

Житомирський державний університет імені Івана Франка
Факультет природничий
Кафедра хімії

МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ ДО ОРГАНІЗАЦІЇ САМОСТІЙНОЇ ТА
ІНДИВІДУАЛЬНОЇ РОБОТИ
з обов'язкової освітньої компоненти

«МЕТОДИ СИНТЕЗУ ОРГАНІЧНИХ СПОЛУК»

для підготовки здобувачів
першого (бакалаврського) рівня вищої освіти

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

Укладачі: кандидат хімічних наук, доцент **Листван Віталій**
кандидат хімічних наук, доцент **Кусяк Наталія**
кандидат хімічних наук, доцент **Кичкирук Ольга**

Розглянуто та схвалено на засіданні кафедри хімії

Протокол від «04» червня 2026 р. №27

Завідувач кафедри _____ Олена АНІЧКІНА

Житомир 2026

*Рекомендовано до друку вченою радою
Житомирського державного університету імені Івана Франка
(протокол №12 від 26 червня 2026 р.)*

Рецензенти:

Роман Козакевич – кандидат хімічних наук, старший науковий співробітник Інституту хімії поверхні імені О.О.Чуйка НАН України, старший дослідник.

Лілія Миронюк – кандидат хімічних наук, старший науковий співробітник відділу фізики і технології фотоелектронних та магнітоактивних матеріалів Інституту проблем матеріалознавства імені І.М.Фрацкевича НАН України.

Олександр Камінський – кандидат хімічних наук, доцент кафедри хімії Житомирського державного університету ім.Івана Франка.

- Л63** Методичні рекомендації до організації самостійної та індивідуальної роботи з обов'язкової освітньої компоненти «Методи синтезу органічних сполук» для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти (*видання друге, виправлене*) / Уклад.:В.В.Листван, Н.В.Кусяк, О.Ю.Кичкирук – Житомир: Вид-во ЖДУ ім.І. Франка, 2026. – 15с.

У методичних рекомендаціях наведені перелік тем і завдань для самостійної та індивідуальної роботи з освітньої компоненти «Методи синтезу органічних сполук», задачі для самостійного розв'язування, перелік питань для підготовки до занять і перелік необхідних для цього літературних джерел.

ЗМІСТ

Перелік тем і питань для самостійної роботи.....	3
Завдання для самостійної роботи.....	5
Електрофільне заміщення в ароматичному циклі.....	7
Феноли.....	9
П'ятичленні гетероцикли.....	11
Шестичленні гетероцикли.....	12
Список рекомендованої літератури.....	15

ПЕРЕЛІК ТЕМ І ПИТАНЬ ДЛЯ САМОСТІЙНОЇ РОБОТИ

Тема	Індивідуальні завдання	Кількість	Література
1	2	3	4
1. Будова і реакційна здатність органічних сполук.	1.Резонансні структури. Вплив спряження на стабільність молекул і частинок. 2.Кислотно-основні властивості органічних сполук. 3.Основні методи виділення та очистки синтезованих речовин: кристалізація, перегонка, сублімація, екстракція, хімічні методи очистки.	3	1. Домбровський А.В., Найдан В.М. Органічна хімія. Київ: Вища школа, 1992. с. 4-33. 2. В.П.Черных, Б.С.Зименковський, І.С.Гриценко Органічна хімія. Харків: Основа, 2004, с. 47-59. 3. Бобрівник Л.Д., Руденко В.М., Лезенко Г.О. Органічна хімія. Київ – Ірпінь: Перун, 2002. с. 5-12. 4. Найдан В.М. Органічна хімія. Малий лабораторний практикум. Київ: Перун, 1994. с. 4-17.
2. Реакції нуклеофільного заміщення при насиченому атомі Карбону.	1. Стереохімія реакцій S _N 2 та S _N 1-типів. Вплив різних факторів на механізм та швидкість S _N - реакцій (структура субстрату та природа груп, що заміщуються) 2. Реакції елімінування (дегідрогалогенування) (E1 та E2). Правило Зайцева. 3. Підготовка до колоквіуму за темою.	2	1. А.В.Домбровський, В.М.Найдан. Органічна хімія. Київ: Вища школа, 1992.С.162-182. 2. В.П.Черных, Б.С.Зименковський, І.С.Гриценко Органічна хімія. Харків: Основа, 2004, с. 87-91. 3. Найдан В.М. Органічна хімія. Малий лабораторний практикум. Київ: Перун, 1994. с. 21-24.
3. Реакції карбонових кислот та їх похідних з нуклеофільними реагентами.	1. Практичне значення продуктів ацилювання - естерів та амідів. 2. Поняття про захисні групи і їх застосування в органічному синтезі. 3. Підготовка до колоквіуму за темою.	4	1. А.В.Домбровський, В.М.Найдан. Органічна хімія. Київ: Вища школа, 1992.С.183-200. 2. В.П.Черных, Б.С.Зименковський, І.С.Гриценко Органічна хімія. Харків: Основа, 2004, с. 97-111. 3. Найдан В.М. Органічна хімія. Малий лабораторний практикум. Київ: Перун, 1994. с. 25-28.
4. Електрофільне заміщення в ароматичному ряді	1. Вплив будови субстрату та реагенту на співвідношення орто- та пара-ізомерів. Вплив стеричних факторів на дезактивацію орто-заміщення. 2. Реакція сульфохлорування. Десульфування. 3. Карбоксилювання фенолів Карбон(IV) оксидом. 4. Підготовка до колоквіуму за темою.	4	1. А.В.Домбровський, В.М.Найдан. Органічна хімія. Київ: Вища школа, 1992.С.327-384,392,424. 2. В.П.Черных, Б.С.Зименковський, І.С.Гриценко Органічна хімія. Харків: Основа, 2004, с. 112-118. 3. Найдан В.М. Органічна хімія. Малий лабораторний практикум. Київ: Перун, 1994. с. 29-32.

5. Реакції діазотування і азосполучення	<ol style="list-style-type: none"> Будова солей діазонію. Просторові ізомери цис-(син) та транс-(анти-) діазогідратів та їх солей (діазотатів). Підготовка до складання колоквиуму за темою. 	6	<ol style="list-style-type: none"> А.В.Домбровський, В.М.Найдан. Органічна хімія. Київ: Вища школа, 1992.С.426-439. В.П.Черных, Б.С.Зименковський, І.С.Гриценко Органічна хімія. Харків: Основа, 2004, с. 120-125. Найдан В.М. Органічна хімія. Малий лабораторний практикум. Київ: Перун, 1994. с. 32-37.
6. Реакції конденсації карбонільних сполук	<ol style="list-style-type: none"> Реакція Перкіна – конденсація ароматичних альдегідів з ангідридами карбонових кислот у присутності основ. Механізм реакції Кньюенагеля - конденсації альдегідів або кетонів з дикарбоновими кислотами та їх похідними. Загальна характеристика реакції конденсації естерів (реакції Кляйзена). Підготовка до колоквиуму за темою. 	3	<ol style="list-style-type: none"> А.В.Домбровський, В.М.Найдан. Органічна хімія. Київ: Вища школа, 1992.С.162-182. В.П.Черных, Б.С.Зименковський, І.С.Гриценко Органічна хімія. Харків: Основа, 2004, с. 127-132. Найдан В.М. Органічна хімія. Малий лабораторний практикум. Київ: Перун, 1994. с. 41-45.
7. Реакції окиснення і відновлення органічних сполук	<ol style="list-style-type: none"> Механізми реакцій окиснення кетонів в лужному та кислому середовищах, правила Попова. Реакції відновлення первинних аліфатичних та ароматичних спиртів. Механізм реакції Канніццаро. Підготовка до колоквиуму за темою. 	5	<ol style="list-style-type: none"> А.В.Домбровський, В.М.Найдан. Органічна хімія. Київ: Вища школа, 1992.С.297-316. В.П.Черных, Б.С.Зименковський, І.С.Гриценко Органічна хімія. Харків: Основа, 2004, с. 127-132. Найдан В.М. Органічна хімія. Малий лабораторний практикум. Київ: Перун, 1994. с. 41-45.

ЗАВДАННЯ ДЛЯ САМОСТІЙНОЇ РОБОТИ.

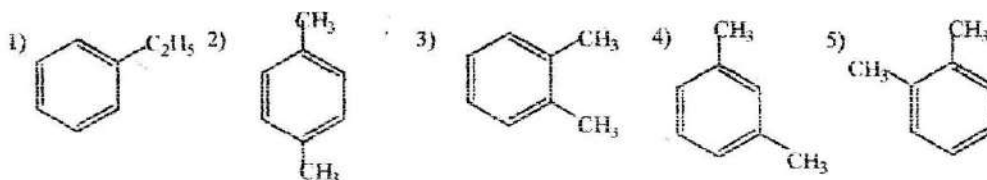
Галогенопохідні (нуклеофільне заміщення).

ЕЛЕКТРОФІЛЬНЕ ЗАМІЩЕННЯ В АРОМАТИЧНОМУ ЦИКЛІ

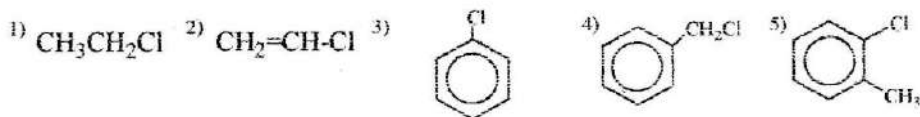
1. Який з наведених замісників активує бензенове кільце?

1) Br; 2) SO₃H; 3) COOH; 4) OH; 5) CN

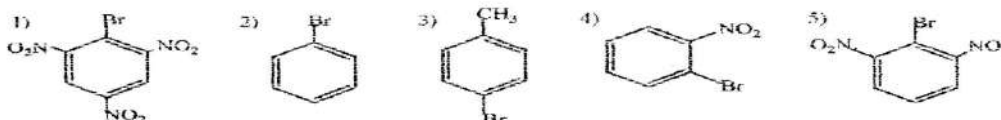
2. Сполука C₈H₁₀ при бромованні у присутності заліза дає лише 1 монобромпохідну. Яка формула цієї сполуки?



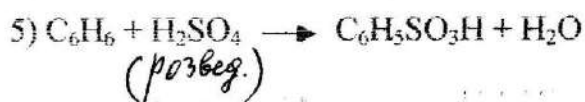
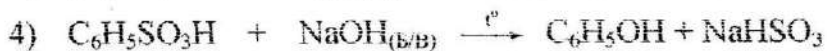
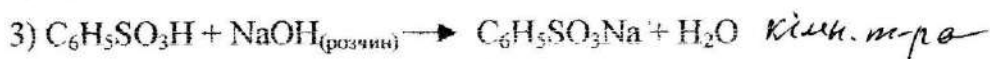
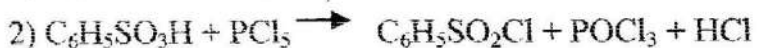
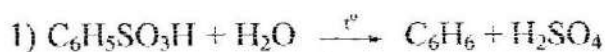
3. Яка з наведених сполук гідролізується найлегше ?



4. В якій з наведених сполук найлегше замістити атом бромом групою NH₂?



5. Яка з наведених реакцій не відбувається ?

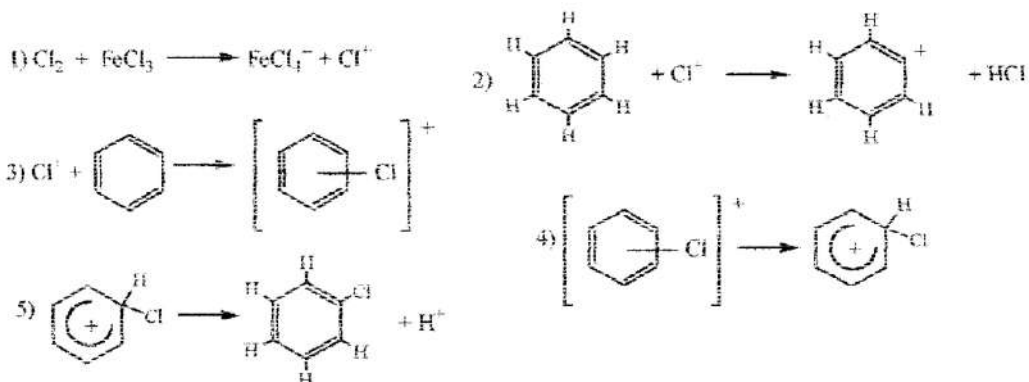


ВАРІАНТ 2

1. Який з перелічених замісників належить до 1-го роду ?

1) CF₃; 2) F; 3) CN; 4) NO₂; 5) COOH

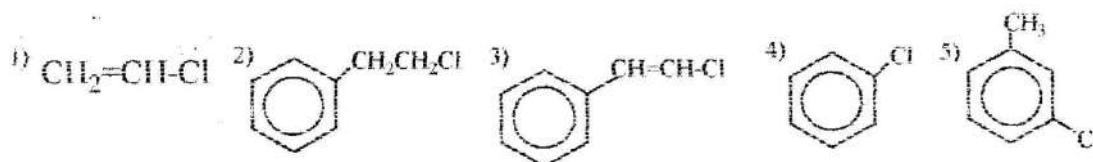
2. Нижче наведені схеми окремих стадій процесу хлорування бензену. Вкажіть серед них рівняння реакції, що насправді не відбувається.



3. В якій з

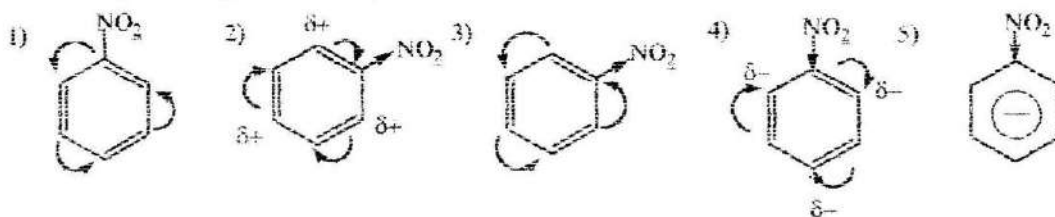
наведених сполук зв'язок C-Cl найдовший?

4. Яка

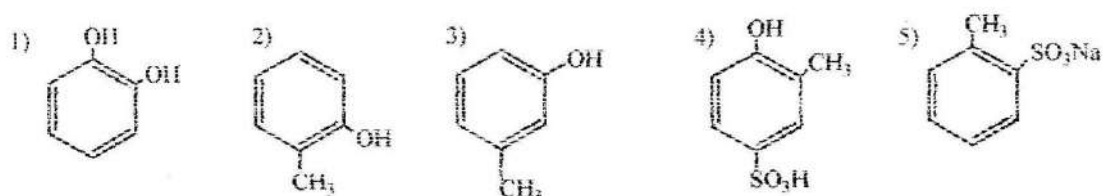


формула вірно показує розподіл електронної густини в молекулі нітробензену ?

5. Що



утворюється при лужному плавленні о-толуенсульфокислоти?



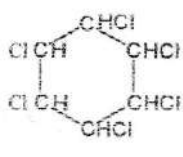
ВАРІАНТ 3

1. Яке з наведених тверджень неправильне

1) сполуки з замісниками 1-го роду утворюють стійкіші комплекси при орто- та пара-заміщенні; 2) сульфування -електрофільна реакція; 3) алкіли — замісники 1-го роду; 4) в реакціях нуклеофільного заміщення замісники 2-го роду активують бензенове кільце; 5) усі замісники 1-го роду підвищують електронну густину бензенового кільця.

2. Як називається речовина

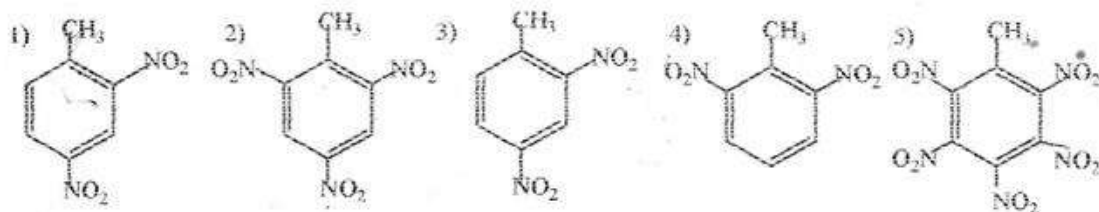
1) хлоробензен; 2) о-гексахлороциклогексан; 3) хлоробензен;
4) гексахлоробензен; 5) хлороциклогексан



3. Що утворюється при гідролізі $C_6H_5-CCl_3$?

1) фенол; 2) бензиловий спирт; 3) бензальдегід;
4) бензойна кислота; 5) тригідроксибензен

4. Вкажіть кінцевий продукт нітрування толуену



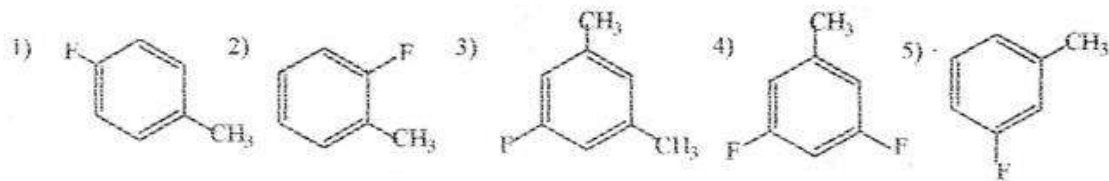
5.
Яке

максимальне число сульфатних груп можна ввести в бензенове кільце прямим сульфуванням бензену ?

1) 6; 2) 2; 3) 3; 4) 4; 5) 5

ВАРІАНТ 4

1. Вкажіть формулу м-флуоротолуєну
2. Яке з наведених тверджень неправильне?

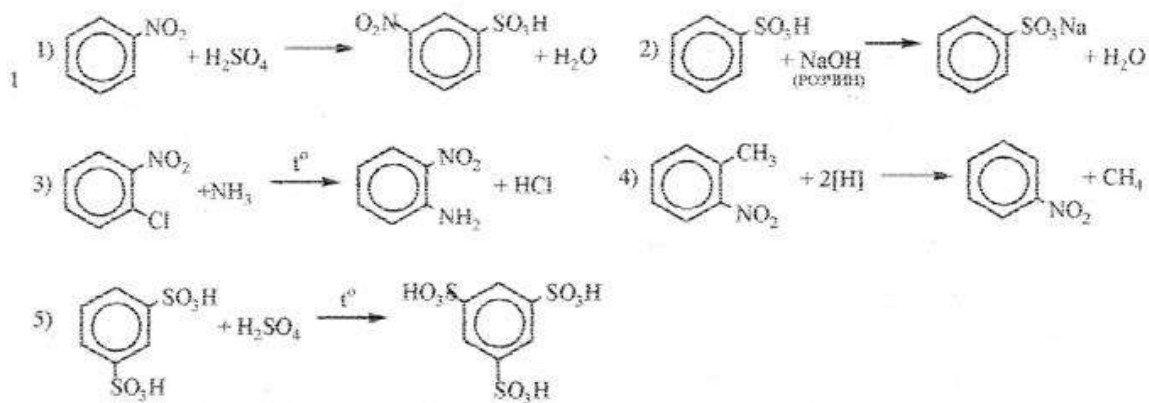


Галогени в ароматичних сполуках: 1) направляють інші замісники в орто-пара-положення; 2) активують бензенове кільце; 3) проявляють -I-ефект; 4) проявляють + M-ефект; 5) малорухливі.

3. Вкажіть неправильне твердження:

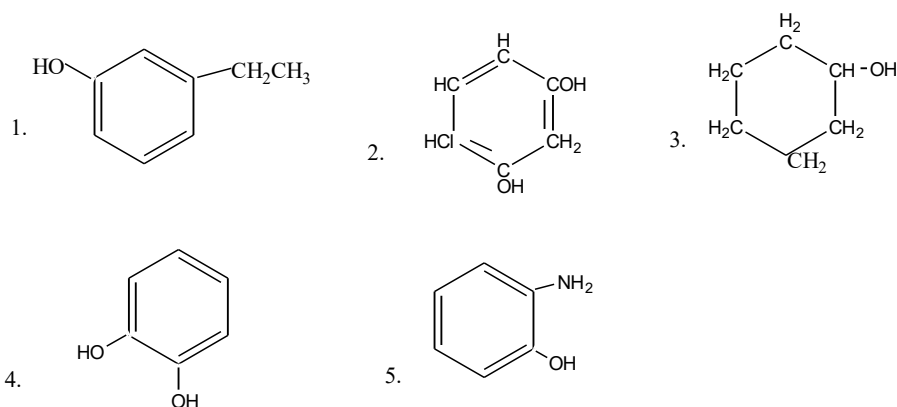
1) атоми галогенів пасивують бензенове кільце; 2) бензен при освітленні вступає з галогенами в реакцію приєднання; 3) бензен не вступає в реакції нуклеофільного заміщення 4) замісники 2-го роду прискорюють нуклеофільні реакції; 5) бензен можна відрізнити від гексану з допомогою бромної води

4. При сульфуванні якої з наведених сполук спостерігається неузгоджена дія замісників ?
5. Яка з наведених нижче реакцій не відбувається ?



ФЕНОЛИ

1. Яка з приведених речовин не відноситься до фенолів?



2. Серед приведених вище формул вкажіть резорцин.

- 1) 1 2) 2 3) 3 4) 4 5) 5.

3. Який з приведених способів одержання фенолу не використовується в промисловості?

- 1) гідроліз хлорбензолу; 2) лужне плавлення бензолсульфо кислоти;
3) окислення ізопропілбензолу; 4) з аніліну через сіль діазонію;
5) виділення з кам'яновугільної смоли.

4. Взаємодією яких речовин одержують метиловий ефір фенолу?

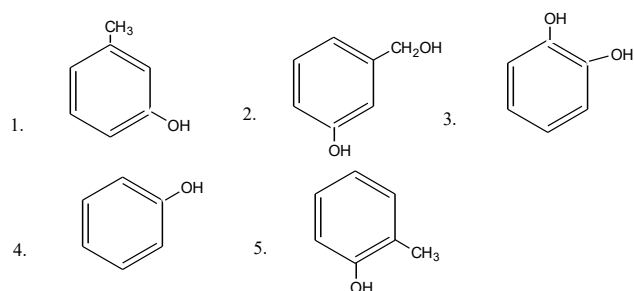
- фенолу з метанолом;
фенолу з метилйодидом;
Феноляту натрію з метилйодидом;
Феноляту натрію з метанолом;
Хлоробензену з метанолом.

5. Яка масова частка фенолу (в процентах) в насиченому при кімнатній температурі розчині фенолу (розчинність 9 г на 100 г води)?

- 1) 6,72%; 2) 7,5%; 3) 9,0%; 4) 8,25%; 5) 10,4%.

Варіант №2

1. Вкажіть формулу о-крезолу.



2. Який з приведених вище фенолів являється двохатомним?

- 1) 1; 2) 2; 3) 3; 4) 4; 5) 5.

3. Яка з приведених речовин при взаємодії з водою або лугом дає гідрокінон?
1). м-бромфенол; 2) фенол; 3) п-метилфенол; 4) 1,4-дихлорбензол;
5) п-нітрофенол.

4. Яке з приведених тверджень неправильне?
Гідроксильна група в фенолах:

- 1). Являється замісником 1 роду;
- 2). Має +I-ефект;
- 3). Важко заміщується галогенами;
- 4). Проявляє +M-ефект;
- 5). Направляє інші групи в о- і п-положення.

5. Скільки теоретично потрібно HNO_3 для одержання 13,9 г о-нітрофенолу, якщо його вихід складає 40%?

- 1) 10,34 г; 2). 15,75 г; 3). 20 г; 4). 25,2 г; 5) 6,3 г.

Варіант №3

1. Як інакше можна назвати гідрокінон?

- 1) 1,2-діоксибензол; 2) 1,3-діоксибензол; 3) 1,4-діоксибензол;
- 4) 1,2,3-триоксибензол; 5) 1,3,5-триоксибензол.

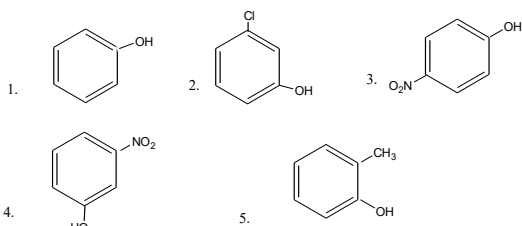
2. Яке з приведених нижче тверджень неправильне?

- 1) чистий фенол має темне забарвлення;
- 2) фенол – кристалічна речовина;
- 3) фенол – отруйний;
- 4) фенол – обмежено розчинний у воді;
- 5) багатоатомні феноли розчинні у воді краще, ніж фенол.

3. Вкажіть метод синтезу бензилового спирту.

- 1) окислення толуену перманганатом калію;
- 2) окислення бензену;
- 3) гідроліз хлорбензену;
- 4) лужне плавлення п-толуенсульфо кислоти;
- 5) хлорування толуену на світлі і гідроліз одержаного продукту.

4. У якого з приведених фенолів найсильніше виражені кислотні властивості?



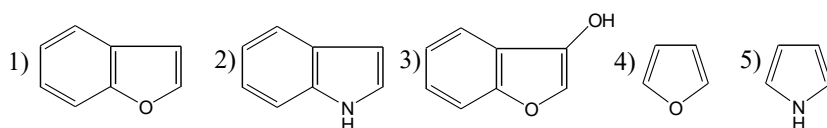
5. На фенол подіяли лугом, а потім $\text{C}_2\text{H}_5\text{I}$. Що при цьому одержали?

- 1) фенілетиловий спирт;
- 2) етилфеніловий ефір;
- 3) о-етилфенол;

- 4) м-етилфенол;
- 5) п-етилфенол.

П'ЯТИЧЛЕННІ ГЕТЕРОЦИКЛИ

1. Скільки існує ізомерних диметилфуранів?
 - 1) 2; 2) 3; 3) 4; 4) 5; 5) 6
2. Яка з наведених речовин найлегше вступає в реакції електрофільного заміщення:
 - 1) бензен; 2) тіофен; 3) пірол; 4) нітробензен; 5) 2-нітропірол.
3. Що таке піролідин:
 - 1) гетероцикл з двома гетероатомами;
 - 2) гетероцикл з атомом кисню;
 - 3) оксипірол;
 - 4) продукт повного гідрування піролу;
 - 5) речовина з конденсованими циклами.



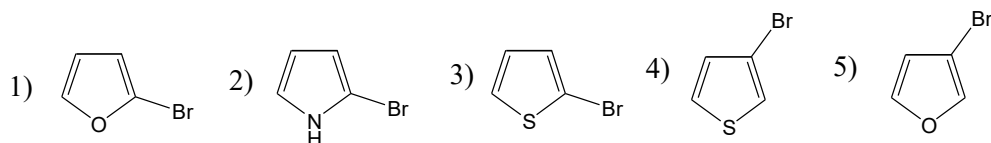
4. Вказати формулу індолу:
5. Яке з наведених нижче тверджень неправильне:

Піридин порівняно з піролом:

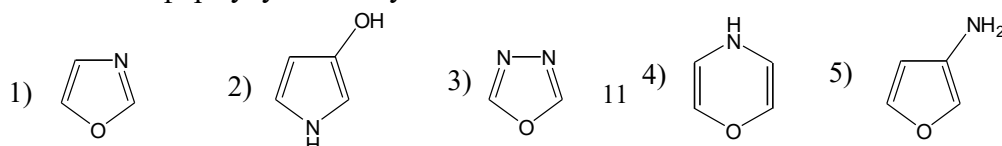
 - 1) важче вступає в реакції заміщення;
 - 2) більш стійкий;
 - 3) не має ацидофобних властивостей;
 - 4) не має кислотних властивостей;
 - 5) має більшу електронну густину в циклі.

ВАРІАНТ 2

1. Вкажіть формулу α -бромотіофену:



2. Яка з наведених речовин є ацидофобною:
 - 1) тіофен; 2) фуран; 3) бензен; 4) толуен; 5) фурфураль.
3. Вкажіть неправильне твердження:
 - 1) похідні піролу розповсюджені у природі;
 - 2) пірол має виражені основні властивості;
 - 3) порфін – поліциклічна похідна піролу;
 - 4) хлорофіл – похідна порфіну з атомом магнію;
 - 5) гемоглобін – складна речовина з порфіновим ядром, що містить атом феруму.
4. Вкажіть формулу оксазолу:

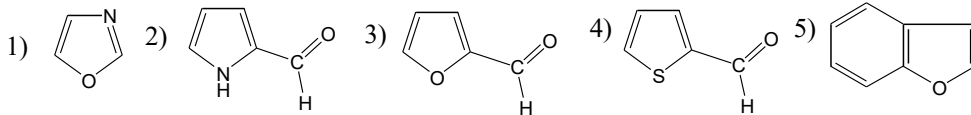


5. Що утворюється при взаємодії імідазолу з хлоридною кислотою:

- 1) α -хлорімідазол;
- 2) β -хлорімідазол;
- 3) відбувається руйнування циклу;
- 4) імідазоліл хлорид;
- 5) реакція не відбувається.

ВАРІАНТ 3

1. Вкажіть формулу фурфуралю:



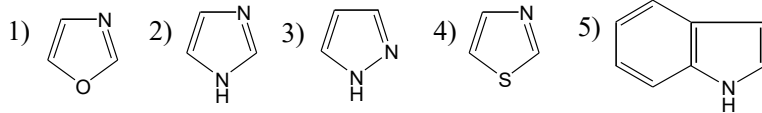
2. У якій з наведених сполук основні властивості найбільш виражені:

- 1) метиламін; 2) диметиламін; 3) пірол; 4) анілін; 5) піридин.

3. Яке з наведених тверджень неправильне:

- 1) похідні 5-нітрофурану застосовуються в медицині;
- 2) фуран проявляє кислотні властивості;
- 3) пірол є слабкою кислотою;
- 4) тіофен, пірол і фуран проявляють ароматичні властивості;
- 5) названі гетероцикли легко вступають в реакції електрофільного заміщення.

4. Вкажіть формулу піразолу:

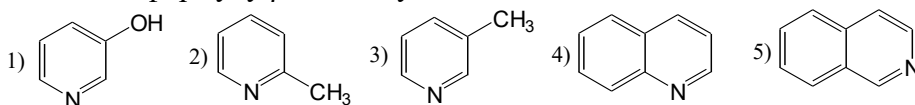


5. Яка з наведених речовин найбільш хімічно активна?

- 1) бензен; 2) тіофен; 3) фуран; 4) оксазол; 5) тіазол.

ШЕСТИЧЛЕННІ ГЕТЕРОЦИКЛИ.

2. Вкажіть формулу β -піколіну.



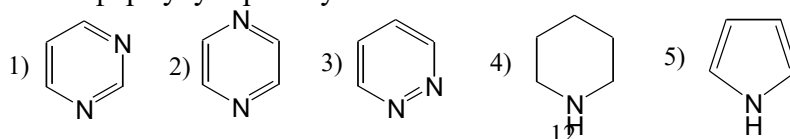
2. У якій з наведених сполук основні властивості найменш виражені:

- 2) метиламін; 2) диметиламін; 3) амоніак; 4) піколін; 5) піридин.

3. Яке з наведених тверджень неправильне:

- 6) похідні піридинкарбонових кислот застосовуються в медицині;
- 7) піридин є сильною основою;
- 8) для піридину можливі реакції нуклеофільного заміщення;
- 9) піридин має ароматичні властивості;
- 10) піридин важко вступає в реакції електрофільного заміщення.

4. Вкажіть формулу піразину:

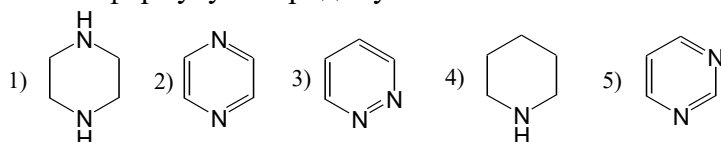


5. Яка з наведених речовин найменш активна в реакціях електрофільного заміщення?
2) бензен; 2) тіофен; 3) фуран; 4) оксазол; 5) піколін.

ВАРІАНТ 2

6. Скільки існує ізомерних диметилпіридинів?
2) 2; 2) 3; 3) 4; 4) 5; 5) 6
7. Яка з наведених речовин вступає в реакції нуклеофільного заміщення:
2) бензен; 2) тіофен; 3) пірол; 4) хінолін; 5) 2-нітропірол.
8. Що таке пірон:
6) гетероцикл з двома гетероатомами;
7) гетероцикл з атомом кисню;
8) оксипірол;
9) продукт окиснення піролу;
10) речовина з конденсованими циклами.

9. Вказати формулу піперидину:



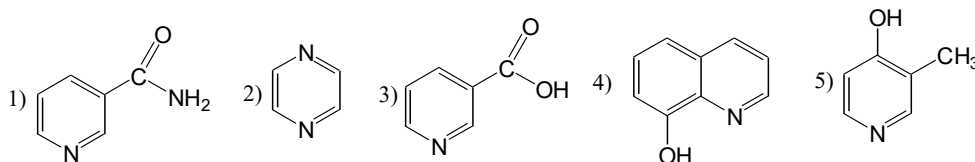
10. Яке з наведених нижче тверджень правильне:

Пірол порівняно з піридином:

- 6) стійкіший;
7) має більшу електронну густину в циклі.
8) не має ацидофобних властивостей;
9) важче вступає в реакції заміщення;
10) не має кислотних властивостей.

ВАРІАНТ 3

2. Вкажіть формулу вітаміну PP:



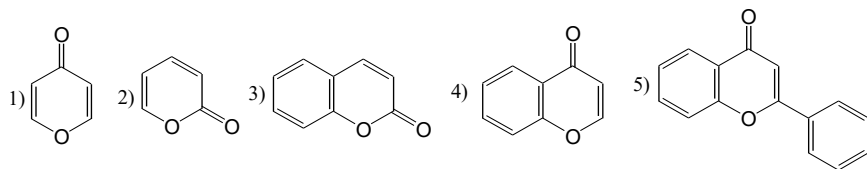
2. Яка з наведених речовин є найсильнішою основою:

- 2) хінолін; 2) піридин; 3) піколін; 4) піперидин; 5) хромон.

6. Вказати неправильне твердження:

- 6) похідні піридину розповсюджені у природі;
7) піридин має основні властивості;
8) нікотинамід – похідна піридину;
9) піридиновий цикл міститься в молекулах деяких алкалоїдів;
10) усі похідні піридину отруйні.

7. Вказати формулу кумарину:



8. Що утворюється при взаємодії хіноліну з хлоридною кислотою:

- 1) 3-хлорохінолін;
- 2) α -хлорохінолін;
- 3) сіль хінолінію;
- 4) відбувається руйнування циклу;
- 5) реакція не відбувається.

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. Шабликіна. – 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:

7. Ternay, Andrew L. Contemporary organic chemistry (ang.) Philadelphia: W. B. Saunders Company, cop.1979.
8. Organicum; Practical Handbook of Organic Chemistry. Addison-Wesley Publishing Company, 1973 – 747р.
9. Peter Sykes. Guidebook to Mechanism in Organic Chemistry. Pearson Education, 1986 – 428р.
10. Ластухін Ю.О., Воронов С.А. Органічна хімія. Львів: Центр Європи, 2001. 864 с.
11. Черних В.П., Гриценко І.С., Єлисеєва Н.М. Органічна хімія. Харків: Видавництво НФаУ Оригінал, 2004. 464 с.
12. Morrison, Robert T, Robert N. Boyd. Organic Chemistry. Boston: Allyn and Bacon, 1983. 1083р.
13. Величко Л.П. Органічна хімія. Для 10,11 класів хімічного профілю та з поглибленим вивченням хімії. Київ-Ірпінь: Перун, 2003. – 336с.
14. Л.Д.Бобрівник, В.М.Руденко, Г.О.Лезенко Органічна хімія. Київ – Ірпінь: ВТФ «Перун», 2002. – 544с.
15. R. A. Jackson. Mechanisms in Organic Reactions. Royal Society of Chemistry, Cambridge. 2004. 199 pp.

Інтернет 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>