

Міністерство освіти і науки України
Харківський національний університет імені В.Н. Каразіна

Кафедра органічної хімії

НАВЧАЛЬНО-МЕТОДИЧНИЙ КОМПЛЕКС

з дисципліни

ОРГАНІЧНА ХІМІЯ

(назва навчальної дисципліни)

рівень вищої освіти _____ бакалавр _____
галузь знань _____ 10 Природничі науки _____
(шифр і назва)
спеціальність _____ 102 Хімія _____
(шифр і назва)
освітня програма _____ освітньо-професійна програма «Хімія» _____
(шифр і назва)
спеціалізація _____
(шифр і назва)
вид дисципліни _____ обов'язкова _____
(обов'язкова / за вибором)
факультет _____ хімічний _____

2023/ 2024 навчальний рік

Міністерство освіти і науки України

Харківський національний університет імені В.Н. Каразіна

Кафедра органічної хімії



Робоча програма навчальної дисципліни

ОРГАНІЧНА ХІМІЯ

(назва навчальної дисципліни)

рівень вищої освіти _____ бакалавр _____

галузь знань _____ 10 Природничі науки _____
(шифр і назва)

спеціальність _____ 102 Хімія _____
(шифр і назва)

освітня програма _____ освітньо-професійна програма «Хімія» _____
(шифр і назва)

спеціалізація _____ _____
(шифр і назва)

вид дисципліни _____ обов'язкова _____
(обов'язкова / за вибором)

факультет _____ хімічний _____

2023/ 2024 навчальний рік

Програму рекомендовано до затвердження вченою радою хімічного факультету Харківського національного університету імені В.Н. Каразіна

“22” червня 2022 року, протокол № 4

РОЗРОБНИК ПРОГРАМИ: Андрій ДОРОШЕНКО, доктор хімічних наук, професор

Програму схвалено на засіданні кафедри органічної хімії

Протокол № 8 від “28” травня 2022 року

Завідувач кафедри органічної хімії



(підпис)

Андрій ДОРОШЕНКО
(прізвище та ініціали)

Програму погоджено гарантом освітньо-професійної програми (керівником проектної групи) першого (бакалаврського) рівня «Хімія»

Гарант освітньо-професійної програми (керівником проектної групи) першого (бакалаврського) рівня «Хімія»



(підпис)

Олег КАЛУГІН
(прізвище та ініціали)

Програму погоджено методичною комісією хімічного факультету

Протокол № 10 від “21” червня 2022 року

Голова методичної комісії хімічного факультету



(підпис)

Павло ЄФІМОВ
(прізвище та ініціали)

ВСТУП

Програма навчальної дисципліни “ОРГАНІЧНА ХІМІЯ” складена відповідно до освітньо-професійної (освітньо-наукової) програми підготовки першого рівню вищої освіти – бакалавр спеціальності (напрямку) 102 Хімія

спеціалізації _____

Предметом вивчення навчальної дисципліни є сполуки Карбону з іншими хімічними елементами, такими як Гідроген, Нітроген, Оксиген, Сульфур, галогени, тощо – вуглеводні та їх різноманітні функціональні похідні, методи виділення з природної сировини, синтезу та визначення будови, властивостей, реакційної здатності цих сполук, а також напрямки їх практичного застосування.

1. Опис навчальної дисципліни

1.1. Мета викладання навчальної дисципліни

Ознайомлення студентів з електронною теорією органічної хімії, механізмами реакцій, стереохімією, широким колом класичних органічних реакцій, розвиток навичок роботи у синтетичній органічній лабораторії, вміння коректно інтерпретувати результати фізико-хімічних досліджень органічних сполук. Отримання студентами теоретичних знань і практичних прийомів роботи при вивченні актуальних наукових проблем органічної хімії на основі сучасних навчальних посібників та наукових робіт інших дослідників, а також під час власної роботи в лабораторії органічного синтезу.

1.2. Основні завдання вивчення дисципліни

Основними завданнями вивчення дисципліни є знайомство слухачів з хімічними особливостями аліфатичних вуглеводнів та їх різноманітних функціональних похідних, потім більш стисло дається інформація по хімії ароматичних похідних та гетероциклічних сполук. Такий підхід дозволяє ретельно вивчити основні перетворення за участю різних класів органічних речовин, а потім на прикладі ароматичних і гетероциклічних сполук закріпити і поглибити ці знання. Курс починається з невеличкого історичного екскурсу в органічну хімію, її місця серед інших розділів хімії, знайомства з електронними уявленнями в органічній хімії. Далі вивчаються основні аспекти хімії кожного класу, починаючи з насичених вуглеводнів, для яких даються: номенклатура, методи отримання, фізико-хімічні й спектральні властивості та практичне значення окремих сполук. Таким чином вивчаються ненасичені вуглеводні (з подвійним або потрійним зв'язком, спряжені системи), галогенні похідні, спирти, альдегіди і кетони, кислоти і їхні функціональні похідні, нітросполуки та аміни, багатофункціональні сполуки, в тому числі природні амінокислоти, білки та вуглеводи. У другому семестрі дається матеріал з хімії ароматичних сполук (також по класам і групам), завершується курс вивченням загальних основ хімії гетероциклічних сполук.

У 5 та 6 семестрах передбачено проведення контрольної роботи, іспиту, а також захист курсової роботи у 6 семестрі.

1.2.1. Формування наступних загальних компетентностей:

1. Знання та розуміння предметної області та власної професійної діяльності.
2. Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу (ЗК1).
3. Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями (ЗК2).
4. Здатність працювати у команді (ЗК3).
5. Здатність до адаптації та дії в новій ситуації (ЗК4).
6. Навички використання інформаційних і комунікаційних технологій (ЗК5).

7. Здатність спілкуватися іноземною мовою (ЗК6).
8. Здатність спілкуватися з представниками інших професійних груп різного рівня (з експертами з інших галузей знань/видів економічної діяльності) (ЗК7).
9. Здатність діяти на основі етичних міркувань (мотивів) (ЗК8).
10. Прагнення до збереження навколишнього середовища (ЗК9).
11. Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел (ЗК10).
12. Здатність бути критичним і самокритичним (ЗК11).
13. Здатність реалізувати свої права і обов'язки як члена суспільства, усвідомлювати цінності громадянського (вільного демократичного) суспільства та необхідність його сталого розвитку, верховенства права, прав і свобод людини і громадянина в Україні (ЗК12).

1.2.2. Формування наступних фахових компетентностей:

1. Здатність застосовувати знання і розуміння інших природничих наук та математики для вирішення якісних та кількісних проблем в хімії (ФК1).
2. Здатність розпізнавати і аналізувати проблеми, застосовувати обґрунтовані методи вирішення проблем, приймати обґрунтовані рішення в області хімії (ФК2).
3. Здатність до використання спеціального програмного забезпечення та моделювання в хімії (ФК4).
4. Здатність оцінювати ризики (ФК6).
5. Здатність здійснювати типові хімічні лабораторні дослідження та використовувати стандартне хімічне обладнання (ФК7, ФК8).
6. Здатність до опанування нових областей хімії шляхом самостійного вивчення (ФК10).
7. Здатність формулювати етичні та соціальні проблеми, які стоять перед хімією, та здатність застосовувати етичні стандарти досліджень і професійної діяльності в галузі хімії (академічна доброчесність) (ФК11).
8. Здатність використовувати основні поняття хімії, основні закони хімії, загальні закономірності перебігу хімічних реакцій, теорію будови атома, теорії хімічних зв'язків, вчення про розчини, загальні відомості про хімічні елементи та їх сполуки у вирішенні конкретних задач хімії відповідно до сучасних потреб (ФК14).
9. Здатність до роботи у синтетичній органічній лабораторії, вміння коректно інтерпретувати результати фізико-хімічних досліджень органічних сполук (ФК18).
10. Здатність до розуміння вимог охорони праці та дотримання їх під час праці у лабораторних та промислових умовах (ФК27).
11. Здатність розуміння актуальних проблем сучасної теоретичної і експериментальної органічної хімії (ФК33).
12. Здатність використовувати ретросинтетичний підхід при розробці методів синтезу активних фармацевтичних інгредієнтів (субстанцій) та передбачати ті хімічні властивості сполук, які можуть бути використані для аналізу їх якості (ідентифікації та кількісного визначення) (ФК35).
13. Здатність користуватись сучасним експериментальним обладнанням, яке може бути застосовано для дослідження молекул, речовин, хімічних процесів та явищ (ФК36).

1.3. Кількість кредитів - 15

1.4. Загальна кількість годин - 450

1.5. Характеристика навчальної дисципліни ОРГАНІЧНА ХІМІЯ	
Нормативна	
Денна форма навчання	Заочна (дистанційна) форма навчання
Рік підготовки	
3-й	3-й
Семестр	
5,6-й	5,6-й
Лекції	
96 год.	36 год.
Практичні, семінарські заняття	
0 год.	0 год.
Лабораторні заняття	
160 год.	46 год.
Самостійна робота	
194 год.	368 год.
Індивідуальні завдання	
0 год.	

1.6. Заплановані результати навчання

У результаті вивчення даного курсу студент повинен:

- P01.** Розуміти ключові хімічні поняття, основні факти, концепції, принципи і теорії, що стосуються природничих наук та наук про життя і землю, а також хімічних технологій на рівні, достатньому для їх застосування у професійній діяльності та для забезпечення можливості в подальшому глибоко розуміти спеціалізовані області хімії.
- P03.** Описувати хімічні дані у символічному вигляді.
- P04.** Розуміти основні закономірності та типи хімічних реакцій та їх характеристики.
- P05.** Розуміти зв'язок між будовою та властивостями речовин.
- P07.** Застосовувати основні принципи квантової механіки для опису будови атома, молекул та хімічного зв'язку.
- P08.** Знати принципи і процедури фізичних, хімічних, фізико-хімічних методів дослідження, типові обладнання та прилади.
- P09.** Планувати та виконувати хімічний експеримент, застосовувати придатні методики та техніки приготування розчинів та реагентів.
- P11.** Описувати властивості аліфатичних, ароматичних, гетероциклічних та органометалічних сполук, пояснювати природу та поведінку функціональних груп в органічних молекулах.
- P12.** Знати основні шляхи синтезу в органічній хімії, включаючи функціональні групові взаємоперетворення та формування зв'язку карбон-карбон, карбон-гетероатом.
- P14.** Здійснювати експериментальну роботу з метою перевірки гіпотез та дослідження хімічних явищ і закономірностей.
- P17.** Працювати самостійно або в групі, отримати результат у межах обмеженого часу з наголосом на професійну сумлінність та наукову добросовісність.
- P18.** Демонструвати знання та розуміння основних фактів, концепцій, принципів та теорій з хімії.
- P21.** Здійснювати моніторинг та аналіз наукових джерел інформації та фахової літератури.
- P25.** Оцінювати та мінімізувати ризики для навколишнього середовища при здійсненні професійної діяльності.
- P32.** Знати: методи синтезу та взаємоперетворень органічних сполук основних класів, механізми найважливіших процесів та теоретичні основи органічної хімії. Вміти:

використовувати комплекс експериментальних методів для синтезу та вдосконалення структури нових сполук з певним набором властивостей, що обумовлюють їх практичне значення.

P41. Знати: зміст основних законів та підзаконних актів, що регулюють правові та організаційні питання охорони праці в Україні; вимоги охорони праці при роботі з хімічними речовинами та приладами; Вміти: працювати з дотриманням вимог нормативних документів з охорони праці.

P47. Знати: методологію проведення синтезу і дослідження в області органічної хімії; Вміти: планувати стратегію рішення поставлених завдань, скласти план синтезу органічної сполуки.

2. Тематичний план навчальної дисципліни

Розділ 1. Органічні сполуки аліфатичного ряду

Тема 1. Вступ.

Сполуки Карбону, їх властивості. Історичний екскурс у розвиток органічної хімії (етапи розвитку, основні теорії). Джерела органічної сировини. Методи добування, очищення та ідентифікації органічних сполук, методи їх аналізу. Основні типи структурних фрагментів: прості та кратні зв'язки, вуглецевий скелет, радикали та функціональні групи. Принципи дослідження хімічної будови молекул.

Електронні уявлення в органічній хімії. Характеристичність та адитивність властивостей атомів та зв'язків. Взаємний вплив атомів в молекулі. Спряження як взаємодія атомів та зв'язків. Хімічний зв'язок як проява взаємодії атомів в молекулі. Спрямованість зв'язку. Наближені математичні методи опису електронної будови молекул метод молекулярних орбіт та теорія резонансу. Молекулярні орбіталі, засоби їх опису: σ - та π - зв'язки, локалізовані та делокалізовані молекулярні орбіталі.

Тема 2. Алкани - насичені вуглеводні.

Гомологічний ряд алканів, номенклатура та ізомерія, алкільні радикали. Природні джерела алканів. Методи одержання. Електронна та просторова будова алканів; їх конформації. Спектральні характеристики. Хімічні властивості алканів. Гомолітичний тип розриву зв'язків. Вільні радикали: фактори, що обумовлюють їх відносну стабільність. Загальна уява про механізм ланцюгових радикальних реакцій заміщення в алканах. Вуглеводні як моторне паливо. Гетеролітичний тип розриву зв'язку в алканах. Карбкатиони, їх електронна будова та відносна стабільність. Реакції алканів в надкислотних середовищах.

Тема 3. Олефіни - вуглеводні з кратним зв'язком.

Поняття про подвійний зв'язок. Енергія утворення подвійного зв'язку, його стереохімія. Номенклатура та ізомерія олефінів. Хімічні властивості подвійного зв'язку $C=C$. Хімічні властивості α -метиленової групи, з'єднаної з π -зв'язком. Полімеризація та засоби її запровадження (поліетилен, поліпропілен та інші). Приєднання до олефінів третинних галогенідних алкілів. Утворення π -комплексів за участю олефінів.

Алкіни - вуглеводні з потрійним зв'язком. Номенклатура та ізомерія. Способи утворення потрійного зв'язку, sp -гібридизація. Фізичні та спектральні властивості алкінів. Хімічні перетворення алкінів. Перетворення ацетилену в вінілацетилен. Алкіни як дієнофіли. Кислотні властивості термінальних ацетиленів.

Алкадієни, класифікація, ізомерія. Найважливіші 1,3-дієни та методи їх отримання. Спряження подвійних зв'язків - ефект кон'югації. Хімічні властивості 1,3-дієнів. Полімеризація 1,3-дієнів та її значення в техніці. Природний та штучний каучук, його вулканізація. Властивості алленів. Полієни.

Тема 4. Галогенопохідні вуглеводнів.

Моногалогенопохідні аліфатичних вуглеводнів, їх номенклатура та ізомерія.

Сtereохімія органічних сполук. Хіральність молекул, S- і R-номенклатура. Проекційні формули. Енантіомери та рацемати. Конфігураційні ряди (D- та L-). Діастереомери: трео-,

ерітро та мезо-форми. Методи розподілу рацематів. Обертання конфігурації. Асиметричний синтез. Оптична активність сполук, що не мають асиметричного атому Карбону.

Способи утворення зв'язку C-Hal. Особливості утворення зв'язків C-F та C-I. Хімічні властивості моногалогеналканів. Уява про механізми тину S_N1 , $E1$, S_N2 , $E2$. Інші реакції. Сполуки з підвищеною та зниженою рухомістю атому галогену. Полігалогенпохідні. Хлороформ, CCl_4 . Карбени. Фреони.

Металоорганічні сполуки. Методи їх отримання. Хімічні властивості. Взаємоперетворення металоорганічних сполук. Тетраетил свинець.

Тема 5. Спирти та етери. Ненасичені та багатоатомні спирти.

Способи утворення спиртів. Водневий зв'язок та властивості спиртів. Кислотність та основність спиртів. Загальні уявлення про механізм нуклеофільного заміщення та відщеплення в аліфатичному ряді. Окиснення спиртів.

Ненасичені спирти. Аліловий та пропаргіловий спирти: їх отримання та хімічні властивості.

Багатоатомні спирти: етиленгліколь, гліцерин. Процеси хелатування. Пентаерітри. Нітратні естери багатоатомних спиртів (вибухові речовини).

Етери. Їх номенклатура, ізомерія. Методи їх отримання. Взаємодія ефірів з кислотами, їх розщеплення та окислення. Циклічні прості ефіри, краун-ефіри. Комплексоутворення з солями металів, застосування в міжфазному каталізі.

Органічні окиси: їх утворення, хімічні властивості. Епоксидні смоли. Вінілові ефіри, їх отримання з ацетилену. Практичне значення ненасичених ефірів.

Тема 6. Оксосполуки (альдегіди та кетони).

Номенклатура. Способи утворення карбонільної групи. Електронна будова групи C=O, її зв'язок з реакційною здатністю. Фізичні та спектральні властивості оксосполук. Якісні реакції альдегідів. Нуклеофільні реакції оксосполук. Кето-енольна таутомерія. Циклоолігомеризація та полімеризація альдегідів. Окиснення альдегідів та кетонів. Полімери з формальдегіду. Ацетон та його значення.

Ненасичені альдегіди та кетони. Кетени. Дикарбонільні сполуки.

Тема 7. Карбоксильні (карбонові) кислоти.

Одноосновні аліфатичні кислоти, їх номенклатура. Способи одержання кислот. Природні джерела карбонових кислот. Електронна будова карбоксильної групи. Водневі зв'язки за її участю. Кислотність. Хімічні властивості кислот. Взаємні перетворення функціональних похідних кислот. Вищі карбонові кислоти. Мила. Жири, масла.

Дикарбонові кислоти. Способи їх одержання та хімічні властивості. Особливості малонового ефіру. Адипінова кислота та її застосування. Ненасичені карбонові кислоти.

Вугільна кислота та її похідні. Сечовина. Фосген. Поліуретани.

Тема 8. Нітросполуки.

Номенклатура нітроалканів. Способи утворення нітросполук. Електронна будова нітрогрупи та її електроноакцепторний характер. Таутомерія та хімічні властивості.

Тема 9. Аліфатичні аміни.

Номенклатура, ізомерія, електронна будова аміногрупи. Способи утворення амінів. Основність амінів. Хімічні властивості. Четвертинні солі амонію. Діаміни, їх отримання, значення в промисловості.

Тема 10. Органічні сполуки Сульфуру.

Меркаптани, меркаптіди, діалкілсульфіди, тіоетери. S-Аналоги альдегідів та кетонів, карбонових кислот. Сульфо кислоти та їх функціональні похідні. Диметилсульфоксид як розчинник. CS_2 .

Тема 11. Гідрокси- та амінокислоти.

Загальні способи утворення гідрокси кислот. Хімічні властивості. Природні гідрокси кислоти.

Номенклатура, ізомерія, способи їх отримання амінокислот. Електронна будова α -аміно-кислот, їх стереохімія, основно-кислотні властивості. Бетаїни. Загальні уявлення про пептиди та білки. Будова білків та їх значення в природі.

Тема 12. Альдегідо- та кето-кислоти.

Синтез Клайзена. Ацетооцтовий ефір, його таутомерія та хімічні властивості. Реакції із застосуванням ацетооцтового ефіру.

Тема 13. Аліциклічні сполуки.

Циклоалкани, їх класифікація. Методи їх отримання. Ізомеризація циклів. Гіпотеза напруги Байера та стабільність циклів. Конформація циклів, ізомерія. Найбільш важливі похідні аліциклів. Загальні уявлення про терпени.

Тема 14. Вуглеводи.

Класифікація вуглеводів. Моносахариди: відкрита та циклічна форми. Таутомерія. Реакції за участю моносахаридів, їх взаємоперетворення. Глікозидний гідроксил. Стереохімія моносахаридів: D- та L-ряди, аномери, епімери. Мутаротація вуглеводів.

Ди- та полісахариди. Біози та їх класифікація. Хімічні властивості. Сахароза. Крохмаль, целюлоза, їх будова та властивості. Біологічне значення вуглеводів, принцип їх спиртового бродіння. Целюлозна промисловість. Складні ефіри целюлоза: штучне волокно, піроксилін, целулоїд.

Розділ 2. *Ароматичні та гетероциклічні органічні сполуки*

Тема 1. Ароматичні вуглеводні.

Бензол, його електронна будова. Поняття ароматичності. Номенклатура та ізомерія ароматичних вуглеводнів. Способи одержання. Фізичні та спектральні властивості. Механізм електрофільного заміщення в бензольному ядрі: σ - та π -комплекси. Електронний вплив різних замісників на спрямування цих реакцій. Реакції приєднання. Окремі представники.

Тема 2. Ароматичні галоген- та нітросполуки, сульфокислоти.

Галогенпохідні, їх номенклатура, ізомерія, способи отримання. Умови, які сприяють галогенуванню в ядро чи в побічний ланцюг. Фізичні та хімічні властивості галогенпохідних.

Сульфокислоти, способи їх отримання. Фізичні та хімічні властивості. Хлораміни. Сполуки, що мають миючі та дезинфікуючі властивості.

Нітросполуки, номенклатура, способи їх одержання. Нітрування в ядро та в побічний ланцюг. Фізичні та хімічні властивості нітросполук. Брізантні вибухові речовини.

Тема 3. Ароматичні аміни, діазо- та азосполуки.

Класифікація амінів, ізомерія. Методи отримання первинних ароматичних амінів. Фізичні та спектральні властивості, хімічні перетворення. Діаміни. Інші похідні аніліну.

Синтез та хімічні властивості діазосполук. Реакції діазонієвих солей без виділення та з виділенням азоту. Азосполуки.

Тема 4. Феноли та ароматичні спирти.

Номенклатура, способи отримання. Електронна будова фенолів, фізичні та спектральні особливості фенолів. Кислотність фенолів. Штучні полімери з фенолів. Ароїли.

Двох- та трьох-атомні феноли. Хінони.

Тема 5. Ароматичні альдегіди та кетони.

Способи отримання цих сполук. Фізичні та спектральні властивості. Електронний вплив карбонільної групи на ароматичне ядро. Хімічні властивості. Бензальдегід, ацетофенон. Лакриматори.

Тема 6. Ароматичні кислоти.

Способи їх отримання. Кислотність. Загальне уявлення про кореляційний аналіз. Хімічні властивості ароматичних кислот. Дикарбонові ароматичні кислоти.

Тема 7. Багатоядерні ароматичні сполуки.

Група дифеніла: номенклатура, способи одержання, хімічні властивості. Стереохімія дифенільних сполук, атропоізомерія.

Циклофани: одержання, стереохімія, властивості.

Група ди- та трифенілметанів. Поняття про стабільні радикали, карбокатиони та карбаніони. Трифенілметанові барвники. Фталейни.

Конденсовані ароматичні сполуки. Нафталін, антрацен, фенатрен. Способи їх одержання, фізичні та хімічні властивості. Поліцени. Коронен.

Тема 8. Гетероциклічні сполуки.

Загальні уявлення про гетероцикли: їх номенклатура, класифікація. Особливий вплив гетероатома на розподіл електронної густини в молекулі.

Тема 9. П'ятичленні гетероцикли.

Фуран, тіофен, пірол: їх отримання, ароматичний характер та хімічні властивості. Реакції заміщення, приєднання та розширення циклів.

П'ятичленні полігетероатомні цикли. Піразол та імідазол як сполуки, що водночас мають кислотний та основний характер, методи їх синтезу, реакційна здатність. Три-, тетра- і пентазоли. Оксазоли. Тіазоли.

Тема 10. Шестичленні гетероцикли.

Піридин, його будова, одержання, хімічні властивості, основність, реакції електрофільного та нуклеофільного заміщення, кватернізація. Важливіші представники: вітаміни, лікарські препарати, алкалоїди. Хінолін, ізохінолін. Піридазин, піримідин, піразин; будова, методи їх одержання, хімічні властивості, практичне значення. Триазини, меламін. Гетероциклічні Нітрогенвмісні основи нуклеїнових кислот - похідні піримідину та пурину.

Шестичленні Оксигенвмісні гетероцикли. Група пірана. Пірилієві солі. Їх тіоаналоги.

3. Структура навчальної дисципліни

Назви розділів і тем	Кількість годин											
	денна форма						заочна форма					
	усього	у тому числі					усього	у тому числі				
л		п	лаб.	інд.	с.р.	л		п	лаб.	інд.	с.р.	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Розділ 1. Органічні сполуки аліфатичного ряду												
<i>Тема 1. Вступ.</i>	6	4				2	5	1				4
<i>Тема 2. Алкани - насичені вуглеводні.</i>	13	4		4		5	15	1		2		12
<i>Тема 3. Олефіни - вуглеводні з кратним зв'язком.</i>	31	10		14		7	45	4		6		35
<i>Тема 4. Галогенопохідні вуглеводнів.</i>	23	8		8		7	36	4		2		30
<i>Тема 5. Спирти та етери. Ненасичені та багатоатомні спирти.</i>	14	4		4		6	19	2		2		15

Продовження таблиці

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
<i>Тема 6. Оксосополики (альдегіди та кетони).</i>	17	6		4		7	31	2		4		25
<i>Тема 7. Карбоксильні (карбонові) кислоти.</i>	18	4		10		4	19	1		2		16
<i>Тема 8. Нітросополики.</i>	12	2		4		6	13	1		2		10
<i>Тема 9. Аліфатичні аміни.</i>	12	2		4		6	15	1		2		12
<i>Тема 10. Органічні сополики Сульфур.</i>	10	2		4		4	4	0				4
<i>Тема 11. Гідрокси- та амінокислоти.</i>	21	4		10		7	23	1		2		20
<i>Тема 12. Альдегідо- та кето-кислоти.</i>	14	4		4		6	17	1		2		14
<i>Тема 13. Аліциклічні сополики.</i>	17	6		4		7	17	0		2		15
<i>Тема 14. Вуглеводи.</i>	17	4		6		7	19	1		2		16
<i>Разом за розділом 1</i>	225	64		80		81	278	20		30		228
Розділ 2. Ароматичні та гетероциклічні органічні сополики												
<i>Тема 1. Ароматичні вуглеводні.</i>	22	4		8		10	14	2		2		10
<i>Тема 2. Ароматичні галоген- та нітросополики, сульфокислоти.</i>	20	2		8		10	16	2		2		12
<i>Тема 3. Ароматичні аміни, діазо- та азосополики.</i>	26	4		10		12	19	2		2		15
<i>Тема 4. Феноли та ароматичні спирти.</i>	22	2		10		10	18	2		2		14
<i>Тема 5. Ароматичні альдегіди та кетони.</i>	30	4		10		16	24	2		2		20
<i>Тема 6. Ароматичні кислоти.</i>	18	2		8		8	13	1		2		10
<i>Тема 7. Багатоядерні ароматичні сополики.</i>	29	5		10		14	24	2		2		20
<i>Тема 8. Гетероциклічні сополики.</i>	12	1				11	5	1				4

Продовження таблиці

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Тема 9. П'ятичленні гетероцикли.	24	4		8		12	19	1		1		17
Тема 10. Шестичленні гетероцикли.	22	4		8		10	20	1		1		18
Разом за розділом 2	225	32		80		113	172	16		16		140
Усього годин	450	96		160		194	450	36		46		368

Проведення лекцій може відбуватися у дистанційному режимі за допомогою платформ ZOOM або Google Meet.

4. Теми лабораторних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Малі лабораторні роботи - методи очищення органічних сполук: кристалізація, сублімація, основні види перегонки, визначення температури плавлення.	8
2	Методи синтезу та хімічні перетворення за участю вуглеводнів (не менш 4 загальних лабораторних робіт).	36
3	Реакції за участю інших органічних сполук аліфатичного ряду (не менш 4 загальних лабораторних робіт).	36
4	Реакції за участю ароматичних вуглеводнів та їх галоген- та сульфопохідних (не менш 3 загальних лабораторних робіт).	32
5	Реакції за участю нітро- та аміно похідних ароматичних вуглеводнів, ароматичних спиртів та фенолів (не менш 3 загальних лабораторних робіт).	32
6	Реакції за участю ароматичних спиртів, кетонів і карбонових кислот, а також гетероциклічних сполук (не менш 2 загальних лабораторних робіт та курсова робота).	16
Разом		160

5. Завдання для самостійної роботи

опрацювання теоретичного лекційного матеріалу, розв'язок домашніх письмових завдань, підготовка до контрольних робіт, підготовка до розширених відповідей за визначеними викладачем темами, підготовка до виконання лабораторних робіт, покрокове планування проходження синтетичних методик, засвоєння правил безпеки, яких треба дотримуватись при виконанні конкретних лабораторних робіт

№ з/п	Види, зміст самостійної роботи	Кількість годин
Розділ 1. Органічні сполуки аліфатичного ряду		
1	Тема 1. Вступ. Електронні уявлення в органічній хімії	2
2	Тема 2. Алкани - насичені вуглеводні.	5
3	Тема 3. Олефіни - вуглеводні з кратним зв'язком.	7
4	Тема 4. Галогенопохідні вуглеводнів.	7
5	Тема 5. Спирти та етери. Ненасичені та багатоатомні спирти.	6
6	Тема 6. Оксосополики (альдегіди та кетони).	7
7	Тема 7. Карбоксильні (карбонові) кислоти.	4
8	Тема 8. Нітросополики.	6
9	Тема 9. Аліфатичні аміни.	6

10	Тема 10. Органічні сполуки Сульфуру.	4
11	Тема 11. Гідрокси- та амінокислоти.	7
12	Тема 12. Альдегідо- та кето-кислоти.	6
13	Тема 13. Аліциклічні сполуки.	7
14	Тема 14. Вуглеводи.	7
Розділ 2. Ароматичні та гетероциклічні органічні сполуки		
1	Тема 1. Ароматичні вуглеводні.	10
2	Тема 2. Ароматичні галоген- та нітросполуки, сульфокислоти.	10
3	Тема 3. Ароматичні аміни, діазо- та азосполуки.	12
4	Тема 4. Феноли та ароматичні спирти.	10
5	Тема 5. Ароматичні альдегіди та кетони.	16
6	Тема 6. Ароматичні кислоти.	8
7	Тема 7. Багатоядерні ароматичні сполуки.	14
8	Тема 8. Гетероциклічні сполуки.	11
9	Тема 9. П'ятичленні гетероцикли.	12
10	Тема 10. Шестичленні гетероцикли.	10
	Разом	194

6. Індивідуальні завдання

Курсова робота у 6 семестрі.

7. Методи контролю

Опитування, перевірка контрольних та домашніх письмових самостійних робіт, семестровий екзамен.

8. Схема нарахування балів

5 семестр

Поточне тестування та самостійна робота			Разом	Екзамен	Сума	
Розділ 1			60	40	100	
T1-T4	T5-T7	T8-T14				Практикум
17	17	17				

письмові контрольні та самостійні роботи враховані у розподілі балів за темами T1-T14 5 семестру

Мінімальна кількість балів для допуску до складання екзамену – 30 балів.

Мінімальна позитивна оцінка на екзамені – 10 балів.

6 семестр

Поточне тестування та самостійна робота			Курсова робота	Разом	Екзамен	Сума
Розділ 2				Практикум	60	40
T1-T2	T3-T5	T6-T10				
14	14	14	8			

письмові контрольні та самостійні роботи враховані у розподілі балів за темами T1-T10 6 семестру

Мінімальна кількість балів для допуску до складання екзамену – 30 балів.

Мінімальна позитивна оцінка на екзамені – 10 балів.

Виконання курсової роботи у 6 семестрі

Пояснювальна записка	Ілюстративна частина	Захист роботи	Сума
3	3	4	10

Шкала оцінювання

Сума балів за всі види навчальної діяльності протягом семестру	Оцінка за національною шкалою
90 – 100	відмінно
70-89	добре
50-69	задовільно
1-49	незадовільно

9. Рекомендована література

Основна література

1. *Ластухін ЮО, Воронов СА.* ОРГАНІЧНА ХІМІЯ, Львів: Центр Європи, 2000.
2. *Чирва ВЯ, Ярмолюк СМ, Толкачева НВ, Земляков ОЄ.* ОРГАНІЧНА ХІМІЯ, Київ: Отава, 2009.
3. *Черних ВП, Зименковський БС, Грищенко ІС.* ОРГАНІЧНА ХІМІЯ, у 3-х томах. Харків: «Основа», 1993-1997.
4. *Обуцак МД, Біла ЄЄ.* ОРГАНІЧНА ХІМІЯ, ч. 1, Львів: ЛНУ ім. І Франка, 2004.
5. *Гуляєва НІ, Іщенко ІК, Орлов ВД, Полуянов ВП.* ОРГАНІЧНА ХІМІЯ, в 2-х томах. Харків: ХВУ, ХДУ, ч. 1., 1995.
6. *Черних ВП, Грищенко ІС, Лозинський МО, Коваленко ЗІ.* ЗАГАЛЬНИЙ ПРАКТИКУМ З ОРГАНІЧНОЇ ХІМІЇ, Х.: «Золоті сторінки», 2002.

Допоміжна література

7. *Smith M.B., March J.* MARCH'S ADVANCED ORGANIC CHEMISTRY, 5th Edition, John Wiley & Sons, Inc., 2001.
8. *Carey F.A.* ORGANIC CHEMISTRY, 4th Edition, The McGraw-Hill Companies, 2001.
9. *Gilchrist T.L.* HETEROCYCLIC CHEMISTRY, 3rd Edition, Pearson College Div, 1997.
10. *Joule J.A., Mills K.* HETEROCYCLIC CHEMISTRY, 5th Edition, Wiley-Blackwell Science, 2010.

10. Посилання на інформаційні ресурси в Інтернеті, відео-лекції, інше методичне забезпечення

1. Файл-сервер хімічного ф-ту: <http://www-chemistry.univer.kharkov.ua/uk/node/424>
2. <http://www.haverford.edu/wintnerorganicchem/>
3. <http://www.organic-chemistry.org>
4. <http://www.orgsyn.org>
5. <http://ocw.mit.edu/courses/chemistry/5-12-organic-chemistry-i-spring-2005>
6. <http://ocw.mit.edu/courses/chemistry/5-13-organic-chemistry-ii-fall-2006>
7. <http://www.chem.ucalgary.ca/courses/350/Carey5th/Carey.html>

Зразки екзаменаційних білетів
з дисципліни
ОРГАНІЧНА ХІМІЯ

Харківський національний університет імені В.Н. Каразіна

Факультет
Спеціальність
Спеціалізація
Семестр
Форма навчання
Рівень вищої освіти (освітньо-кваліфікаційний рівень):
Навчальна дисципліна:

Хімічний
102: Хімія
Хімія
5
денна
бакалавр
Органічна хімія

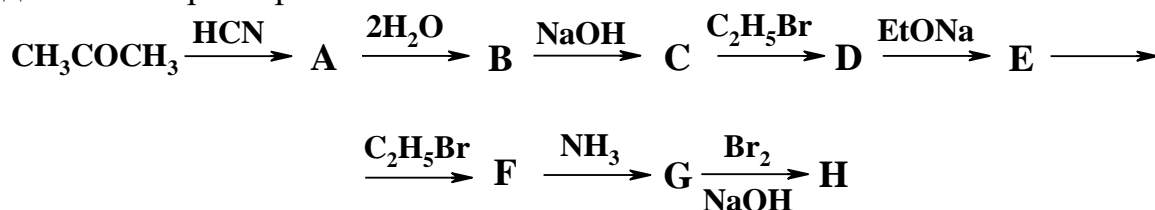
ЕКЗАМЕНАЦІЙНИЙ БІЛЕТ № 1

Прізвище, ім'я та по-батькові _____

Група _____

1. Розгляньте механізм радикального хлорування 2-метилбутану, виділяючи стадії ініціювання, зростання та обриву ланцюгу, а також розрахуйте відсотковий зміст ізомерних монохлороалканів у суміші, якщо відомо, що їх сумарний вихід склав 80%, а відносна швидкість процесів заміщення при первинному, вторинному та третинному атомах вуглецю співвідноситься як 1:3,3:4,4.

2. Здійснить перетворення:



Напишіть структурні формули і дайте систематичні назви сполук А-Н.

3. Відомо, що взаємодія ацетилхлориду з ацетооцтовим ефіром в присутності піридину утворює ацетат етилового ефіру β-гідрокси-кртонової кислоти – реакція проходить по атому кисню, тоді як з магнієвим енолятом ефіру в бензолі ацетилювання йде виключно по атому вуглецю. Поясніть цей факт.

4. Запропонуйте схему синтезу: $\text{CH}_2=\text{CH}_2 \rightarrow \text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{COOC}_2\text{H}_5$, використовуючи тільки етилен та неорганічні сполуки. Для кожної з реакцій наведіть умови проведення.

5. Сполука $\text{C}_4\text{H}_4\text{O}_4$ може існувати у вигляді двох π-діастереомерів. Вона приєднує HBr , знебарвлює бромну воду, вступає в реакцію гідроксилування (KMnO_4 в нейтральному середовищі). Сполука реагує з етанолом, утворюючи диестери. При опроміненні сполука $\text{C}_4\text{H}_4\text{O}_4$ переходить в свій геометричний ізомер, який при дії P_2O_5 утворює сполуку $\text{C}_4\text{H}_2\text{O}_3$. Остання може вступати в реакцію Дільса-Альдера. Запропонуйте структури вказаних сполук, підтвердивши це відповідними реакціями.

Затверджено на засіданні кафедри органічної хімії
Завідувач кафедри
Екзаменатор

протокол № X від XX xxxxx 201X р.
(А.О. Дорошенко)
(А.О. Дорошенко)

Харківський національний університет імені В.Н. Каразіна

Факультет
 Спеціальність
 Спеціалізація
 Семестр
 Форма навчання
 Рівень вищої освіти (освітньо-кваліфікаційний рівень):
 Навчальна дисципліна:

Хімічний
 102: Хімія
 Хімія
 6
 денна
 бакалавр
 Органічна хімія

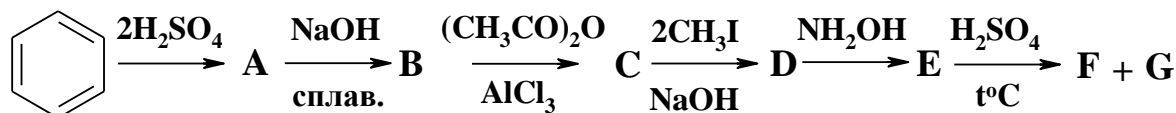
ЕКЗАМЕНАЦІЙНИЙ БІЛЕТ № 1

Прізвище, ім'я та по-батькові _____

Група _____

1. Які сполуки утворюються при алкілуванні бензолу алілхлоридом: а) у присутності хлориду алюмінію, б) у присутності сульфатної кислоти? Підтвердити це відповідними механізмами реакцій. Як можна розрізнити продукти вказаних реакцій?

2. Вкажіть проміжні та кінцеві продукти у наведеній схемі:



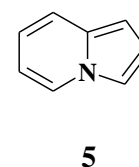
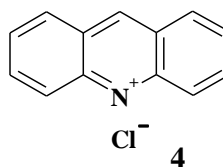
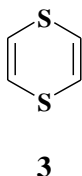
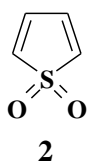
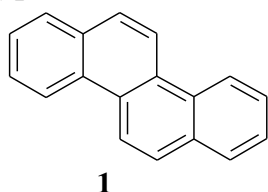
Назвіть усі отримані сполуки.

3. При нітруванні *n*-бромхлорбензолу була отримана сполука складу $\text{C}_6\text{H}_3\text{BrClNO}_2$, яка при кип'ятінні з концентрованим розчином луку перетворюється у сполуку $\text{C}_6\text{H}_4\text{ClNO}_3$. Яку будову має продукт нітрування та продукт його лужного гідролізу? Назвіть усі отримані сполуки.

4. Як з бензолу отримати *цис*- і *транс*-стильбени (1,2-дифенилетилени)? Які особливості стадії утворення подвійного зв'язку (C=C) з *цис*- і *транс*-конфігурацією? Як можна ідентифікувати кожний ізомер?

5. Хінолін: його отримання та хімічні властивості: основність, спрямованість реакцій з електрофільними та нуклеофільними реагентами. Наведіть приклади реакцій та механізми (відповідь - не більше 1 сторінки).

6. Які з наведених структур є ароматичними? (тест: відмітьте ароматичні структури)



Затверджено на засіданні кафедри органічної хімії
 Завідувач кафедри
 Екзаменатор

протокол № X від XX xxxxx 201X р.
 (А.О. Дорошенко)
 (А.О. Дорошенко)

Матеріали самостійних робіт

з дисципліни

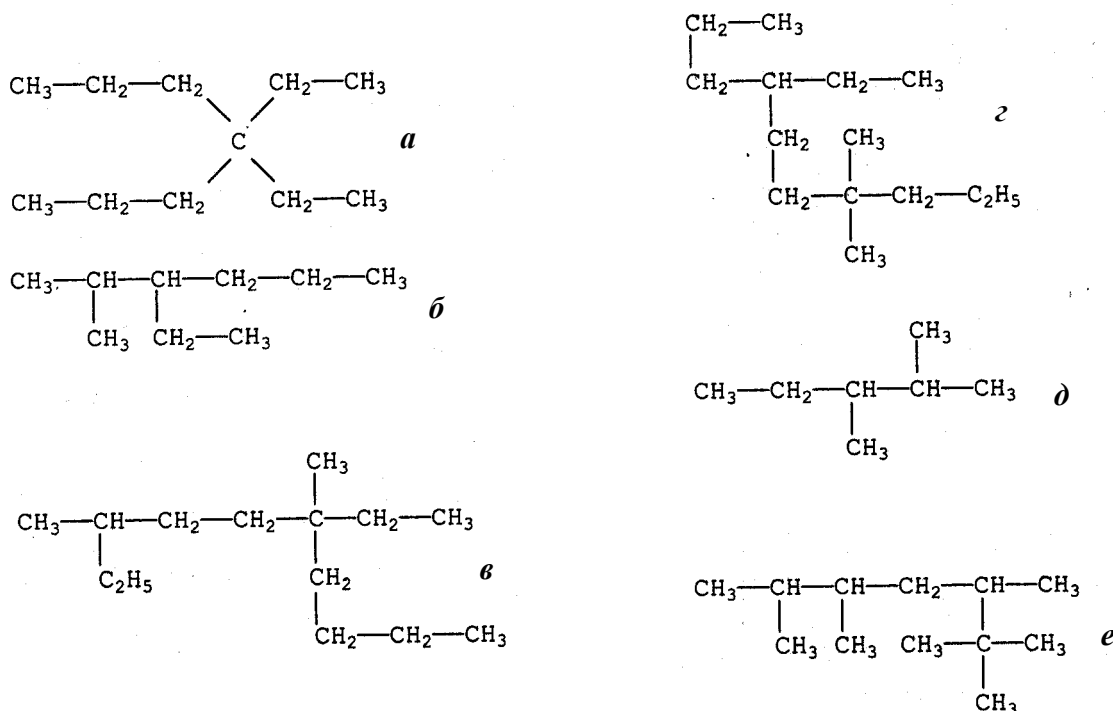
ОРГАНІЧНА ХІМІЯ

Самостійна робота № 1

АЛКАНИ

Варіант 1

1. Назвіть наступні сполуки за номенклатурою IUPAC (6 балів):



2. Напишіть структурні формули наступних вуглеводнів (4 бали):

- 3-метил-4-етилгектан
- 3,3-диметил-4-етилнонан
- 2,2,3,4-тетраметилгептан
- 2,5-диметил-3,3-диетилгектан

3. Наступні назви є неправильними. Визначте, в чому полягає помилка в кожному конкретному випадку (3 бали):

- 2-диметилбутан
- 4-метилпентан
- 1-метилбутан

4. Напишіть структурні формули всіх можливих ізомерів сполуки $\text{C}_4\text{H}_8\text{Cl}_2$ і назвіть їх за номенклатурою IUPAC (5 балів).

5. При спалюванні 6,2 г органічної речовини (щільність парів у повітрі 2,4) отримано 19,46 г вуглекислого газу і 7,97 г води. Встановіть формулу речовини, прийнявши середню молекулярну масу повітря рівній 29 (10 балів).

6. Вуглеводень C_5H_{12} в умовах реакції Коновалова перетворюється в третинну нітропохідну. Яку будову має вихідна сполука? (5 балів).

7. Яку будову має вуглеводень $\text{C}_{10}\text{H}_{22}$, якщо відомо, що він був отриманий електролізом водного розчину солі карбонової кислоти, яка при сплавленні з лугом утворює тетраметилметан? Напишіть схеми реакцій (10 балів)

8. Відносна реакційна здатність α , β і γ -водневих атомів в реакції радикального хлорування н-масляної кислоти ($\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{COOH}$) дорівнює відповідно 0,24:3,1:1. Оцініть очікувану кількість α , β і γ -монохлорзаміщених в суміші продуктів реакції хлорування (7 балів).

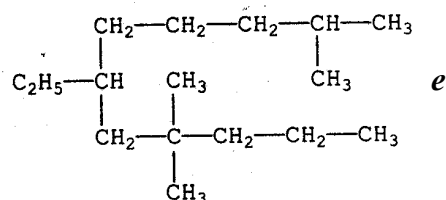
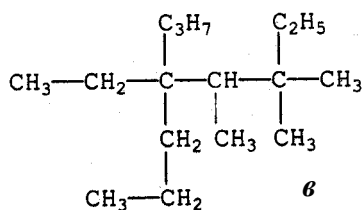
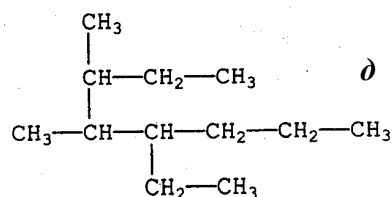
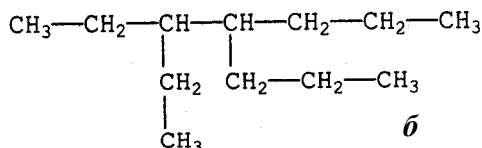
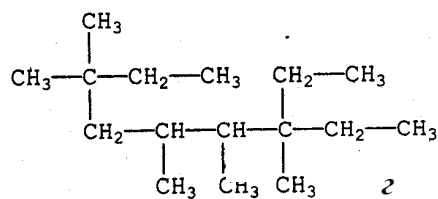
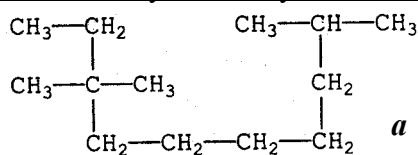
Разом: 50 балів

Самостійна робота № 1

АЛКАНИ

Варіант 2

1. Назвіть наступні сполуки за номенклатурою IUPAC (6 балів):



2. Напишіть структурні формули наступних вуглеводнів (4 бали):

- а) 2,3-диметил-3-етилгексан
- б) 2,3,5-триметил-3-етилнонан
- в) 2,2,3,3-тетраметилгексан
- г) 1,2,3-трихлорпентан

3. Наступні назви є неправильними. Визначте, в чому полягає помилка в кожному конкретному випадку (3 бали):

- а) 4,4-диметил-2-етилпентан
- б) 2-етилпентан
- в) 2,3-метилгексан

4. Напишіть структурні формули всіх можливих ізомерів сполуки $\text{C}_5\text{H}_{11}\text{Cl}$ і назвіть їх за номенклатурою IUPAC (5 балів).

5. На спалювання 4,4 г вуглеводню витратили 56 л (н.у.) повітря, при цьому утворилося 7,2 г води. Встановіть формулу вуглеводню, вважаючи, що вміст кисню в повітрі - 1/5 частина (за об'ємом) (10 балів).

6. Встановіть будову вуглеводню C_5H_{12} , який під час хлорування утворює тільки одну моноклорзамещену похідну (5 балів).

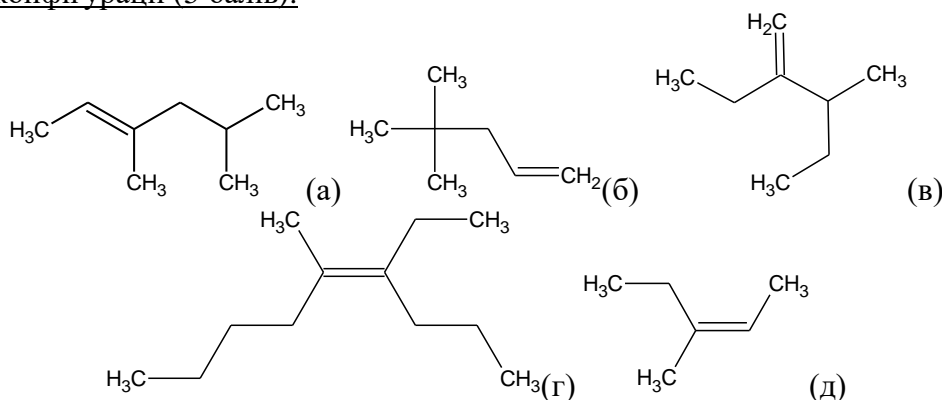
7. Встановіть будову карбонової кислоти, яка при сплавленні з лугом утворює ізобутан, а електроліз водного розчину її солі приводить до 2,5-диметилгексану. Напишіть схеми реакцій (10 балів).

8. Відносна реакційна здатність α , β і γ -водневих атомів в реакції радикального хлорування нітрилу н-масляної кислоти ($\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{C}\equiv\text{N}$) дорівнює відповідно 0,04:3,1:1. Оцініть очікувану кількість α , β і γ -моноклорзамещених в суміші продуктів реакції хлорування (7 балів).

Разом: 50 балів

Самостійна робота № 2
АЛКЕНИ
Варіант 1

1. Назвіть наступні сполуки за номенклатурою IUPAC, де це необхідно - із зазначенням конкретної конфігурації (5 балів):



2. Напишіть структурні формули наступних вуглеводнів (4 бали):

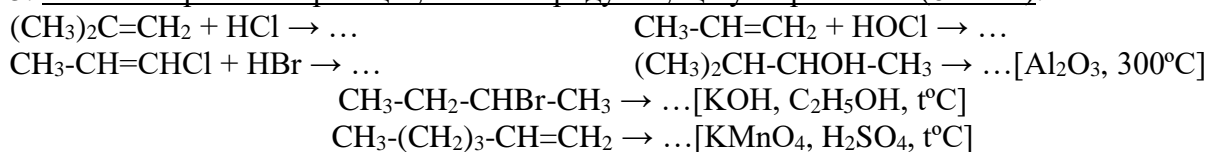
- а) 3,4-диметил-3-гексен
б) 2-метил-3,4-диетил-3-октен
в) *E*-2-бутен
г) *Z*-3-метил-2-пентен

3. Наступні назви є неправильними. Визначте, в чому полягає помилка в кожному конкретному випадку (3 бали):

- а) 3-пентен
б) 1-бромобутен
в) *транс*-1-пентен

4. Напишіть структурні формули всіх ізомерних алкенів C₆H₁₂, що мають нерозгалужений вуглецевий скелет. Назвіть їх за номенклатурою IUPAC і наведіть конфігурації геометричних ізомерів за *цис/транс* і *E/Z* номенклатурами (5 балів).

5. Напишіть рівняння реакцій, назвіть продукти, що утворюються (6 балів):

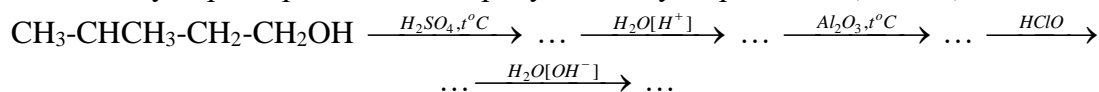


6. Дві ізомерні речовини C₈H₁₆ з концентрованою бромистоводневою кислотою утворюють одну і ту ж сполуку, яка є ідентичною головному продукту фотохімічного бромовання 2,2,4-триметилпентану. Яку будову можуть мати вихідні сполуки C₈H₁₆? (8 балів).

7. Здійсніть перетворення (8 балів)

- а) 2-метилпентан → 2-метил-2-пентен
б) 1-бутен → 2-бутен

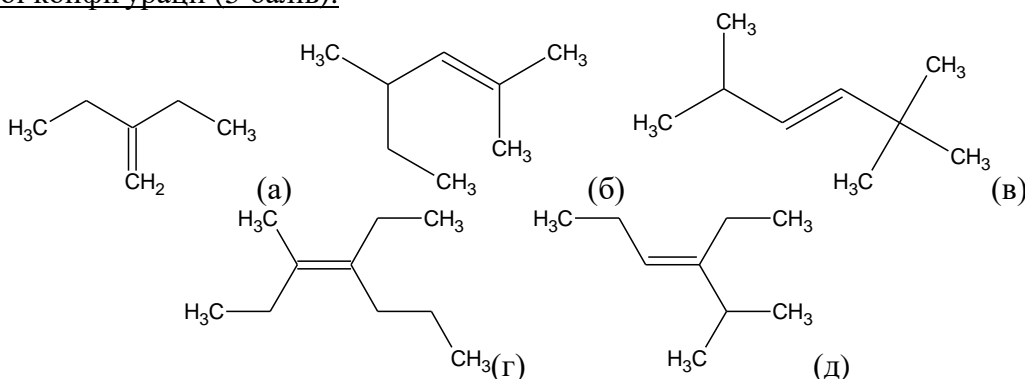
8. Заповніть схему перетворень, назвіть продукти, що утворюються (5 балів)



Разом: 44 бали

Самостійна робота № 2
АЛКЕНИ
Варіант 2

1. Назвіть наступні сполуки за номенклатурою IUPAC, де це необхідно - із зазначенням конкретної конфігурації (5 балів):



2. Напишіть структурні формули наступних вуглеводнів (4 бали):

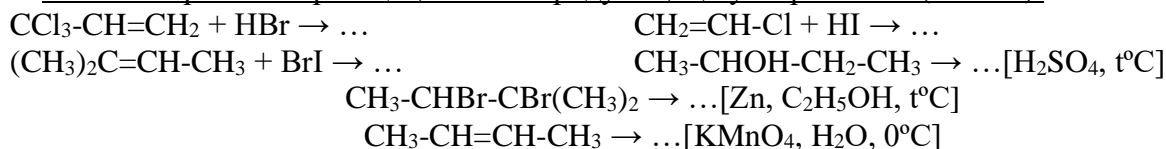
- а) 2,3,5-триметил-2-гексен
б) 2,2,5,5-тетраметил-3-гептен
в) *Z*-2-пентен
г) *E*-3-гексен

3. Следующие названия даны неправильно. Определите, в чем заключается ошибка в каждом конкретном случае (3 бали):

- а) *цис*-2-метил-2-пентен
б) 2,2-диметил-1-пентен
в) 1-бromo-3-бутен

4. Напишіть структурні формули всіх ізомерних алкенів C₆H₁₂, що мають 5 атомів вуглецю у головному ланцюгу. Назвіть їх за номенклатурою IUPAC і наведіть конфігурації геометричних ізомерів за *цис/транс* і *E/Z* номенклатурами (5 балів).

5. Напишіть рівняння реакцій, назвіть продукти, що утворюються (6 балів):

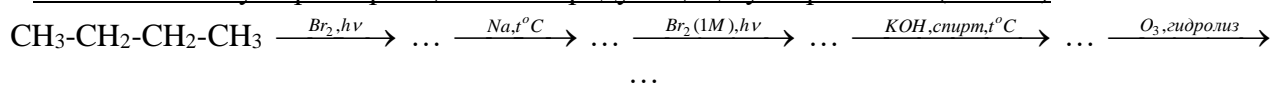


6. Сполука C₅H₁₀ при каталітичному гідруванні утворює 2-метилбутан. Якщо ж на вихідну речовину подіяти бромистоводневою кислотою в присутності перекису, а потім отриманий продукт нагріти з металевим натрієм, утвориться 2,7-діметілоктан. Встановіть будову сполуки C₅H₁₀, напишіть рівняння хімічних реакцій (8 балів).

7. Здійсніть перетворення (8 балів)

- а) пропен → 2,3-диметил-2-бутен
б) 1-пентанол → 2-пентен

8. Заповніть схему перетворень, назвіть продукти, що утворюються (5 балів)



Разом: 44 бали

Самостійна робота № 3
АЛКАДІЄНИ, АЛКІНИ
Варіант 1

1. Напишіть структурні формули і назвіть всі ацетиленові вуглеводні, які утворюють при гідруванні 2,2-діметилгексан (3 бали).

2. Який алкін утворюється з 2,2-дібромбутана при дії на нього спиртового розчину луку? (2 бали)

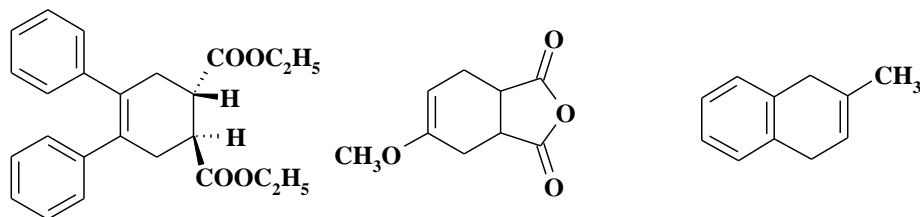
3. Встановіть будову вуглеводню C_5H_8 , якщо в результаті його озонолізу утворюється формальдегід CH_2O , оцтовий альдегід CH_3CHO і гліюксаль $OCH-CHO$ (4 бали).

4. Здійсніть перетворення (4 бали):



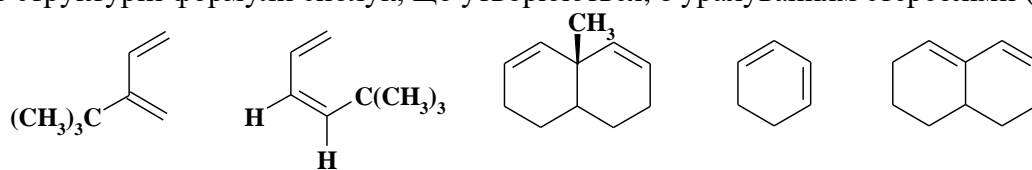
5. Встановіть будову вуглеводню C_6H_{10} , який може приєднувати 2 молекули бром, з аміачним розчином міді (I) дає осад, при окисленні в розчині виявляється тільки ізовалеріанова кислота ($CH_3-CHCH_3-CH_2-COOH$) (4 бали).

6. Які вихідні сполуки необхідні для отримання за реакцією Дільса-Альдера наведені нижче речовин? Наведіть структурні формули з урахуванням стереохімії (6 балів).



7. Які з наведених нижче сполук будуть реагувати з малеїновим ангідридом ($\text{O}=\text{C}-\text{C}=\text{C}-\text{C}=\text{O}$)?

Наведіть структурні формули сполук, що утворюються, з урахуванням стереохімії (5 балів).



8. З ацетилену, метилброміду і необхідних органічних і неорганічних реагентів отримаєте

(Z)-4-октен-2,7-діон: . Запропонуйте схему синтезу, наведіть рівняння реакцій (8 балів).

Разом: 36 балів

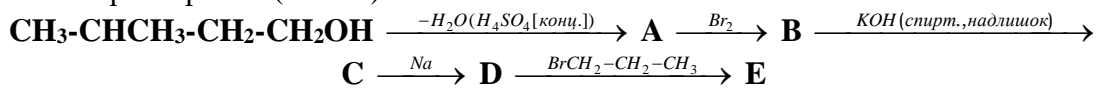
Самостійна робота № 3
АЛКАДІЄНИ, АЛКІНИ
Варіант 2

1. Напишіть структурні формули і назвіть всі дієнові вуглеводні складу C_6H_{10} , головний вуглецевий ланцюг яких складається з 5 атомів карбону (3 бали).

2. Яка сполука утворюється в результаті реакції 1,1-дибром-3-метилбутану з надлишком спиртового розчину лугу? (2 бали)

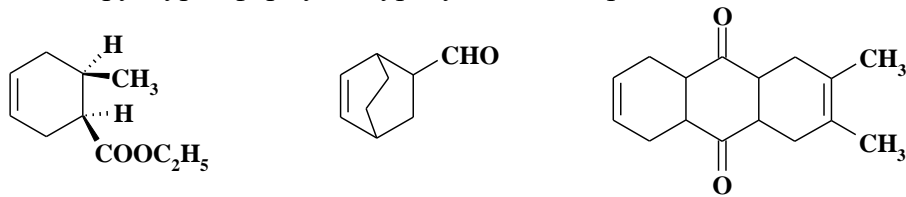
3. Встановіть будову дієнового вуглеводню C_6H_{10} , якщо відомо, що, приєднуючи одну молекулу бром, він утворює продукт складу $C_6H_{10}Br_2$, в результаті озоноліза якого утворюється бромацетон $CH_2BrCOCH_3$ (4 бали).

4. Здійсніть перетворення (4 бали):



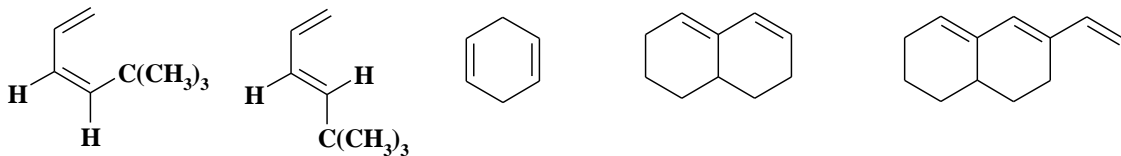
5. Встановіть будову вуглеводню C_5H_8 , який знебарвлює бромну воду і водний розчин перманганату калію, окислюючись в останньому випадку в оцтову (CH_3COOH) і пропіонову (CH_3CH_2COOH) кислоти (4 бали).

6. Які вихідні сполуки необхідні для отримання за реакцією Дільса-Альдера наведені нижче речовин? Наведіть структурні формули з урахуванням стереохімії (6 балів).

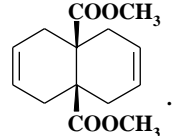


7. Які з наведених нижче сполук будуть реагувати з малеїновим ангідридом ()?

Наведіть структурні формули сполук, що утворюються, з урахуванням стереохімії (5 балів).



8. З ацетилену, бутадієну, формальдегіду та необхідних неорганічних реагентів отримаєте

диметилловий естер 1,4,5,8-тетрагідро-4а,8а-нафталіндикарбонової кислоти: 

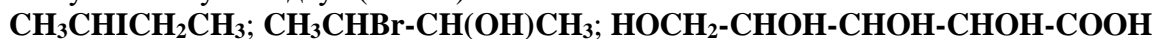
Запропонуйте схему синтезу, наведіть рівняння реакцій (8 балів).

Разом: 36 балів

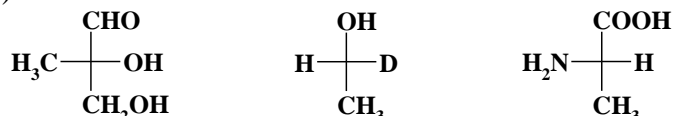
Самостійна робота № 4
ГАЛОГЕНПОХІДНІ, СПИРТИ
Варіант 1

1. Яка сполука складу $C_3H_6Br_2$ буде володіти оптичною активністю? (1 бал)

2. Визначте число хіральних центрів в наступних сполуках. Скільки оптичних ізомерів можливо у кожному випадку? (3 бали)



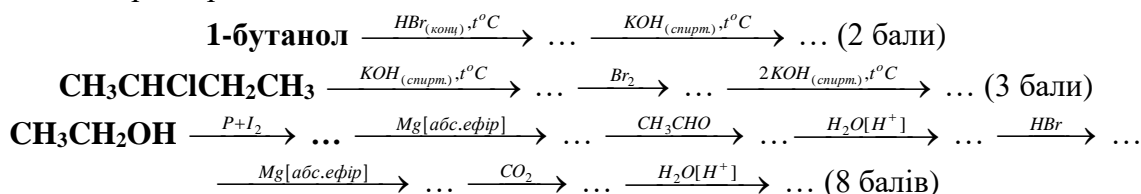
3. Визначте абсолютну конфігурацію хіральних центрів (R, S-номенклатура) у наведених нижче сполук (6 балів):



4. Зобразіть в проекції Фішера просторову будову наступних сполук: (R)-2-хлорбутан, (S)-3-гексанол, (S)-1,2-дибромпропан, (R)-2,3-диметилпентан (8 балів)

5. Встановіть будову сполуки складу $C_5H_{11}Br$, яка при дегідробромованні і подальшому озонолізі дає суміш формальдегіду CH_2O й ізомасляного альдегіду $(CH_3)_2CH-CHO$ (4 бали).

6. Здійсніть перетворення:



7. Сполука $C_4H_8Br_2$, яка не має хіральних центрів, при нагріванні зі спиртовим розчином луку утворює сполуку C_4H_6 , яка легко полімеризується. При озонолізі полімеру головним продуктом є бурштиновий альдегід $OHCCH_2CH_2CHO$. Встановіть будову вихідної галогенопохідної (4 бали)

8. Встановіть будову оптично активного спирту $C_5H_{12}O$, якщо відомо, що озоноліз продукту його дегідратації дає ацетон і оцтовий альдегід (4 бали)

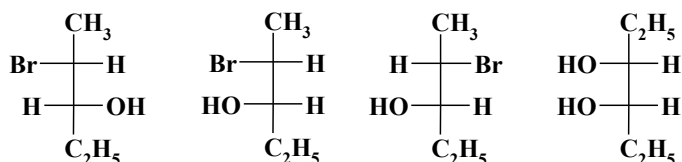
9. Запропонуйте спосіб отримання $CH_3-CHCl-CH_2-CH_2-CHCl-CH_3$ виходячи з пропілену (5 балів)

Разом: 48 балів

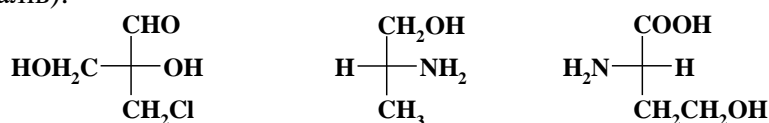
Самостійна робота № 4
ГАЛОГЕНПОХІДНІ, СПИРТИ
Варіант 2

1. Яка сполука складу $C_4H_{10}O_2$ може існувати у вигляді мезо-форми? (1 бал)

2. Серед наведених нижче сполук знайдіть енантіомери, діастереомери і мезо-форму (3 бали):



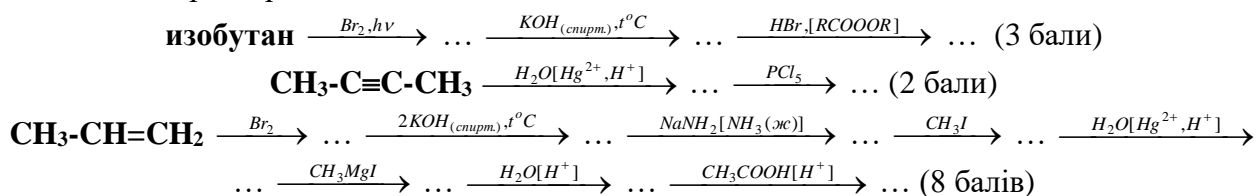
3. Визначте абсолютну конфігурацію хіральних центрів (R, S-номенклатура) у наведених нижче сполук (6 балів):



4. Зобразіть в проєкції Фішера просторову будову наступних сполук: (S)-2-бутанол, (R)-3-бромгексан, (R)-2-хлор-2-бромпропан, (S)-3-метилгептан (8 балів)

5. Яка сполука складу C_4H_9Br при гідролізі дає первинний спирт, а при його дегідробрумуванні і подальшому гідробромуванні - третинну бромпохідну того ж складу? (4 бали)

6. Здійсніть перетворення:



7. Визначте будову і конфігурацію сполуки C_4H_8 , якщо відомо, що при дії броду в чотирьоххлористому вуглеці при кімнатній температурі вона перетворюється в мезо-2,3-дібромобутан (4 бали)

8. Встановіть будову сполуки $C_4H_{10}O$, яка не реагує з реактивом Гриньяра, а при нагріванні з надлишком HI утворює суміш йодистого метилу і йодистого пропилу (4 бали)

9. Запропонуйте спосіб отримання $CH_2Cl-CHBr-CH_2Br$ виходячи з пропілену (5 балів)

Разом: 48 балів

Самостійна робота № 5
АЛЬДЕГІДИ І КЕТОНИ
Варіант 1

1. Наведіть структурні формули і назвіть сполуки, що відповідають наступним умовам (2 бали):

- а) альдегід складу $C_5H_{10}O$, не має атомів водню при α -С-атомі;
б) альдегід складу $C_5H_{10}O$, молекула якого є хіральною

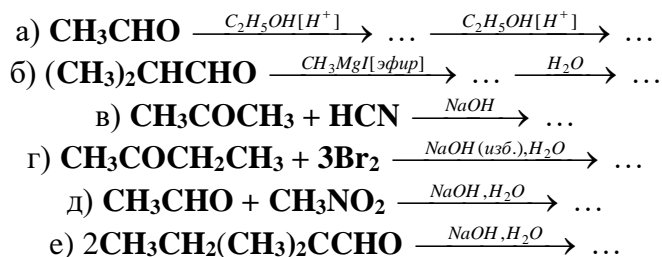
2. Наведіть структурну формулу енольної форми метил-трет-бутилкетону (1 бал)

3. Напишіть реакції пропіонового альдегіду з:

- а) H_2O [H^+];
б) $2CH_3OH$ [H^+];
в) NH_3 ;
г) NH_2OH ;
д) NH_2NH_2 .

Назвіть сполуки, що утворюються. Поясніть, чому у випадках (а) і (б) р-ії каталізуються сильними кислотами, а в інших - застосування сильних кислот уповільнює або пригнічує процес (4 балів).

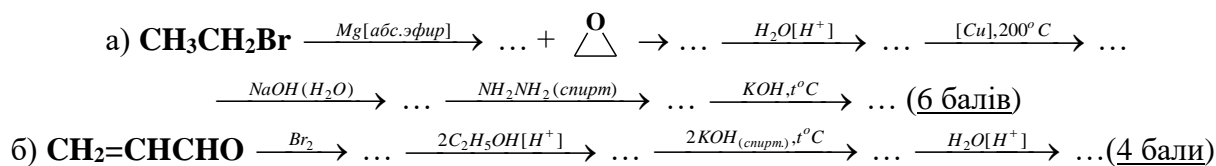
4. Напишіть рівняння реакцій, назвіть вихідні і кінцеві органічні сполуки (6 балів):



5. Запропонуйте схеми перетворень:



6. Здійсніть перетворення, назвіть усі органічні сполуки:



7. Запропонуйте схему синтезу 4-метил-3-пентан-2-ону з етанолу і неорганічних речовин (8 балів)

8. Встановіть будову карбонільної сполуки $C_5H_{10}O$, яка в спектрі 1H ЯМР має два синглетних сигнали при 0.9 м.ч. і 9.1 м.ч. (співвідношення інтенсивностей 9: 1) (5 балів)

Разом: 45 балів

Самостійна робота № 5
АЛЬДЕГІДИ І КЕТОНИ
Варіант 2

1. Наведіть структурні формули і назвіть сполуки, що відповідають наступним умовам (2 бали):

- а) метилкетон складу $C_5H_{10}O$, який має нормальну будову;
б) альдегід складу C_4H_6O , який існує у виді *цис*- і *транс*-ізомерів

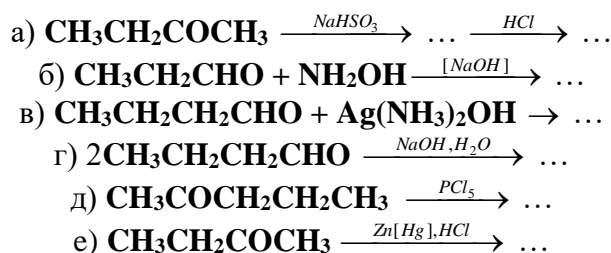
2. Наведіть структурну формулу енольної форми метилетилкетону (1 бал)

3. Напишіть реакції ацетальдегіду з:

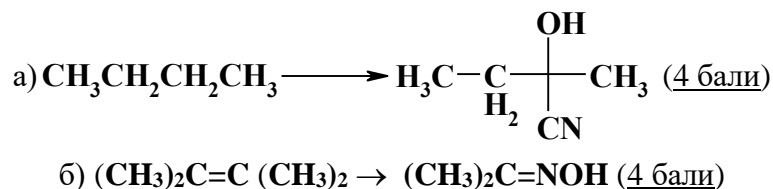
- а) HCN ;
б) CH_3CHO ;
в) CH_3COCH_3 ;
г) $CH_3CH_2NO_2$;
д) $NH_2-NH-C_6H_5$.

Чому в усіх випадках необхідним є використання специфічного лужного каталізу? (5 балів)

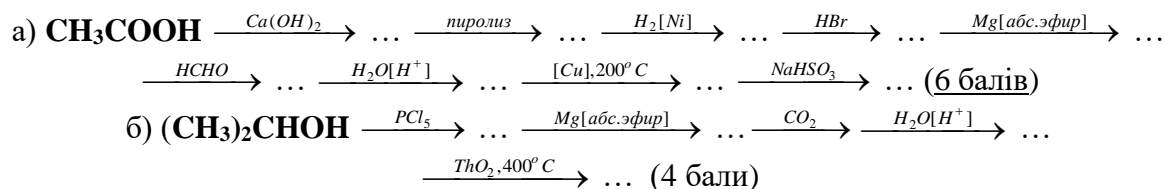
4. Напишіть рівняння реакцій, назвіть вихідні і кінцеві органічні сполуки (6 балів):



5. Запропонуйте схеми перетворень:



6. Здійсніть перетворення, назвіть усі органічні сполуки:



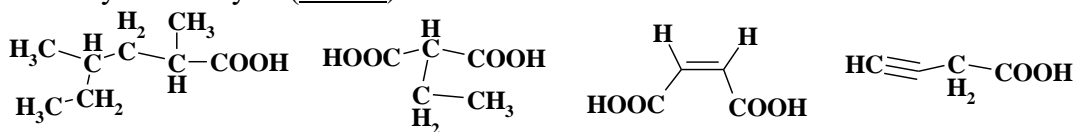
7. Запропонуйте схему синтезу трет-бутилгліоксалу $(CH_3)_3C-CO-CHO$ з ацетону і неорганічних речовин (8 балів)

8. Встановіть будову карбонільної сполуки $C_5H_{10}O$, яка в спектрі 1H ЯМР має два сигнали при 0.9 м.ч. (триплет, 6H) і 2.4 м.ч. (квартет, 4H) (5 балів)

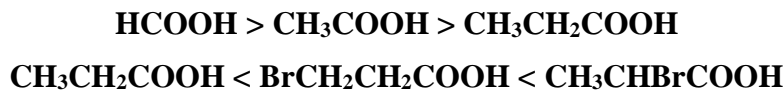
Разом: 45 балів

**Самостійна робота № 6
КАРБОКСИЛЬНІ КИСЛОТИ
Варіант 1**

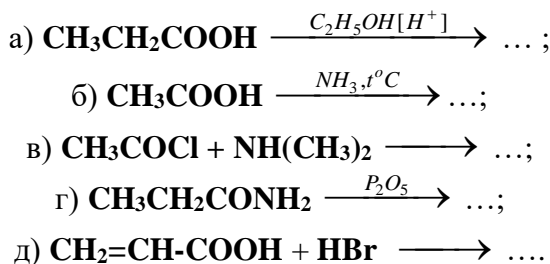
1. Назвіть наступні сполуки (4 бали):



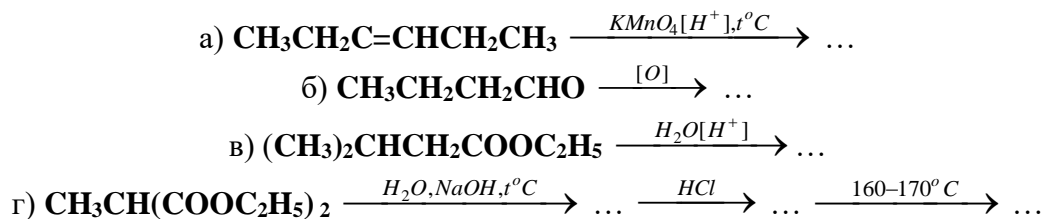
2. Поясніть зміну кислотності в наведених нижче рядах (2 бали)



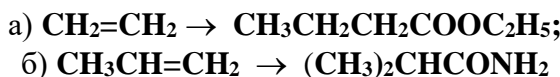
3. Напишіть рівняння реакцій, назвіть вихідні і кінцеві сполуки (5 балів):



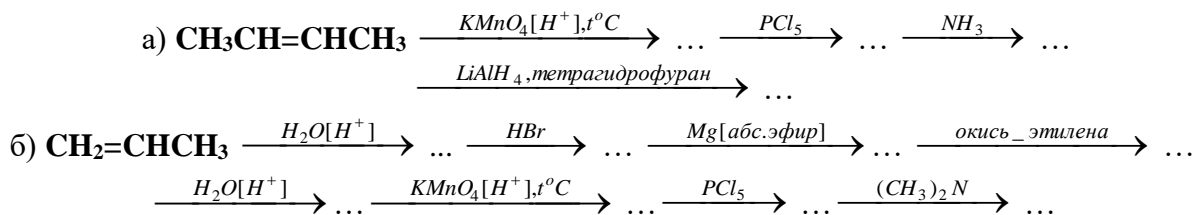
4. Назвіть кислоти, які є продуктами наступних реакцій (4 бали):



5. Запропонуйте схеми перетворень (8 балів):

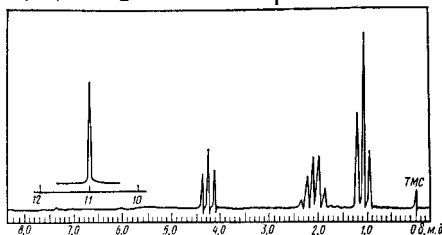


6. Здійсніть перетворення, назвіть всі органічні сполуки завдання (12 балів):



7. Встановіть структурну формулу сполуки $\text{C}_4\text{H}_8\text{O}_2$, яка має наступні властивості: а) реагує з водним карбонатом натрію з виділенням газоподібного продукту; б) при сплавленні з лугом утворює пропан; в) з $\text{Ca}(\text{OH})_2$ дає сполуку $\text{C}_8\text{H}_{14}\text{O}_4\text{Ca}$, при піролізі якої утворюється діізопропілкетон. Наведіть всі реакції, що згадуються в завданні (5 балів)

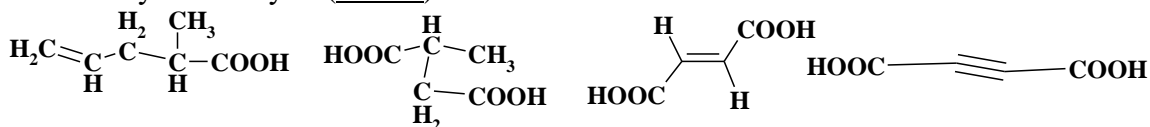
8. Встановіть будову сполуки $\text{C}_4\text{H}_7\text{BrO}_2$ за її спектром ^1H ЯМР (5 балів)



Разом: 45 балів

Самостійна робота № 6
КАРБОКСИЛЬНІ КИСЛОТИ
Варіант 2

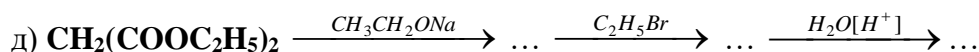
1. Назвіть наступні сполуки (4 бали):



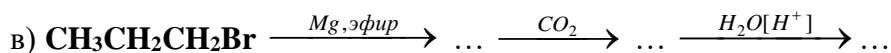
2. Поясніть зміну кислотності в наведених нижче рядах (2 бали)



3. Напишіть рівняння реакцій, назвіть вихідні і кінцеві сполуки (5 балів):



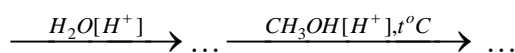
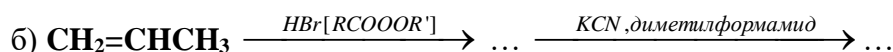
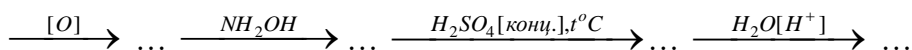
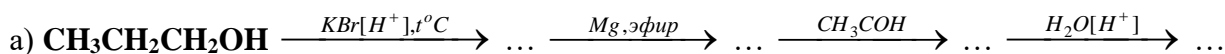
4. Назвіть кислоти, які є продуктами наступних реакцій (4 бали):



5. Запропонуйте схеми перетворень (8 балів):

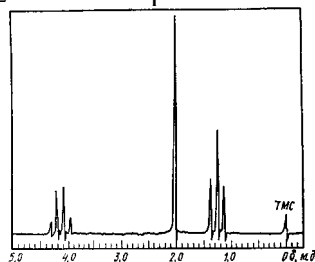


6. Здійсніть перетворення, назвіть всі органічні сполуки завдання (12 балів):



7. Встановіть будову сполуки $\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_4$, яка знебарвлює розчин бром, при озонолізі дає тільки пірвіноградну кислоту ($\text{CH}_3\text{-CO-COOH}$), а при нагріванні виділяє воду і перетворюється в сполуку $\text{C}_6\text{H}_6\text{O}_3$. Наведіть всі реакції, що згадуються в завданні (5 балів)

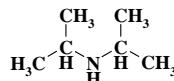
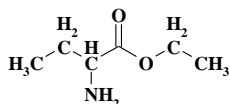
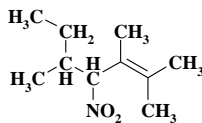
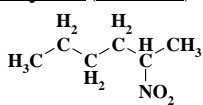
8. Встановіть будову сполуки $\text{C}_4\text{H}_8\text{O}_2$ за її спектром ^1H ЯМР (5 балів)



Разом: 45 балів

Самостійна робота № 7
НІТРОПОХІДНІ, АМІНИ, АМІНОКИСЛОТИ
Варіант 1

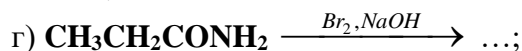
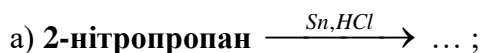
1. Назвіть наступні сполуки (4 бали):



2. Розмістіть зазначені сполуки за зменшенням їх кислотних властивостей. Дайте необхідні пояснення (2 бали)

1-нітропропан, 2-нітро-2-метилпропан, динітрометан, трет-бутиловий спирт, етилацетилен

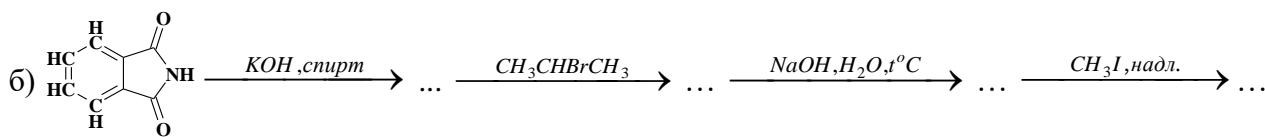
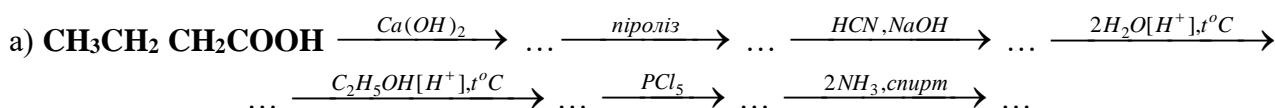
3. Напишіть рівняння реакцій, назвіть вихідні і кінцеві сполуки (5 балів):



4. Запропонуйте схеми перетворень (8 балів):



5. Здійсніть перетворення, назвіть всі органічні сполуки завдання (11 балів):



6. При нагріванні галогенпохідної $\text{C}_4\text{H}_9\text{Br}$ з нітритом срібла в ефірі утворилися дві сполуки складу $\text{C}_4\text{H}_9\text{NO}_2$. Одна з них розчинялась в лузі і при підкисленні виділялася без змін, інша в тих же умовах перетворювалася у 2-бутанол. Встановіть будову цих сполук і приведіть все реакції, що згадуються в завданні (5 балів)

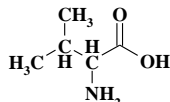
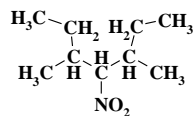
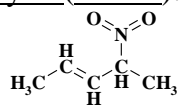
7. В ^1H ЯМР спектрі сполуки $\text{C}_6\text{H}_{15}\text{N}$, яка реагує з мінеральними кислотами, але не реагує з оцтовим ангідридом, виявлені наступні сигнали: квадруплет при 2.5 м.ч. і триплет при 0.95 м.ч. з співвідношенням інтенсивностей 2:3. Встановіть будову і зробіть віднесення сигналів в спектрі ЯМР (5 балів)

8. Встановіть будову сполуки $\text{C}_3\text{H}_7\text{NO}_2$, яка реагує з нітритом калію в кислому середовищі з виділенням азоту, з етанолом утворює сполуку складу $\text{C}_5\text{H}_{11}\text{NO}_2$, а при нагріванні переходить у $\text{C}_6\text{H}_9\text{N}_2\text{O}_2$. Наведіть рівняння згадуваних реакцій (5 балів)

Разом: 45 балів

Самостійна робота № 7
НІТРОПОХІДНІ, АМІНИ, АМІНОКИСЛОТИ
Варіант 2

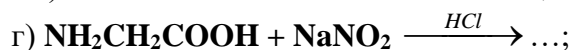
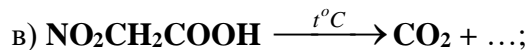
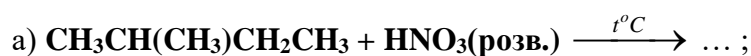
1. Назвіть наступні сполуки (4 бали):



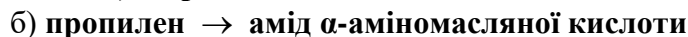
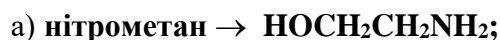
2. Вкажіть, які з зазначених нижче нітросполук є СН-кислотами і можуть перебувати в рівновазі зі своїми аци-формами. Дайте необхідні пояснення (2 бали)

1-нітробутан, 2-нітробутан, 2-нітро-2-метилбутан

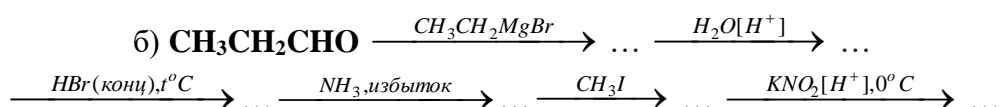
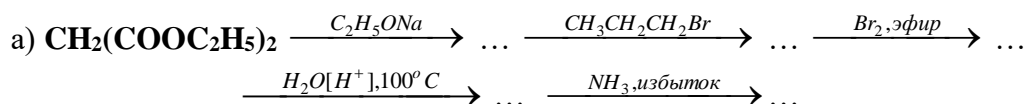
3. Напишіть рівняння реакцій, назвіть вихідні і кінцеві сполуки (5 балів):



4. Запропонуйте схеми перетворень (8 балів):



5. Здійсніть перетворення, назвіть всі органічні сполуки завдання (11 балів):



6. Встановіть будову сполуки $\text{C}_3\text{H}_7\text{NO}_2$, яка у водному розчині має нейтральну реакцію, реагує з нітритом калію в кислому середовищі з виділенням газоподібного продукту, а при нагріванні з розведеною соляною кислотою перетворюється у акрилову кислоту. Наведіть всі реакції, що згадуються в завданні (5 балів)

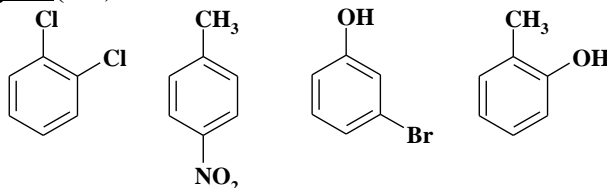
7. В ^1H ЯМР спектрі сполуки $\text{C}_4\text{H}_{11}\text{N}$, яка реагує з ацетилхлоридом і нітритною кислотою, виявлені наступні сигнали: квадруплет при 2.6 м.ч., триплет при 1.05 м.ч. і синглет при 0.8 м.ч. з співвідношенням інтенсивностей 4:6:1. Встановіть будову і зробіть віднесення сигналів в спектрі ЯМР (5 балів)

8. Встановіть будову сполуки $\text{C}_5\text{H}_{11}\text{NO}$, яка не змінює рН при додаванні в водний розчин, а під дією бром у лужному середовищі перетворюється в сполуку складу $\text{C}_4\text{H}_{11}\text{N}$. Якщо останню обробити надлишком йодистого метилу, а потім - лугом при нагріванні, утворюються триетиламін і 1-бутен. Наведіть рівняння згадуваних реакцій (5 балів)

Разом: 45 балів

Самостійна робота № 8
АРОМАТИЧНІ ВУГЛЕВОДНІ. РЕАКЦІЯ ЕЛЕКТРОФІЛЬНОГО ЗАМІЩЕННЯ
Варіант 1

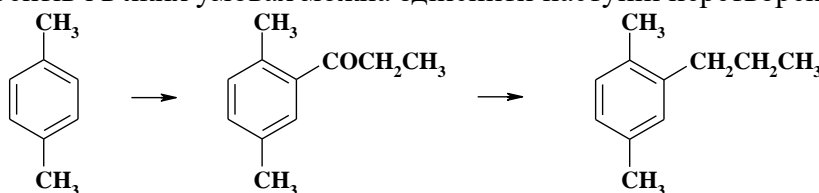
1. Назвіть наступні сполуки (4б.):



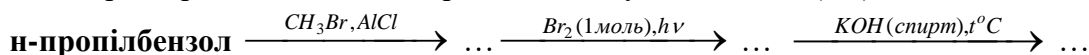
2. Які мононітропохідні можуть бути отримані при нітруванні наступних сполук: йодбензолу, нітробензолу, анізолу, бромбензолу (4б.)?

3. Які тризаміщені похідні бензолу можуть утворитися під час хлорування наступних сполук: о-нітро-хлорбензолу, м-динітробензолу, п-нітро-хлорбензолу, 1-гідрокси-бензол-4-сульфокислоти, м-трифторметил-толуолу (5б.)?

4. Дією яких реагентів і в яких умовах можна здійснити наступні перетворення (5б.)?



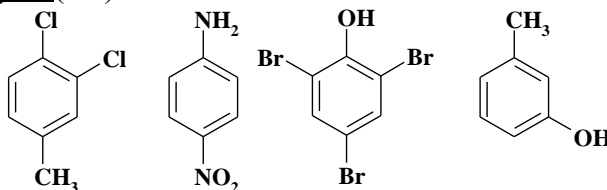
5. Здійсніть перетворення, назвіть всі органічні сполуки завдання (5б.):



6. Встановіть будову сполуки C_9H_{10} , яка знебарвлює бромну воду і водний розчин перманганату калію на холоді. При її нагріванні з водним розчином $KMnO_4$ утворюється терефталева (п-бензолдіова) кислота (4б.).

Самостійна робота № 8
АРОМАТИЧНІ ВУГЛЕВОДНІ. РЕАКЦІЯ ЕЛЕКТРОФІЛЬНОГО ЗАМІЩЕННЯ
Варіант 2

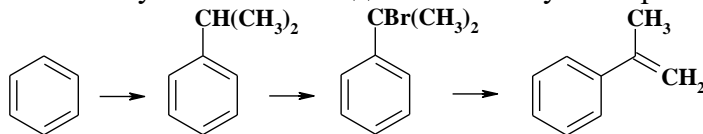
1. Назвіть наступні сполуки (4б.):



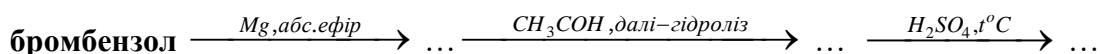
2. Які моносульфокислоти можуть бути отримані при сульфуванні наступних сполук: фенолу, нітробензолу, анізолу, хлорбензолу (4б.)?

3. Які тризаміщені похідні бензолу можуть утворитися при нітруванні наступних сполук: о-нітро-хлорбензолу, м-нітротолуолу, п-нітро-хлорбензолу, орто-нітротолуолу, ізофталевої (м-бензолдіової) кислоти (5б.)?

4. Дією яких реагентів і в яких умовах можна здійснити наступні перетворення (5б.)?



5. Здійсніть перетворення, назвіть всі органічні сполуки завдання (5б.):



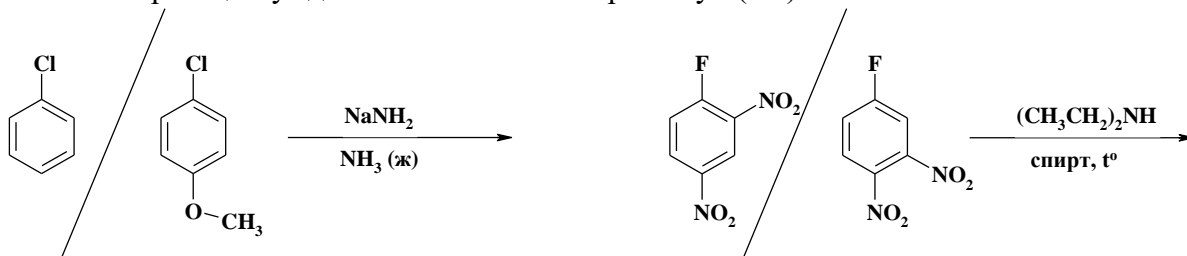
6. Встановіть будову ароматичного вуглеводню складу C_9H_{12} , при монохлоруванні якого в кільце утворюється лише один ізомер (4б.).

Самостійна робота № 9

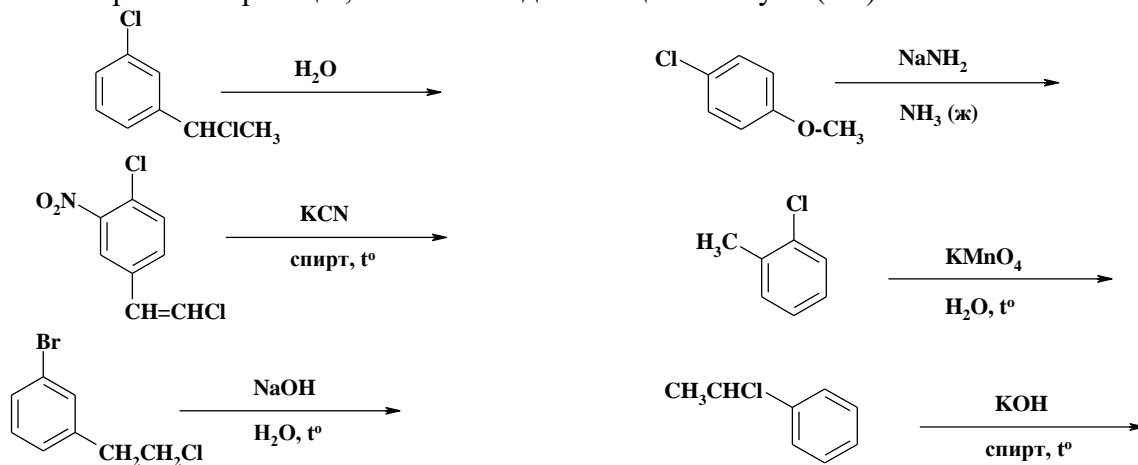
АРОМАТИЧНІ ГАЛОГЕН- І СУЛЬФОПОХІДНІ. РЕАКЦІЯ НУКЛЕОФІЛЬНОГО ЗАМІЩЕННЯ

Варіант 1

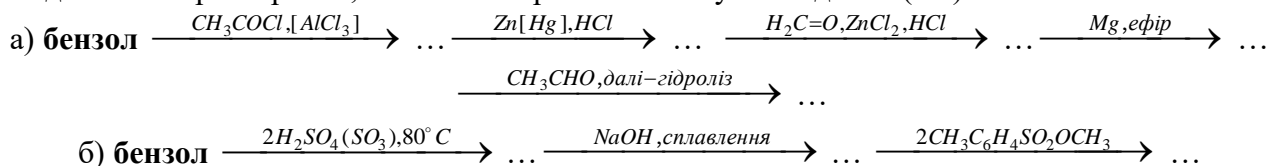
1. Співставте реакційну здатність в кожній з пар сполук (2б.):



2. Напишіть рівняння реакцій, назвіть вихідні і кінцеві сполуки (6б.):



3. Здійсніть перетворення, назвіть всі органічні сполуки завдання (8б.):



4. Нерозчинна у воді речовина складу $C_8H_{10}O_3S$ гідролізується водним розчином лугу з утворенням солі $C_7H_7O_3SNa$. При сплавленні останньої з їдким натром утворюється пара-крезол. Встановіть будову вихідної сполуки і продуктів її перетворень, що згадуються в завданні (4б.).

5. Синтезуйте: а) фенілоцтову кислоту, виходячи з бензолу, б) нітрил пара-нітробензойної кислоти, виходячи з бромбензолу, в) 3,5-динітро-4-метоксibenзойну кислоту, виходячи з толуолу (12б.).

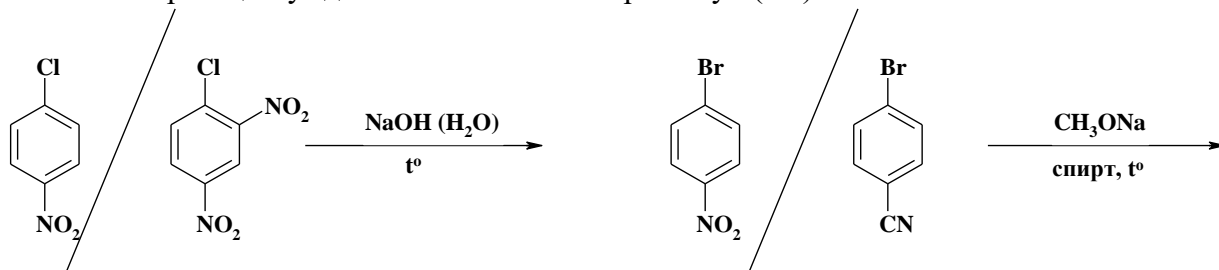
Разом - 32 бали

Самостійна робота № 9

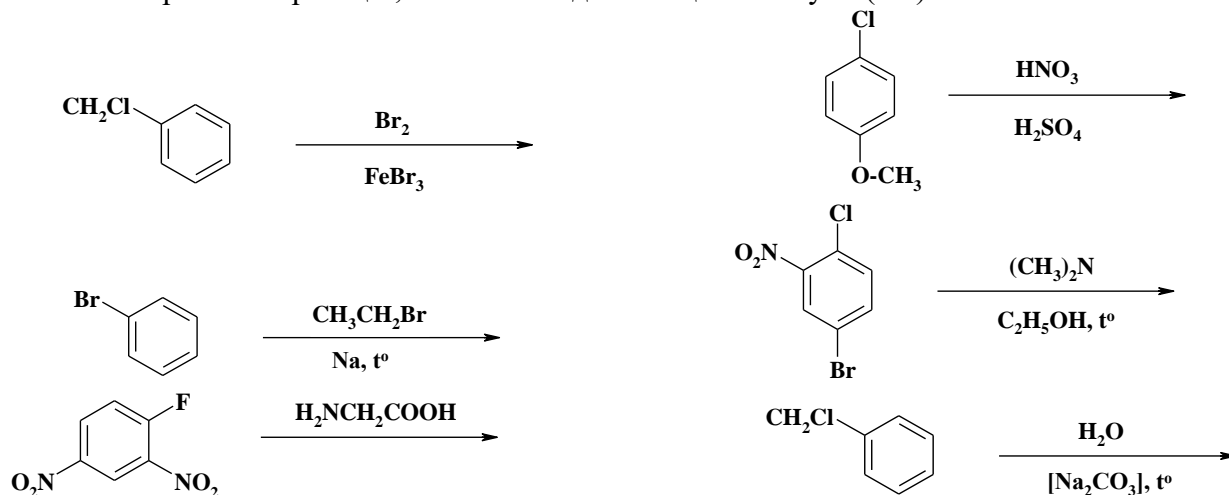
АРОМАТИЧНІ ГАЛОГЕН- І СУЛЬФОПОХІДНІ. РЕАКЦІЯ НУКЛЕОФІЛЬНОГО ЗАМІЩЕННЯ

Варіант 2

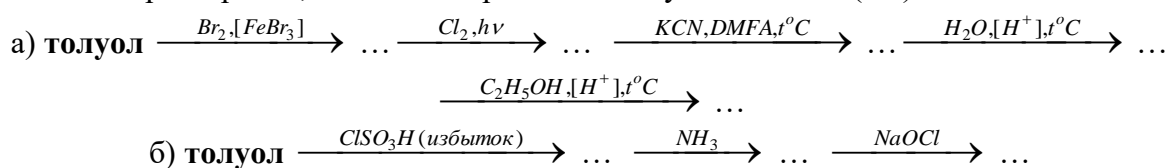
1. Співставте реакційну здатність в кожній з пар сполук (2б.):



2. Напишіть рівняння реакцій, назвіть вихідні і кінцеві сполуки (6б.)?



3. Здійсніть перетворення, назвіть всі органічні сполуки завдання (8б.):



4. Напишіть можливі структурні формули речовини $C_7H_7BrO_3S$, яка володіє наступними властивостями: а) при десульфуванні дає орто-бромтолуол; б) при окисленні утворює сульфокарбовону кислоту складу $C_7H_5BrO_5S$, при сплавленні якої з лугом утворюється мета-бромфенол (4б.).

5. Синтезуйте: а) 2,4-динітрофенол, виходячи з хлорбензолу, б) 2-бром-4-нітробензойну кислоту, виходячи з толуолу, в) 2,6-динітро-дифеніловий ефір, виходячи з бензолу (12б.).

Разом - 32 бали

Самостійна робота № 10

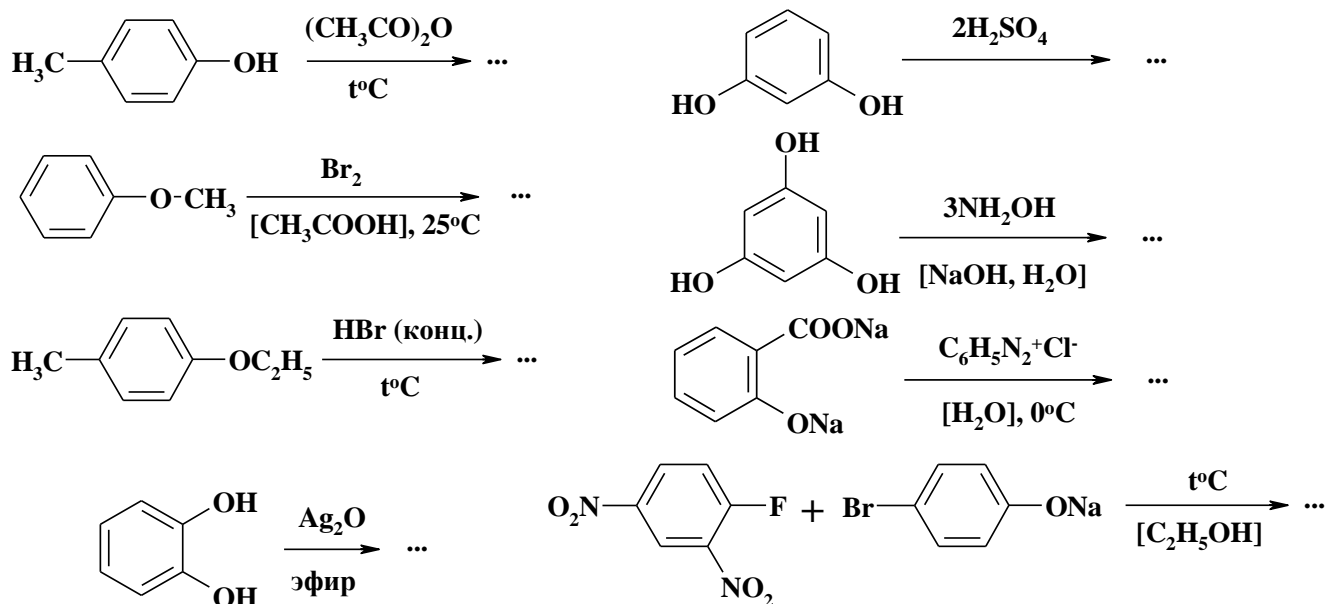
ФЕНОЛИ, АРОМАТИЧНІ СПИРТИ, ХІНОНИ

Варіант 1

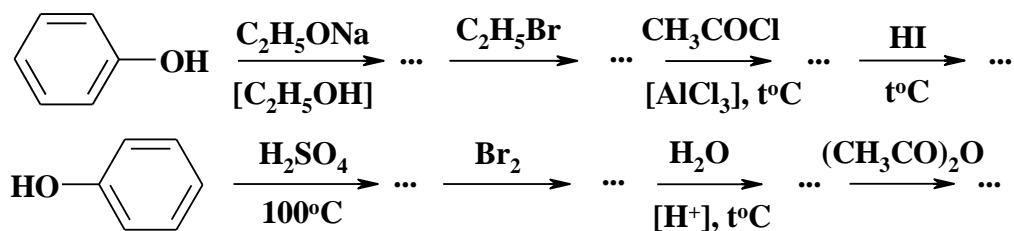
1. Наведіть структурні формули всіх ізомерних фенолів складу C_7H_8O , а також двохатомних фенолів складу $C_6H_6O_2$. Назвіть ці сполуки (5 б.).

2. Поясніть, чому бромування фенолу в CCl_4 приводить до суміші орто- і пара-бромфенолів, а у воді - до 2,4,6-трибромфенолу (а при надлишку брому - до 2,4,4,6-тетрабром-2,5-ціклогексادیєнону) (2 б.)

3. Напишіть реакції (8 б.), назвіть продукти (4 б.):



4. Здійсніть наступні перетворення (8 б.), назвіть всі органічні сполуки завдання (4 б.):



5. Установите строение соединения $C_8H_{10}O_2$, которое не растворяется в щелочах и не дает окрашивания с $FeCl_3$. При нагревании с иодистоводородной кислотой образует соединение $C_6H_6O_2$, которое легко окисляется до 1,4-бензохинона (4 б.).

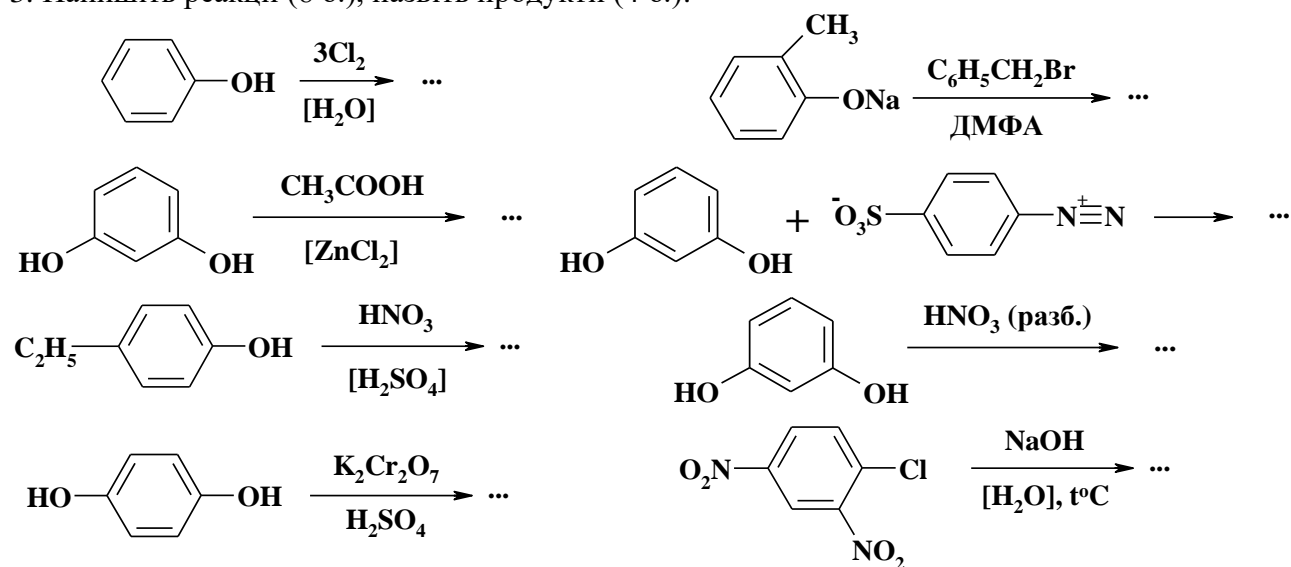
Разом: 35 балів.

Самостійна робота № 10

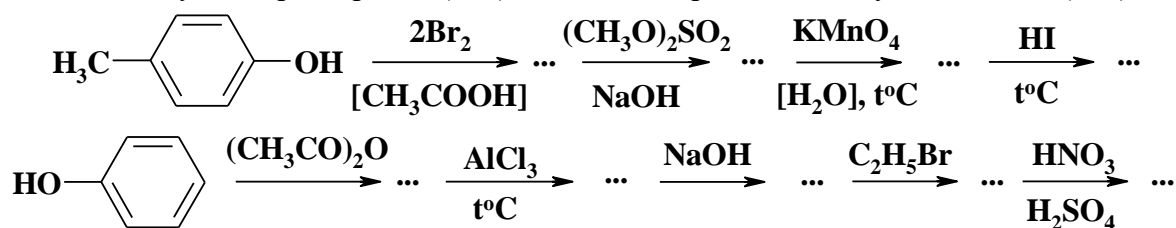
ФЕНОЛИ, АРОМАТИЧНІ СПИРТИ, ХІНОНИ

Варіант 2

- Наведіть структурні формули всіх ізомерних ароматичних спиртів складу $C_8H_{10}O$, а також трьохатомних фенолів складу $C_6H_6O_3$. Назвіть ці сполуки (5 б.).
- Поясніть, чому сульфування фенолу при кімнатній температурі дає переважно орто-фенолсульфофоскислоту, а при $100^\circ C$ - пара-фенолсульфофоскислоту (2 б.)
- Напишіть реакції (8 б.), назвіть продукти (4 б.):



- Здійсніть наступні перетворення (8 б.), назвіть всі органічні сполуки завдання (4 б.):



- Встановіть будову сполуки $C_8H_{10}O$, яка дає кольорову реакцію з $FeCl_3$, метилюється диметилсульфатом в лужному середовищі. При окисленні продукту метилування утворюється пара-метоксібензойна кислота (4 б.).

Разом: 35 балів.

Самостійна робота № 11

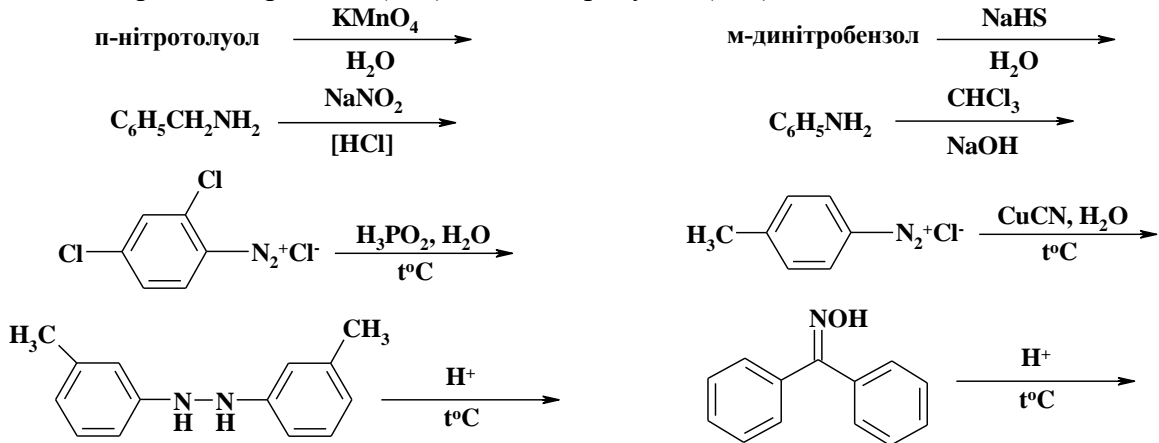
АРОМАТИЧНІ НІТРО-, АМІНО- І АЗА-ПОХІДНІ

Варіант 1

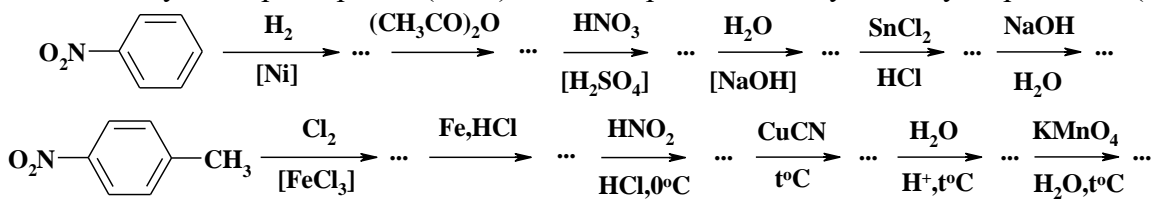
1. Наведіть структурні формули всіх ізомерних нітропохідних бензольного ряду складу $C_7H_7NO_2$. Назвіть ці сполуки (4 б.).

2. Напишіть структурні формули наступних сполук: N,N-диметиланіліну, β -фенилетиламіну, о-бромфенілдіазонійброміду, борфториду о-нітрофенілдіазонію, 4-диметиламіно-4'-нітроазобензолу (5 б.)

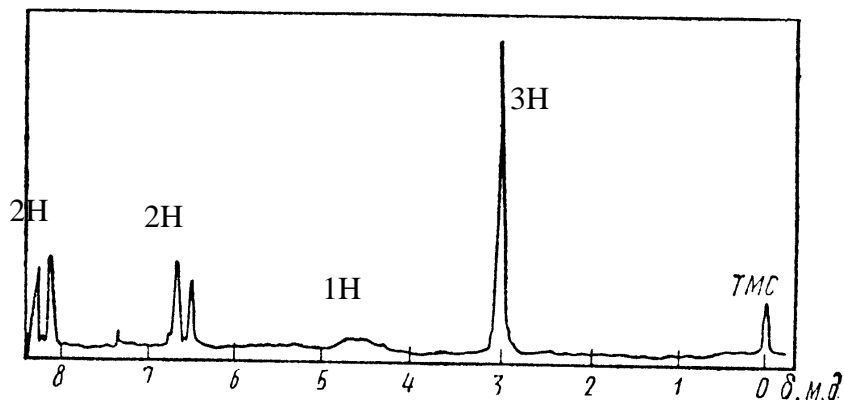
3. Напишіть рівняння реакцій (8 б.), назвіть продукти (4 б.):



4. Здійсніть наступні перетворення (12 б.), назвіть органічні сполуки, що утворюються (6 б.):



5. Сполука $C_7H_8N_2O_2$ (її спектр ЯМР ^1H наведено нижче) утворює солі з мінеральними кислотами, а з нітритною кислотою реагує з утворенням сполуки $C_7H_7N_3O_3$. Визначте будову сполук $C_7H_8N_2O_2$ і $C_7H_7N_3O_3$, поясніть вид спектра ЯМР. (5 б.)



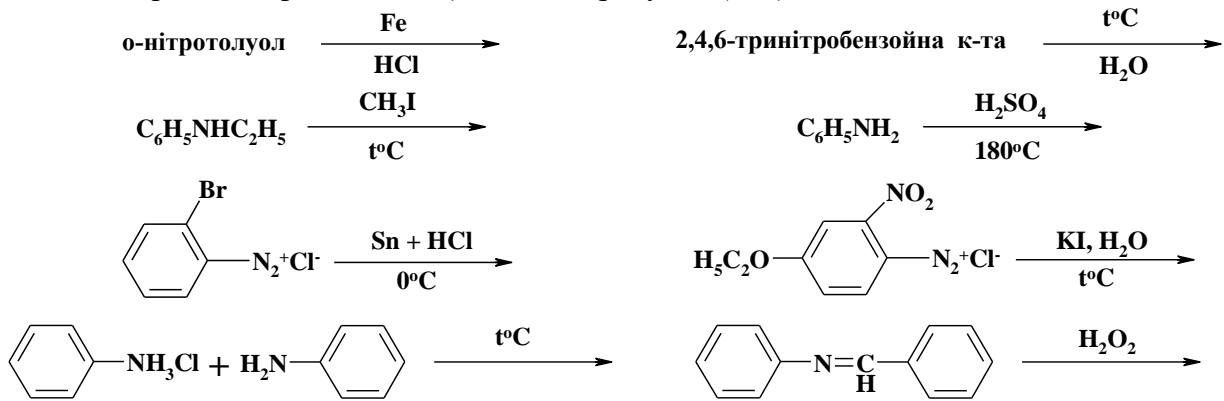
Разом: 44 бали

Самостійна робота № 11

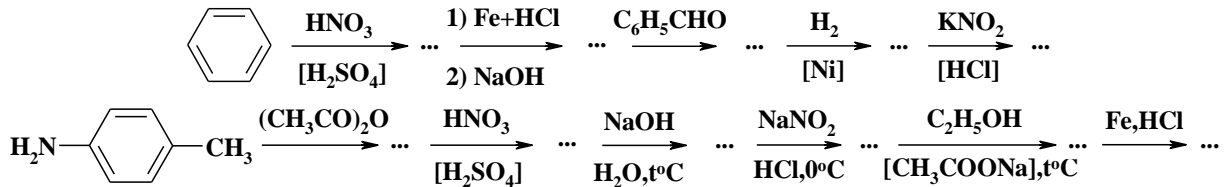
АРОМАТИЧНІ НІТРО-, АМІНО- І АЗА-ПОХІДНІ

Варіант 2

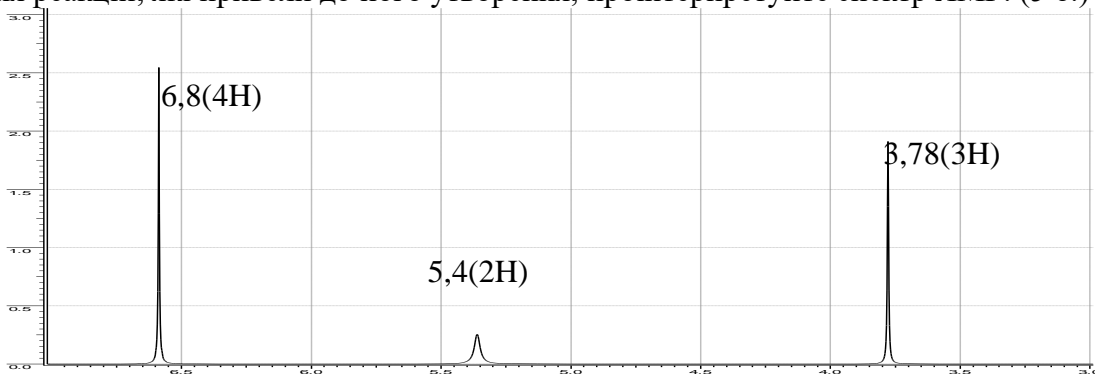
- Наведіть структурні формули всіх ізомерних амінопохідних бензольного ряду складу C_7H_9N . Назвіть ці сполуки (4 б.).
- Напишіть структурні формули наступних сполук: о-фенілендіаміну, N,N-диетил-м-анізидину, гідросульфату п-сульфофенілдіазонію, п-толїлдіазонійхлориду, 3-карбокси-4-гідроксиазобензолу (5 б.)
- Напишіть рівняння реакцій (8 б.), назвіть продукти (4 б.):



- Здійсніть наступні перетворення (12 б.), назвіть органічні сполуки, що утворюються (6 б.):



- о-Нітрохлорбензол був нагрітий з метилатом натрію в спирті. Утворену сполуку кілька годин кип'ятили із залізними стружками в воді, що містить невелику кількість HCl. Спектр ЯМР ^1H продукту останньої реакції (складу C_7H_9ON) містить три синглетних сигнали при 3.78 (3H), 5.4 (2H, розширені) і 6.8 (4H) м.ч. Встановіть будову сполуки C_7H_9ON , напишіть рівняння реакцій, які привели до його утворення, проінтерпретуйте спектр ЯМР. (5 б.)



Разом: 44 бали

Самостійна робота № 12

АРОМАТНІ АЛЬДЕГІДИ, КЕТОНИ І КАРБОНОВІ КИСЛОТИ

Варіант 1

1. Наведіть структурні формули:

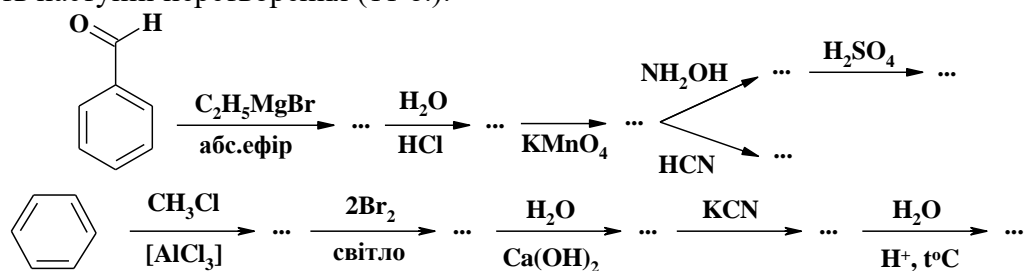
а) п-нітробензальдегіду, б) феніл-п-толілкетону, в) дифенілкетону (бензофенону), г) 2,2-дифенілпропаналью, д) 3-фенілпропеналью (коричного альдегіду), е) бензальацетону, ж) о-гідроксибензойної (саліцилової) к-ти, з) 2-хлор-4-сульфобензойної к-ти, и) анісової (п-метоксибензойної) к-ти, к) бензоїлхлориду, л) ангідриду о-хлорбензойної к-ти, м) діаміду ізофталевої к-ти, н) дибутилфталату (13 б.)

2. Напишіть реакції п-толуїлового альдегіду з а) ціанідом калію в спирті, б) гідросульфідом натрію, в) аніліном, г) хлоридом фосфору (V), д) діметіланіліном, е) оцтовим ангідридом, ж) ацетоном (7 б.)

3. З мета-толуїдину отримаєте м-бромбензальдегід і для останнього напишіть реакції конденсації а) з диметіланіліном (надлишок), б) з оцтовим ангідридом, с) з циклогексаноном (5 б.).

4. Синтезуйте фенілоцтову кислоту виходячи з толуолу (5 б.)

5. Здійсніть наступні перетворення (11 б.):



6. Визначте будову речовини $\text{C}_8\text{H}_8\text{O}$, яке дає похідні з гідроксиламіном, фенілгіdraзином, не реагує зі спиртовим розчином ціаніду калію, а при окисленні хромової сумішшю перетворюється в кислоту $\text{C}_7\text{H}_6\text{O}_2$ (5 б.).

7. В спектрі ^1H ЯМР сполуки $\text{C}_{10}\text{H}_{12}\text{O}_2$ міститься дублет при 1.2 м.ч. (2H), мультиплет при 2.78 м.ч. (1H), мультиплет при 7.1 м.ч. (4H) і синглет при 11 м.ч. (1H). Встановіть її будову, якщо відомо, що при її окисленні перманганатом утворюється терефталева кислота. Поясніть походження сигналів в спектрі ЯМР (7 б.).

Разом: 53 бали

Самостійна робота № 12

АРОМАТНІ АЛЬДЕГІДИ, КЕТОНИ І КАРБОНОВІ КИСЛОТИ

Варіант 2

1. Наведіть структурні формули:

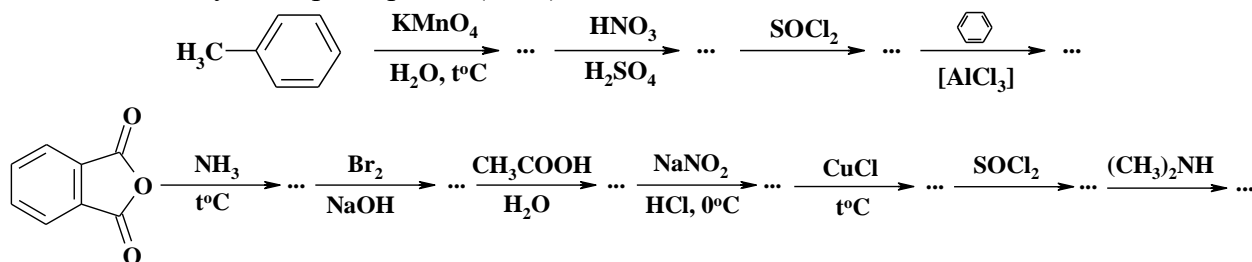
а) о-гідроксибензальдегиду, б) метилфенілкетону (ацетофенону), в) метилбензилкетону, г) 3-нітро-4'-метилбензофенону, д) 3-метокси-4-гідроксибензальдегиду (ваніліну), е) бензальацетофенону (халкону), ж) о-амінобензойної (антранілової) к-ти, з) 3-нітрофталевої к-ти, и) 2,4-динітробензойної к-ти, к) нітрила фенілукусної к-ти, л) фенілового естеру саліцилової к-ти, м) фталіміду, н) ангїдриду фталевої к-ти (13 б.)

2. Напишіть реакції п-хлорбензальдегїду з а) синильною кислотою, б) гїдросульфїтом натрію, в) N,N-диметиланіліном, г) хлоридом фосфору (V), д) п-метиланіліном, е) оцтовим ангїдридом, ж) ацетофеноном (7 б.)

3. З бензолу отримаєте п-хлорбензальдегїд і напишіть для нього реакції конденсації а) з пропіоновим альдегїдом, б) з 2,4-дїнітрофенїлгїдразіном, в) з метїлфенїлкетонем (5 б.).

4. Синтезуйте $C_6H_5-CO-CH(OH)-C_6H_5$ виходячи з толуолу (5 б.).

5. Здїйснїть наступнї перетворення (11 б.):



6. Встановіть будову усіх можливих ізомерів сполуки C_8H_8O , якщо відомо, що вона при дії концентрованого луку утворює два продукти $C_8H_8O_2$ і $C_8H_{10}O$, останній з яких при окисленні дає речовину складу $C_8H_6O_4$ (5 б.).

7. З толуолу послїдовним хлоруванням і окисленням було отримано сполуку C_7H_5ClO , в спектрі 1H ЯМР якої є два сигнали при 7.42 (2H, дублет) і 7.74 (2H, дублет), а також синглетний сигнал при 9.97 м.ч. (1H). Встановіть будову кінцевого продукту перетворень, наведіть рівняння і умови проведення хїмічних реакцій, в результаті яких було отримано продукт C_7H_5ClO (7 б.).

Разом: 53 бали

Самостійна робота № 13

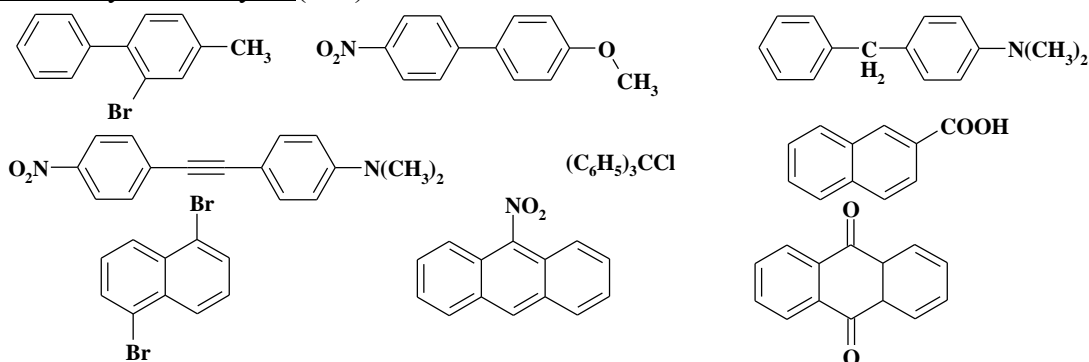
ПОЛІДЕРНІ АРОМАТИЧНІ ВУГЛЕВОДНІ

Варіант 1

1. Наведіть структурні формули:

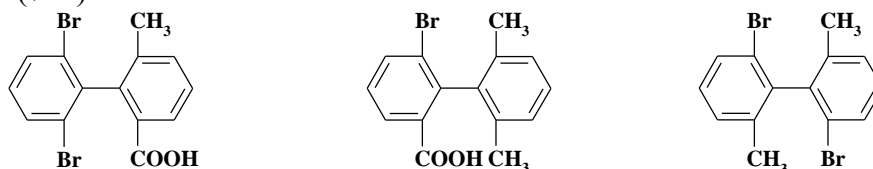
а) пара-терфеніл, б) дифенілметан, в) сим-дифенілетилен (стильбен), г) гексафенілетан, д) дихлордифенілтрихлорметилметан (ДДТ), е) 2-бромнафталін, ж) α -нафтол, з) 1,8-динітронафталін, и) 1,2,3,4-тетрагідронафталін (тетралін), к) 9,10-дифенілантрацен, л) 9-формілантрацен (11 б.)

2. Назвіть наступні сполуки (9 б.):

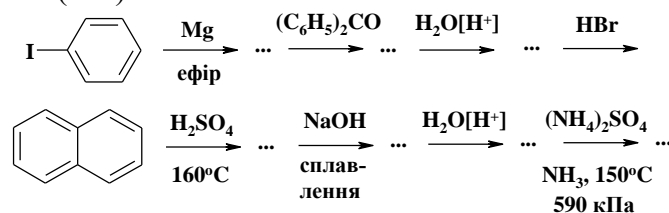


3. Напишіть реакції нафталіну з а) Cl_2 (H_2O , 100°C), б) H_2SO_4 (80°C), в) Na ($\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$, 78°C), г) $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + \text{H}_2\text{SO}_4$ (кімн. темп. або невеликий нагрів), д) CH_3COCl ($\text{C}_2\text{H}_2\text{Cl}_4$, AlCl_3), е) HNO_3 , назвіть сполуки, що утворилися (6 б.)

4. Дайте визначення атропоізомерії. Чим обумовлена можливість існування деяких похідних дифенілу у вигляді суміші оптичних ізомерів? Для яких з наведених нижче сполук характерна оптична ізомерія (ефективні радіуси атомів / груп: $\text{H}-0.94\text{\AA}$, $\text{CH}_3-1.73\text{\AA}$, $\text{Br}-2.11\text{\AA}$, $\text{COOH}-1.56\text{\AA}$)? (7 б.)



5. Здійсніть перетворення (8 б.):



6. Встановіть будову оптично активної сполуки $\text{C}_{14}\text{H}_8\text{N}_2\text{O}_8$, яка при нагріванні з залізними опилками в кислому середовищі перетворюється в $\text{C}_{14}\text{H}_{12}\text{N}_2\text{O}_4$, остання після дезамінування дає дифенову (2,2'-дифенілдікарбонову) кислоту. Наведіть рівняння реакцій, що згадуються в завданні (5 б.).

7. Встановіть будову похідної нафталіну $\text{C}_{11}\text{H}_{10}\text{O}$, яка розчиняється у водному KOH , не вступає в реакцію азосполучення, окислюється хромовою сумішшю до фталевої кислоти. Наведіть рівняння реакцій, що згадуються в завданні (5 б.).

Разом: 51 бал

Самостійна робота № 13

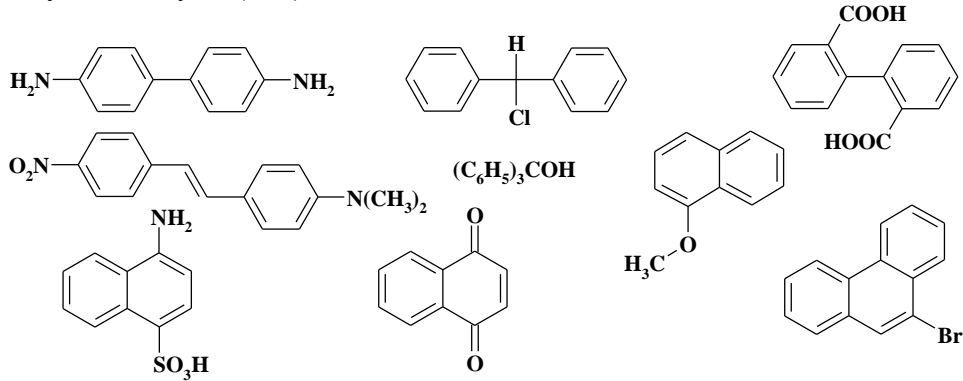
ПОЛІАДЕРНІ АРОМАТИЧНІ ВУГЛЕВОДНІ

Варіант 2

1. Наведіть структурні формули:

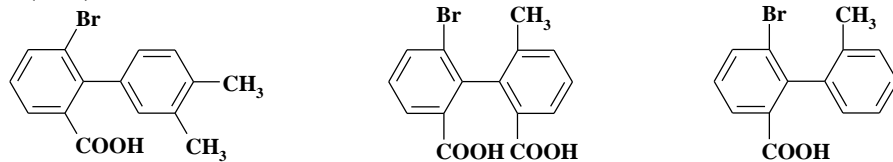
а) дифеніл, б) сим-дифенилетан, в) толан (дифенілацетилен), г) трифенілметан, д) бриліантовий зелений, е) 1-метилнафталін, ж) β-нафтиламін, з) 1,4-дигідроксинафталін, и) 1-гідроксиантрацен, к) антрахінон, л) 9,10-дигідрофенантрен (11 б.)

2. Назвіть наступні сполуки (9 б.):

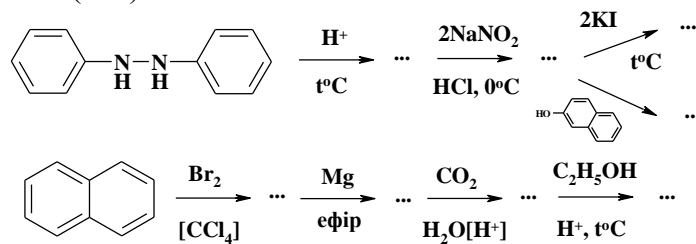


3. Напишіть реакції нафталіну з а) 2Cl_2 (0°C , УФ-опромінення), б) H_2SO_4 (160°C), в) Na ($\text{C}_5\text{H}_{11}\text{OH}$, 132°C), г) O_2 (V_2O_5 , 450°C), д) CH_3COCl ($\text{C}_6\text{H}_5\text{NO}_2$, AlCl_3), е) NaNH_2 (NH_3 , рідк.), назвіть сполуки, що утворилися (6 б.)

4. Дайте визначення атропоізомерії. Чим обумовлена можливість існування деяких похідних дифенілу у вигляді суміші оптичних ізомерів? Для яких з наведених нижче сполук характерна оптична ізомерія (ефективні радіуси атомів/груп: $\text{H}-0.94\text{\AA}$, $\text{CH}_3-1.73\text{\AA}$, $\text{Br}-2.11\text{\AA}$, $\text{COOH}-1.56\text{\AA}$)? (7 б.)



5. Здійсніть перетворення (8 б.):



6. Встановіть будову сполуки $\text{C}_{13}\text{H}_{12}\text{O}$, яка дає солі з лугами, метилюється диметилсульфатом. Коли продукт метилювання окислили водним розчином перманганату калію, при подальшому підкисленні випала 4'-метокси-4-дифенілкарбонова кислота. Наведіть рівняння реакцій, що згадуються в завданні (5 б.).

7. Встановіть будову вуглеводню $\text{C}_{14}\text{H}_{10}$, який при дії натрію в киплячому ізоаміловому спирті перетворюється в сполуку $\text{C}_{14}\text{H}_{12}$, а при окисленні біхроматом калію в кислому середовищі утворює дифенову (2,2'-дифенілдікарбонову) кислоту. Наведіть рівняння реакцій, що згадуються в завданні (5 б.).

Разом: 51 бал

Самостійна робота № 14

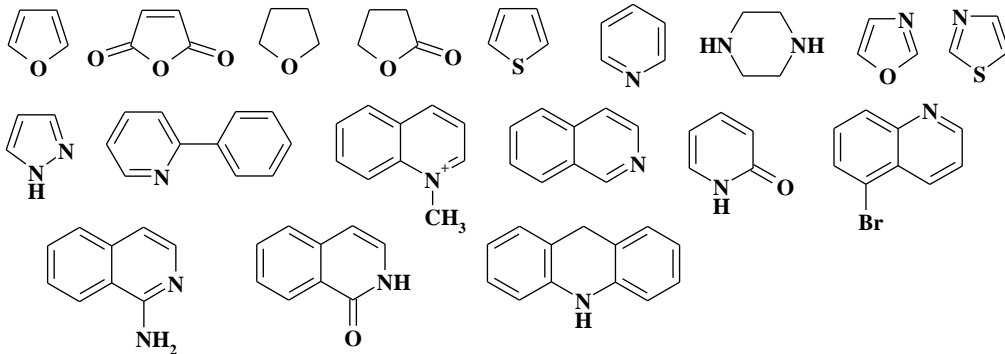
ПЯТИ- И ШЕСТИЧЛЕННЫЕ ГЕТЕРОЦИКЛИЧЕСКИЕ СОЕДИНЕНИЯ

Варіант 1

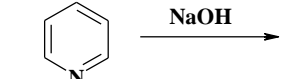
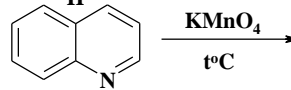
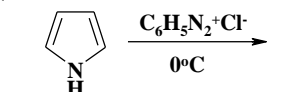
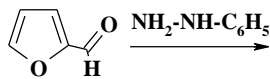
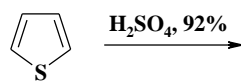
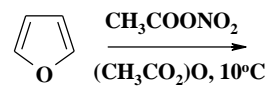
1. Наведіть структурні формули:

а) α -метилфурану, б) фурфуролу, в) N-метилпіролу, г) α -тоуфенсульфо кислоти, д) бензофурану, е) індолу, ж) N-окису хіноліну, з) 2-амінопіридину, і) 1-метилізохіноліну, к) 5-нітроізохіноліну (10 б.)

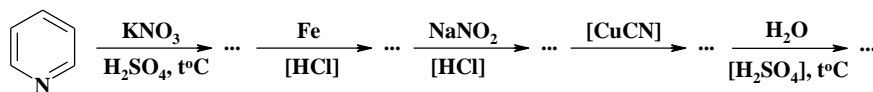
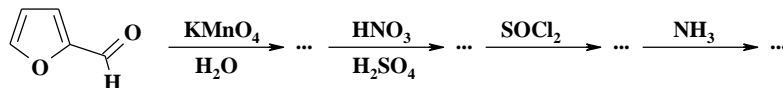
2. Назвіть наступні сполуки (18 б.):



3. Напишіть наступні реакції (6 б.), назвіть продукти (3 б.):



4. Здійсніть перетворення (9 б.):



5. Яку будову може мати сполука $\text{C}_5\text{H}_3\text{ClO}_2$, яка дає реакцію срібного дзеркала, утворюючи при цьому продукт $\text{C}_5\text{H}_3\text{ClO}_3$? Останній при нагріванні відщеплює CO_2 і перетворюється в α -хлорфуран (5 б.).

6. Визначте будову сполуки $\text{C}_5\text{H}_4\text{N}_2\text{O}_3$, яка при відновленні і подальшій обробці нітритною кислотою дає 4-піридон (5 б.).

Разом: 56 балів

Самостійна робота № 14

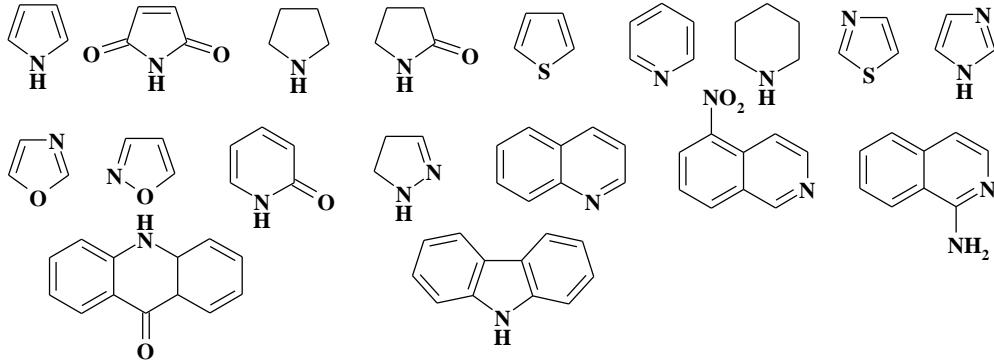
ПЯТИ- И ШЕСТИЧЛЕННЫЕ ГЕТЕРОЦИКЛИЧЕСКИЕ СОЕДИНЕНИЯ

Вариант 2

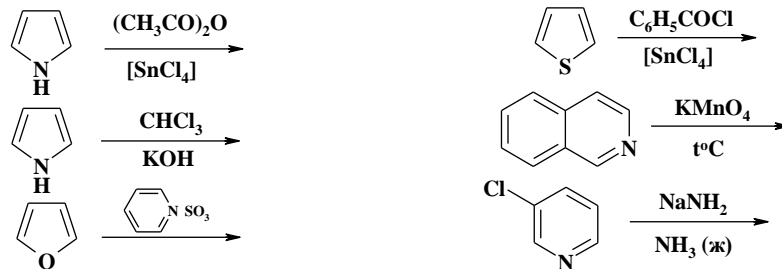
1. Наведіть структурні формули:

а) 2-бром-4-метилфуран, б) 5-нітрофурфурол, в) 2-карбосипиррол, г) α-ацетилтіофен, д) бензотиофен, е) пиридиний хлорид, ж) 5-нітронікотинава кислота, з) γ-піридон, и) 8-гідросихінолін, к) бензімідазол (10 б.)

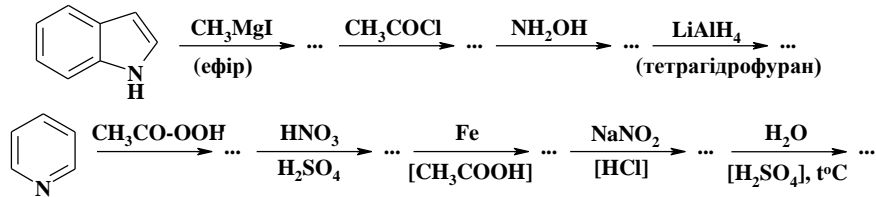
2. Назвіть наступні сполуки (18 б.):



3. Напишіть наступні реакції (6 б.), назвіть продукти (3 б.):



4. Здійсніть перетворення (9 б.):



5. Встановіть будову сполуки C_6H_6OS , яка не реагує з аміачним розчином оксиду срібла, з гідроксиламіном дає оксим, а при дії гіпохлориту натрію утворює α-тіофенкарбонову кислоту (5 б.).

6. Встановіть будову сполуки $C_{11}H_{11}N$, при окисленні якої хромовим ангідридом утворюється 8-хінолінкарбонова кислота (5 б.).

Разом: 56 балів

Зразки опису лабораторних робіт

з дисципліни

ОРГАНІЧНА ХІМІЯ

Хроматографія, 1 семестр

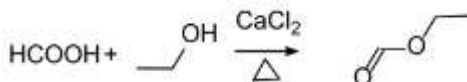
Розділення суміші азобензолу і о-нітроаніліна

Хроматографічну колонку, забезпечену краном або затискачем, закріплюють вертикально в лапці штатива і кладуть на дно шматочок вати. Притримуючи вату скляною паличкою, вливають в колонку 10 мл петролейного ефіру, вату віджимають паличкою для видалення повітря. Потім доливають 15 г добре перемішаної суспензії Al_2O_3 в 40 мл CCl_4 . Кран колонки відкривають і дають суспензії осісти, одночасно зливаючи надлишок розчинника. Кран закривають. Поверх шару носія поміщають шматочок вати.

В колонку вливають розчин 0.1 г суміші азобензолу і о-нітроаніліна (1:1) в 10 мл CCl_4 . Після того як рівень розчину досягне вати, поступово додають елюент, стежачи за тим, щоб в нерухомий носій не потрапив повітря. Через деякий час в стовпчику мають дві зафарбовані зони: верхня (темно-жовта) - о-нітроанілін, нижня (світло-жовта) - азобензол. Після того як нижня фракція буде повністю зібрана, нітроанілін елюють діетиловим ефіром (хлороформом?), змінивши приймач. Зібрані фракції випаровують, визначають масу виділених речовин і їх $T_{\text{пл}}$. Для проведення роботи необхідно сумарно 80 мл CCl_4 і ~ 40 мл діетилового ефіру. $T_{\text{пл}}$ азобензолу 68°C , о-нітроаніліну - 71°C .

Естерифікація, 1 семестр

Етилформиат

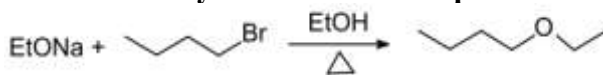


Мурашина кислота 96%	20 г
Спирт етиловий абс.	28 мл
CaCl_2 безводн.	5 г

У круглодонну колбу ємністю 100 мл, забезпечену дефлегматором з термометром, низхідним холодильником з алонжем і приймачем, поміщають 20 г 96% -й мурашиної кислоти, 28 мл етилового спирту і додають 5 г безводного CaCl_2 . Реакційну суміш нагрівають на колбонагрівачі до кипіння. Етилформиат відганяється і збирається в приймачі, що охолоджується крижаною водою. Отриманий ефір промивають рівним об'ємом холодної води, 1 М розчином Na_2CO_3 , знову водою, сушать безводним CaCl_2 і переганяють на водяній бані з колби з високим дефлегматором. Вихід 26 г (84% від теоретичного); т. кип. $55^\circ\text{C} / 760$ мм рт. ст.; n_D^{20} 1.3600.

Етерифікація, 1 семестр

н-Бутилетиловий етер

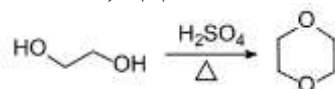


н-Бутилбромід	8.3 мл
Етиловий спирт абс.	60 мл
Натрій металічний	3 г

У трьохгорлу круглодонну колбу ємністю 150 мл, забезпечену магнітною мішалкою, краплинною воронкою і зворотним холодильником з хлоркальцієвою трубкою, поміщають 60 мл абсолютного етилового спирту і поступово додають 3 г металічного натрію. Після того, як весь натрій розчиниться, при інтенсивному перемішуванні прикапують 8.3 мл н-бутилброміду і кип'ятять суміш протягом 1 години на водяній бані. Після охолодження реакційної маси в колбу доливають 40-50 мл води. Органічний шар відокремлюють в ділільній воронці, промивають 20 мл води, висушують над плавленим CaCl_2 і переганяють.

Вихід 6.5 г (82% від теоретичного); $T_{\text{кип}}$ $90-92^\circ\text{C} / 760$ мм рт. ст.; n_D^{20} 1.3810.

1,4-Діоксан



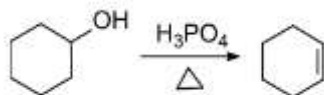
Етиленгліколь	50 г	Синтез проводять у витяжній шафі
H ₂ SO ₄ конц.	4.5 мл	
K ₂ CO ₃	10 г	
KOH	5 г	
Na металічний	0.3 г	

У круглодонну колбу ємністю 250 мл, забезпечену дефлегматором з термометром і низхідним холодильником з алонжем і приймачем, поміщають 50 г чистого сухого етиленгліколю, 4.5 мл конц. H₂SO₄ і кидають кілька «кипілок». Вміст колби обережно нагрівають до кипіння. Через деякий час починається відгонка продукту реакції (температура парів 84-88°C). Повільну відгонку ведуть до тих пір, поки при температурі парів 102°C вміст колби не почне різко чорніти і вспінюватися, що супроводжується виділенням сірчастого газу. На цьому нагрівання закінчують. Діоксан висолюють K₂CO₃. Легкий шар відокремлюють за допомогою ділильної лійки і сушать безводним K₂CO₃, а потім - плавленням їдким калі. KOH необхідний для осмолення і видалення ацетальдегіду, присутнього в продукті реакції.

Отриманий діоксан кип'ятять, а потім переганяють над 0.3 г металічного натрію, збираючи такі фракції: I фракція: T_{кип} 98-100°C (предгон); II фракція: T_{кип} 100-103°C (діоксан). Вихід діоксану 19 г (54% від теоретичного), T_{кип} 102-103°C / 760 мм рт. ст.; n_D²⁰ 1.4140.

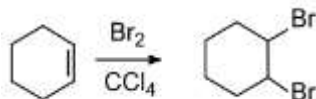
Алкени, 1 семестр

Циклогексен



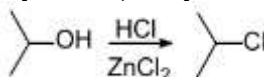
Циклогексанол	10 г	Синтез проводять у витяжній шафі
H ₃ PO ₄ 85%-я	5 г	

У круглодонну колбу ємністю 100 мл, оснащену коротким дефлегматором з термометром, низхідним холодильником з алонжем і приймачем, який охолоджують в бані з льодом, поміщають 10 г циклогексанолу, 5 г 85% -й фосфорної кислоти і нагрівають суміш до 120-160°C, відганяючи утворений циклогексен і воду в приймач. Після цього циклогексен відділяють, сушать хлоридом кальцію і переганяють. Отримують 6.6 г (80% від теоретичного), T_{кип} 83°C / 760 мм рт. ст., n_D²⁰ 1.4460.

транс-1,2-Дибромциклогексан

Циклогексен	10 г	Увага! Все шліфи і кран крапельної воронки при роботі з бромом змащуються фосфорною кислотою. Всі роботи з бромом проводяться в витяжній шафі.
Бром	18 г	
CCl ₄ або CHCl ₃	40 мл	

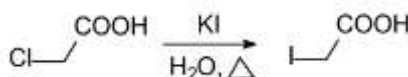
У трьохгорлу круглодонну колбу ємністю 100 мл, оснащену термометром, мішалкою, краплинної воронкою і зворотним холодильником, поміщують 10 г циклогексену в 30 мл CCl₄ або CHCl₃ і охолоджують розчин до 0°C. При температурі 0-5°C додають при хорошому перемішуванні по краплях розчин 18 г бром у 10 мл того ж розчинника з такою швидкістю, щоб температура підтримувалася в заданому інтервалі і не з'являлася велика концентрація бром у, що не прореагував (до 2 годин). Після закінчення реакції (знебарвлення розчину) відганяють розчинник, продукт промивають водою в ділільній воронці, сушать.

2-Хлорпропан (ізопропілхлорид)

Ізопропіловий спирт	38 мл
HCl конц.	86.4 мл
ZnCl ₂ безводний	136 г

У двогорлу колбу ємністю 500 мл, оснащену крапельною воронкою і високим дефлегматором з термометром, сполученим з низхідним холодильником з алонжем і приймачем, поміщують 86.4 мл конц. HCl і 136 г хлориду цинку. Приймач охолоджують в бані з льодом. Реакційну суміш нагрівають на плитці і повільно по краплях додають 38 мл ізопропілового спирту. При додаванні починає відганяти фракція з T_{кип} 30-45°C (температура тримається досить стабільно).

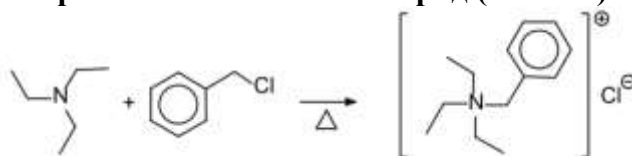
При падінні температури відгону можна збільшити швидкість прикапування спирту. Коли температура підніметься до 70°C, нагрівання припиняють. Дистилат промивають 2 рази рівним об'ємом води, потім 5% -м розчином NaHCO₃ до нейтральної реакції, потім знову водою. Сушать безводним CaCl₂ і переганяють. Вихід ізопропілхлориду 28.1 г (72% від теоретичного), T_{кип} 34-36°C / 760 мм рт. ст.; n_D²⁰ 1.3811.

Йодоцтова кислота

Хлороцтова кислота	2 г
KI	3.4 г
Етер	30 мл

У круглодонну колбу ємністю 50 мл, оснащену зворотним холодильником, поміщують 2.0 г хлороцтова кислоти, додають розчин 3.4 г KI в 14 мл води. Колбу нагрівають 1.5 ч на водяній бані при температурі 50°C. Після охолодження до розчину додають тіосульфат натрію до знебарвлення. Йодоцтову кислоту екстрагують ефіром (3×10 мл). Ефірний розчин сушать безводним Na₂SO₄. Ефір видаляють у вакуумі водоструминного насоса, кислоту кристалізують з високого петролейного ефіру (10-15 мл). Вихід 2.4 г (58.8% від теоретичного, білі блискучі листочки), T_{пл} 82°C.

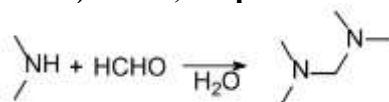
Триетилбензиламоній хлорид (ТЕБАХ)



Триетиламін Бензилхлорид Диетиловий ефір абс. або петролейний ефір	14 мл 30 мл	Синтез проводять у витяжній шафі
---	----------------	----------------------------------

У круглодонну колбу ємністю 100 мл, оснащену зворотним холодильником з хлоркальцієвою трубкою, поміщають 14 мл триетиламіну та 30 мл бензилхлориду (лакриматор!). Реакційну суміш кип'ячать на водяній бані протягом 2 годин, потім охолоджують і додають рівну за обсягом кількість сухого діетилового або петролейного ефіру. Осад, що випав, фільтрують, ретельно промивають сухим ефіром і висушують у вакуумі при температурі 35-40°C. Вихід солі 22.8 г (кількісний), $T_{\text{пл}} 183^\circ\text{C}$.

**N,N,N,N-Тетраметилметандіамін
(біс(диметиламіно)метан, тетраметилметилендіамін)**

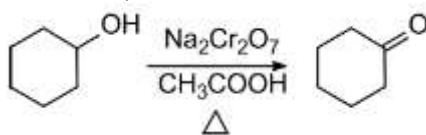


Диметиламін, 40%-й водний розчин Формалін 35%-й	50 мл 17.5 мл	Синтез проводять у витяжній шафі
--	------------------	-------------------------------------

У двогорлу колбу ємністю 250 мл, оснащену зворотним холодильником, магнітною мішалкою і крапельною воронкою, поміщають 50 мл 40% -го водного розчину диметиламіна і при охолодженні льодом і перемішуванні додають 17.5 мл 35%-го водного розчину формаліну. Суміш перемішують 10 хвилин при кімнатній температурі. Розчин насичують K_2CO_3 , верхню фазу відокремлюють, висушують безводним K_2CO_3 і переганяють. Вихід 16.3 г (80% від теоретичного), $T_{\text{кип}} 84^\circ\text{C} / 760 \text{ мм рт. ст.}; n_D^{20} 1.4005$.

Альдегіди і кетони, 1 семестр

Циклогексанон

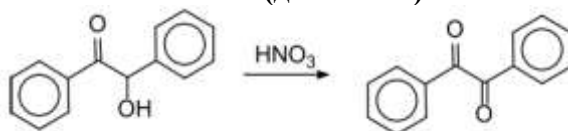


Циклогексанол	13.5 г
Na ₂ Cr ₂ O ₇ моногідрат	18 г
Оцтова кислота льодяна	30 мл
Бензол	15 мл
Ефір	30 мл

У 30 мл оцтової кислоти розчиняють при нагріванні 18 г моногідрату біхромату натрію. Розчин охолоджують до 15°C і поміщають в трьохгорлу круглдонну колбу ємністю 250 мл, оснащену магнітною мішалкою, краплинної воронкою, термометром і зворотним холодильником. Потім обережно при перемішуванні додають розчин 13.5 г циклогексанолу в 15 мл бензолу, охолоджений до 15°C. Через кілька хвилин суміш застигає у вигляді жовто-коричневої кристалічної маси (ймовірно, ефір хромової кислоти), яка в ході подальшої екзотермічної реакції перетворюється в чорно-коричневий розчин. Температура реакційної суміші не повинна перевищувати 60°C, для чого в разі необхідності її слід охолоджувати крижаною водою. Після витримування суміші 30 хв. при 60°C реакція закінчується (суміш стає зеленою). Суміш нагрівають ще 10 хв. при 70-80°C і відганяють з неї циклогексанон з водяною парою. Дистилят насичують NaCl, екстрагують ефіром (2×15 мл). Об'єднані ефірні фракції промивають 15 мл 10% -го розчину NaOH і 30 мл води і висушують над Na₂SO₄. Видаляють розчинник, продукт переганяють. Вихід циклогексанону 10 г (76% від теоретичного); T_{кип} 152-156°C / 760 мм рт. ст.; n_D²⁰ 1.4520.

Альдегіди і кетони, 2 семестр

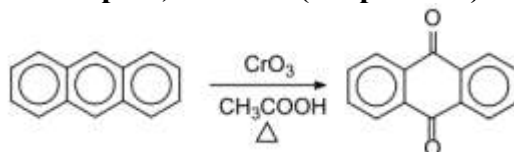
Бензил (добензоїл)



Бензоїн	5 г	Синтез проводять у витяжній шафі
HNO ₃ (d ₂₀ 1.33)	10 г	

У круглдонну колбу ємністю 100 мл, оснащену зворотним холодильником, поміщають 5 г тонкоподрібненого бензоїну і 10 г конц. HNO₃ (d 1.33 г/см³). Суміш гріють, часто струшуючи, на сильно киплячій водяній бані протягом 2 годин. Після охолодження розбавляють холодною водою, осад, що випав, відфільтровують на воронці Бюхнера і кілька разів промивають водою до нейтральної реакції. Отриманий осад сушать на повітрі і перекристалізують зі спирту. Вихід 4.46 г (90% від теоретичного), T_{пл} 95°C.

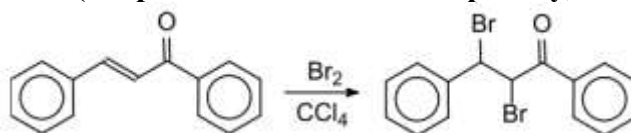
Антра-9,10-хінон (антрахінон)



Антрацен	1 г
CH ₃ COOH льодяна	50 мл
CrO ₃	2.8 г

У трьохгорлу колбу ємністю 250 мл, оснащену мішалкою, зворотним холодильником і краплинної воронкою, поміщають 1 г антрацену, 45 мл крижаної оцтової кислоти і нагрівають суміш на киплячій водяній бані до повного розчинення антрацену. Потім додають по краплях розчин 2.8 г хромового ангідриду в 5 мл суміші оцтової кислоти і води (1:1). Після того як розчин забарвиться в зелений колір, баню відставляють, дають реакційної масі охолонути до кімнатної температури і додають 100 мл води. Осад, що випав, фільтрують, промивають водою до нейтральної реакції і сушать на повітрі. Вихід 1 г (86% від теоретичного); т. пл. 286 ° С (в запаяному капілярі).

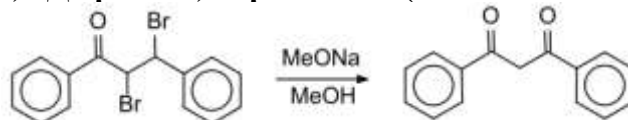
2,3-Дибром-1,3-дифеніл-1-пропанон (дибромід бензиліденацетофенону)



Бензиліденацетофенон (халкон)	10.4 г	Синтез проводять у витяжній шафі
Бром	8 г	
Етиловий спирт 96%-й	24 мл	
CCl ₄	30 мл	

У трьохгорлу колбу ємністю 100 мл, оснащену мішалкою, крапельною воронкою і зворотним холодильником, поміщають розчин 10.4 г бензиліденацетофенону (халкону) в 30 мл CCl₄, охолоджують колбу льодом і при перемішуванні повільно прикачують 8 г (2.6 мл) бром. Після закінчення додавання бром осад диброміду халкону відфільтровують, промивають на фільтрі гарячим спиртом (2×12 мл) і висушують на повітрі. Вихід 15.5 г (84% від теоретичного), т. пл. 156–157°С.

1,3-Дифеніл-1,3-пропандіон (добензоілметан)

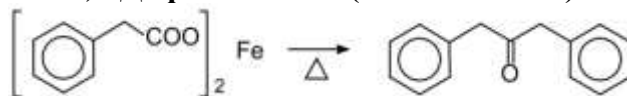


Дибромід бензальацетофенону (халкону)	10 г	Синтез проводять у витяжній шафі
Na металічний	1.25 г	
Метанол абс.	80 мл	

У трьохгорлу колбу ємністю 250 мл, оснащену мішалкою, краплинної воронкою і зворотним холодильником з хлоркальцієвою трубкою, поміщають 10 г диброміду бензальацетофенону і 80 мл метанолу. До щойно утвореної білої суспензії через крапельну воронку швидко додають розчин метилату натрію, попередньо приготованого з 1.25 г натрію і 15 мл абс. метилового спирту. Через приблизно 10-15 хв. суспензія повністю розчиняється і утворюється жовто-зелений розчин. Розчин кип'ятять на електроплитці протягом 1 години, потім охолоджують до 20°С, додають 1 мл конц. HCl і знову нагрівають протягом 5 хв. Після охолодження розчин переносять в стакан, охолоджують в бані з льодом і при сильному перемішуванні додають 90 мл холодної води. Випадає осад бежевого кольору, який

фільтрують, промивають 50% водним метанолом (10 мл) і потім 50 мл води. Сушать осад на повітрі. Вихід 5.1 г (85% від теоретичного), $T_{пл}$ 71-72°C. Після перекристалізації з 20 мл етанолу отримують 3.5 г дібензоїлметану, $T_{пл}$ 77-78°C.

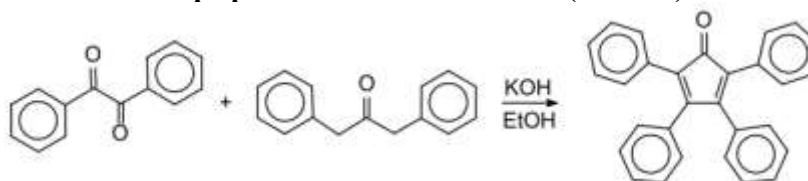
1,3-Дифенілацетон (добензілкетон)



Фенілоцтова кислота	20 г	Синтез проводять у витяжній шафі
Залізо (відновлене, порошок)	5 г	

У одnogорлу круглодонну колбу ємністю 50 мл із зворотним холодильником поміщають 20 г фенілоцтової кислоти і 5 г порошку відновленого заліза. Реакційну суміш нагрівають таким чином, щоб вона злегка кипіла. Приблизно через 40 хв., коли реакційна маса затвердіє (утворюється фенілацетат заліза), нагрівання припиняють. Отриманий фенілацетат заліза охолоджують, переносять в колбу Кляйзена без дефлегматора (або колбу Вюрца), оснащену термометром, розрахованим на вимірювання температури не менше 350°C і коротким повітряним холодильником. Колбу нагрівають на відкритому полум'ї пальника, відганяючи дібензілкетон при 300-325°C. Вихід 11 г (70% від теоретичного); $T_{кип}$ 210°C/35 мм рт. ст. При стоянні речовина кристалізується: $T_{пл}$ 34-35°C.

Тетрафенілциклопентадиєнон (циклон)

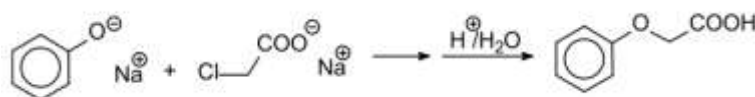


Бензіл (добензоїл)	5.2 г
Дібензілкетон	5.2 г
Етиловий спирт 96%-й	40 мл
КОН	0.75 г

У двогорлу круглодонну колбу ємністю 100 мл, оснащену магнітною мішалкою, зворотним холодильником і краплинної воронкою, поміщають 5.2 г бензілу (добензоїлу), 5.2 г дібензілкетону і 40 мл етилового спирту. Суміш нагрівають при перемішуванні до слабого кипіння (тверді речовини при цьому розчиняються). Потім нагрівання припиняють і, як тільки спирт перестане кипіти, прикапують розчин 0.75 г КОН в 4 мл етилового спирту. Далі реакційну суміш кип'ятять зі зворотним холодильником 15 хвилин. Нагрівання припиняють і доводять температуру реакційної суміші спочатку до кімнатної, потім до 0°C. Осад відфільтровують на воронці Бюхнера і промивають на фільтрі етиловим спиртом (3×10 мл). Вихід 7.5 г (75% від теоретичного); $T_{пл}$ 217-220°C.

У разі необхідності можна провести додаткове очищення. Для цього розчиняють 5 г неочищеного продукту в 50 мл киплячого бензолу, розчин фільтрують і фільтрат розбавляють 100 мл етанолу, після чого суміш охолоджують до 2-3°C (але не нижче!). Отримують 4.6 г чистого продукту, $T_{пл}$ 218-220°C.

Феноксиоцтова кислота

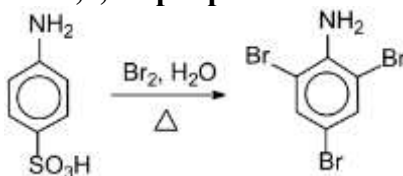


Фенол	3 г
NaOH, 33%-й розчин	60 мл
Хлорлцтова кислота	8 г
Ефір	20 мл
Na ₂ CO ₃ , 10%-й розчин	40 мл

До 3 г фенолу, який розчинений в 20 мл 33% водного NaOH, додають 15 мл 50% водного розчину хлороцтової кислоти (необхідно проконтролювати, щоб отримана суміш мала лужну реакцію) і нагрівають на киплячій водяній бані протягом 1 години. Потім охолоджують до кімнатної температури, підкислюють 10% HCl до pH~1 і екстрагують ефіром (2 порції по 10 мл). Об'єднані ефірні витяжки обробляють 40 мл 10% Na₂CO₃ (обережно! Виділення CO₂), отриману суміш струшують у ділильній воронці. Водну фазу відокремлюють, підкислюють HCl до pH~1. Кислоту відфільтровують, промивають невеликою кількістю води і сушать на повітрі. Вихід близько 3.5 г (72% від теоретичного), T_{пл} 98°C.

Електрофільне заміщення в ароматичному ряду, 2 семестр

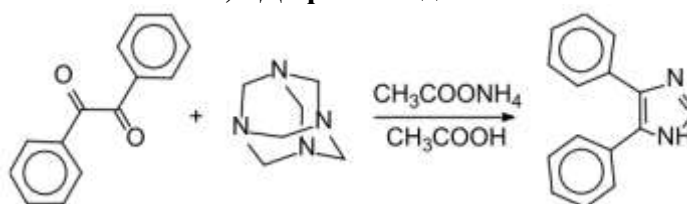
2,4,6-Триброманілін



Сульфанілова кислота	3.46 г	Синтез проводять у витяжній шафі
Бром	3 мл	

У двогорлу колбу ємністю 500 мл, оснащену магнітною мішалкою, краплинною воронкою і зворотним холодильником, поміщають розчин 3.46 г сульфанілової кислоти в мінімальному обсязі гарячої води. Потім при інтенсивному перемішуванні до киплячого розчину прикачують 280 мл бромної води, яка приготовлена розчиненням 3 мл бром у 300 мл води, до появи незникаючого забарвлення бром у. При необхідності додають додаткову кількість бромної води. Випадає дрібнокристалічний осад триброманіліну, який відфільтровують і висушують на повітрі. Вихід 6 г (91% від теоретичного), T_{пл} 119–120°C.

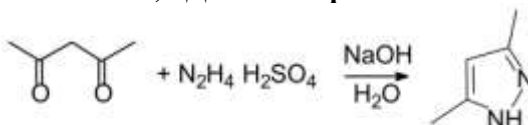
4,5-Дифенілімідазол



Бензіл	5.25 г	Синтез проводять у витяжній шафі
Уротропін	0.65 г	
CH ₃ COONH ₄	3 г	
CH ₃ COOH	125 мл	

У круглодонну колбу ємністю 250 мл, оснащену зворотним холодильником з хлоркальцієвою трубкою, поміщають 5.25 г бензілу, 0.65 г уротропіну, 3 г CH₃COONH₄ і 125 мл CH₃COOH. Суміш кип'ячать 1 годину. Охоложену реакційну масу виливають в 1.25 л води. Отриманий розчин знебарвлюють нагріванням з активованим вугіллям, фільтрують, фільтрат нейтралізують водним розчином амоніаку. Осад відокремлюють фільтруванням, промивають на фільтрі холодною водою (4×30 мл), сушать у вакуумі при 100°C. Вихід 5 г (91% від теоретичного), T_{пл} 231–232°C.

3,5-Диметилпіразол



Гидразін сірчаноокислий	13 г	Синтез проводять у витяжній шафі
NaOH, 10% розчин	80 мл	
Ацетилацетон	10 г	

У трьохгорлій колбі ємністю 250 мл, оснащений крапельною воронкою, механічною мішалкою і термометром (на кінчик термометра надітий гумовий шланг), розчиняють 13 г сірчаноокислого гідразину в 80 мл 10% розчину NaOH. До розчину повільно по краплях при охолодженні до 15°C протягом 30 хв. додають 10 г ацетилацетону. Реакційну суміш перемішують протягом 1 години при цій температурі, потім додають 40 мл води для розчинення осаду неорганічних солей і переносять в ділільну воронку. Піразол, що утворився, екстрагують ефіром (3×25 мл). Ефірні витяжки об'єднують, промивають насиченим розчином NaCl і сушать безводним K₂CO₃. Ефір видаляють на роторному випарнику. Вихід 7.4 г (77% від теоретичного), T_{пл} 107-108°C. При необхідності продукт можна перекристалізувати з високого петролейного ефіру (T_{кип} 70–100°C).

Методичні рекомендації
до виконання лабораторних робіт

з дисципліни

ОРГАНІЧНА ХІМІЯ

Енергетична безпека є в сучасному світі одним із основних напрямів діяльності держави в залежності від рівня його економічного розвитку. Важливою складовою цього виду діяльності є добування, транспортування та переробка природного енергетичного сировини – нафти та газу, а також рішення, що виникають при цьому екологічних проблем. Необхідні для виконання завдань в енергетичному секторі фахівці в області екогеохімії нафти і газ повинні мати не тільки високий рівень теоретичної підготовки в основних профільних дисциплінах, але і базовим рівнем практичних навиків у дослідженнях та фізико-хімічному аналізі вуглеводневої сировини на всіх технологічних стадіях від його дослідів до глибокої хімічної переробки.

Лабораторні роботи, виконувані студентами магістерської спеціальності «Екогеохімія нафти і газу» геолого-географічного, хімічного та екологічного факультетів ХНУ в рамках курсу «Хімія вуглеводневих енергоносіїв», є важливим етапом навчального процесу, на якому вдосконалюється теоретична та практична підготовка майбутніх спеціалістів.

Основна задача лабораторного практикуму курсу «Хімія вуглеводневих енергоносіїв» - зміцнення отриманих теоретичних знань та формування експериментальних навиків і прийомів продуктів у лабораторіях з аналізу вуглеводневої сировини та його переробки. Студенти повинні навчитися проводити найбільш поширені види аналізу складу та фізико-хімічних характеристик вуглеводневих енергоносіїв, познайомитися з основними методами їх досліджень, а також навчитися правильно вести записи в лабораторних журналах і працювати з хімічною літературою.

Первинне навчання включає наступні розділи:

1. Основні правила роботи в фізико-хімічній лабораторії, який проводить аналіз вуглеводневої сировини; надання першої допомоги при нечастих випадках.
2. Правила ведення і оформлення лабораторного журналу.
3. Методичні вказівки до лабораторних робіт з методів дослідження вуглеводневої сировини і продуктів її переробки.
4. Рекомендована література для самостійної підготовки до здачі колоквиумів і виконання лабораторних робіт.

В описах до лабораторних робіт наведено схеми основних приладів, які застосовуються при аналізі вуглеводневої сировини та продуктів її переробки.

ПРАВИЛА РОБОТИ В ЛАБОРАТОРІЇ З ДОСЛІДЖЕННЯ ВУГЛЕВОДНЕВИХ ЕНЕРГЕТИЧНИХ МЕАТЕРІАЛІВ

ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ

Успішна робота в аналітичних лабораторіях, досліджена органічні речовини, можлива лише за умови суворого дотримання встановлених правил роботи, вимоги техніки безпеки та гігієни праці. Режим роботи в лабораторії визначається також основними правилами.

1. Кожен студент повинен працювати на закріпленому за ним робочому місці. Перехід на інше місце без дозволу викладача не допускається.
2. Необхідно працювати в бавовняному халаті. Робоче місце слід містити в чистоті, не загроможувати його посуд і зайвими предметами.
3. У час роботи в лабораторіях слід дотримуватися тишину, порядок і чистоту, не допускати торопливості, безладу та неохайності – вони приводять до невдач в роботі, а іноді – до нечастих випадків з важкими наслідками.
4. Заборонено працювати в лабораторії одному, а також в відсутності викладача або лаборанта. Заборонено відвідування студентів, працюючих в лабораторіях, сторонніми особами.

5. Не можна залишати без огляду горючі газові пальники або включені аналітичні та електроприлади.
6. Категорично заборонено зливати в раковини рідкі органічні речовини, концентровані розчини кислоти та луги. Відроблені речовини необхідно зливати в призначені для них бутили, що знаходяться у витяжному шафі.
7. Слід бережно і правильно користуватись з лабораторним хімічним посудом, приладами та обладнанням, а в разі труднощів – звертатися за порадою до викладача або лаборанта.
8. Забороняється переносити з однієї лабораторії в інші прилади, реактиви та обладнання без дозволу лаборанта.
9. Не можна нагрівати повністю закриті прилади з органічними речовинами.
10. При перегонках не можна наглухо приєднувати прийомний посуд; колбу заповнювати не більш чим наполовину и не відганяти досуха, тобто треба залишати на дні перегонної колби 2-5 мл рідини.
11. При роботі зі скляними приладами забезпечувати обережність, не застосовувати великі сили при збірці та розборці пришліфованих частин приладу.
12. Не можна проводити які б то ні були досліди та реакції в брудному посуді. Посуду слід мити відразу після закінчення синтезу.
13. Після закінчення роботи необхідно включити воду, газ та електроприлади, убрати в належне місце вимитий та висушений посуд, поставити металеві штативи у встановленому місці на столі та витерти поверхню столу.

ПРАВИЛА РАБОТЫ С ЛЕГКОЗАЙМИСТЫМИ ЖИДКОСТЯМИ, КИСЛОТАМИ И ЩЕЛОЧАМИ

Багато органічні речовини є вогненебезпечними, особливо легко загоряються літніми органічними розчинниками – діетиловий ефір, ацетон, спирти (метанол, етанол, пропанол-2), бензол, петролейний ефір та ін. Відомо небезпеки, пов'язаної з роботою з органічними речовинами, велике значення має попередню ознаку властивостей тих речовин, завдяки яким вони передбачають роботу та безпечні прийоми роботи з ними, так як необережність і невиправданість – головні причини нечастих випадків.

1. Не можна нагрівати на відкритому вогні, на сітці, поблизу відкритого полум'я або у відкритих сосудах (колбах) діетиловий ефір, спирти, ацетон, бензол, петролейний ефір та інші горючі та легкозаймісті рідини (ЛВЖ). Вказані речовини дозволено нагрівати з зворотним холодильником або переганяти на водяній або повітряній бані із закритим електрообігрівачем. Ефір краще всього переганяти на водяній бані, яка попередньо нагріта на певній відстані від приладу. Приймник для ефіру не можна поміщати рядом з включеною електропліткою або з горящим газовим пальником.
2. При роботі з ефіром і іншими ЛВЖ необхідно стежити, щоб поблизу не було відкритого вогню. Перед розбіркою приладів, у яких є ЛВЖ, необхідно спочатку потушити горілки, що знаходяться поблизу.
3. Не можна виливати ефір, ефірні розчини та інші ЛВЖ у водопровідні раковини. Для сливи цих речовин мають спеціальні ємності у витяжному шафі.
4. При роботі з їдкими лугами і концентрованими кислотами (сірчаною, азотною, соляною) необхідно надівати захисні окуляри та гумові рукавички.
5. Розбавляти сірчану кислоту можна тільки в термостійкому посуді, приливаючи кислоту до води, а не навпаки, так як відбувається велике виділення тепла і розбризкування.
6. Розчиняти гідроксиди калію і натрію слід в захисних очках, повільно прибавляючи їх до води невеликими порціями. Твердий луг треба брати шпателем або пінцетом, а не руками.
7. Концентровані соляну та азотну кислоти необхідно переливати тільки у витяжному шафі.
8. Всі роботи з бромом можна проводити тільки в витяжній шафі з напівопущеними створками, обов'язково в гумових рукавичках. Перед проведенням роботи з додаванням бром у крапельної воронки необхідно завчасно перевірити герметичність кран воронки.

Видалити змазку та змастити шліф крану краплею концентрованої сірчаної кислотою, потім налити у воронку кілька мл ефіру та перевірити, чи не підтікає кран. Кран повинен бути закріплений резиновим кільцем, щоб запобігати випадковому виведенню його з корпусу воронки.

ПЕРША ДОПОМОГА ПРИ ОПІКАХ ТА ІНШИХ ЕКСИДЕНТАХ

1. При термічних опіках до обпеченого місця необхідно швидко зробити примочку етиловим спиртом або розчином перманганату калію.
2. При опіках кислотами необхідно відразу промити поживне місце великою кількістю води, а потім 3%-ним розчином бікарбонату натрію.
3. При опіках лугами необхідно обильно промити обпечене місце проточною водою, а потім розбавленим (2-3%-ним) розчином оцтової кислоти і знов великою кількістю води.
4. При попаданні кислоти або лугу в очі необхідно не повільно промити їх великою кількістю води. Потім око необхідно в разі потрапляння кислоти промити розбавленим розчином бікарбонату натрію, а в разі лугу – розчином борної кислоти. Після цього потрібно терміново звернутися до лікаря.
5. При опіках бромом слід швидко змити бром спиртом або розбавленим розчином лугу, а потім спиртом. Після цього поранене місце змазати маззю від опіків.
6. При опіках фенолом обробляють поранене місце спиртом або гліцериним.
7. При порізах склом обов'язково видалити осколки скла з рани, обробити поранене місце спиртовим розчином йоду і перев'язати.

ДІЇ ПРИ ВИНИКНЕННІ ЛОКАЛЬНОГО ВОЗГОРЯННЯ

Вуглеводневі енергоносії та продукти їх хімічної переробки представляють собою, головним чином, досить легко займисті пожежонебезпечні речовини, які потребують певної обережності при роботі навіть з їх невеликими кількостями. Слід пам'ятати, що при зростанні навіть невеликого об'єму ароматичних вуглеводнів (бензолу, толуолу, тощо) лабораторія швидко заповнюється темним димом, що подразнює слизову оболонку та заважає усуненню наслідків займання.

1. При виникненні пожежі необхідно: а) не повільно погасити газові пальники та включити електронагрівальні прилади; б) убрати подальше від вогню всі горючі речовини і склянки з горючими рідинами; в) очаг пожежі спокійно, але швидко засипати піском або потушити полум'я за допомогою вуглекислотного вогнегаснику.
2. Не можна заливати водою, заправлені легкими займистими рідинами (нафтовий ефір, бензин, керосин та інші продукти переробки нафти, бензол, діетиловий ефір, толуол, гексан тощо), так як це в багатьох випадках призводить до розтікання полум'я та розширення зони пожежі.
3. При поширенні возгорання та неможливості загасити його власними силами, необхідно викликати пожежну частину по телефону 101.

ПОРЯДОК ВИКОНАННЯ СТУДЕНТАМИ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ РОБІТ

Лабораторний практикум з хімії вуглеводневих енергоносіїв складається з 10 лабораторних робіт, які виконуються на обладнанні різної складності, в тому числі, розташовуються в різних лабораторіях хімічного факультету ХНУ. Перед початком виконання лабораторної роботи проводиться навчання викладачів із студентами (приймається допуск до роботи) і видається завдання на навчання дослідження конкретного сполуки (зразку) з визначенням його вихідного обсягу. Після отримання рішення на

продовженні роботи студент представляє викладачу лабораторний журнал, де приводяться всі необхідні розрахунки, плани роботи та рисунки (схеми) необхідних приладів.

Пристаюючи до виконання лабораторної роботи необхідно:

А. Уявити техніку і методику виконуваної роботи.

Б. Впевнитись в правильності зборки приладу; прослідити, щоб внутрішній простір частин приладів, що нагріваються, завжди був з'єднаним з атмосферою. Показати зібраний і готовий до роботи прилад викладачу або лаборанту.

В. Перевірити відповідність взятих навісок речовин, зазначеним в описі роботи.

Г. Всі стадії проведення аналізу, можливі побічні процеси, властивості вихідних речовин і кінцевих продуктів, технічні прийоми роботи повинні бути з'ясовані до початку експерименту.

Виконання вказаних правил не тільки забезпечує особисту безпеку працюючого, одночасно воно є проявом турботи про безпеку, що знаходиться поруч товариша.

По завершенню дослідів та проведенню необхідних розрахунків лабораторна робота оформлюється відповідно до наведених нижче освітніх закладів і складається викладачем, який з'ясовує, завдяки чому студент вільно орієнтується в теоретичних основах проведених експериментів, у методах роботи з використанням обладнання та математичною обробкою отриманих численних результатів.

ПРАВИЛА ОФОРМЛЕННЯ ЕКСПЕРИМЕНТІВ В ЛАБОРАТОРНОМУ ЖУРНАЛІ

При виконанні лабораторних робіт слід вести лабораторний (робочий) журнал, в який записуються всі розрахунки, спостереження, результати дослідів і схеми приладів. Перед виконанням експериментальної синтетичної роботи необхідно:

А. Записати в лабораторному журналі порядковий номер, назву лабораторної роботи, вихідне число аналізованих речовин, літературний джерело, з якого взята методика проведених експериментів; указати дату і час початку проведення експериментів.

Б. Якщо необхідно, записати рівняння хімічних реакцій, з вказанням проміжних продуктів і можливих побічних реакцій, якщо такі є місце.

В. Здійснити розрахунок кількості вихідних речовин (якщо викладачем запропоновано інші кількості, аніж зазначено в посібнику).

Г. У лабораторному журналі давайте детальніше опис плану проведення аналізу, який не повинен бути простим переписуванням методики із практикуму. У плані обов'язково приводяться рисунки або схеми необхідних приладів і встановлюється порядок зборки приладів, підготовка та послідовність завантаження вихідних реактивів, послідовність проведення досліджень, опис умов проведення експериментів, характерні особливості (змінення кольору, розігрівання, виділення газу, тощо).

У лабораторному журналі необхідно точно відобразити особисте спостереження і відхилення від методики, якщо вони були. Слід вказати тривалість окремих операцій і ту стадію роботи, на якій вона була перервана, а також скільки часу продовжувався перерив.

По закінченню експериментальної роботи отриманий препарат (якщо результат дослідження є розділеним або модифікацією компонентів вихідного сировини) представляється викладачем разом із записами в лабораторному журналі. Для оформлення роботи по синтезу органічних речовин в лабораторному журналі використовується форма, представлена нижче.

ФОРМА І ПОРЯДОК ЗАПИСІВ В ЛАБОРАТОРНОМУ ЖУРНАЛІ

Робота №

Назва:

Літературне джерело (прізвища та ініціали авторів, назва першоджерела, видавництво, рік видання, сторінки).

Роботу розпочато

Рівняння реакції (при необхідності)

Матеріальний баланс (розрахунок кількості вихідних речовин, а також необхідних для роботи розчинників і реагентів)

Опис ходу проведення експериментів.

1.
2.
3.
4.

Схема приладу (рисунок).

Проведення необхідних розрахунків, аналіз отриманих даних

Основні фізико-хімічні характеристики та вихід готового продукту (за необхідності)

Закінчення роботи:

(Підпис викладача, який підтверджує здачу готового зразку та залік роботи).