5 мл води. До утвореної емульсії додають 4 мл хромової суміші. Реакційну суміш нагрівають, барва змінюється. При подальшому нагріванні випадає осад – чорний анілін (барвник). **Напишіть рівняння реакції.**

Рекомендована література:

1. Домбровський А.В., Найдан В.М. Органічна хімія. К., 1992, с.415-426.
2. Петров А.А. и др. Органическая химия. М., 1981. с.363-382.
3. Смолина Т. А. и др. Практические работы по органической химии. М., 1986, с.171-177.
4. Васильева Н.В, и др. Задачи и упражнения по органической химии. М., 1982.
5. Лекція.

Дата

Підпис викладача

ЛАБОРАТОРНЕ ЗАНЯТТЯ № 7 (4 год)

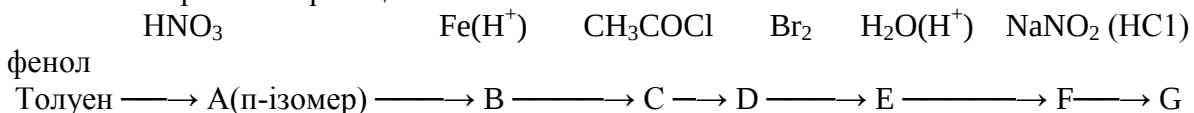
**Тема заняття: ДІАЗО- ТА АЗОСПОЛУКИ
УЗАГАЛЬНЕННЯ ЗНАНЬ З ТЕМИ “АРОМАТИЧНІ СПОЛУКИ”**

План заняття:

1. Реакції діазотування.
2. Властивості солей діазонію. Реакції з виділенням та без виділення азоту.
3. Реакції азосполучення. Азобарвники.
4. Повторення теми "Аміни аліфатичного ряду".

Задачі для самостійного розв'язування.

1. Напишіть рівняння реакцій за такою схемою:



2. Напишіть рівняння реакцій о-толілдіазоній хлориду з такими речовинами: 1) водою; 2) метанолом (кисле середовище); 3) калій ціанідом (у присутності CuCN); 4) *трет*-бутиловим спиртом; 5) калій роданідом; 6) натрій нітритом (у присутності Cu_2O).
3. Напишіть схеми одержання таких сполук із застосуванням реакції діазотування: 1) п-крезолу з п-толуїдину; 2) о-бромобензойної кислоти з о-броманіліну; 3) саліцилової кислоти з о-толуїдину; 4) 4-(N,N-диметиламіно)-3'-метилазобензену з м-толуїдину.
4. Напишіть рівняння реакцій між такими речовинами: 1) фенілдіазоній хлоридом і N,N-діетиламініном; 2) п-толілдіазоній бромідом і о-толуїдином; 3) о-хлорофенілдіазоній хлоридом і о-крезолом.
5. Під час взаємодії надлишку розчину NaOH з розчином феніламоній хлориду масою 250 г (масова частка солі – 10%) утворився анілін, на бромовання якого витрачено 72 г брому. Визначте масову частку виходу аніліну.

Досліди

1. Одержання солей діазонію (діазотування первинних ароматичних амінів)

а) Діазотування аніліну.

В невелику плоскодонну конічну колбу до 10 мл води помалу доливають 3 мл концентрованої сульфатної кислоти. До одержаного розчину додають 2 мл аніліну, при цьому анілін повинен розчинитись, перетворюючись у сіль. Реакційну масу охолоджують, до одержаної солі аніліну додають шматочок льоду і при перемішуванні краплинами додають 5 мл 30%-ного розчину натрій нітриту. Температура суміші не повинна бути вищою ніж 5 °С. Повільно відбувається розчинення солі аніліну і утворення прозорого розчину. Після додавання 2/3 об'єму розчину натрій нітриту суміш при охолодженні залишають на 1-2 хвилини, потім скляною паличкою відбирають пробу реакційної маси і вміщують її на йодкрохмальний папірець. Якщо при цьому папірець не синіє, то додають ще розчин NaNO_2 , після чого знову роблять йодкрохмальну пробу. Діазотування припиняють, якщо йодкрохмальна проба показує присутність в реакційній суміші нітритної кислоти (посиніння папірця), яка не зникає після перемішування суміші протягом декількох хвилин. Розчин солі фенілдіазонію залишають в льоді і використовують в інших дослідах. **Напишіть рівняння реакції.**

б) Діазотування *p*-нітроаніліну.

У стакані на 25 мл розчиняють 2 г *p*-нітроаніліну в суміші 3 мл конц. сульфатної кислоти і 5 мл води при нагріванні. Потім одержаний розчин охолоджують у льоді до 3-5°С. До утвореного осаду сульфату аніліну додають шматочок льоду і доливають поступово при перемішуванні протягом 4-5 хвилин 3.5 мл 30%-ного розчину натрій нітриту, перевіряючи при цьому по конго кислотність середовища. Суміш залишають на 10 хвилин, а потім пробую на йодкрохмальний папірець перевіряють присутність вільної нітритної кислоти. Для цього краплю розчину вміщують на йодкрохмальний папірець. Якщо він синіє, то діазотування закінчилось. Одержану сіль *p*-нітрофенілдіазонію залишають стояти в льоді і використовують в інших дослідах.

2. Реакції солей діазонію без виділення азоту. Азосполучення

а) *Одержання барвника метилового оранжевого.*

У пробірці розчиняють 0.4 мл диметиланіліну в суміші, що складається з 1.5 мл 2н. соляної кислоти і 1 мл води. В іншій пробірці розчиняють 0.5 г сульфанілової кислоти в 1.5 мл 2н. розчині NaOH і додають розчин 0.2 г NaNO_2 в 2.5 мл води. Вміст іншої пробірки поступово вливають у колбочку з 2 мл охолодженого розчину 2н. хлоридної кислоти і шматочком льоду. В одержаний розчин солі діазонію при охолодженні і перемішуванні доливають вміст першої пробірки (сіль диметиланіліну). В утворену суміш при перемішуванні додають розчин NaOH до лужної реакції. Барвник випадає у вигляді пластівців (**якого кольору?**)_____.

б) *Зміна забарвлення у кислому середовищі:* Декілька крапель суміші відливають у чисту пробірку і краплинами додають розведену HCl. Розчин забарвлюється (**в який колір?**)_____. Частину цього розчину наливають у пробірку і додають розчин NaOH. Знову з'являється жовте забарвлення.

Напишіть рівняння реакції одержання метилоранжу.

Яку будову має молекула барвника в кислому і лужному середовищах (чому змінюється забарвлення)?

3. Фарбування азобарвниками

а) *Фарбування вовни і шовку кислотними барвниками.*

Розчиняють 0.1 г метилоранжу у 50 мл води. Розчин розливають у дві колби. В одну з них додають 5 мл 4н. розчину сульфатної кислоти. Потім в обидві колби опускають шматочки вовняної (або шовкової) тканини. Розчин з тканинами кип'ятять 5 хвилин. Потім тканину виймають, промивають водою і сушать на повітрі.

Зверніть увагу на відмінність в інтенсивності забарвлення. ***Як впливає кислотність середовища на процес фарбування тканини?***

б) *Льодяне фарбування.*

Смужку білої бавовняної тканини просочують 2%-ним розчином 2-нафтолу в 1н. розчині NaOH. Тканину викручують, розвішують на скляних паличках і сушать над плиткою або пальником у струмені повітря. Висушену тканину вміщують у фарфорову чашку і заливають розчином *n*-нітрофенілдіазонійхлориду, а потім доливають 2н. розчин натрій ацетату. При цьому тканина забарвлюється в червоний колір.

Рекомендована література:

1. Домбровський А.В. , Найдан В.М. Органічна хімія. К. , 1992, с.426-440.
2. Петров А.А. и др. Органическая химия. М.. 1981. с.363-382.
3. Смолина Т. А. и др. Практические работы по органической химии. М. . 1986, с.177-182.
4. Васильева Н.В, и др. Задачи и упражнения по органической химии. М. , 1982.
5. Лекція.

Дата

Підпис викладача

ЛАБОРАТОРНЕ ЗАНЯТТЯ № 8 (2 год)

Тема заняття: Контрольна робота з теми "АРОМАТИЧНІ ВУГЛЕВОДНІ ТА ЇХ ПОХІДНІ"

Задачі для самостійного розв'язування.

1. Напишіть структурні формули і назвіть такі радикали (арили): 1) C_6H_5- ; 2) $o-C_6H_4<$; 3) $m-CH_3-C_6H_4-$; 4) $n-C_6H_4<$; 5) $C_6H_5-CH_2-$; 6) $n-CH_3-C_6H_4-$; 7) $C_6H_5-CH<$.
2. Встановіть будову вуглеводнів складу: 1) C_8H_6 та 2) C_9H_8 , якщо відомо, що вони знебарвлюють бромну воду; дають осад з $Ag(NH_3)_2OH$, а при окисненні утворюють бензойну кислоту.
3. Нижче наведені значення відносних швидкостей реакції нітрування деяких ароматичних сполук:
1) $C_6H_5OH - 1000$; 2) $C_6H_5CH_3 - 25$; 3) $C_6H_6 - 1.0$; 4) $C_6H_5Cl - 0.3$; 5) $C_6H_5NO_2 - 0.0001$. Поясніть наведені дані, використовуючи електронні ефекти (I, M).
4. До 40 г розчину фенолу в бензені додали надлишок бромної води. Внаслідок цього отримано бромпохідну масою 9.93 г. Визначте масову частку фенолу в розчині.
5. 50 г розчину м-толуїдину прореагувало при додаванні HCl і температурі $0^\circ C$ з надлишком розчину натрій нітриту. При цьому виділилось 336 мл газу. Обчисліть масову частку м-толуїдину в розчині.

Приклад варіанту контрольної роботи:

1. Хімічні властивості галогенопохідних бензену.
2. Методи одержання гомологів бензену.
3. Написати рівняння реакцій: циклогексан $\longrightarrow$ бензен $\longrightarrow$ нітробензен $\longrightarrow$ анілін (кисле середовище).
4. Суміш бензену з циклогексеном масою 4.39 г знебарвлює бромну воду масою 125 г з масовою часткою броду 3.2%. Яка маса води утвориться при спалюванні у кисні тієї ж суміші масою 10 г?
5. Реакції азосполучення.

МОДУЛЬ 2

Поліциклічні, небензоїдні та гетероциклічні сполуки.

ЛАБОРАТОРНЕ ЗАНЯТТЯ № 9 (2 год)

Тема заняття: НЕБЕНЗОЇДНІ АРОМАТИЧНІ СПОЛУКИ

План заняття:

1. Циклопентадієніл-аніон. Фероцен.
2. Тропілій-катион. Трополон.
3. Азулен. Аннулени.
4. Повторення теми "Ароматичні вуглеводні."

ЛАБОРАТОРНЕ ЗАНЯТТЯ № 10 (4 год)

Тема заняття: БАГАТОЯДЕРНІ СПОЛУКИ З НЕКОНДЕНСОВАНИМИ ЦИКЛАМИ

План заняття:

1. Дифеніл, одержання.
2. Дифенілметан, трифенілметан. Одержання, властивості. Стійкість трифенілметанового радикалу.

3. Барвники трифенілметанового ряду. Ммалахітовий зелений, фенолфталеїн.

Задачі для самостійного розв'язування.

1. Складіть схеми реакцій мононітрування таких сполук: 1) фенолу; 2) бензенсульфо кислоти; 3) ізопропілбензену; 4) хлоробензену. Розташуйте ці сполуки у порядку зменшення швидкості реакції.
2. Визначте будову і назву сполуки складу C_7H_8O на підставі таких властивостей: не дає забарвлення з ферум(III) хлоридом, не розчиняється в лугах, при нагріванні з водним розчином калій перманганату утворює бензойну кислоту.
3. Ацетилсаліцилову кислоту (аспірин) отримують за такою схемою:
Бензен $\rightarrow$ фенол $\rightarrow$ саліцилова кислота $\rightarrow$ ацетилсаліцилова кислота
Напишіть рівняння відповідних реакцій.
4. Розташуйте у порядку зменшення стійкості радикали: 1) $CH_2=CH-CH_2\cdot$; 2) $(CH_3)_3C\cdot$; 3) $CH_3-CH_2\cdot$; 4) $(C_6H_5)_3C\cdot$; 5) $C_6H_5-CH_2\cdot$

Досліди

1. Отримання фенолфталеїну

У пробірці змішують при струшуванні близько 0.1 г дрібно розтертого фталевого ангідриду з подвійною кількістю фенолу, а потім до суміші додають 1-2 краплини концентрованої сульфатної кислоти. Вміст пробірки обережно нагрівають у полум'ї пальника протягом 2-3 хвилин до розплавлення суміші і утворення темно-червоного забарвлення. До охолодженої маси, яка містить фенолфталеїн, доливають при струшуванні 5 мл гарячої води.

В пробірку до 3-5 краплин водного кислого розчину фенолфталеїну додають 2н. розчин NaOH; з'являється (*яке?*) _____ забарвлення. При додаванні надлишку NaOH забарвлення зникає. До отриманої сильно лужної безбарвної рідини додають краплями соляну кислоту, розчин спершу стає (*яким?*) _____, а при надлишку кислоти - _____.

Напишіть рівняння реакції конденсації фталевого ангідриду з фенолом.

Напишіть структури і формули фенолфталеїну в кислому і лужному середовищі.

2. Отримання флуоресцеїну

У пробірці змішують 0.1г дрібно розтертого фталевого ангідриду з подвійною кількістю резорцину і додають 3-4 краплини концентрованої сульфатної кислоти. Одержану суміш обережно нагрівають 2-3 хвилини до сплавлення і появи темно-червоного забарвлення. При нагріванні суміші необхідно час від часу виводити пробірку з полум'я, щоб не обвуглити її вміст. До охолодженої маси, що містить флуоресцеїн, доливають 5-6 мл води і пробірку трохи нагрівають. 1-2 краплини отриманого розчину додають до 10-15 мл води, а потім декілька крапель розчину NaOH або аміаку. В рідині з'являється флуоресценція, що має жовте забарвлення в проникаючому світлі і зелене - у відбитому.

Напишіть рівняння реакції.

3. Отримання ауруну

У сухій пробірці змішують 0.05 г щавлевої кислоти, 0.1 г фенолу і 1-2 краплі конц. H_2SO_4 . Суміш обережно нагрівають у полум'ї пальника до початку кипіння і утворення

інтенсивного жовтого забарвлення. Після цього пробірку охолоджують і до реакційної суміші додають 5 мл води. Одержаний розчин розділяють на 2 частини, до однієї додають розчин NaOH, до іншої – HCl. **Що спостерігається?**

Напишіть рівняння реакцій.

4. Розділення суміші флуоресцеїну і метиленового синього

В колонку, заповнену 15 г оксиду алюмінію в етанолі, заливають відразу 30 мл розчину суміші флуоресцеїну і метиленового синього (1:1) в 20 мл етанолу. В міру проходження розчину через колонку спостерігається розділення синьої смуги метиленового синього і зелено-жовтої - флуоресцеїну. Метиленовий синій вимивають етанолом з колонки у приймач. Потім змінюють приймач і флуоресцеїн вимивають водою. Отримані розчини випаровують, **визначають вихід кожного барвника**. (флуоресцеїн - ____%; метиленовий синій - ____%).

Рекомендована література:

1. Домбровський А.В. , Найдан В.М. Органічна хімія. К. , 1992, с.491-496.
2. В.П.Черных, Б.С.Зименковський, І.С.Гриценко Органічна хімія. Харків:, 1993. Т.2, С.145-149.
3. Васильева Н.В, и др. Задачи и упражнения по органической химии. М. , 1982.
4. Лекція.

Дата

Підпис викладача

ЛАБОРАТОРНЕ ЗАНЯТТЯ № 11 (4 год)

Тема заняття: СПОЛУКИ З КОНДЕНСОВАНИМИ БЕНЗЕНОВИМИ ЦИКЛАМИ

План заняття:

1. Нафтален і його властивості.
2. Похідні нафталену.
3. Антрацен і його похідні. Антрахінон, алізарин. Фенантрен.

Задачі для самостійного розв'язування.

1. Напишіть структурні формули таких сполук: 1) 1-хлоро-4-нітронафталену; 2) β-нафтиламіну; 3) β-нафтоїної кислоти; 4) α-нафтилоцтової кислоти.
2. Складіть рівняння реакцій за такою схемою:
$$\text{Нафтален} \xrightarrow{\text{Br}_2 (\text{CCl}_4)} \text{A} \xrightarrow{\text{Mg (eфip)}} \text{B} \xrightarrow{\text{CO}_2} \text{C} \xrightarrow{\text{HCl (розв)}} \text{D}$$

Назвіть проміжні та кінцеві продукти.
3. Напишіть рівняння реакцій α-нафтиламіну з такими речовинами: 1) HCl; 2) метиліодидом; 3) оцтовим ангідридом; 4) бензоїлхлоридом; 5) натрій нітритом і соляною кислотою.
4. Яку будову має сполука C₁₄H₁₀, якщо вона приєднує 7 моль водню, а при окисненні CrO₃ в оцтовій кислоті перетворюється на стійку речовину складу C₁₄H₈O₂. Напишіть рівняння реакції з урахуванням електронного балансу.

Досліди

1. Нафтален

а) Нітрування нафталену.

У пробірку додають до 4-х мл концентрованої нітратної кислоти 1 г нафталену при частому струшуванні. Суміш нагрівають на водяній бані до повного розчинення нафталену, а потім виливають в 20 мл холодної води. Виділяються кристали 1-нітронафталену (**якого кольору?**) _____. Температура плавлення 1-нітронафталену - 61 °С.

Напишіть рівняння реакції.

б) Сульфонування нафталену.

У пробірку вмішують 1 г нафталену і нагрівають його до плавлення. Після охолодження до нафталену додають 1 мл конц. сульфатної кислоти і суміш обережно нагрівають при струшуванні до утворення однорідної рідини. Потім суміш охолоджують, додають 2-3 мл води і знову нагрівають. При охолодженні виділяється 2-нафталенсульфо кислота. В надлишку води кислота повністю розчиняється.

У пробірку вмішують 1 г нафталену і 1 мл концентрованої сульфатної кислоти. Суміш нагрівають на водяній бані 10-15 хвилин, при цьому часто струшуючи. Нафтален, що сублімується, скидають зі стінок назад в рідину. Після розчинення нафталену суміш охолоджують і до неї обережно додають 2-3 мл води. Спостерігається повне розчинення 1-нафталенсульфо кислоти.

Напишіть рівняння реакції.

2. 1- і 2-нафтоли

а) Взаємодія нафтолів з $FeCl_3$

Кришталіки 1- і 2-нафтолів при нагріванні розчиняють у двох пробірках з 1-2 мл спирту. До одержаних розчинів додають 1-2 краплини розчину $FeCl_3$. У пробірці з 1-нафтолом з'являється (**яке?**) _____ забарвлення, а з 2-нафтолом - _____.

б) Утворення нафтолятів.

У пробірці змішують з водою 0.1 г 1- чи 2-нафтолу. Помітного розчинення не помічається. До суміші додають розчин $NaOH$. При цьому стає помітним розчинення осаду.

Напишіть рівняння реакції $NaOH$ з нафтолами.

Які властивості проявляють нафтоли у цій реакції? _____

в) Алкілювання 1-нафтолу (синтез нероліну).

У пробірці розчиняють 1 г 1-нафтолу в 2.5 мл 10%-ного розчину $NaOH$ додають 1.5 мл метилйодиду. Суміш нагрівають у пробірці зі зворотнім холодильником протягом 10 хвилин на водяній бані. Далі суміш охолоджують, додають води. Випадає густа олійста рідина, що кристалізується при терті скляною паличкою об стінки пробірки. Метилловий естер 1-нафтолу має приємний запах.

Напишіть рівняння реакції.

3. Антрацен

а) Окиснення антрацену.

У пробірці розчиняють 0.1 г антрацену в 3 мл льодяної оцтової кислоти. До розчину додають 2 мл CrO_3 в льодяній оцтовій кислоті. Спочатку реакція йде бурхливо; коли вона

сповільнюється, суміш нагрівають 5 хвилин і виливають у склянку з водою. Виділяється осад антрахінону (*якого кольору?*) _____. **Напишіть рівняння реакції.**

б) Відновлення антрахінону.

У пробірку насипають 0.1 г отриманого антрахінону, 3 мл 10% ного розчину NaOH, трохи цинковогопилу і суміш нагрівають до кипіння. З'являється червоне забарвлення антрагідрохінону. При збовтуванні розчину забарвлення зникає, тому що відбувається окиснення антрагідрохінону до антрахінону киснем повітря. При додаванні цинковогопилу знову з'являється червоне забарвлення.

Напишіть схему реакції відновлення антрахінону.

Рекомендована література:

1. Домбровський А.В., Найдан В.М. Органічна хімія. К., 1992, с.447-461.
2. Петров А.А. и др. Органическая химия. М., 1981, с. 419-436.
3. Смолина Т.А. и др. Практические работы по органической химии. М. . 1986, с.185-188.
4. Васильева Н.В. и др. Задачи и упражнения по органической химии. М.. 1982.
5. Лекція.

Дата

Підпис викладача

ЛАБОРАТОРНЕ ЗАНЯТТЯ № 12 (4 год)

Тема заняття: П'ЯТИЧЛЕННІ ГЕТЕРОЦИКЛИ

План заняття:

1. Поняття про гетероциклічні сполуки.
2. П'ятичленні гетероцикли з одним гетероатомом: пірол, фуран, тіофен.
3. П'ятичленні гетероцикли з конденсованими ядрами. Індол, індиго.
4. П'ятичленні гетероцикли з двома гетероатомами: оксазол, тіазол, піразол, імідазол.
5. Біологічне і медичне значення похідних тіазолу та імідазолу.

Задачі для самостійного розв'язування.

1. Який з гетероциклів найлегше вступає в реакції з електрофільними реагентами: 1) пірол; 2) α -метилпірол; 3) 2-нітропірол; 4) пірол-2-карбонова кислота? Поясніть.
2. Який сульфуючий засіб (димучу сульфатну кислоту, 85%-ну сульфатну кислоту, піридиносульфотриоксид) слід застосувати для моносульфування: 1) бензену; 2) піролу; 3) фурану; 4) тіофену? Наведіть рівняння реакцій.
3. Наведіть структурні формули таких сполук, що зустрічаються в природі: 1) β -метиліндолу (скатолу); 2) 3-гідроксиіндолу (індоксилу); 3) 2-аміно-3-(3-індоліл)-пропанової кислоти (триптофану); 4) 3-індолілоцтової кислоти (гетероауксину).
4. Наведіть структурні формули похідних азолів: 1) 1,4-диметилімідазолу; 2) 2-аміно-3-(4-імідазоліл)пропанової кислоти (гістидину); 3) β -імідазолілетиламіну (гістаміну).

Досліди

1. Утворення фурфуралу

У кркглодонній колбі на 25 мл чи в пробірці змішують 2-3 г тирси з розведеною HCl (1:1) так, щоб кислота добре змочила тирсу. Пробірку закривають корком з повітряним холодильником і нагрівають на киплячій водяній бані 10 хв. Потім вертикальну трубку міняють на похилу донизу, пробірку закріплюють у штативі, і, нагріваючи полум'ям

пальника, відганяють у іншу пробірку 2-3 мл рідини. Відгін має характерний запах фурфуралу.

2. Реакції фурфуралу

Фурфураль дає характерні реакції ароматичних альдегідів.

а) До краплини фенілгідрозину, розчиненого в оцтовій кислоті, додають краплю водного розчину фурфуралу.

б) Смужку фільтрувального паперу змочують розчином аніліну і оцтової кислоти і наносять краплину розчину фурфуралу. **Що спостерігається?** _____

в) Проводять реакцію фурфуралу з аміачним розчином оксиду срібла. **Що спостерігається?** _____

Напишіть рівняння усіх реакцій.

3. Утворення і властивості індиго

а) У пробірці розчиняють 1 г *o*-нітробензальдегіду у 3 мл ацетону. До одержаного розчину додають 2 мл води, а потім краплями 1н. розчин NaOH до лужного середовища за індикатором, суміш розігривається і забарвлюється в темно-коричневий колір (якщо саморозігрівання не відбувається, то суміш треба підігріти). Поступово випадає барвник у вигляді пластівців. Його відфільтровують, промивають невеликою кількістю спирту чи ефіру. **Яку барву мають кристали індиго?** _____

Напишіть рівняння реакції

.

б) Сульфкування індиго.

У пробірку з кількома кристаликами індиго додають 1 мл конц. сульфатної кислоти (**що спостерігається?**) _____, суміш нагрівають до повного розчинення індиго. Декілька краплин охолодженого розчину додають до 2 мл холодної води. Утворюється інтенсивно-синій розчин індиго-5,5-дисульфоїкислоти (індигокарміна).

Напишіть рівняння реакції

в) Відновлення індиго. Кубове фарбування.

До 2-3 мл 2%-ного розчину натрій дитіоніту ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_4$) додають 1 мл 1н. розчину NaOH і суспензію декількох крупинок індиго в 1 мл води. Суміш струшують і підігрівають на невеликому полум'ї. Відбувається поступове розчинення суспензії і забарвлення розчину (**у який колір?**) _____

Частину рідини відливають у другу пробірку, розводять водою, сильно струшують (**що відбувається?**) _____. У другу частину відновленого індиго (білого) занурюють смужку бавовняної тканини і безбарвну вовняну пряжу, попередньо змочені у воді і закріплені на мідній дротині. Через декілька хвилин

тканини виймають з пробірки, віджимають від надлишку рідини і висушують на повітрі (*що при цьому спостерігається?*) _____

Поясніть спостереження

г) *Відновлення індигокарміну і кубове фарбування.*

У пробірку вмішують 2 мл 5%-ного розчину глюкози і додають 2 мл 10%-ного розчину Na_2CO_3 та індигокарміну до одержання темно-синього забарвлення. При обережному нагріванні пробірки відбувається відновлення синього індигокарміну (*що при цьому спостерігається?*) _____ Розчин охолоджують і сильно струшують (*що спостерігається?*) _____

Напишіть рівняння реакцій усіх перетворень індигокарміну.

Рекомендована література:

1. Домбровський А.В., Найдан В. М. Органічна хімія. К., 1992, с.461-478, 487-491.
2. Петров А. А. и др. Органическая химия. М. , 1981, с.451-480.
3. Смолина Т.А. и др. Практические работы по органической химии. М., 1986. с.188-190.
4. Васильева Н.В, и др, Задачи и упражнения по органической химии. М., 1982.
5. Лекція.

Дата

Підпис викладача

ЛАБОРАТОРНЕ ЗАНЯТТЯ № 13 (4 год)

Тема заняття: ШЕСТИЧЛЕННІ ГЕТЕРОЦИКЛИ

План заняття:

1. Піридин, його будова і властивості.
2. Піперидин і його похідні.
3. Хінолін.
4. Піран і його похідні.
5. Шестичленні гетероцикли з двома гетероатомами. Піримідин, пурин і їх похідні.

Задачі для самостійного розв'язування.

1. Наведіть структурні формули таких сполук: 1) α -амінопіридину; 2) 2-гідроксипіридину (таутомерні форми); 3) 4-гідроксипіридину (таутомерні форми); 4) 3-нітропіридину; 5) йодиду N-метилпіридинію; 6) β -піколіну.
2. Напишіть рівняння реакції піридину з розведеною сульфатною кислотою і назвіть утворену сполуку. Чому піридин на відміну від піролу не полімеризується під дією сильних кислот?
3. Наведіть структурні формули таких алкалоїдів: 1) коніїну (2-пропілпіперидину); 2) нікотину (1-метил-2-(3'-піридил)піролідину; 3) (2-(3-піридил)піперидину (анабазину).

Досліди

1. Піридин

а) Основні властивості піридину.

Змішують 1 мл піридину з 5 мл води. Краплину одержаного розчину наносять на червоний лакмусовий папірець. **Як змінюється колір індикатора?**

Чим це пояснюється?

До краплини піридину обережно додають концентровану HCl . **Що спостерігається?** До утвореного осаду доливають воду. Осад розчиняється. **Напишіть рівняння реакції піридину з хлоридною кислотою.**

б) Утворення пікрату піридинію.

До 2 мл насиченого розчину пікринової кислоти додають 0,5 мл розчину піридину. Поступово з'являються голчасті кристали пікрату піридинію.

Напишіть рівняння реакції.

в) Утворення комплексних сполук (солей).

До водного розчину піридину обережно по стінках пробірки додають 1 краплю 0.02н. розчину CuSO_4 . Спочатку утворюється блакитний осад $\text{Cu}(\text{OH})_2$, який швидко розчиняється з утворенням (**якого?**) забарвлення в результаті утворення комплексної сполуки з піридином.

г) Утворення четвертинних амонієвих солей.

До декількох краплин піридину додають рівний об'єм метилйодиду. Після слабого підігрівання на водяній бані рідина стає каламутною, випадає олійстий осад, що швидко твердішає.

Напишіть рівняння реакції піридину з CH_3I .

2. Хінолін

а) Основні властивості хіноліну.

При струшуванні наливають 1 мл хіноліну і 6 мл води. Повного розчинення не спостерігається. Додають HCl - хінолін розчиняється повністю. Потім доливають розчин натрій гідроксиду, при цьому знову виділяється хінолін.

Які можна зробити висновки про основні властивості хіноліну і піридину?

б) Утворення пікрату хіноліну.

До 2 мл насиченого розчину пікринової кислоти додають 0.5 мл розчину хіноліну. **Що спостерігається?**

Напишіть рівняння реакції.

в) Окиснення хіноліну.

До водного розчину хіноліну доливають 2%-ний розчин KMnO_4 Na_2CO_3 . **Що спостерігається?**

Рекомендована література:

1. Домбровський А.В. , Найдан В.М. Органічна хімія. К., 1992, с.478-487.
2. Петров А.А. и др. Органическая химия. М., 1981, с.481-501.
3. Сьюлина Т.А, и др. Практические работы по органической химии. М.. 1986, с.182-193.
4. Васильева Н.В. и др. Задачи и упражнения по органической химии. М. , 1982.
5. Лекція.

Рекомендована література

Основна:

1. В.Я.Чирва, С.М. Ярмолюк, Н.В.Толкачова, О.Є.Земляков. Органічна хімія. Львів: БаК, 2011. – 996с.
2. Сучасні методи органічного синтезу : підручник для студ. хім. ф-ту / О. О. Григоренко, О. В. Шабликін. – К. : ВПЦ "Київський університет", 2020. – 572 с.
3. Механізми органічних реакцій у розчинах : навч. посіб. / В.Г. Пивоваренко – К. : ВПЦ "Київський університет", 2019. – 303 с.
4. Dean J Tantillo . Applied theoretical organic chemistry. London ; Hackensack, NJ : World Scientific Publishing Europe Ltd.,. – 2018. - 609 с.
5. Горічко М. В., Пивоваренко В. Г.. Органічна хімія. Реакції карбонільних сполук. К., 2012. – 250 с.
6. Органічний синтез. Робочий журнал для лабораторного практикуму. Житомир, 2018.

Додаткова:

1. Терней А. Современная органическая химия. Том 1,2. Пер. с англ.. Москва: Мир, 1981.
2. Органикум. Практикум по органической химии. Перевод с нем. Т.1,2. Москва: Мир, 1979. – 322с.
3. П.Сайкс. Механизмы реакций в органической химии. Пер. с англ. Москва: Химия, 1983. – 280с.
4. Ластухін Ю.О., Воронов С.А. Органічна хімія. Львів: Центр Європи, 2001. 864 с.
5. Черних В.П., Гриценко І.С., Єлисеєва Н.М. Органічна хімія. Харків: Видавництво НФаУ Оригінал, 2004. 464 с.
6. Моррисон Р., Бойд Р. Органическая химия. Пер. с англ. Москва: Мир, 1974. – 1232с.
7. Величко Л.П. Органічна хімія. Для 10,11 класів хімічного профілю та з поглибленим вивченням хімії. Київ-Ірпінь: Перун, 2003. – 336с.
8. Васильева Н.В. Теоретическое введение в органический синтез. -М.: Просвещение, 1976.
9. Л.Д.Бобрівник, В.М.Руденко, Г.О.Лезенко Органічна хімія. Київ – Ірпінь: ВТФ «Перун», 2002. – 544с.
10. Джексон Р.А. Введение в изучение механизма органических реакций. - М.: Химия, 1978.
11. Беккер Г. Введение в электронную теорию органических реакций. - М.: Мир, 1977.

Интернет ресурси:

1. Бібліотека Житомирського державного університету імені Івана Франка[Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: http://irbis.zu.edu.ua/cgi-bin/irbis64r_11/cgiirbis_64.exe
2. Бібліотека українських підручників [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <http://pidruchniki.ws/>.
3. Державна науково-педагогічна бібліотека України ім. В. О. Сухомлинського. [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: 6. www.dnrb.gov.ua.
4. Національна бібліотека України імені В.І.Вернадського: режим доступу: <http://nbuv.gov.ua>