

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ, МОЛОДІ ТА СПОРТУ УКРАЇНИ
ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**

**МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ
ДО ОРГАНІЗАЦІЇ САМОСТІЙНОЇ РОБОТИ СТУДЕНТІВ
З ДИСЦИПЛІНИ «ОРГАНІЧНА ХІМІЯ»**

ОДЕСА – 2012

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ, МОЛОДІ ТА СПОРТУ УКРАЇНИ
ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**

**МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ
ДО ОРГАНІЗАЦІЇ САМОСТІЙНОЇ РОБОТИ СТУДЕНТІВ
З ДИСЦИПЛІНИ «ОРГАНІЧНА ХІМІЯ»**

**ДЛЯ СТУДЕНТІВ І КУРСУ
ПРИРОДООХОРОННОГО ФАКУЛЬТЕТУ**

Напрямок підготовки 6.090201 „ВОДНІ БІОРЕСУРСИ ТА АКВАКУЛЬТУРА”

**«Затверджено»
методичною комісією
природоохоронного факультету
Протокол № 7 від 16.03.2011 р.**

ОДЕСА-2012

Методичні вказівки до організації самостійної роботи студентів з дисципліни «Органічна хімія» для студентів 1 курсу природоохоронного факультету денної форми навчання, напряму підготовки 6.090201 „Водні біоресурси та аквакультура”, спеціальності 6.090201 „Водні біоресурси та аквакультура”/ Г.В. Федорова, С.П. Краснощока – Одеса: ОДЕКУ, 2012. – 64 с.

ЗАГАЛЬНІ ВКАЗІВКИ

Органічна хімія – нормативна навчальна дисципліна, є загально-освітнім і фундаментальним предметом для вищих навчальних закладів, належить до природничо-наукового циклу підготовки студентів за напрямом підготовки 6.090201 «Водні біоресурси та аквакультура».

Органічна хімія – це наука, яка вивчає органічні сполуки хімічного елемента Карбону, їх природні джерела, шляхи синтетичного одержання натуральних і штучних речовин, наявність в різноманітних природних об'єктах, їх склад і хімічні перетворення, а також механізми реакцій і закони, яким підкоряються речовини органічного світу. Органічні речовини складають більшість природних сполук і біополімерів; життєдіяльність усіх організмів, у т. ч. і водних, тобто гідробіонтів, їхній метаболізм – це результат хімічного перетворення органічних речовин під дією природних каталізаторів – ферментів. Причиною сучасного забруднення водойм зараз усе частіше стають саме органічні речовини – нафта, пестициди, побічні продукти целюлозно-паперових комбінатів, заводів органічного синтезу і коксохімічного фракціонування, харчових виробництв та отримання штучного каучуку, шовку, полімерів і гуми. Тому знання фізичних і хімічних властивостей органічних речовин, їх будови, класифікації, методів одержання, напрямів дії на біоту є дуже важливим для спеціалістів з водних біоресурсів.

Метою вивчення дисципліни є формування фундаментальних хімічних знань на новому ступені – вивченні хімічної науки, яка оперує органічними речовинами живої природи різних класів й їх генетичним зв'язком між собою. Важливим є набування у фахівців з водних біоресурсів і аквакультури сучасного світогляду з абсолютно новим підходом – розгляду природи на рівні існування, взаємного зв'язку і взаємообумовленості живого світу та неорганічної матерії.

Основні завдання курсу органічної хімії – це:

- знання фундаментальних законів, правил і теорій органічної хімії;
- уявлення особливої ролі Карбону в органічному світі й унікальності цього елемента у створенні органічних сполук;
- розуміння механізмів органічних реакцій;
- сучасне уявлення про електронний і просторовий склад органічних речовин;
- знання хімічних і фізичних властивостей органічних речовин різних класів, методів їх отримання, поширення в природі та застосування в народному господарстві;
- використання знань з органічної хімії при вивченні екологічних зв'язків у системі «організми – навколишнє середовище»;

- застосування накопичених знань органічної хімії для оцінки впливу небезпечної органіки (моно- і поліциклічних ароматичних вуглеводнів, нафти та нафтопродуктів, галогенопохідних циклічних і ланцюгових парафінів, дії пестицидів, детергентів, фенолів та ін.) на біоту;
- формування загальних уявлень про сучасні фізико-хімічні методи аналізу і знання основних операцій з органічної хімії для виявлення органічних речовин різних класів, встановлення їх чистоти і визначення складу.

В підготовці спеціалістів зі спеціальності «Водні біоресурси та аквакультура» органічна хімія посідає центральне місце, оскільки досліджує органічну речовину, яка грає роль акумулятора та переносника енергії в природі, здійснює численні біологічні функції, напр., забезпечує внутрішні життєві процеси – білковий, вуглеводний, гормональний, ліпідний та ін. синтези, ферментний каталіз, постачає організми попередниками майбутніх гормонів, вітамінів, токсинів та ін. і надає можливість здійснення міжвидових взаємодій (серед яких захист, мічення, відлякування, атрактивна, індикаційна і адаптивна функції та ін.). Органічні речовини в природі формують умови життя й відносно гідробіонтів створюють специфічні умови водного середовища. З іншого боку, при неграмотному використанні синтетичні органічні сполуки є ксенобіотиками та найшкідливішими поліутантами довкілля, що отруюють біосферу і зокрема поверхневі води та їх мешканців.

Курс «Органічна хімія» читається на I курсі у II семестрі та складається з 8 лекцій (16 год), 8 лабораторних робіт (32 год) і позааудиторної підготовки – самостійної роботи студента (СРС, 48 год).

Теорія даної дисципліни та виконання лабораторних робіт спираються на знання органічної хімії загальноосвітнього шкільного курсу та дисципліни «Неорганічна хімія», що вивчається на I-ому курсі в I-ому семестрі, а також на знання біології. Знання, що отримують студенти після вивчення цієї дисципліни, потрібні для доброго сприйняття таких дисциплін, як «Загальна екологія», «Гідробіологія», «Гідрохімія», а також «Біохімія гідробіонтів» та «Безпека життєдіяльності». Крім того, вони є складовою освітньо-кваліфікаційної характеристики бакалавра спеціальності 6.090201 «Водні біоресурси та аквакультура».

До лекційного курсу входять наступні розділи, які містять теми, вказані у дужках:

I. Будова та реакційна здатність органічних сполук. (Предмет органічної хімії, історичний екскурс, задачі та методи науки, її значення в світобудові. Основні теорії і закони органічної хімії, уявлення про будову речовини. Джерела і класифікація органічних сполук.) СРС 0,25 год.

II. Природа і особливість хімічного зв'язку органічних сполук. (Індукційний, мезомерний ефекти та ефекти спряження та надспряження. Загальні правила міжнародної номенклатури IUPAC. Класифікація вугле-

воднів. Алкани і циклоалкани: природні джерела, фізичні та хімічні властивості, ізомерія, методи одержання, застосування в народному господарстві.) СРС 1,375 год

III. Ненасичені вуглеводні – алкени, алкадієни й алкіни: гібридизація, просторова будова, види ізомерії, фізичні та хімічні властивості, механізм електрофільного приєднання, методи одержання, якісна реакція, застосування у народному господарстві. Правило Марковникова. СРС 0,75 год.

IV. Ароматичні вуглеводні: класифікація, історія встановлення будови. Ароматичні властивості: правило Хюккеля, мезомерні формули Кекуле, формула Полінга, просторова будова. (Арени бензоїдного типу: гомологічний ряд, джерела, ізомерія, фізичні та хімічні властивості, механізм електрофільного заміщення. Замісники I та II роду, їхня орієнтувальна здатність.) СРС 0,875 год.

V. Функціональні похідні вуглеводнів. (Оксигеновмісні похідні вуглеводнів: класифікація. Спирти – одноатомні, багатоатомні, феноли, ароматичні: склад, номенклатура, ізомерія, фізичні та хімічні властивості, методи одержання, токсичність.) СРС 1,25 год.

VI. Функціональні похідні вуглеводнів. (Карбонільні сполуки – альдегіди і кетони: номенклатура, фізичні та хімічні властивості, методи одержання. Карбонові кислоти: гомологічний ряд монокарбонових і дикарбонових кислот, номенклатура: тривіальна та IUPAC, природні джерела, фізичні та хімічні властивості, методи одержання. Амінокислоти: визначення, утворення цвітер-іона, основні та кислотні властивості, полімеризація, якісна реакція.) СРС 2,5 год.

VII. Природні органічні речовини: білки, пептиди, гетероциклічні сполуки. СРС 2,5 год.

VIII. Природні органічні речовини: вуглеводи, ліпіди і низькомолекулярні біорегулятори. СРС 4,5 год.

Базові знання, що придбає студент після вивчення теоретичного курсу «Органічна хімія», наступні:

- ❖ знання законів, концепцій, правил, теорії хімічної будови органічних речовин О.М. Бутлерова, гомології, ізомерії та електронної природи хімічних зв'язків (теми 1, 2, 4);
- ❖ сучасні уявлення про електронний і просторовий склад органічних речовин, механізм органічних реакцій, їх класифікацію та каталіз (теми 2, 3, 4);
- ❖ уявлення про сучасні фізико-хімічні методи органічної хімії для виявлення складу та чистоти речовин (тема 1);
- ❖ знання класифікації та правил номенклатури IUPAC для органічних сполук (теми 1–7);

- ❖ знання основних властивостей і характерних реакцій різних класів органічних сполук, у т.ч. небезпечних забруднювачів довкілля, їх джерел та методів синтезу (теми 2–8);
- ❖ знання напрямів застосування органічних речовин в різноманітних галузях народного господарства та безпеку їх дії на живі істоти (теми 2–8).

Перелік тем лабораторних занять:

Лабораторна робота №1 «Техніка безпеки в лабораторії органічної хімії. Обладнання та апаратура. Основні операції при роботі з органічними речовинами. Методи очищення органічних сполук».

Лабораторна робота №2. «Визначення вмісту органічної речовини в біомасі водних рослин». СРС 4 год.

Лабораторна робота №3 «Якісний елементарний аналіз органічних речовин». СРС 5 год.

Лабораторна робота №4 «Визначення забруднюючих домішок нафти у воді». СРС 5 год.

Лабораторна робота №5 «Визначення показників органолептичних властивостей води». СРС 3 год.

Лабораторна робота №6 «Якісні реакції на присутність органічних речовин різних класів у водному середовищі». СРС 4 год.

Лабораторна робота №7 «Виділення зі сумішей та визначення природних речовин хроматографічним методом». СРС 4 год.

Лабораторна робота №8 «Вивчення найбільш характерних властивостей оксигеновмісних сполук». СРС 4 год.

В процесі лабораторних занять студент здобуває практичні навички при роботі з

- приладами (штативи, лапки, кільця, муфти) і посудом органічного практикуму;
- технічними і аналітичними терезами;
- електроприладами: сушильною шафою, електроплитками, водяними ogrivnikami та муфельною піччю;
- ексикаторами, хроматографічними колонками;
- фотоелектроколориметром,
- вимірювальним посудом: мірними колбами, бюретками та піпетками і вимірювальними приладами: термометром, пікнометром, ареометром.

За час лабораторного практикуму студент навчається виконувати *операції* з органічними речовинами за допомогою приладдя і апаратури (нагрів, охолодження, перемішування, здрібнювання, висушування, визначення температури кипіння і плавлення), оволодіває *методами* органічної хімії (перегонка, гравіметрія, хроматографічний аналіз), навчається визначати органічні речовини різних класів за *характеристичними реакціями*, знайомиться з основними показниками *органолептичних властивостей води*, правилами відбору проб і вимірювання її основних параметрів, а

також вивчає основні *забруднювачі природних вод* органічної природи. Крім того, він виконує розрахунки, досліджує хімізм процесів і самостійно робить висновки на основі отриманих результатів експериментів.

Після вивчення дисципліни «Органічна хімія» та виконання лабораторного практикуму студент повинен вміти:

- ❖ виконувати основні операції з органічними речовинами: декантація, нагрів, охолодження, перемішування, здрібнювання; визначення температури кипіння та топлення;
- ❖ володіти прийомами та методами очищення органічної хімії при роботі з органічними сполуками (фільтрування, перегонка, кристалізація, сублімація, хроматографія);
- ❖ визначати клас органічної сполуки, називати її згідно з номенклатурою IUPAC і встановлювати небезпеку органічної речовини для навколишнього середовища та живих істот;
- ❖ виконувати розрахунки задач для органічних реакцій і визначати тип реакцій за механізмом (радикальне заміщення, електрофільне приєднання, електрофільне або нуклеофільне заміщення);
- ❖ використовувати інформацію про наявність органічних речовин в об'єктах навколишнього середовища під час виконання водних екологічних експертиз та оцінок безпеки різноманітних поллютантів органічної природи.

Під час викладання дисципліни «Органічна хімія» використовуються наступні форми СРС:

- ❖ підготовка до лекцій;
- ❖ підготовка до лабораторних робіт;
- ❖ підготовка до усного опитування на лабораторних роботах;
- ❖ підготовка до змістових практичних модулів;
- ❖ підготовка до змістових лекційних модулів;
- ❖ підготовка індивідуального домашнього завдання;
- ❖ підготовка наукового модулю.

Організацію навчання для бакалаврів з даної дисципліни забезпечує кредитно-модульна система, наказ МОН України № 774 від 30.12.2005 р.

Організація контролю знань студентів будується на поточному контролі за накопичувально-модульним принципом. Контроль поточних знань здійснюється на основі «Положення про організацію контрольних заходів оцінки результатів навчання», затвердженого рішенням Вченої ради ОГМІ від 23 березня 1995 р., «Положення про організацію контролю СРС ОДЕКУ», затвердженого на засіданні Вченої ради ОГМІ 29 березня 2004 р. зі змінами та додатками від 27 квітня 2006 р., наказ ректора ОДЕКУ №50 від 5.05.2006 р., «Положення про кредитно-модульну систему навчання студентів в ОДЕКУ», затвердженого 4 листопада 2006 р. і включає:

- усне опитування на лабораторних заняттях і контроль виконання домашніх розрахункових завдань;

- захист лабораторних робіт, експериментальна основа яких використовується в аналізі й екологічному контролі водних об'єктів навколишнього середовища;
- контрольні роботи з 2-ох лекційних і 2-ох практичних модулів, які виконуються у вигляді контрольних аудиторних і домашніх робіт з окремих розділів лекційного матеріалу та теоретичної підготовки лабораторних робіт протягом семестру згідно з графіком, а також підсумковий тестовий контроль наприкінці семестру;
- дві атестації (7-ий та 14-ий тиждень семестру).

Графік контролюючих заходів з дисципліни “Органічна хімія”

Номер тижня	Контролюючий показник та вигляд занять, на яких проводиться контроль	
	Теоретична частина	Практична частина Лабораторні роботи
1 – 2		УО
3 – 4		ПДЗ Захист ЛР №1
5 – 6		ПДЗ Захист ЛР №2
6 – 7		КР ЗМ-П1
7	Ат. 1	Захист ЛР №3
7 – 8	КР ЗМ-Л1	
9 – 10		Захист ЛР №4
10 – 11		КР ЗМ-П2
11 – 12		ПДЗ Захист ЛР №5
13 – 14	КР ЗМ-Л2	ПДЗ Захист ЛР №6
14 – 15	Ат. 2	
15 – 16	Перевірка рефератів М-НР	Підсумкова тестова контрольна робота ЗМ-П3
Сесія	Іспит	

Умовні позначки: Ат. – атестація; КР – контрольна робота; Захист ЛР – захист лабораторної роботи; ЗМ – змістовий модуль; ЗМ-П – змістовий модуль практичний; ЗМ-Л – змістовий модуль лекційний, М-НР – модуль наукової роботи; ПДЗ – перевірка домашнього завдання; УО – усне опитування.

Основна література, що забезпечує вивчення дисципліни й є в наявності в бібліотеці ОДЕКУ і на кафедрі хімії навколишнього середовища:

1. Ластухін Ю.О., Воронов С.А. Органічна хімія. – Львів: Центр Європи, 2001. – 864 с.
2. Глинская Л.Я. Введение в органическую химию. – Одесса: Астропринт, 2006. – 200 с.
3. Федорова Г.В. Методичні вказівки «Збірник лабораторних робіт з курсу «Органічна хімія». – Одеса, 2007. – 96 с.

2. ОРГАНІЗАЦІЯ САМОСТІЙНОЇ РОБОТИ СТУДЕНТА ПО ВИКОНАННЮ ЗАВДАНЬ НА СРС

2.1. Форми завдань на СРС з дисципліни «Органічна хімія»

Завдання на СРС з органічної хімії включають:

- ❖ Вивчення певних розділів теоретичного матеріалу.
- ❖ Виконання домашніх завдань з метою підготовки до робіт лабораторного практикуму.
- ❖ Підготовка до УО на лабораторних заняттях.
- ❖ Виконання наукового модуля.

2.1.1. Вивчення певних розділів теоретичного матеріалу

Засвоєння матеріалу рекомендується почати з повторення шкільного курсу органічної хімії. Рекомендується наступна література:

Рудзитис Г.Е., Фельдман Ф.Г. Химия: учебник для 10 класса средней школы. – Москва: Просвещение, 1990 г. – 160 с.

Хомченко Г.П. Химия (для подготовительных отделений): учебник. – М.: Высшая школа, 1989.–368 с. Часть III Органическая химия с. 275 – 361.

Рекомендується обов'язково відвідувати лекції та конспектувати теоретичний матеріал, оскільки об'ємні і складні теми розділів дисципліни викладаються на лекційних заняттях в лаконічній і стислій формі й послідовно розглядають усі питання органічної хімії, що виносяться на контрольні заходи та до іспиту. Звернемось до тематики кожної лекції.

2.1.2. Тематика лекцій дисципліни «Органічна хімія»

Лекція 1. Розділ I. Будова та реакційна здатність органічних сполук.

Тема розділу: Предмет органічної хімії, історичний екскурс, задачі та методи науки, її значення в світобудові. Літ. (список основної літератури на с. 9.) [1, с. 17 – 24], [2, с. 4 – 5], [3, с. 22 – 29].

Тема розділу: Основні теорії, закони й електронні уявлення в органічній хімії. Літ. [1, с. 45 – 49], [2, с. 5 – 17].

Джерела і класифікація органічних сполук. Літ. [1, с. 25, 190], [2, с. 17].

Лекція 2. Тема розділу: Природа і особливість хімічного зв'язку органічних сполук. Тема розділу: Види гібридизації. Індукційний, мезомерний ефекти та ефекти спряження та надспряження. Літ. [1, с. 27, 45, 71].

Тема розділу: Правила міжнародної номенклатури IUPAC. Літ. [2, с. 19].

Тема розділу: Класифікація вуглеводнів. Літ. [2, с. 20].

Тема розділу: Алкани і циклоалкани: природні джерела, фізичні та хімічні властивості, ізомерія, методи одержання, застосування у народному господарстві. Літ. [2, с. 20 – 27, 48 – 53].

Тема розділу: Ненасичені вуглеводні – алкени, алкадієни й алкіни: гібридизація, просторова будова, види ізомерії, фізичні та хімічні властивості,

механізм електрофільного приєднання, методи одержання, якісна реакція, застосування в народному господарстві. Правило Марковникова. Літ. [2, с. 27–48].

Лекція 3. Тема розділу: Ароматичні вуглеводні: класифікація, історія встановлення будови. Ароматичні властивості: правило Хюккеля, мезомерні формули Кекуле, формула Полінга, просторова будова. Арени бензоїдного типу: гомологічний ряд, джерела, ізомерія, фізичні та хімічні властивості, механізм електрофільного заміщення. Літ. [2, с. 53, 67].

Тема розділу: Замісники I та II роду, їхня орієнтувальна здатність. Літ. [2, с. 62–67].

Розділ II. Функціональні похідні вуглеводнів.

Тема розділу: Оксигеновмісні похідні вуглеводнів: класифікація. Літ. [2, с. 77].

Тема розділу: Класифікація спиртів. Літ. [2, с. 77]. Спирти – одноатомні, багатоатомні, феноли, ароматичні: склад, номенклатура, ізомерія, фізичні та хімічні властивості, методи одержання, токсичність. Літ. [2, с. 78 – 83].

Багатоатомні спирти. Літ. [2, с. 83 – 86]. Феноли. Літ. [2, с. 86 – 89].

Лекція 4. Тема розділу: Карбонільні сполуки – альдегіди і кетони (номенклатура, поширення у природі, фізичні та хімічні властивості, методи одержання). Літ. [2, с. 89 – 103].

Тема розділу: Карбонові кислоти – класифікація, природні джерела, кислоти зі змішаними функціями. Літ. [2, с. 104 – 105, 3, с. 393, 451, 457].

Карбонові кислоти: гомологічний ряд монокарбонових і дикарбонових кислот; номенклатура: тривіальна та IUPAC, природні джерела, фізичні та хімічні властивості, методи одержання. Літ. [2, с. 106 – 120].

Тема розділу: Амінокислоти: визначення, утворення цвітер-іона, основні та кислотні властивості, полімеризація, якісна реакція на амінокислоти. Літ. [2, с. 160 – 169].

Лекція 5. Розділ III. Хімія гетероциклів.

Тема розділу: Гетероциклічні сполуки: загальні уявлення, класифікація, номенклатура. Літ. [2, с. 176 – 191].

Тема розділу: Багатоядерні гетероцикли. Літ. [181, 191]

Лекція 6. Розділ IV. Природні фізіологічно активні речовини.

Тема розділу: Вуглеводи. [2, с. 132 – 147].

Тема розділу: Низькомолекулярні біорегулятори. [2, с. 160, 168, 191– 192].

Лекція 7. Тема розділу: Білки, пептиди. Літ. [2, с. 172 – 176].

Тема розділу: Нуклеїнові кислоти. Літ. [2, с. 192 – 197].

Лекція 8. Тема розділу: Ліпіди. [2, с. 121 – 122].

2.1.3. Повчання до підготовки теоретичного матеріалу.

Теоретичні питання тем розділів I–IV з метою кращого засвоєння хімічних властивостей вуглеводнів різних класів, методів їх одержання та природних джерел складають лекційні модулі ЗМ-Л1 та ЗМ-Л2.

Під час підготовки до контрольної роботи зі ЗМ-Л1 слід засвоїти матеріал лекцій 1–4 і зміст літературних джерел, що наведено вище; особливу увагу слід звернути на класифікацію речовин вуглеводневої природи й їх номенклатуру, а при вивченні ароматичних вуглеводнів – на напрям орієнтації замісників в реакціях електрофільного заміщення за умов наявності в бензеновому ядрі первинного замісника певного роду.

На допомогу студентів пропонується таблиця, яка наочно класифікує вуглеводні за типом хімічного зв'язку (див. табл. 2.1).

Для того, щоб облегшити запам'ятання класифікації і номенклатури функціональних похідних вуглеводнів треба користуватися табл. 2.2.

Для теоретичної самостійної підготовки до контрольної роботи з першого лекційного модулю наведено завдання у табл. 2.3. Відповіді на запитання хімічних, фізичних і фізико-хімічних методів органічної хімії слід шукати в [1, с. 167], методів поділу і очищення в [3, с. 22 – 27], хроматографії [3, с. 28, 75], титриметрії [3, с. 31], гравіметрії [3, с. 32].

Під час підготовки до контрольної роботи зі ЗМ-Л2 слід засвоїти матеріал лекцій 5–8 і зміст літературних джерел, що наведено на с. 11; особливу увагу приділити темам природних біополімерів, їхній будові та їх синтезу з мономерних попередників, напр., амінокислоти – мономерні ланки пептидів і білків; монози (глюкоза, фруктоза, галактоза та ін.) складають полімерні ланцюги олігосахаридів (сахароза, мальтоза, ін.) і полісахаридів (поліоз), таких як, крохмаль, глікоген, целюлоза; нуклеотиди і нуклеозиди (та їхні складові) – це попередники і мономерні ланки нуклеїнових кислот. Запитання до контрольної роботи зі ЗМ-Л2 потребують знання якісних реакцій найбільш поширених органічних речовин певних класів. Ці питання висвітлюються в лекційному матеріалі після викладання кожного класу речовин, але дуже корисною при підготовці цього матеріалу є таблиця у МВ [3, с. 69–71], де всі реакції зібрані разом для полегшення їх вивчення та засвоєння.

Будь ласка, зверніть увагу на шкідливу дію органічних речовин різних класів як сильніших полютантів довкілля взагалі та гідробіонтів зокрема. Цей матеріал викладено в лекціях, а деякі полютанти, саме гідробіонтів, та наслідки їхнього забруднення наведено у табл. 2.4.

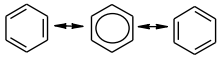
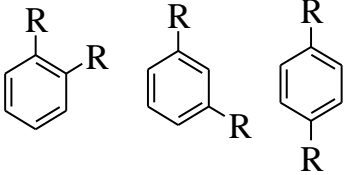
Для виконання завдання по встановленню ароматичності гетероциклів слід використовувати правило Хюккеля: **замкнуті циклічні системи зі спряженими подвійними зв'язками мають плоску будову й ароматичні властивості, тобто т. зв. ароматичний характер, за умов наявності $(4n+2)$ π -електронів, де $n = 0, 1, 2...$**

У випадку небензоїдних ароматичних систем – гетероциклів, слід ураховувати пару електронів гетероатома, що беруть участь в утворенні делокалізації разом із електронами спряжених зв'язків бензенового ядра [1, с. 601–605]. Для теоретичної самостійної підготовки до контрольної роботи з другого лекційного модуля ЗМ-Л2 наведено завдання у табл. 2.5.








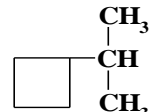
Таблиця 2.1 - Класифікація вуглеводнів за типом хімічного зв'язку

Тип зв'язку	Назва класу вуглеводнів	Загальна формула класу	Гібридизація	Суфікс у назвах за IUPAC	Просторова будова	Види ізомерії
1	2	3	4	5	6	7
σ – одинарний (простий) зв'язок у сполуках з відкритим ланцюгом (розгалуженим або нерозгалуженим)	Алкани (ін. назви: насичені, аліфатичні, ациклічні вуглеводні, парафіни, вуглеводні ряду метану).	C_nH_{2n+2}	sp^3	-ан , наприклад, <u>метан</u> , <u>гексан</u> , <u>декан</u> , <u>ейкозан</u>	Тетраедр, кут між σ-зв'язками $109^\circ28'$, тобто у випадку довгих ланцюгів з великою кількістю атомів Карбону молекула має зигзагоподібну будову зі зберіганням кута $109^\circ28'$.	1. Ізомерія структурна: $CH_3-CH_2-CH_2-CH_2-CH_3$; $\begin{array}{c} CH_3 \\ \\ CH_3-CH-CH_2-CH_3 \end{array}$; $\begin{array}{c} CH_3 \\ \\ CH_3-C-CH_3 \\ \\ CH_3 \end{array}$ 2. Ізомерія положення замісника: $CH_3-CH_2-CH_2-R$; $\begin{array}{c} CH_3 \\ \\ CH_3-CH-CH_3 \\ \\ R \end{array}$
σ-зв'язок та π-зв'язок утворюють подвійний зв'язок в молекулах з лінійною будовою	Алкени (ін. назви: ненасичені вуглеводні, олефіни, вуглеводні ряду етену, або етилену).	C_nH_{2n}	sp^2	-ен , напр., <u>етен</u> , <u>пропен</u> , <u>октен</u> , <u>нонен</u> та ін.	Тригональна, кут між зв'язками C–C і C–H, а також між зв'язками C–H і C–H дорівнює 120° .	1. Структурна ізомерія: $CH_2=CH-CH_2-CH_3$; $\begin{array}{c} CH_3 \\ \\ CH=C-CH_3 \end{array}$ 2. Ізомерія розташування C=C-зв'язку: $CH_2=CH-CH_2-CH_3$; $CH_3-CH=CH-CH_3$ 3. Геометрична, або <i>цис</i> -, <i>транс</i> -ізомерія відносно площини подвійного зв'язку: $\begin{array}{ccc} R & & R \\ & \diagdown & / \\ & C=C & \\ & / & \diagdown \\ H & & H \end{array} \longleftrightarrow \begin{array}{ccc} R & & H \\ & \diagdown & / \\ & C=C & \\ & / & \diagdown \\ H & & R \end{array}$ 4. Міжкласова ізомерія (стор. 14).

Продовження табл. 2.1

1	2	3	4	5	6	7
<p>σ-, π-, π- зв'язки утворюють потрійний зв'язок</p>	<p>Алкіни (вуглеводні ряду етину, або ацетилену)</p>	C_nH_{2n-2}	sp	<p>-ін (-ин), напр., ети<u>н</u>, проп<u>і</u>н, ок<u>т</u>ин</p>	<p>Плоска, кут 180°.</p>	<p>1. Структурна ізомерія $HC\equiv C-CH_2-CH_2-CH_3$; $HC\equiv C-\underset{\substack{ \\ CH_3}}{CH}-CH_3$</p> <p>2. Ізомерія розташування потрійного зв'язку: $HC\equiv C-CH_2-CH_3$; $CH_3-C\equiv C-CH_3$</p> <p>3. Ізомерія положення замісника $RC\equiv C-CH_3$ і $HC\equiv C-CH_2R$</p> <p>4. Міжкласова ізомерія, напр., бутин-1 і циклобутен</p>
<p></p> <p>Спряжені подвійні зв'язки (чергування σ і π-зв'язків), електронна густина рівномірно розташована за всією площиною бензенового ядра</p>	<p>Арени (ароматичні вуглеводні)</p>	C_nH_{2n-6}	sp^2	<p>-ен</p> <p>Основа назв за ІУРАС «бензен», «толуен», «ксилен».</p>	<p>Плоска, бензен у формі правильного шестикутника.</p>	<p>Ізомерія положення замісників: 1,2-(орто-), 1,3-(мета-), 1,4-(пара-):</p> <p></p> <p>орто- мета- пара-</p>

Продовження табл. 2.1.

1	2	3	4	5	6	7
-σ одинарний, зв'язок у сполуках зі замкненим ланцюгом атомів Карбону (тобто із циклічною будовою).	Циклоалкани (аліциклічні вуглеводні).	$(\text{CH}_2)_n$	sp^3	префікс цикло- в назвах + суфікс -ан напр., циклопропан, циклогептан, ін.	В залежності від n буває: $n = 3$ (циклопропан): Δ - плоска; зв'язки відрізняються від звичайних σ-зв'язків і мають частково ненасичений характер; напругу циклу зменшує збільшення кута між т. зв. "банановими зв'язками" від 60° до 106° ; висока хім. активність; $n = 4$ (циклобутан):  - рівновага плоскої і викривленої конформації, сполуки з підвищеною хім. активністю; $n = 5$ (циклопентан):  - просторова конформація у формі конверта, сполуки інертні до реакцій заміщення та приєднання; $n = 6$ (циклогексан)  - виникнення кількох конформацій в процесі інверсії циклу, а саме, для циклогексану: крісло ↔ твіст ↔ ванна (або човен); хімічно стійкі сполуки.	1. Структурна ізомерія циклу, напр., циклобутан і метилциклопропан:  ;  2. Ізомерія положення замісників: 1,2-, 1,3-, 1,4- та ін. в залежності від величини циклу. 3. Міжкласова ізомерія, напр., $\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CH}-\text{CH}_2$ і  4. Ізомерія у бічних ланцюгах замісників у циклах:  - $\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_3$  5. Геометрична ізомерія – відносно площини циклу – <i>цис</i> - і <i>транс</i> -ізомери. 6. Енантіомерія при наявності замісників і виникненні хірального атому С у циклі. 7. Конформаційна ізомерія у випадку $n \geq 5$.

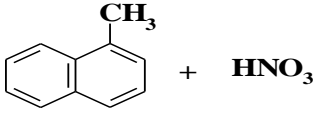
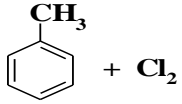
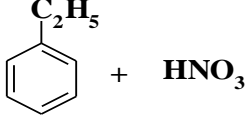
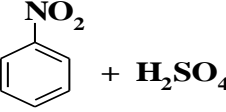
Таблиця 2.2 – Класифікація оксигено- та нітрогеновмісних вуглеводнів за функціональною групою

Функціональна група	Клас	Загальна формула	Суфікс в назвах сполук за IUPAC	Префікс в назвах сполук за IUPAC
1	2	3	4	5
—OH	Спирти	ROH, де R = алкіл, алкеніл, алкініл, циклоалкіл	-ол	Гідрокси-
	Ароматичні спирти	R = Ph—CH ₂ — (бензил)		
—OH	Феноли	ROH R = —C ₆ H ₅ (феніл, або позначка Ph, тобто PhOH)	(фен)ол	Гідрокси-
—SH	Тіоспирти (Меркаптани)	RSH R = алкіл, алкеніл, алкініл, циклоалкіл	-тіол	Тіо- або меркапто-
—O—	Етери (Прості ефіри)	R—O—R' R = R'; R ≠ R'	R = R' ди + назва R + етер; R ≠ R' назва R + назва R' + етер	
—O—O—H	Гідропероксида	R—O—O—H	Назва R + гідропероксид	Гідроперокси-
—O—O—	Пероксида	R—O—O—R' R = R'; R ≠ R'	R = R' ди + назва R + пероксид; R ≠ R' назва R + назва R' + пероксид	Перокси-

Продовження табл. 2.2

1	2	3	4	5
$\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ -\text{C} \\ \diagdown \\ \text{H} \end{array}$	Альдегіди	$\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{R}-\text{C} \\ \diagdown \\ \text{H} \end{array}$ R – будь-який вуглеводневий залишок	-аль	Оксо-
$\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ -\text{C}- \end{array}$	Кетони	$\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{R}-\text{C}-\text{R}' \\ \text{O} \end{array}$ R = R' ; R ≠ R'	-он	Оксо-
$\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ -\text{C} \\ \diagdown \\ \text{OH} \end{array}$	Карбонові кислоти	$\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{R}-\text{C} \\ \diagdown \\ \text{H} \end{array}$	-ова к-та	Карбокси-
$\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{R}-\text{C} \\ \diagdown \\ \text{O} \\ \text{R}-\text{C} \\ \diagdown \\ \text{O} \end{array}$	Ангідриди кислот	$\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{R}-\text{C} \\ \diagdown \\ \text{O} \\ \text{R}-\text{C} \\ \diagdown \\ \text{O} \end{array}$	(R)-ангідрид	
$\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ -\text{C} \\ \diagdown \\ \text{O}- \end{array}$	Естери (складні ефіри)	$\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{R}-\text{C} \\ \diagdown \\ \text{O}-\text{R}' \end{array}$ R = R' ; R ≠ R'	R'-, R-оат (напр., метилетаноат). R'-, R-т(н)ат (напр., метилацетат, етилпропіонат)	R'-оксикарбоніл-R
$\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ -\text{C} \\ \diagdown \\ \text{Hal} \end{array}$	Галогеноангідриди карбонових кислот	$\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{R}-\text{C} \\ \diagdown \\ \text{Hal} \end{array}$ де Hal - галоген	(R)-карбонілгалогенід -оїлгалогенід (якщо C карбонілу входить до головного C-C-скелета)	Галоформіл-
-NH ₂	Аміни (Амінопохідні)	R-NH ₂	(R)-амін	Аміно-
-NO ₂	Нітропохідні	R-NO ₂	-	Нітро-
$\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ -\text{C} \\ \diagdown \\ \text{NH}_2 \end{array}$	Аміди карбонових кислот	$\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{R}-\text{C} \\ \diagdown \\ \text{O}-\text{NH}_2 \end{array}$	-карбоксамід -амід	Карбамоїл-
-CN	Нітрили	R-C≡N	-нітрил	Ціан(о)-

Таблиця 2.3 - Завдання КР зі ЗМ-Л1 “Основні класи вуглеводнів та їх функціональних похідних”

№ варіанта	Обґрунтувати: 1) джерела, 2) загальну формулу, 3) просторову будову, 4) фізичні і 5) хімічні властивості, 6) методи одержання даного класу вуглеводнів, 7) напрямки використання в народному госп., 8) вплив на навколишнє середовище або відповісти на тематичне запитання.	Дати характеристику даного класу функціональних органічних сполук за планом: 1) визначення, загальна формула; 2) фізичні (у т. ч. спектральні) характеристики; 2) хімічні властивості; 3) методи одержання	Скласти структурну формулу даної хімічної сполуки і вказати клас. Написати її брутто-формулу й оцінити масову частку Карбону і Гідрогену.	Опишіть операцію при роботі з органічними речовинами, метод аналізу або спосіб очищення органічної речовини.	Обґрунтувати 1) як введення замісника в ароматичне кільце впливає на основність і реакційну здатність ядра; 2) до якого типу відноситься реагент, який атакує ароматичну систему? 3) до якого типу відноситься дана реакція? 4) в яке положення ароматичного ядра буде прямувати зазначений реагент при вторинному заміщенні? (Закінчіть рівняння реакції)
1	2	3	4	5	6
1	Алкани	Одноатомні насичені спирти	4-бromo-2,3-диметилгексаналь	Мас-спектроскопія	 <chem>Cc1ccc2ccccc2c1.O=[N+]([O-])O>></chem>
2	Алкени	Насичені альдегіди	3,4-диметил-2-гексанол	Інфрачервона спектроскопія	 <chem>CC(C)=CC.ClCl>></chem>
3	Основні класи вуглеводнів, їх загальна формула, природні джерела, використання в народному господарстві	Двохатомні насичені спирти	2,3-дихлоробутанова кислота	Методи хроматографії в залежності від техніки проведення поділу	 <chem>CCc1ccccc1.O=[N+]([O-])O>></chem>
4	Класифікація органічних сполук	Насичені кетони	1,2,5-триметил-6,6-дибromo-3-октин	Якісний аналіз	 <chem>O=[N+]([O-])c1ccccc1.OS(=O)(=O)(O)O>></chem>

Продовження табл. 2.3.

1	2	3	4	5	6
5	Алкадієни	Феноли	<i>мета</i> -дибромобензен	Електронна (ультрафіолетова) спектроскопія	
6	Циклоалкани	Багатоатомні спирти	<i>пара</i> -нітротолуєн (назвіть за IUPAC)	Кількісний аналіз	
7	Алкіни	Монокарбонові насичені кислоти	1,3,5-тринітробензен	Радіоізотопний метод	
8	Ароматичні вуглеводні	Амінокислоти	2,3,4-триметил-2-пентен	Кристалізація	
9	Номенклатура в органічній хімії	Галогенопохідні алканів	2-метил-1-пентен-3-ін	Перегонка	
10	Основні принципи теорії хімічної будови, її автор	Триатомні насичені спирти	1-іод-2,4-диметил-3-хлоропентан	Гравіметричний аналіз	
11	Основні операції при роботі в хімічній лабораторії	Ароматичні спирти	діаргентумацетилєн (назвіть за IUPAC)	Хроматографія, її основні види	
12	Механізм радикального заміщення	Одноатомні насичені спирти	3-метил-2-пентанон	Нагрівання, охолодження в органічному синтезі	

Продовження табл. 2.3.

1	2	3	4	5	6
13	Механізм електрофільного приєднання	Двохатомні насичені спирти	3-бромо-1,2-пентадієн-4-ін	Сублімація	 + HNO_2
14	Механізм нуклеофільного приєднання	Дикарбонільні сполуки	4-етилгексаналь	Класифікація хроматографічних методів за механізмом поділу	 + H_2SO_4
15	Явище ізомерії, її види	Етери аліфатичні (діалкілові)	1-бутанол	Елементний аналіз	 + H_2SO_4
16	Методи очищення органічних речовин	Циклічні етери	2,6-нонадієналь	Розчинення, декантація і фільтрування	 + Cl_2
17	Класифікація органічних реакцій за способом розриву ковалентного зв'язку	Ароматичні альдегіди	2,3-дихлоропропаналь	Висушування органічних речовин, основні осушувачі	 + HNO_2
18	Класифікація органічних реакцій за характером зміни хімічних зв'язків	Ненасичені альдегіди	1,1-дибромо-2,4-диметил-2-пентен	Метод ЯМР	 + Br_2
19	Механізм нуклеофільного заміщення, його види	Ненасичені кетони	3,3-дихлоробутаналь	Фотохімічний метод аналізу	 + HNO_3

Продовження табл. 2.3.

1	2	3	4	5	6
20	Класифікація вуглеводнів	Монокарбонові ненасичені кислоти	2-пропанон	Фізичні методи	
21	Типи хімічних зв'язків в органічних сполуках	Дикарбонові ненасичені кислоти	3-метилцикло-гексанол	Спектральний аналіз і його види	
22	Природа радикалів; відносно стабільні радикали. Типи радикальних реакцій.	Естери	3-метил-2-бутанон	Класифікація методів хроматографії в залежності від агрегатного стану рухливої фази	
23	Поляризація й індукційний ефект.	Аліфатичні аміни	4-амінопентанова кислота	Індикаторний метод	
24	Мезомерія та мезомерний ефект.	Аліфатичні діаміни	3-хлоро-1-бутен	Екстракція	
25	Концепція гібридизації	Ароматичні карбонові кислоти	Етанамін	Адсорбційний хроматографічний аналіз	

Таблиця 2.4 – Шкідлива дія органічних полютантів на життєдіяльність гідробіонтів

Органічна речовина	Загальна формула класу	Токсична дія та ГДК	Вплив органічних речовин на організм гідробіонтів
1	2	3	4
Алкани (насичені вуглеводні, або парафіни)	C_nH_{2n+2}	Токсична дія на прикладі пентану за умов перевищення концентрації 60 мг/л	Через малорозчинність і вміст у малих концентраціях CH_4 та його газуваті гомологи малотоксичні та безпечні для риб та нижчих тварин. Рясне їх виділення призводить до збіднення води на O_2 , особливо у придонних шарах водойм, що є згубним для гідробіонтів.
Ненасичені вуглеводні	Алкени C_nH_{2n}	IV клас небезпеки	Параліч риб без ознак збудження.
	Алкіни C_nH_{2n-2}	IV клас небезпеки	Вода, насичена етином (ацетиленом), оглушує риб.
Нафта та нафтопродукти	Хімічний склад нафти розглядається як суміш алканів, циклоалканів, аренів (наявність алкенів є незначною).	Специфічний і неусувний запах і смак риби, її непридатність до їжі за концентрацією 0,1 мг/л; у водоймах загальносанітарного використання ГДК 0,3 мг/л.	Небезпечність викликається через виникнення олієподібної плівки на поверхні водойми, поширення емульгованих частинок за всією товщею водного шару, а також довготривалими відкладеннями у шарі донного мулу. Нафта та нафтопродукти знищують нерестилища, припиняють природну аерацію, викликають дефіцит кисню порушують нормальні біологічні процеси, стійко змінюючи склад води, сприятливий для життєзабезпечення гідробіонтів
Альдегіди	$R-C \begin{array}{l} \nearrow O \\ \searrow H \end{array}$	При отруєнні у риби спостерігається різкий запах та смак, ПДК 0,01 мг/л. При 15-20 мг/л – летальний кінець.	Зазвичай попадають у природні води з підприємств-виробників барвників, смол та пластмас. Викликають сильне збудження риб, які темнішають і хочуть вистрибнути з води. Метаналь викликає появу багато слизу і блідість. Паральдегід і альдолі мають наркотичну дію.

Продовження табл. 2.4.

1	2	3	4
Кетони	$\begin{array}{c} \text{R}-\text{C}-\text{R}' \\ \\ \text{O} \end{array}$	Малотоксичні	Через властивість підвищеної леткості ацетон, метилетилкетон не є значимими поллютантами за їхню дією на гідробіонтів.
Карбонові кислоти	$\begin{array}{c} \text{O} \\ // \\ \text{R}-\text{C} \\ \backslash \\ \text{OH} \end{array}$	ГДК 4,5–5 г/л (для ацетатної кислоти); 2,5–5 г/л (для бутанової кислоти); для риб смертельна конц. щавлевої к-ти 100 мг/л протягом кількох хвилин	1.Негативна дія через підкислення вод і зниження рН. 2. Токсичність через специфічність дії аніонів кислот. 3. Загальні ознаки отруєння: неспокій, підвищене збудження, наліт шару слизу на лусці та ребрах, діагональне положення у воді, корчі. У розчинах бутанової кислоти – втрата рівноваги, параліч, смерть. Молочна к-та при рН 4 викликає слабкість, порушення дихання риб і руйнування зябер.
Естери	$\begin{array}{c} \text{O} \\ // \\ \text{R}-\text{C} \\ \backslash \\ \text{OR}' \end{array}$	0,2 мл/л (етилацетат); 20–60 мг/л (бутилацетат).	Наркотична дія на гідробіонтів більшості естерів, крім амілацетату, конц-ція якого 120 мг/л є летальною для риб.
Меркаптани	R–SH, де R – Alk або R – Ph (феніл)	0,5 мг/л (CH ₃ SH, C ₄ H ₉ SH); 0,4 мг/л (тіофенол)	Зниження дихальних рухів, параліч дихання, збудженість, бокове положення у воді і смерть через параліч. Отруєння тіофенолом викликає порушення клітинного дихання.
Арени	C _n H _{2n-6}	ГДК 5–20 мг/л (бензен, толуен, ксилен); 1–2 мг/л (нафтаген).	Бензен та його гомологи уражають нервову систему риб з наступними ознаками: збудження, судоми, втрата рівноваги, атаксія, смертельний кінець. Нафтаген викликає аритмію дихання риб, неспокій, смерть.
Нітроарени	C _n H _{2n-6-m} (NO ₂) _m	ЛД 3 мг/л (нітропохідні о-циклогексилфенолу)	Динітропохідні о-циклогексилфенолу застосовують як лімациди (молюскоциди) – для знищення равликів, слимаків, молюсків; вони також небезпечні для риб.

Продовження табл. 2.4.			
1	2	3	4
Аміни	$R-NH_2$, де $R = Alk, Ar, Ph.$	Токсична дія – 100 мг/л (анілін); 50 мг/л (ксилідин); 0,1 мг/л (гексанітродифені- ламін).	Викликають у риб неспокій, збудженість, порушення координації руху, прискорення дихання, втрату чутливості. Ксилідин особливо небезпечний також через властивість сильного поглинання кисню з наслідками зменшення його концентрації у воді, що утруднює дихання гідробіонтів.
Феноли	$C_nH_{2n-7}OH$	ГДК 0,001 мг/л; неприємний присмак риби при 0,05 мг/л; задуха у риб при 0,1 мг/л; токсична дія фенолу і крезолу 6–20 мг/л; 1 мг/л (гідрохінон).	Високотоксичні, впливають на запах і смакову якість риби, уражають нервову систему, знижують дихальний ритм, також спостерігаються безладні кидки риби, перекидання набік, довготривалі судоми, пригнічення, смерть із явищами задухи. Ознаки отруєння: світлий окрас тіла риби, відкриті зябра, темні спина і голова, крововилив у зябра.
Циклоалкани (або нафтени)	$(CH_2)_n$, де $n \geq 3$	ГДК (рибогосподарські водойми) 0,05 мг/л	Наркотична дія; ураження нервової системи гідробіонтів різних видів.
Нітроалкани	$C_nH_{2n+1}NO_2$	5 мг/л (глікольдинітрат).	Токсична дія амінів зазвичай з летальним кінцем для риби і моллюсків. Ознаки отруєння: апатія, явище оглушення, специфічний присмак риби. У води попадають разом зі скидними водами хімічних підприємств.
Гетероциклічні сполуки	–	400 мг/л (піридин); 16 мг/л (фурфурол).	Отруєння піридином призводить до паралічу, судом, агонії; хінолін та ізохінолін також паралізує рибу, але рух зябер та плавців спостерігається тривалий час. Фурфурол призводить до збудження риби, рух яких стає стрімким та гарячковим.

Таблиця 2.5 – Завдання до КР зі ЗМ-Л2 “Хімія природних фізіологічно-активних речовин і гетероциклів”

№	Напишіть приклади структурних формул даного класу фізіологічно-активних речовин і обґрунтуйте 1) джерела, 2) хім. і фіз. властивості, 3) їх біороль в природі та життєдіяльності організмів, вплив на навколишнє середовище	Опишіть якісну реакцію даного класу органічних речовин або окремої органічної сполуки	Напишіть хімічні формули полютантів органічної природи або їх складових, якщо речовина уявляє собою суміш сполук; поясніть дію полютанта (канцерогенна, токсична, мутагенна, кумулятивна, тератогенна і т.п.) на гідробіоти й ін. живі організми	Напишіть структурні формули наступних гетероциклічних сполук і укажіть, які з них спричиняють отруєння й загибель живих організмів, які використовують як ліки або пестициди, барвники, антибіотики, які є алкалоїдами, незамінними амінокислотами, коферментами, вітамінами і т.п.	Напишіть рівняння запропонованих реакцій або обґрунтуйте відповідь на запитання відносно відповідних класів фізіологічно активних речовин.
1	2	3	4	5	6
1	Пептиди	Алкени	Нафта	Триптофан, аденін, анальгін	Що визначають символи <i>D</i> - і <i>L</i> , знаки (+) і (–) у назвах моносахаридів?
2	Гексози	Алкіни	Фенол	Хлорофіл, пролін, тіамін (вітамін B ₁)	Дайте визначення ліпідів. Напишіть реакцію їх гідролізу.
3	Алкалоїди	Бензен	Гексахлороциклогексан	Пурин, метіонін, норсульфазол	Чим відрізняються α - і β - форми моносахаридів? Напишіть відповідні формули. Яку назву мають ці форми й як вони відрізняються за фізичними властивостями?
4	Вітаміни	Спирти первинні	Фреони	Кофеїн, гемін, індиго	Чим відрізняються структури амінокислот, пептидів і білків? Наведіть визначення і формули.

Продовження табл. 2.5.

1	2	3	4	5	6
5	Білки	Хлоро- похідні Аліфати- чних вуг- леводнів	Діоксин	Піридин, анальгін, теобромін	Напишіть формулу глюкози у лінійній і циклічній формах і поясніть який гідроксил називається напівацетальним, чим він відрізняється від ін. гідроксилів сахаридів? Який його синонім?
6	Кетози	Феноли	Дибензофуран	Гістидин, нікотин, акрихін	Напишіть формули наступних сполук і вкажіть для яких є характерною просторова ізомерія: гліцин, аланін, 2-амінопентанова кислота, 2-амінобутанамід, 3-аміно-3-метил-1-бутанол
7	Олігосахариди	Спирти вторинні	Бенз[α]пірен	Пірол, хінолін, бензофуран	Як класифікують ліпіди? Напишіть формули ліпідів відомих вам класів.
8	Порфірини	Алкадієни	Анілін	Піримідин, пролін, індиго	Дайте визначення і приклади поліоз. Яка реакція є характерною для них?
9	Нуклеїнові кислоти	Альдегіди	Гексаметилендіамін	Сечова (уратна) кислота, пірамідон, тіазол	Дайте визначення аномерів. Чи є вони енантіомерами?
10	Тетрози	Карбонові кислоти	Диметилформахід	Антипірін (2,3-диметил-1-феніл- піразолон-5), акридин, бензотіазол	Які вищі карбонові кислоти є складовими ліпідів? Наведіть їхні формули і поясніть як їх склад впливає на агрегатний стан жирів.

Продовження табл. 2.5

1	2	3	4	5	6
11	Пентози	Спирти третинні	Бензен	Оксид етилену, нікотинова кислота, бензотіофен	Напишіть рівняння реакцій дії NH ₃ на галогенопохідні карбонові к-ти. Які ще існують методи одержання таких сполук?
12	Полісахариди (поліози)	Кетони	Гексоген	Піридазин, теофілін, фуран	Напишіть рівняння одержання твердої жироподібної сполуки з рідкого жиру типу гліцероліпиду. Як називаються ці реакції?
13	Гліцероліпіди	Крохмаль	<i>m</i> -нітрохлоробензен	Сечова (уратна) кислота; карбазол; 1,2-диметилпірол	Дайте визначення олігосахаридів. Напишіть рівняння утворення мальтози і цукрози.
14	Моноциклічні п'ятичленні гетероцикли з одним гетероатомом	Багатоатомні спирти	Бензин	Фурфурол, тіофен-2-сульфо-кислота, 1,4-піразин	Дайте визначення амінокислот. Чи тільки кислотні властивості вони мають? Доведіть відповідь рівняннями реакцій.
15	Моноциклічні шестичленні гетероцикли з одним гетероатомом	Амінокислоти	Гексахлоробензол	2,5-диетилтіофен, сукцинімід, тетрагідрофуран	Як класифікують вуглеводи? Напишіть рівняння гідролізу лактози і целобіози.
16	Пестициди	Глюкоза	Пікринова кислота	Індол, оксикобаламін (вітамін B ₁₂), гуанін	Дайте визначення і формулу для «цівтер-іона».
17	Моноциклічні п'ятичленні гетероцикли з двома гетероатомами	Целюлоза	4-нітрохінолін	Тіофен, 3-метиліндол, нікотинамід	Напишіть рівняння реакції «срібного дзеркала» для дисахариду. Виберіть потрібний дисахарид – цукрозу або лактозу.
18	Пурини	Аміни (всіх типів)	2-Нафтіламін	Імідазол, ізохінолін, 3-(2-аміноетил)індол	Дайте визначення для нітрогеновмісних сполук. Які їх види вам відомі?

Продовження табл. 2.5

1	2	3	4	5	6
19	Поліциклічні гетероцикли з одним гетероатомом	Пептиди	Тетрахлорометан	1-феніл-3-метилпіразолон-5, фуран-2-карбонова кислота, хлорофіл	Якою складовою відрізняються сфінголіпіди від гліцероліпідів? Напишіть формули і дайте визначення цим класам ліпідів.
20	Нуклеозиди та нуклеотиди	Метанова (мурашина) кислота	Біфеніли	Бензімідазол, нікотинамід, хінолін-4-карбонова кислота	Напишіть реакцію нітрування тіофену і наступного відновлення продукту цієї реакції.
21	Конденсовані гетероцикли з кількома гетероатомами	Ацетон	Гексафлуороетан	2-амінопіридин, 2-метилпіримідин, 5,6-диметилбензімідазол	Назвіть відновлюючі дисахариди і дайте їм визначення. Напишіть реакцію відновлення з Ag_2O . Які види дисахаридів ще бувають?
22	Фосфоліпіди	Анілін	Пероксиацетилнітрат	2-метилізохінолін, 2-метилпіридин, 1,3,4-триазол	Що таке таутомерія? Наведіть приклади її видів.
23	Моноциклічні шестичленні гетероцикли з двома гетероатомами	Ацетатна кислота	4,4-дихлородифенілтрихлоретан	2-метилфуран, 2,5-діоксопіперазин, гіпоксантин	Що собою уявляють нуклеотиди і нуклеозиди? Складовими яких природних біополімерів вони є?
24	Поліциклічні гетероцикли з двома гетероатомами	Гліцерин	Індолілацетатна кислота	2,5-дихлоропіразин, гем, 2,4-диметил-3,5-дикарбоксипірол	Напишіть реакцію бродіння моноз. Під дією чого вона відбувається? Які види бродіння вам відомі?
25	Сфінголіпіди	Білки	Піридазин-2,6-діон	1,4-дифенілпіперазин, 1,3,4-тіадіазол, ксантин (2,6-пуриндіон)	Напишіть реакції окиснення й відновлення моноз на прикладі глюкози. Які продукти цих реакцій? Назвіть їх.

2.2. Самостійна підготовка теоретичного матеріалу до лабораторних робіт та виконання практичних модулів

2.2.1. Повчання до підготовки лабораторних робіт

Кожна лабораторна робота вимагає попередньої самостійної підготовки за допомогою МВ, див. літ. [3]. Студент повинний законспектувати теоретичні основи роботи в зошиті для лабораторних робіт у стислій формі, уважно прочитати експериментальну частину, зрозуміти хімізм процесу та знати хід аналізу. Хід аналізу записати у зошиті у тезисній формі. Для самоконтролю відповісти на запитання або вирішити задачі, які наведені наприкінці кожної роботи. У письмовій формі відповісти на запитання, яке відповідає варіанту студента (номер варіанта співпадає з порядковим номером прізвища студента у списку групи).

Пам'ятати, що знаходження у хімічній лабораторії вимагає знання техніки безпеки, суворих правил поведінки при роботі з вогнебезпечними рідинами, електроприладами, склом, будь якою апаратурою для аналізу, а також певних попередніх знань за темою лабораторної роботи, яку потрібно виконати. Неприпустимим є знаходження в лабораторії непідготовленого студента – це небезпека як для нього самого, так і для інших присутніх.

У лабораторії органічної хімії до виконання лабораторної роботи допускаються студенти, які теоретично підготовлені до неї, знають послідовність виконання операцій і виконали домашнє завдання. Саме цю підготовку відбиває наявність зошита зі законспектованим матеріалом відповідної лабораторної роботи і виконання домашнього завдання за варіантом, що надає викладач дисципліни. Зазвичай це письмове рішення однієї зі задач розділу «Запитання до захисту лабораторної роботи», який завершує викладення кожної лабораторної роботи в МВ «Збірник лабораторних робіт з дисципліни «Органічна хімія» [3].

В лабораторії безпосередньо після перевірки викладачем зошита та отримання допуску до виконання роботи студент приступає до експерименту за планом й оформлює протокол етапного виконання лабораторної роботи, титульний лист протоколу наводиться у **додатку А**. Протокол включає 2 частини: «Що робив» «Що спостерігав», тобто після певних маніпуляцій, проведення реакції, додання індикатору та ін. (які відмічаються у частині «Що робив») студент фіксує свої спостереження хімічних змін у відповідній частині «Що спостерігав». Спостереження пояснюються рівняннями хімічних реакцій, малюнками хім. посуду, приладів перегонці, пластин тонкошарової хроматографії або колонок хроматографічного аналізу та ін. Наприкінці роботи студент обов'язково аналізує експеримент і робить висновок. Зразок оформлення протоколу див. **додаток Б**.

Для захисту роботи викладач перевірює оформлений протокол і проводить коротке усне опитування студента за підготовленим матеріалом з метою оцінювання розуміння студентом суті виконаної експериментальної

роботи і ступеня оволодіння ним теоретичною базою, яка є основою виконання лабораторної роботи, пояснює студентові його помилки, що виявлено при перевірці завдання домашнього варіанта, відповідає на запитання студента, які виникли під час виконання практикуму.

За захист роботи та усне опитування студент одержує максимально 5 балів. Рішення задачі домашнього завдання також оцінюється 5-ю балами.

2.2.2. Повчання до підготовки контрольних робіт з практичних модулів

Самостійна підготовка до контрольної роботи зі ЗМ-П1. Матеріал лабораторних робіт №3 і №4 [3, с. 34, 44], запитання з правил класифікації, номенклатури IUPAC, встановлення просторової структури вуглеводнів, а також розрахункові завдання за темами лекцій розділу I виносяться на контрольну роботу практичного модуля ЗМ-П1.

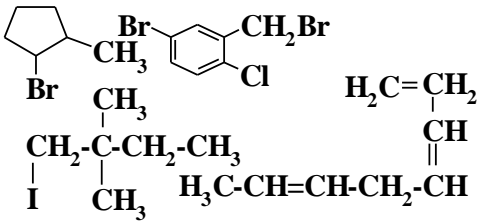
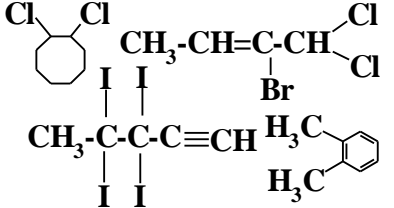
Виконанню контрольної роботи модуля повинно передувати повторення знань шкільного курсу (знання назв вуглеводнів ряду метану [3, с. 49], визначення явищ гомології, ізомерії) і вивчення лекційного матеріалу (лекції 1, 2, 3). Обов'язковим є тренування складання назв органічних сполук за правилами номенклатури IUPAC, класифікації вуглеводнів, знання загальних формул сполук різних класів і природних джерел вуглеводнів, вивчення їх хімічних властивостей та лабораторних методів одержання вуглеводнів усіх класів, а також написання структурних формул вуглеводнів вивчених класів за їхніми назвами.

Зміст табл. 2.1 є корисним для висвітлювання запитань контрольної роботи цього модуля й студент повинний використовувати цей матеріал під час виконання самостійної підготовки до модуля та вивчити зміст табл. 2.1, щоб під час аудиторного написання контрольної роботи зі ЗМ-П1 правильно відповісти на питання за певний обмежений період проведення контролюючого заходу – 1 година.

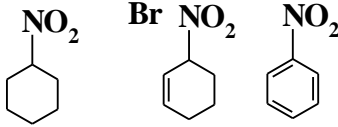
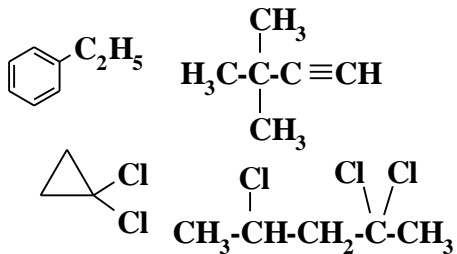
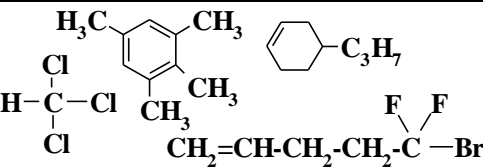
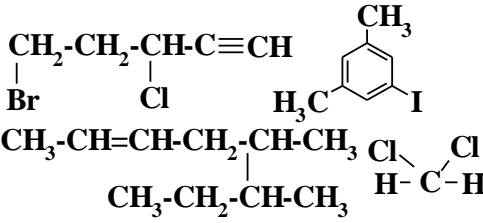
Для практичної самостійної підготовки до контрольної роботи першого практичного модуля наведено завдання, див. табл. 2.6. Літературу до виконання завдання №1, №2, №4 див. [2, с. 20–69]. Для виконання завдання №3 можна використати рекомендації на с. 45, за умов, обмежених приміткою.

Рішення задач (завдання №5) під час виконання контрольної роботи зі ЗМ-П1 забезпечує засвоєння студентом матеріалу й є дуже важливим для зрозуміння сутності хімічних процесів і властивостей органічних речовин; у МВ «Збірник лабораторних робіт з дисципліни «Органічна хімія» описано приклади, що пояснюють хід рішення одного з типів задач, а саме – визначення формули органічної речовини, див. літ. [3, с. 40–42].

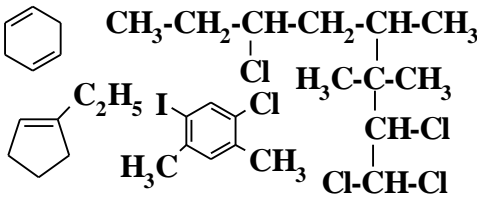
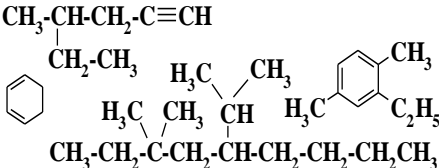
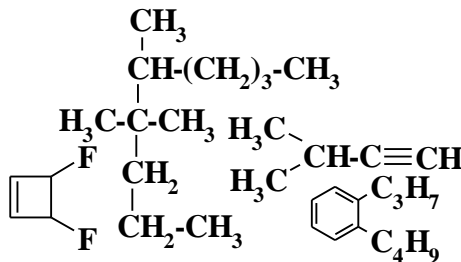
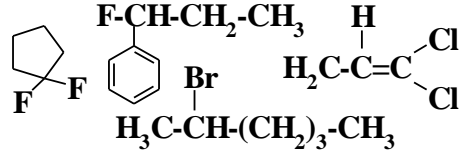
Таблиця 2.6 - Контрольні завдання до підготовки КР зі ЗМ-П1 «Класифікація і номенклатура вуглеводнів»

№	Для даної органічної сполуки написати: 1) формули трьох наступних членів гомологічного ряду; 2) всі можливі ізомери; 3) назвати всі речовини відповідно до IUPAC	Вказати: 1) клас, 2) загальну формулу, 3) зв'язки, 4) гібридизацію, 5) назву за IUPAC, 6) вплив на гідробіонтів сполук даного класу (див. табл. 2.4).	У відповідності з назвою органічної речовини написати її формулу і вказати належність до певного класу вуглеводнів	Виконати перетворення вуглеводнів, спираючись на їх хімічні властивості та методи одержання	Виконати розрахункове завдання
1	2	3	4	5	6
1	Пентадієн-1,4		2,3-диметил-3-хлоропентан; 2-бromo-2,4-пентадієн; мета-дибромобензен	C → CH ₄ → C ₂ H ₂ → бензен → метилбензен → CO ₂ → H ₂ CO ₃ → CaCO ₃ → CaO	Скільки л кисню (н.у.) витрачається при повному згорянні 8.2 г 1-гексину?
2	Бутен-1		1-бromo-2,3,4-триметилгексан; 4,4-диметил-2-гептин; 3-етил-4-хлороциклопентен	C → CH ₄ → CH ₃ Br → C ₂ H ₆ → C ₂ H ₅ NO ₂	Скільки етанолу одержують з 20 л етину згідно з реакцією Кучерова, якщо вихід реакції 79 % від теоретичного?
3	Циклогексан		3,3-диметил-1-пентин; 2,4,6-трихлортолуен; 2,3-дибromo-4-метилгептан	C ₂ H ₄ → C ₂ H ₅ Br → C ₂ H ₂ → бензен → C ₆ H ₅ SO ₃ H	3 л карбиду кальцію одержали 300 л етину. Яка масова частка домішок містилась у карбіді?

Продовження табл. 2.6

1	2	3	4	5	6
4	1-Пропін	$\text{CH}_3\text{-CH}=\underset{\text{Br}}{\text{C}}\text{-CH}=\underset{\text{NO}_2}{\text{CH}}\text{-CH}_3$ 	2,4,4,5-тетраметилгептан; 3-метил-1-бутин; 3-бromo-2-пентен	$\text{C}_3\text{H}_7\text{Cl} \rightarrow \text{C}_7\text{H}_{16} \rightarrow$ циклогептан \rightarrow циклогептен \rightarrow ди- хлорциклогептан	Скільки г бро- мистого вінілу треба взяти, щоб дією спиртового розчину лугу отримати 1,12 л етину за н.у.?
5	Бензен		1,1,2,2-тетрахлоро- етан; 1,4-октадієн; 1-бromo-4-вініл- бензен	$\text{C} \rightarrow \text{C}_2\text{H}_2 \rightarrow$ ета- наль \rightarrow ацетатна (етанова) кислота \rightarrow бутиловий естер ацетатної кислоти	Індивідуальний вуглеводень має подвійний зв'яз- зок; його 7 г приєднують 16 г бромю. Визначи- ти молярну масу вуглеводню.
6	Пропан		2,3-диметилгептан; 3,4-дибромона- дієн-2,6; 1-бromo-2-етил- бензен.	$\text{C}_2\text{H}_6 \rightarrow \text{C}_2\text{H}_4 \rightarrow$ 1,2- етандіол (етилен- гліколь) $\rightarrow \text{CO}_2$	Який об'єм CH_4 можна одержати з 25 г безводно- го натрій ацета- ту за н.у.?
7	1-Гептен		Гексаметилетан (на- звати за IUPAC); 2,3-диметил-3,4- дихлоро-1-гептен; 1-бromo-4-етил- циклогексан	$\text{CH}_4 \rightarrow \text{C}_2\text{H}_2 \rightarrow$ цик- лобутадієн-1,3 \rightarrow тетрахлороцикло- бутан	Який об'єм хло- ру необхідний до повного хло- рування 112 л метану?

Продовження табл. 2.6

1	2	3	4	5	6
8	Пропадієн		2-метил-3,3-дихлоропентан; 3,4-диметил-3-октен; 5-хлоро-1,3циклогексадієн	Гексан → циклогексан → бензен → метилбензен → бензойна кислота	Скільки г бромоз bromної води може приєднати суміш 7 г декану та 3 г 2-пентену?
9	Циклопропан		3-етилгексан; 4-метил-1-пентен; 3,3-дибromo-5-етил-5,6-диметил-4-пропил-1-нонін	C → C ₆ H ₆ → толуол → метилциклогексан → гептан	Скільки мл водню в присутності каталізатора приєднає 2-бутен, об'ємом 76,3 мл (н.у.)?
10	Етилбензен		4-етилгептан; 6,6-дибromo-2,2,5-триметил-3-октин; <i>para</i> -нітrotолуєн (назвіть за IUPAC)	C → C ₂ H ₂ → C ₆ H ₆ → C ₆ H ₁₂ → циклогексанол → адипінова кислота	Обчисліть масу <i>ortho</i> -бромотолуєну, що одержують каталітичним бромованням 100 г толуєну? Вихід 68 % від теоретичного.
11	Гексан		4-етил-2-метилгексан; 2,6,6-триетил-3-нонін; 2-метил-1,3-циклопентадієн	CaC ₂ → C ₂ H ₂ → C ₂ H ₄ → C ₂ H ₅ OH → $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-C}\begin{matrix} \text{=O} \\ \text{OC}_2\text{H}_5 \end{matrix}$	Скільки г бромоз bromної води може приєднати суміш 2 г 2-пентену і 8 г 3-децену?

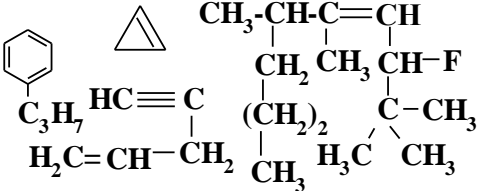
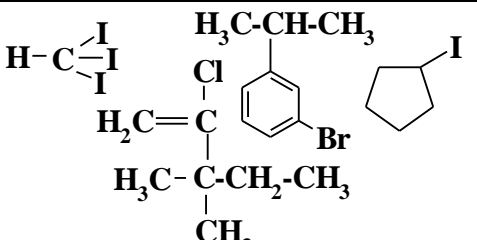
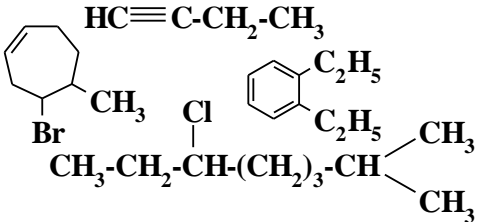
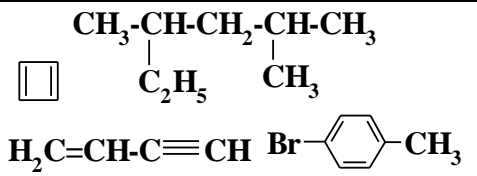
Продовження табл. 2.6

1	2	3	4	5	6
12	1-Нонен	$\begin{array}{c} \text{Br} \quad \text{CH}_3 \\ \quad \\ \text{CH}_3-\text{CH}-\text{CH}-\text{CH}-\text{CH}_3 \\ \quad \\ \text{HC}\equiv\text{C}-\text{CH}_3 \quad \text{CH}_3 \end{array}$ $\begin{array}{c} \text{ClBr} \\ \\ \text{CH}_2=\text{C}-\text{CH}-\text{CH}_3 \\ \\ \text{I} \\ \text{C}_6\text{H}_4 \\ \\ \text{F} \end{array}$	2,5-диметил-3-ізопропілгексан; 3,4-діетил-2-гептен; 1,2-динітро-3-метилбензен	$\text{C}_2\text{H}_4 \rightarrow \text{C}_2\text{H}_2 \rightarrow$ $\text{C}_6\text{H}_6 \rightarrow \text{C}_6\text{H}_4\text{Br}_2 \rightarrow$ $\rightarrow \text{C}_6\text{H}_4(\text{OH})_2$	Скільки л O_2 витрачається при повному згорянні 5.4 г 2-бутину (н.у.)?
13	Пентан	$\begin{array}{c} \text{CH}_2\text{Br}_2 \\ \\ \text{C}_1 \\ \\ \text{C}_2 \\ \\ \text{C}_3 \\ \\ \text{C}_4 \\ \\ \text{C}_5 \end{array}$ $\begin{array}{c} \text{CH}_3-\text{CH}_2 \\ \\ \text{CH}_2 \\ \\ \text{H}_3\text{C}-\text{CH} \\ \\ \text{H}_3\text{C}_2-\text{C}-\text{CH}_3 \\ \\ \text{CCl}_3 \end{array}$	2,4,5,7,9-пентаметилдекан; бромистий аліл (назвіть за IUPAC); 2-хлоро-1,5-гексадієн	$\text{C} \rightarrow \text{CH}_4 \rightarrow \text{CH}_3\text{Cl} \rightarrow$ $\rightarrow \text{C}_2\text{H}_6 \rightarrow \text{C}_2\text{H}_4 \rightarrow$ $\rightarrow \text{C}_2\text{H}_5\text{Br} \rightarrow \text{C}_3\text{H}_6$	Скільки % 1-гексену міститься у суміші з гексаном, якщо 5 г такої суміші приєднують 8 г Br_2 ?
14	1,3-Бутадієн	$\begin{array}{c} \text{CHF}-\text{CH}_2-\text{CH}_3 \\ \\ \text{C}_6\text{H}_5 \end{array}$ $\begin{array}{c} \text{CH}_2\text{Cl} \\ \\ \text{H}_2\text{C}=\text{C}=\text{CH}-\text{C}-\text{CH}_3 \\ \\ \text{H}_3\text{C}-\text{CH} \\ \\ \text{CH}_3 \end{array}$ $\begin{array}{c} \text{H}_3\text{C}-\text{C}\equiv\text{CH} \\ \\ \text{CH}_3 \end{array}$	2,3,6,7-тетраметил-5-пропілнонан; 1,2-диметил-4-хлороциклогептен; 1,3,5-тринітробензен	$\text{CH}_3\text{Br} \rightarrow \text{C}_2\text{H}_6 \rightarrow$ $\text{C}_2\text{H}_5\text{Br} \rightarrow \text{C}_2\text{H}_5\text{OH} \rightarrow$ $\text{C}_2\text{H}_4 \rightarrow$ поліетилен	Скільки броміду одержують дією 4 г бромів на 10 г 20 % розчину 2-гексену у хлороформі?
15	Циклобутан	$\begin{array}{c} \text{Cl} \\ \\ \text{CH}_2-\text{C}=\text{CH} \\ \quad \\ \text{CH}_3 \quad \text{CH}_3 \end{array}$ $\begin{array}{c} \text{Cl} \quad \text{Cl} \\ \quad \\ \text{C}_6\text{H}_4 \\ \quad \\ \text{CH}_3 \quad \text{CH}_3 \end{array}$ $\begin{array}{c} \text{Br} \\ \\ \text{H}_3\text{C}-\text{CH}_2-\text{C}\equiv\text{C}-\text{C}-\text{CH}_3 \\ \\ \text{Br} \end{array}$	3-метилпентен-1; 3-етиніл-1,4-октадієн; 1,1-дихлороциклопропан	$\text{C} \rightarrow \text{CH}_4 \rightarrow \text{C}_2\text{H}_2 \rightarrow$ $\rightarrow \text{C}_2\text{H}_2\text{Br}_2 \rightarrow$ $\rightarrow (\text{C}_2\text{H}_2\text{Br}_2)_n$	Яка маса метилбензену одержується реакцією Фріделя-Крафтса з 9 г бензену (вихід 80%)?
16	2-Пентен	$\begin{array}{c} \text{Br} \quad \text{I} \\ \quad \\ \text{C}_6\text{H}_4 \\ \quad \\ \text{Br} \end{array}$ $\begin{array}{c} \text{CH}_3 \quad \text{Cl}-\text{CH}_2 \\ \quad \\ \text{H}_3\text{C}-\text{CH} \\ \quad \\ \text{CH}_3 \quad \text{CH} \\ \\ \text{HC}\equiv\text{C}-\text{CH}_2-\text{CH} \end{array}$	3-етил-2-пентен; 4-бromo-2,2-диметилпентан; 2-етил-1,3-дихлороциклобутан	$\text{C}_2\text{H}_6 \rightarrow \text{C}_2\text{H}_5\text{I} \rightarrow$ $\text{C}_4\text{H}_{10} \rightarrow \text{C}_4\text{H}_6 \rightarrow$ циклобутадієн-1,3	Який об'єм карбон (IV) оксиду утворюється при згорянні 5 л етану (н.у.)?

Продовження табл. 2.6

1	2	3	4	5	6
17	2-Октин		2,3-дибромо-3-гексен; 3-етил-4,4-диметил-1-пентин; 1,4-дифлуороциклогексан	$\text{Al}_4\text{C}_3 \rightarrow \text{CH}_4 \rightarrow$ $\text{CH}_3\text{Br} \rightarrow \text{C}_3\text{H}_8 \rightarrow$ \rightarrow циклопропан \rightarrow хлороциклопропан	Яка маса натрію необхідна для одержання за реакцією Вюрца 50 г гексану з $\text{C}_3\text{H}_7\text{Br}$?
18	1,4-Гептадієн		2,4-диметил-1-іод-3-хлоропентан; 3-бромо-3,4-пентадієн-1-ін; <i>мета</i> -дибромобензен	$\text{CO} \rightarrow \text{CH}_4 \rightarrow$ $\text{C}_2\text{H}_2 \rightarrow \text{C}_2\text{H}_2\text{Cl}_2 \rightarrow$ $\text{C}_2\text{H}_2\text{Cl}_4 \rightarrow ? \rightarrow \text{C}_2\text{H}_6$	Скільки г 2-бутену необхідно додати до 60 г 25 % розчину бромної води до її знебарвлення?
19	3-Гексин		3,4,4-триметил-2-пентен; диметилацетилен (назвіть за IUPAC); 3-етил-1-пентен-4-ін	$\text{CH}_4 \rightarrow \text{CH}_3\text{Cl} \rightarrow$ $\text{C}_2\text{H}_6 \rightarrow \text{C}_2\text{H}_4 \rightarrow$ \rightarrow 1,2-дибромоетан	Скільки г брому з бромної води може приєднати суміш 7 г декану і 3 г 2-пентену?
20	Циклооктан		2,6-дііодо-3-гептен; 3,6-диметил-5-етил-3,5-нонадієн-1-ін, 1,4-дибромоциклооктан	$\text{C}_2\text{H}_5\text{Br} \rightarrow \text{C}_4\text{H}_{10} \rightarrow$ \rightarrow 1-бутен \rightarrow 1,3-бутадієн \rightarrow тетра-хлоробутан	Скільки бензену потрібно, щоб одержати 40 г <i>m</i> -динітробензену (вихід 93%)?
21	Октан		2,3,4-триіодо-2-октен; 2-(трифлуорометил)-1,3-бутадієн; 1,2,3-триетилбензен	$\text{CaC}_2 \rightarrow \text{C}_2\text{H}_2 \rightarrow$ $\text{C}_6\text{H}_6 \rightarrow \text{C}_6\text{H}_{12} \rightarrow$ $\text{C}_6\text{H}_6\text{Cl}_6$	Спалили окремо 2 л метану і 1 л бутану. У якому випадку об'єм CO_2 більший?

Продовження табл. 2.6

1	2	3	4	5	6
22	3-Пентин		2,2,5-триметил-3-гексен; 2-бromo-5-етил-4-хлороциклогептен; пентин-2	$C \rightarrow CaC_2 \rightarrow C_2H_2$ $\rightarrow HC \equiv CK \rightarrow$ $KC \equiv CK \rightarrow C_2H_2$ \rightarrow етаналь	Яку масу газу можна отримати реакцією Вюрца з 20 г бромоетану (вихід 75%)?
23	1-Гептин		2,3,4,4-тетраметил-2-пентен; 2-бутин; 1,2-динітро-3-флуоробензен	$CaCO_3 \rightarrow CaO \rightarrow$ $CaC_2 \rightarrow C_2H_2 \rightarrow$ бензен \rightarrow хлоробензен \rightarrow фенол \rightarrow калій фенолят	Який об'єм етину потрібний для здобування 1 кг етаналу за реакцією Кучерова?
24	Толуен		3-метил-2-ізопропіл-1-бутен; 3,4-дііодо-3,4-диметилгексан; 3,3-дихлоро-1,4-гептадієн	$C_3H_7Br \rightarrow C_6H_{14} \rightarrow$ циклогексан \rightarrow бензен \rightarrow нітробензен	Скільки г продукту одержують дією 4 г Br_2 в бромній воді на 10 г 70% розчину 4-октену?
25	1,2-Октадієн		2,3,3-триметил-4-флуороциклооктен; <i>пара</i> -дибромобензен; 2-етил-1-хлоро-1-гексен	$CO \rightarrow CH_4 \rightarrow C_2H_2$ $\rightarrow C_2H_2Cl_2 \rightarrow$ $C_2H_3Cl_3$	Вуглеводень формули C_4H_6 і масою 10,8 г піддали гідрогенізації, на що було витрачено 8,96 г водню. Назвіть продукт і визначть його масу.

На допомогу студентів

Гомологічний (від гр. *homologia* – згода) – відповідний. **Гомологічні ряди** – це ряди органічних сполук з однотипною будовою, кожен член яких відрізняється від сусіднього на сталу певну структурну одиницю $-\text{CH}_2-$, наприклад, метан CH_4 , етан C_2H_6 , пропан C_3H_8 та ін. Члени гомологічних рядів називаються **гомологами**. Гомологи вуглеводнів окремих класів – алканів, алкенів, циклоалканів, алкінів, алкадієнів, аренів, відрізняються один від одного на угруповання $-\text{CH}_2-$, яке має назву – **гомологічна різниця**. Якщо в гомологічному ряду вуглеводнів відстоять один від одного достатньо далеко, то гомологічна різниця дорівнює $n\text{CH}_2$, де n – кількість членів відповідного ряду між ними.

Інші приклади гомологічних рядів і гомологів, наприклад, серед алкенів: C_2H_4 , структурна формула $\text{H}_2\text{C}=\text{CH}_2$ – етен, C_3H_6 , $\text{H}_2\text{C}=\text{CH}-\text{CH}_3$ – пропен та ін.; серед алкінів: $\text{HC}\equiv\text{CH}$ – етин, $\text{HC}\equiv\text{C}-\text{CH}_3$ – пропін та ін.; серед циклоалканів:



і т. д;

серед алкадієнів: $\text{H}_2\text{C}=\text{CH}-\text{CH}=\text{CH}_2$ – 1,3-бутадієн, $\text{H}_2\text{C}=\text{CH}-\text{CH}=\text{CH}-\text{CH}_3$ – 1,3-пентадієн, $\text{H}_2\text{C}=\text{CH}-\text{CH}=\text{CH}-\text{CH}_2-\text{CH}_3$ – 1,3-гексадієн та ін.;

серед аренів: бензен, толуен (метилбензен), ксилен (наприклад, орто-ксилен, або 1,2-диметилбензен, мета-ксилен, або 1,3-диметилбензен, пара-ксилен, або 1,4-диметилбензен), мезитилен (1,3,5-триметилбензен).

Ізомерія (від гр. *isos* – однаковий + *meros* – частка) – явище існування хімічних сполук з однаковим якісним і кількісним складом, тобто з однаковою брутто-формулою, але з різною структурою і, як наслідок, різними фізичними та хімічними властивостями, наприклад: 1) будь-які ізомери вуглеводнів нормальної або розгалуженої будови: n -бутан складу $\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_3$ і 2-метилпропан, або ізобутан формули $\text{CH}_3-\underset{\text{CH}_3}{\text{CH}}-\text{CH}_3$; 2) орто- (1,2-), мета- (1,3-) та пара- (1,4-) ізомери дизаміщених похідних бензену, його гомологів або фенолів; 3) етиловий спирт $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ і диметиловий етер $\text{CH}_3-\text{O}-\text{CH}_3$, які відповідають однаковій брутто-формулі $\text{C}_2\text{H}_6\text{O}$, але відрізняються структурою (міжкласова ізомерія).

Ізомерія має 2 основних види: структурна і стереоізомерія. У свою чергу, **структурна ізомерія** проявляється як статична й динамічна, остання також має іншу назву – таутомерія, а **стереоізомерія** поділяється на енантіомерію, діастереоізомерію і конформаційну ізомерію.

Відкриття явища ізомерії в 1823 р. належить нім. хімікам Ю. Лібіху (1803–1873) і Ф. Велеру (1800–1882), які незалежно один від одного ви-

явили існування аргентум ціанату ($\text{Ag-O-C}\equiv\text{N}$) і аргентум фульмінату (сіль «гримучої к-ти») Ag-C-N=O – солей однакового складу, але різних властивостей, внаслідок різної будови. (До речі, існує ще один ізомер відповідного складу – аргентум ізоціанат Ag-N=C=O). Термін «ізомерія» запропонував швед. хімік Й.Я. Берцеліус (1779–1848) у 1830–35 р.р.

Розглянемо наступні види ізомерії:

1) **Статична структурна ізомерія** розглядає такі варіанти видозмінення структури молекули:

а) Ізомерія **ланцюга С–С-зв'язків**, тобто різна послідовність сполучення атомів Карбону в молекулі, напр., це пентан $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3$ і ізопентан, або 2-метилбутан $\text{CH}_3\text{CH}(\text{CH}_3)\text{CH}_2\text{CH}_3$ обидва складу C_5H_{12} .

Серед функціональних сполук це можуть бути 1-бутанол $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{OH}$ і 2-метил-1-пропанол (ізобутиловий спирт) $\text{CH}_3\text{CH}(\text{CH}_3)\text{CH}_2\text{OH}$ із однаковою молекулярною формулою $\text{C}_4\text{H}_9\text{OH}$ і брутто-формулою $\text{C}_4\text{H}_{10}\text{O}$, але різною будовою С–С ланцюга.

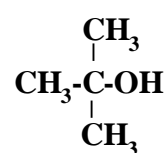
б) Ізомерія **положення** подвійних або потрійних зв'язків, функціональної групи або замісника, *напр.*, у випадку зв'язків: з брутто-формулою C_4H_8 1-бутен $\text{CH}_2=\text{CHCH}_2\text{CH}_3$ і 2-бутен $\text{CH}_3\text{CH}=\text{CHCH}_3$; у випадку ізомерії положення функціональних груп: 1-бутанол, 2-бутанол (*втор*-бутиловий спирт) і 2-метил-2-пропанол (*трет*-бутиловий спирт), *відповідно*, (з брутто-формулою $\text{C}_4\text{H}_{10}\text{O}$):



1-Бутанол
(бутиловий спирт)



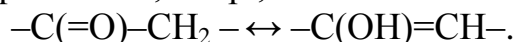
2-Бутанол
(*втор*-бутиловий спирт)



2-Метил-2-пропанол
(*трет*-бутиловий спирт)

в) Ізомерія саме **функціональної групи**, *напр.*, ацетатна к-та CH_3COOH і метиловий естер метанової к-ти H-C(O)-O-CH_3 мають різну будову, але обидва відповідають брутто-формулі $\text{C}_2\text{H}_4\text{O}_2$.

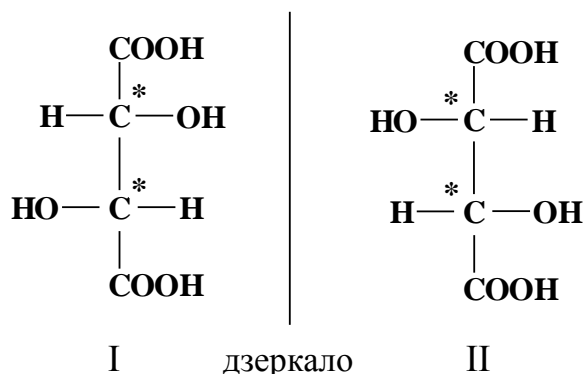
2) **Динамічна ізомерія** (*від гр. dynamis – сила, у значенні рухливий, пов'язаний з дією сили і рухом*) – структурна зміна молекули внаслідок швидкого й оборотного перенесення складових атомів, зазвичай в йонному стані, з утворенням нової молекули, причому взаємні перетворення двох ізомерів відбуваються у стані рівноваги, напр., кето-енольна таутомерія:



3) **Стереοізомерія** (*від гр. stereos – просторовий + isos – однаковий + meros – частка*), або **просторова ізомерія** – явище існування речовин з однаковою брутто-формулою й однаковим порядком атомів, але різним їх розташуванням у просторі, тобто різною конфігурацією атомів у двох ізомерів. Засновниками стереохімії є голландський хімік Я.Х. Вант-Гофф (1852–1911) і французький хімік Ж.А. Ле Бель (1847–1930), які незалежно у 1874 р. сформулювали теорію просторового розташування атомів в мо-

лекулі з використанням тетраедричних моделей. Стереοізомерія поділяється на **3 види**: оптичну ізомерію, діастереοізомерію, конформаційну ізомерію. Розглянемо їх окремо.

а) **Оптична ізомерія**, або **енантиοмерія**, (від гр. *enantios* – *проти-лежний* + *méros* – *частина*) – вид стереοізомерії хімічних сполук, молекули яких за однакових брутто-формул і однакової послідовності зв'язків є асиметричними й дзеркальними відображеннями одна одної (звідси й ще одна назва цього виду – дзеркальна ізомерія), тобто вони не здатні суміститися у просторі, мають 1 або кілька **хіральних** атомів Карбону з 4-ма різними замісниками і обертають площину поляризованого світла в протилежні боки (лівообертаючий ізомер – у лівий, позначка «–», правообертаючий – у правий, позначка «+») на однаковий кут. Хімічні та фізичні властивості енантіοмерів **однакові**, відмінність їх тільки в одній фізичній особливості, а саме, у напрямі (знакові) обертання поляризованого світла, *напр.*, енантіοмери I і II винної к-ти, та іноді у фізіологічній дії на організм, *напр.*, у рослинах міститься тільки *D*-форма сахаридів і, навпаки, в природних об'єктах серед амінокислот виявлено амінокислоти саме *L*-ряду, а *D*-форми амінокислот спостерігаються, головним чином, тільки в складі природних антибіотиків і мікроорганізмів. Ілюстрацію енантіοмерії на прикладі ізомерів I і II винної к-ти з двома хіральними центрами (відмічено зірочками) наведено нижче:

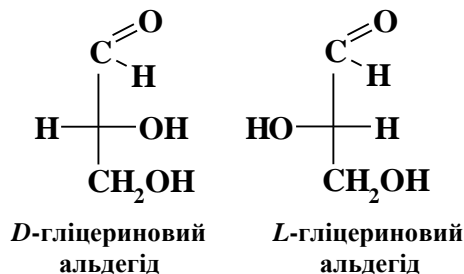


Суміш рівних мас ізомерів-енантиοмерів утворює *рацемат* (\pm), який є оптично недієльним і відрізняється за фізичними властивостями від кожного з енантіοмерів, які його складають.

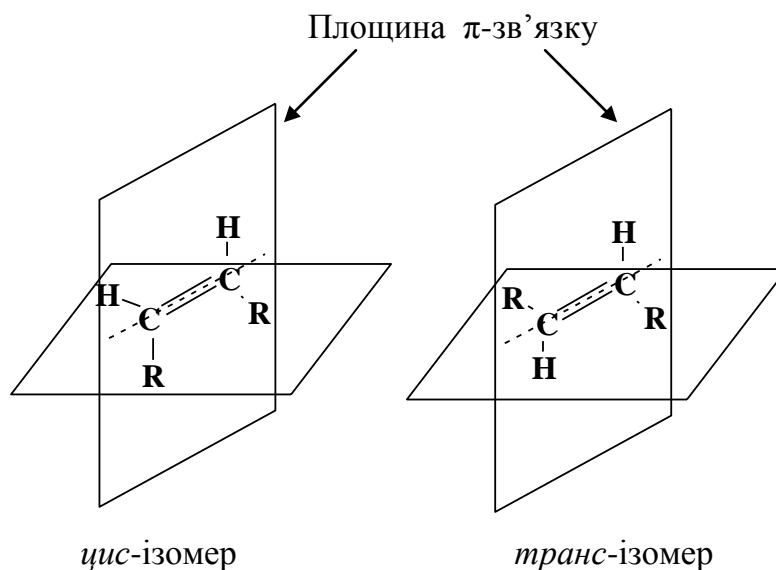
б) **Діастереοізомерія** (від гр. *diá* – *крізь* + *stereós* – *просторовий* + *isos* – *однаковий* + *meros* – *частка*) – один з видів стереοізомерії, явище наявності в молекулах різних конфігурацій розташування замісників біля різних (кількох) хіральних атомів Карбону й, як наслідок, збільшення кількості ізомерів. **Діастереοізомерія** поділяється на σ -діастереοізомерію та π -діастереοізомерію, *син. геометрична ізомерія*, або *цис-*, *транс-ізомерія*.

••• σ -діастереοізомерія – це ізомерія сполук, молекули яких мають різну конфігурацію замісників навколо хірального атома С; у випадку двох хіральних центрів – однакову конфігурацію біля одного хі-

рального атома С і різну конфігурацію замісників навколо іншого атома С. Ізомери такого виду діастереоізомерії є σ -діастереоізомери. Їх загальна кількість (N) відповідає математичному виразу: $N=2^n$, де n – кількість хіральних атомів. Приклади: $D(-)$ і $L(+)$ σ -діастереоізомери гліцеринового альдегіду (2,3-дигідроксипропаналь):

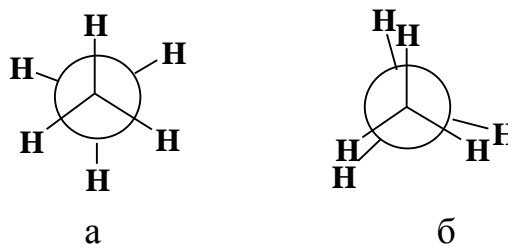


*** π -діастереоізомерія – це просторова ізомерія сполук з ізольованими подвійними зв'язками та замісниками біля кожного з атомів С, що сполучені подвійним зв'язком. Виникнення цього виду ізомерії відбувається через неможливість вільного обертання масивних замісників навколо $>C=C<$ -зв'язку. Ізомери, які утворюються за цих умов, мають назву **цис-** (два однакових замісники розташовуються з одного боку площини π -зв'язку) та **транс-**ізомерів (два однакових замісники розташовуються з різних боків площини π -зв'язку):



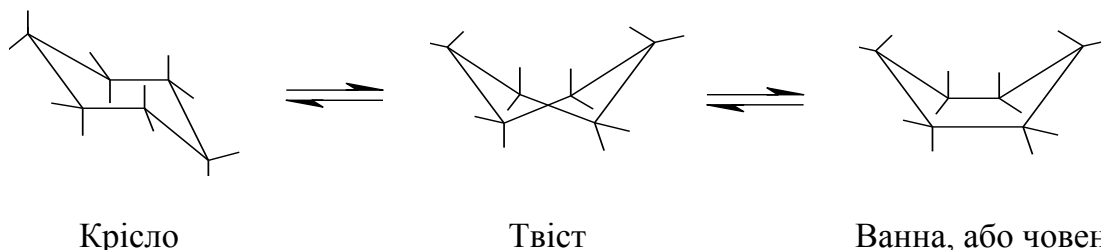
в) **Конформаційна ізомерія** (від лат. *conformatio* – форма, розташування), або **поворотна ізомерія** – вид стереоізомерії, яка зумовлена обертанням атомів або атомних угруповань навколо простого σ -зв'язку. У динамічній рівновазі знаходяться багато структур ізомерів. Найбільш стійкі конфігурації мають назву конформерів, а їхні енергетично протилежні форми позначаються як «заслонена» (або «затінена») і вигідніша – «загальмована». Вивчено конформаційну ізомерію деяких представників алканів:

етану (2 конформації), бутану (6 конформацій), їхніх галогенопохідних. Перспективні та проєкційні умовні формули, використані у конформаційній ізомерії, запропоновані М. Ньюменом: молекула розглядається з торця вздовж зв'язку С–С, при цьому, *напр.*, для етану, C_2H_6 , перший атом С позначається крапкою, а другий – колом.



а б
 Проекційні формули етану за Ньюменом: а) загальмований конформер; б) заслонений (затінений) конформер.

Особливості будови циклоалканів, напруженість їх циклів також є причиною просторових конформацій, а саме – викривлення молекули циклобутану, виникнення кута складчастості в циклопентані з утворенням конформації, що нагадує конверт, а для циклогексану – утворення трьох конформацій – крісла, твіст- і ванни, або човна:



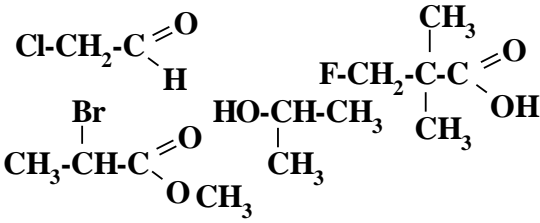
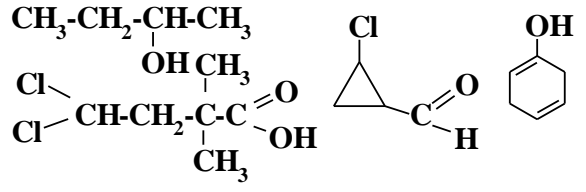
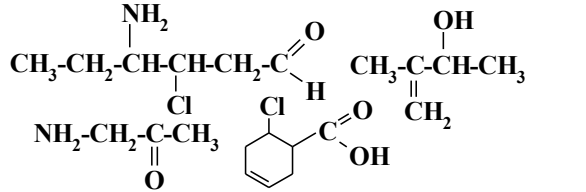
За сучасними уявленнями **конформація** – це просторова форма молекул органічних речовин (у т. ч. макромолекул біополімерів), що виникає шляхом вільного обертання певних частин молекул навколо простих С–С-зв'язків без їх розриву. Швидкі перетворення однієї форми на іншу призводять до безлічі станів молекули, які відрізняються мінімальними значеннями енергії та відносною стабільністю.

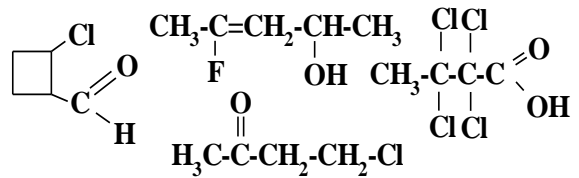
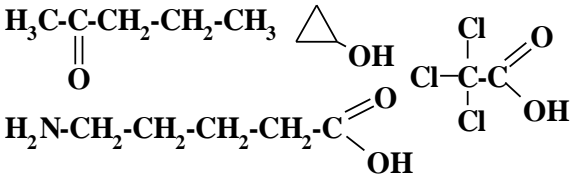
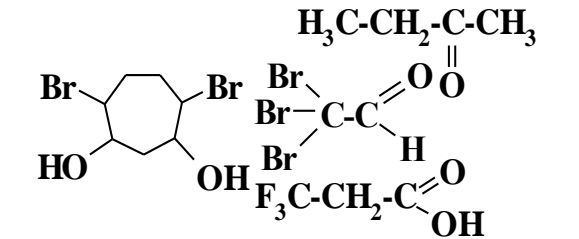
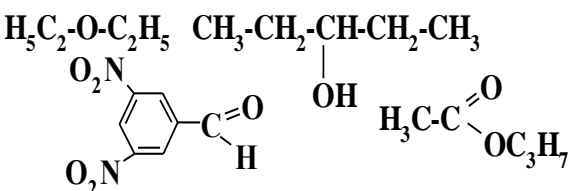
Значним внеском у розвиток уявлень про будову циклоалканів є теорія напруження (1885 р.) німецького хіміка А.Й. фон Байера (1835–1917), а сучасне трактування структури конформерів ґрунтується на теорії конформаційного аналізу, створеної американським хіміком К.С. Пітцером (1947).

Самостійна підготовка до контрольної роботи ЗМ-П2. Матеріал лабораторних робіт №№ 6–8 [3, с. 68–89], питання класифікації, номенклатури, ізомерії, фізичні та хімічні властивості та методи одержання функціональних похідних вуглеводнів, а також розрахункові завдання тем розділу II виносяться на практичний модуль МП-2. Виконанню модуля передувє вивчення лекційного матеріалу (лекції 3 і 4), робота з підручником [1, с. 309 – 407] або посібником [2, с. 77 – 119, 147 – 172].

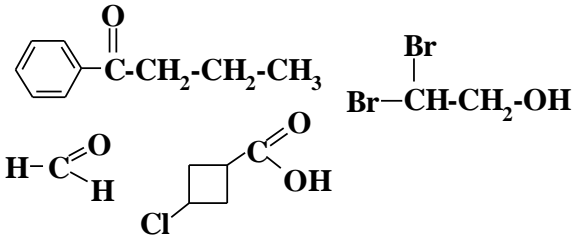
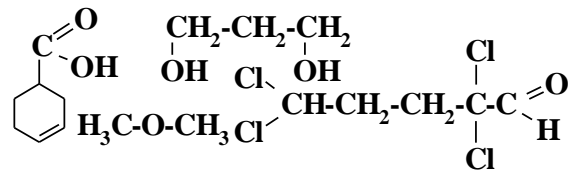
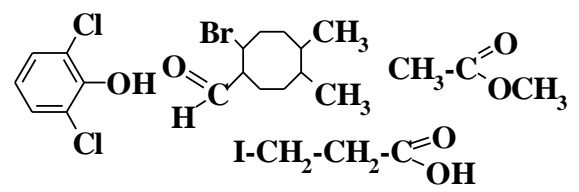
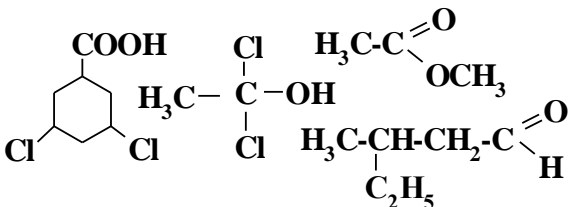
Дуже корисним для самостійної підготовки до контрольної роботи зі ЗМ-П2 є матеріал табл. 2.2, де поєднуються дані класифікації та номенклатури функціональних сполук. Для самостійної підготовки до контрольної роботи другого практичного модуля наведено завдання у табл. 2.7. Літературу до виконання завдань вказано вище.

Таблиця 2.7 – Контрольні завдання до підготовки до КР зі ЗМ-П2 “Класифікація, номенклатура і властивості оксигено- та нітрогенопохідних аліфатичних, циклічних і ароматичних вуглеводнів”

№ варіанта	1) Класифікувати функціональні органічні сполуки; 2) вказати загальну формулу відповідного гомологічного ряду; 3) назвати згідно правилам номенклатури IUPAC; 4) обґрунтувати їхній вплив на живі організми, в т. ч. і на гідробіонтів	Написати: 1) Структурні формули трьох наступних членів гомологічного ряду; 2) всі можливі ізомери; 3) назвати ізомери за IUPAC	За назвами органічних речовин скласти їхні структурні формули і вказати клас	Виконати перетворення, використовуючи знання методів одержання й хімічних властивостей функціональних сполук	Виконати розрахункове завдання
1	2	3	4	5	6
1		2-Бутанол	4-бromo-2,2-диметилгексаналь; 3,4-диметил-2-гептанол; 2,3-дихлоробутанова кислота	Етаналь → C ₂ H ₅ OH → C ₂ H ₄ → 1,2-етандіол → динітроетан	Карбон (IV) оксид, що утворився при згорянні 4.7 г фенолу, пропустили крізь надлишок Ca(OH) ₂ . Скільки солі отримали?
2		1,2-Пентадіол	2,3-дихлоро-2-бутендіова кислота; 2-бромпропаналь; гліцерин (назвіть за IUPAC)	Етен → хлоретан → етен → 1,2-етандіол → дикалій етиленгліколят	Скільки г бромбу було в розчині, якщо при дії на нього надлишку фенолу випадає 24 г осаду 1,3,5-трибромфенолу?
3		1,2,3-Пропантриол	2-оксибензальдегід; 1,4-бенздикарбонова кислота; 3,3,3-трифлуоро-1-пропанол	Етиленгліколь → дихлоретан → етен → етин → етаналь	Скільки г етандіолу-1,2 можна одержати з 108 м ³ етену при 78 % виході продукту?

1	2	3	4	5	6
4		2-Октанон	Бутиловий естер ацетатної кислоти; 3-окси-2-флуоро-4-пентеналь; пентахлоробензойна кислота	$\text{CH}_3\text{COOH} \rightarrow$ $\text{CH}_3\text{COONa} \rightarrow$ $\text{CH}_4 \rightarrow \text{C}_2\text{H}_6 \rightarrow$ $\text{C}_3\text{H}_8 \rightarrow \text{C}_6\text{H}_{14} \rightarrow$ $\text{C}_6\text{H}_6 \rightarrow$ пікринова кислота	Скільки г натрій феноляту утворюється при взаємодії 9.4 г фенолу і 5 г натрій гідроксиду?
5		Пентанова кислота	2,3-дихлороетиленгліколь (назвіть за IUPAC); 2-метил-3,3-дихлоро-2-гексанол; 2,2-диметилпропаналь	$\text{C}_6\text{H}_6 \rightarrow \text{C}_6\text{H}_5\text{Cl} \rightarrow$ $\text{C}_6\text{H}_5\text{OH} \rightarrow$ 2,4,6-трибромфенол \rightarrow натрій трибромфенолят	Органічна речовина містить Карбону 62,1%, Оксигену 27,6%, Гідрогену 10,3%. Густина парів цієї речовини за воднем дорівнює 29. Напишіть формулу цієї речовини.
6		2-амінопропанова кислота	4-гідрокси-3-метилбутанова кислота; 3-метил-1-пентен-3-ол; 2-метил-4-хлоро-3-гексанон	$\text{CH}_4 \rightarrow$ метаналь \rightarrow $\text{CH}_3\text{OH} \rightarrow \text{CH}_3\text{Cl} \rightarrow$ $\text{C}_2\text{H}_6 \rightarrow \text{C}_2\text{H}_5\text{Cl} \rightarrow$ $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH} \rightarrow$ етиловий естер бутанової кислоти	При спалюванні 1.84 г газоподібної органічної речовини утворюються 1,44 г води і 2,64 г CO_2 . Густина пари цієї речовини за киснем дорівнює 2,875. Встановіть формулу сполуки.
7		2-Гексен-1-ол	<i>мета</i> -нітробензальдегід; 2,2-дихлоро-1-пропанол; діетиловий етер	$\text{C}_2\text{H}_6 \rightarrow ? \rightarrow$ етаналь $\rightarrow \text{C}_2\text{H}_5\text{OH} \rightarrow$ $\text{CH}_3\text{COOH} \rightarrow ? \rightarrow \text{CH}_4$	Органічну сполуку масою 23 мг спалено й одержано наступні речовини: CO_2 , масою 22 мг, і воду, масою 9 мг. Знайти формулу сполуки.

Продовження табл. 2.7

1	2	3	4	5	6
8		Дипропіловий етер	3-бromo-3-метилбутаналь; диметилловий етер етиленгліколю; 3-циклогексеналь	Етин → етаналь → → C ₂ H ₅ OH → → CH ₃ COOH → CH ₄ → метаналь → метанова кислота	Натрій, масою 12 г, занурили в етанол об'ємом 23 мл і густиною 0.8 г/мл. Масова доля води в етанолі становить 5%. Який об'єм водню виділився (н.у.)?
9		1-Гексанол	2,2-диметил-3,3-дихлорогексанова кислота; циклогексанон; натрій фенолят	Пропан → 1,2,3-трихлоропропан → гліцерин → купрум гліцерат	3 метану отримали 6 г метилового естеру метанової кислоти. Обчисліть об'єм CH ₄ (н. у.).
10		3-амінобутанова кислота	2,3-диметил-2,3-бутандіол; 2-окси-3-бромпропанова кислота; 2,3,4-триметилбензальдегід	Етин → бензен → хлоробензен → → фенол → калій фенолят	3 50 г етанової кислоти одержали 45 г хлористого ацетилу CH ₃ COCl. Обчисліть практичний вихід реакції (у %).
11		Пентаналь	<i>орто</i> -толуїловий альдегід (назвіть за IUPAC); 2-метилбензойна кислота; 2,2-дііодостанол	Циклогексан → бензен → нітробензен → анілін → феніламід етанової (ацетатної) кислоти	При окисненні 5.4 г органічної речовини аміачним розчином аргентум оксиду виділили 16.2 г срібла. Обчислити відносну молярну масу речовини і скласти її формулу.

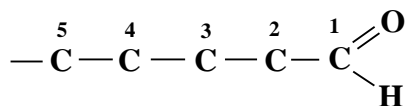
Продовження табл. 2.7

1	2	3	4	5	6
12	$\begin{array}{c} \text{H}_3\text{C-O-C}_2\text{H}_5 \\ \text{CH}_2-\text{CH}-\text{CH}_3 \\ \text{OH OH} \end{array}$ $\begin{array}{c} \text{Cl H} \\ \\ \text{CH}_3-\text{C}-\text{C}-\text{C} \\ \diagup \\ \text{Cl CH}_3 \text{O} \\ \text{OH} \end{array}$ $\begin{array}{c} \text{Br} \\ \\ \text{Br}-\text{C}-\text{C} \\ \diagup \\ \text{Br} \text{O} \\ \text{H} \end{array}$	Гептанова кислота	2,3-диметил-1,4-бутандіол; 2-бromo-3-метилбутаналь; 2-фенілетаналь	$\text{C}_2\text{H}_4 \rightarrow \text{C}_2\text{H}_6 \rightarrow$ $\text{C}_2\text{H}_5\text{Br} \rightarrow \text{C}_2\text{H}_4 \rightarrow$ $\rightarrow \text{C}_2\text{H}_5\text{OH} \rightarrow$ $\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CH}=\text{CH}_2$ $\rightarrow -(\text{CH}_2-\text{CH}=\text{CH}-\text{CH}_2)_n$	При аналізі органічної кислоти, виявлено, що в її состав входять 40% Карбону, 6,66% Гідрогену, 53,34% Оксигену. Встановіть молекулярну формулу, якщо густина її пари за H_2 дорівнює 30.
13	$\begin{array}{c} \text{CH}_2=\text{CH}-\text{CH}_2-\text{C} \\ \diagup \diagdown \\ \text{O} \text{OCH}_3 \end{array}$ $\begin{array}{c} \text{CH}_3-\text{CH}-\text{CH}-\text{CH}-\text{CH}_3 \\ \quad \quad \\ \text{OH} \text{OH} \text{OH} \end{array}$ $\begin{array}{c} \text{H}_2\text{N}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{C} \\ \diagup \diagdown \\ \text{O} \text{OH} \end{array}$ $\begin{array}{c} \text{Br} \\ \\ \text{Br}-\text{C}_5\text{H}_7-\text{C} \\ \diagup \\ \text{Br} \text{O} \\ \text{H} \end{array}$	2-Пентанон	2-Циклопентенол; 2,4-дігидроксигептанова кислота; <i>para</i> -нітробензальдегід	$\text{CH}_4 \rightarrow \text{C}_2\text{H}_2 \rightarrow$ $\text{C}_6\text{H}_6 \rightarrow \text{C}_6\text{H}_5\text{CH}_3$ $\rightarrow \text{C}_6\text{H}_5\text{COOH} \rightarrow$ $\rightarrow \text{C}_6\text{H}_5\text{COONa}$	Скільки л газу виділяється при реакції надлишку металевого натрію з 3,6 г гліцерину?
14	$\begin{array}{c} \text{OH} \\ \\ \text{C}_4\text{H}_7 \end{array}$ $\begin{array}{c} \text{H}_3\text{C-O-CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_3 \\ \text{Br} \\ \\ \text{Br} \end{array}$ $\begin{array}{c} \text{C} \\ \diagup \diagdown \\ \text{O} \text{OH} \end{array}$ $\begin{array}{c} \text{Cl} \\ \\ \text{Cl}-\text{C}-\text{CH}_2-\text{C} \\ \diagup \\ \text{Cl} \text{O} \\ \text{H} \end{array}$	4-Октанол	2,3,4-триметилгексанова кислота; 4,4-диметил-2-хлороктаналь; <i>meta</i> -нітробензойна кислота	Циклогексен \rightarrow циклогексан \rightarrow бензен \rightarrow толуен \rightarrow бензойна кислота \rightarrow етиловий естер бензойної кислоти	4% розчин метаналю (формальдегіду) застосовують в медицині під назвою формаліну. Скільки води і формальдегіду потрібно для приготування 0,5 кг формаліну.
15	$\begin{array}{c} \text{Cl} \\ \\ \text{H}_2\text{C}=\text{CH}-\text{CH}-\text{C} \\ \diagup \diagdown \\ \text{OH} \text{O} \end{array}$ $\begin{array}{c} \text{O} \\ \\ \text{H}_3\text{C}-\text{C}-\text{CH}_2-\text{C} \\ \quad \\ \text{OH} \text{Cl} \end{array}$ $\begin{array}{c} \text{Cl} \\ \\ \text{H}_5\text{C}_2-\text{O}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_3 \\ \text{Cl} \end{array}$	2-метилфенол	Етиловий естер пентанової кислоти; циклопропанол; ацетон (назвіть за IUPAC)	$\text{C} \rightarrow \text{CH}_4 \rightarrow$ $\text{CH}_3\text{Cl} \rightarrow \text{C}_2\text{H}_6 \rightarrow$ $\text{C}_2\text{H}_5\text{Cl} \rightarrow \text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ $\rightarrow \text{CH}_3\text{COOH} \rightarrow$ $\rightarrow \text{калій ацетат} \rightarrow$ CH_4	При дії надлишку металевого натрію на суміш з 6,2 г етиленгліколю і невідомої маси гліцерину отримали 5,6 л H_2 . Обчисліть склад суміші у %.

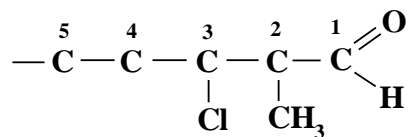
На допомогу студентів

Рекомендації до виконання завдання №3 контрольної роботи зі ЗМ-П2, що закріплює вміння студента уявити склад і написати хімічну структурну формулу органічної функціональної сполуки за її назвою. Напр., назва сполуки за IUPAC 2-метил-3-хлоропентаналь. Хід міркувань слід вести за таким планом:

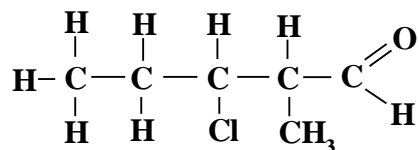
1. За суфіксом *-аль* встановлюємо клас функціональних похідних (див. табл. 2.2), це – альдегід.
2. Визначаємо корінь назви ~пентан~ (це 5-ий член гомологічного ряду метану) і пишемо ланцюг з 5 атомів Карбону: $-\text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{C}-$;
3. Наприкінці ланцюга у будь-якого з двох крайніх атомів С пишемо функціональну групу альдегідів – $\begin{matrix} \text{O} \\ \parallel \\ -\text{C} \\ | \\ \text{H} \end{matrix}$ і нумеруємо ланцюг, починаючи з Карбону функціональної альдегідної групи, тоді формула має вигляд:



4. Додаємо до попередньої заготовки майбутньої формули замісники, що вказані у префіксі назви, тобто у 2-е положення – метильну групу, у 3-е положення – хлор. Після цього незакінчена формула набуває вигляд:



5. Для закінчення структурної формули додаємо атоми Гідрогену до атомів Карбону ланцюга, де це потрібно, що визначається валентністю С, яка дорівнює чотирьом. Таким чином, одержуємо формулу у закінченому вигляді:



Примітка: ці рекомендації можна використовувати і для підготовки до виконання завдання №3 контрольної роботи зі ЗМ-П1, а саме, скласти структурну формулу вуглеводню будь-якого класу за назвою відповідно номенклатурі IUPAC, оскільки клас вуглеводню встановлюється також за суфіксом у його назві, див. табл. 2.1; одразу після виконання пункту 2 цих рекомендацій у карбоновому ланцюзі за суфіксом встановлюються зв'язки, пункт 3 виключається, а далі виконуються 4 і 5 пункти даних пояснень.

Самостійна підготовка до контрольної роботи зі ЗМ-П3. Ця контрольна робота уявляє собою контроль знань з органічної хімії за весь се-

мештр, її складено у тестовій формі відкритого типу. Підготовка до цієї роботи потребує повторення всього курсу «Органічної хімії».

Метою КР зі ЗМ-ПЗ є використання отриманих знань вивченої дисципліни у практичних питаннях, швидке орієнтування у термінології і загальних питаннях методів одержання та хімічних властивостей органічних сполук, вміння класифікувати органічні сполуки, оцінювати екологічну небезпеку поллютантів органічної природи для довкілля та робити нескладні розрахунки відповідно рівнянь хімічних реакцій органічних сполук різних класів. Серйозна підготовка до тестової КР є запорукою успішної підготовки та здачі іспиту.

Для самостійної підготовки до контрольної семестрової роботи наведено тестові завдання у кількості 10 варіантів, див. **додаток В**. Кожне питання тесту оцінюється 0,5 балів, максимальна оцінка за КР зі ЗМ-ПЗ – 5 балів.

2.2.3 Вказівки до підготовки рефератів

З одного боку, реферат може бути формою контролю певних розділів теоретичного матеріалу дисципліни, що самостійно вивчаються студентом, і виконується як звіт вивченої теми, а з іншого – самостійною розробкою теми, яка не є програмним матеріалом, у цьому випадку складання реферату – це одна з форм СРС, що відноситься до наукового модуля і оцінюється 1 кредитом. Реферат такого типу може бути використаний як доповідь на науковій студентській конференції, а знання матеріалу – для подальшого професійного росту студента як фахівця відповідної спеціалізації. Тема реферату може бути обраною самим студентом згідно його інтересам, але обов'язково сполучати проблеми аквакультури із питаннями органічної хімії або віддзеркалювати новітні напрямки розвитку органічної хімії, а також може бути запропонованою викладачем (див. далі).

Підготовка реферату потребує виконання вимог щодо його структури й оформлення. Структура реферату складається з наступних складових:

1. Вступ (це розділ, де вказують мету роботи, актуальність теми, короткий історичний екскурс виникнення проблеми).
2. Основна частина (яка може бути поділеною на кілька розділів, підрозділів, ілюструватися таблицями, графіками, рисунками за бажанням укладача).
3. Експериментальна частина (якщо робота супроводжувалася дослідженнями або хімічним аналізом, які студент проводив у хімічному гуртку).
4. Висновки (Висновки потребують аналіз та порівняння теоретичного матеріалу різних літературних джерел або результати експериментальної роботи).
5. Список посилань на літературні джерела, які використовував укладач.

6. Додатки (при необхідності реферат доповнюється матеріалом, що є продовженням теми або корисний для розуміння деяких її розділів, або їх ілюструє, напр., спеціальні таблиці, план акваторії, екологічна документація та ін.).

Оформлення реферату передбачає:

1. Титульний аркуш (з назвою ВНЗ, теми реферату, назви дисципліни, за якою виконується реферат, прізвищем й ініціалами виконувача, посадою і вченим ступенем керівника, вказівкою року виконання роботи).
2. Зміст (розташовується після титульного аркуша).
3. Перелік скорочень (виконується на окремому аркуші після змісту).

Теми для написання реферату

1. Забруднення природних вод органічними речовинами: наслідки й шляхи вирішення проблем.
2. Біоіндикаційні методи встановлення забруднення природних вод антропогенними політантами органічної природи.
3. Незвичайні структури хімічних сполук: вузли, ротоксани, катенани.
4. Сучасні макроциклічні комплекси – краун-етери: історія відкриття, синтез, властивості, перспективи використання.
5. Біотестування гідробіонтів при антропогенному забрудненні водойм токсичною органікою.
6. Синтез і властивості макроциклічних криптантів і криптантів.
7. Каліксарени: відкриття, синтез, властивості, застосування.
8. Використання гідробіонтів як біоіндикаторів водойм на певні органічні забруднювачі.
9. Небезпечні органічні речовини, їх роль і наслідки дії на біоту в антропогенному забрудненні довкілля.
10. Оцінка якості води, її токсичність і сапробність для гідробіонтів.
11. Сапробіонти забруднених вод.
12. Вплив органічних токсикантів на фітопродуктивність водойм.
13. Іменні реакції в органічній хімії.
14. Біолюмінесценція деяких видів гідробіонтів: причини і природа явища, використання світіння поверхневими і батипелагіальними тваринами.
15. Індикаційні методи в органічній хімії: індикатори, органолептичні методи та біоіндикація.
16. Автохтонна й алахтонна органічна речовина природних вод.
17. Хіміко-екологічні проблеми Світового океану.

2.3 Організація контролю знань та вмінь

2.3.1. Інформація про форми контролю знань та вмінь студентів,

які використовуються при вивченні дисципліні «Органічна хімія»

Контролюючі заходи поточного контролю здійснюються у формі контрольних робіт з 2-х практичних і 2-х лекційних модулів та підсумкового (семестрового) модуля, який здійснюється у тестовій формі відкритого типу.

При проведенні міжсесійного контролю студент вважається атестованим, якщо він має не менше 50% від максимально можливої суми балів на час атестації.

Сума балів, яку студент отримав за всі модулі, виконання домашніх завдань, усне опитування і захист лабораторних робіт з курсу “Органічна хімія”, утворює інтегральну (сумарну) оцінку даного студента, максимально 100 балів. Інтегральна сума складається з суми оцінок теоретичної (2 модулі – 20 балів), практичної частин (2 модулі – 10 балів), підсумкового семестрового тесту (5 балів), а також суми оцінок захисту лабораторних робіт (30 балів), усного опитування студента і виконання домашніх завдань (30 балів). Для стимулювання наукової ініціативи студенту пропонуються теми для тематичних рефератів; робота над рефератом за власним бажанням студента доповнює інтегральну суму 5 балами.

Обов'язково враховується своєчасність виконання студентом графіка навчального процесу, див. с. 8. Контролюючі заходи (контрольні роботи, домашні завдання) і захист лабораторної роботи, які виконані пізніше строку графіка без поважних причин, оцінюються не більше 6-и балів для лекційних модулів, 3-х балів – для практичних або тестового модулів і 3-х балів – за захист лабораторної роботи.

Організацію підсумкового контролю побудовано згідно Положення «Про проведення підсумкового контролю знань студентів», затвердженого на засіданні методичної ради прот. № 9 від 25 травня 2006 р. – врахування накопичених студентом за навчальний семестр результатів поточного контролю за теоретичною і практичною складовими.

Формою підсумкового контролю є семестровий іспит, організація якого відповідає «Інструкції проведення та критерію оцінювання відповідей студентів під час письмових іспитів», затвердженою на засіданні методичної ради від 25 березня 2010 р. Форма іспиту – тестова відкритого типу.

Допуск до іспиту здійснюється у відповідності з набраною студентом інтегральною сумою балів тільки в тому випадку, якщо фактична сума балів, що набрана студентом за практичну частину, тобто захист лабораторних робіт з оформленням протоколу роботи + контрольні роботи практичних модулів + усне опитування або виконання індивідуального домашнього завдання, що дорівнює максимально 70 балам, не менша, ніж 50 % від максимально можливої, тобто мінімум 35 балів.

В іншому випадку студент вважається таким, що не виконав навчального плану дисципліни, не допускається до семестрового іспиту і повинний ліквідувати заборгованість у перші 2 тижні сесії.

Студенту, який має інтегральну суму балів менш 50 % (< 50 балів) від максимально можливої, надається право здачі іспиту у період екзаменаційної сесії за затвердженим розкладом за умов виконання практичної частини дисципліни (мінімум 50 %) та відсторонення заборгованості.

Студенти, які ліквідували заборгованість в період сесії до іспиту за розкладом іспитів, складають іспит у відповідності з назначеним строком іспиту. При ліквідації заборгованості у більш пізній строк, студенти складають іспит комісії, що створюється на кафедрі (форма іспиту – тестова).

Загальна екзаменаційна оцінка (загальний бал успішності) за формою іспиту у вигляді тестування відкритого типу дорівнює відсотку правильних відповідей зі загального обсягу питань екзаменаційного білету. При складі білету з 20 тестових питань кожна правильна відповідь на питання оцінюється 1 балом (5 %).

Загальний бал успішності студента складається з $\frac{1}{2}$ суми балів успішності за підсумками поточного контролю та екзаменаційного балу успішності. Перехід до традиційної оцінки здійснюється згідно з таблицею 2.8.

Таблиця 2.8 - Шкала переходу до традиційної 4-х бальної системи оцінювання до оцінки за шкалою ECTS

Загальний бал успішності студента з дисципліни “Органічна хімія” (полусума балу успішності за підсумками поточного контролю та балу успішності за підсумками іспиту)	Традиційна оцінка за національною системою	Оцінка за шкалою ECTS
1–34 % від максимальної суми балів (до 34 балів)	Незадовільно	F (повторний курс навчання)
< 60 % від максимальної суми балів (< 60 балів)	Незадовільно	FX (можливість перездачі)
60–67.9 % від максимальної суми балів (60–67.9 балів)	Задовільно	E
68–74.9 % від максимальної суми балів (68–74,9 балів)	Задовільно	D
75–84.9 % від максимальної суми балів (75–84.9 балів)	Добре	C
85–89.9 % від максимальної суми балів (75–89.9 балів)	Добре	B
≥ 90 % від максимальної суми балів (≥ 90 балів)	Відмінно	A

Контроль залишкових знань здійснюється у тестовій формі (20 запитань) на основі «Положення про організацію ректорського контролю залишкових знань студентів в ОДЕКУ», затвердженого на засіданні Вченої ради ОГМІ 31.10. 2002 р.

2.4. Наукова робота студента

Загальна структура дисципліни «Органічна хімія» передбачає як залікову одиницю 1 кредит за виконання наукового модуля. Цей модуль включає

- позааудиторну роботу студентів у хімічному гуртку,
- участь у написанні наукових статей за результатами експериментальної роботи,
- виступ з доповіддю в щорічній науковій студентській конференції з публікацією тез доповіді за умов експериментальної роботи,
- виконання реферативної роботи з літературою, оформленням реферату з його представленням на науковій студентській конференції у вигляді доповіді,
- участь у щорічній хімічній олімпіаді.

До відомості студентів, на кафедрі хімії навколишнього середовища працює хімічний гурток, де студенти I і II курсів проводять науково-дослідну роботу, результатом якої є наукові статті, доповіді на щорічних наукових студентських конференціях ОДЕКУ або конференціях інших ВНЗ, академічних установ із опублікуванням тез доповідей.

Для студентів напряму та спеціальності «Водні біоресурси та аквакультура» рекомендуються наступні теми гурткової роботи, яка проводиться на кафедрі, а саме:

- визначення якості вод за мінералізацією, рН, органолептичними показниками;
- аналіз вод різноманітних джерел на твердість різних видів;
- аналітичне визначення катіонів, аніонів вод різних водойм;
- встановлення фізико-хімічних характеристик забрудненої води;
- визначення концентрацій нітратів, нітритів, йонів амоніаку та ін. забруднювачів вод;
- визначення шкідливих органічних речовин у поверхневих водах (фенолу, пестицидів, органічних кислот).

Цікавим сучасним напрямом є біоіндикаційний контроль гідробіонтів природних водойм, використання асиметрії риб та земноводних тварин для оцінки якості природного середовища, визначення концентрації забруднюючих органічних речовин в активному мулі та ін. перспективні напрямки аналітичної експериментальної роботи та моніторингу довкілля.

Зразок оформлення титульного листа протоколу лабораторної роботи
або контрольної роботи з лекційного/практичного модуля

Одеський державний екологічний університет

ПРОТОКОЛ №...

лабораторної роботи

“Якісний елементний аналіз органічних речовин”

(Контрольна робота зі
ЗМ-П1/ЗМ-Л1

“Класифікація і номенклатура вуглеводнів”

Варіант №...)

Кафедра хімії навколишнього
середовища

Виконав(ла): студ. гр. ВБ-11
Іваненко Олеся

Перевірила: доц. Федорова Г.В.

Оцінка:

Одеса – 2013

Зразок оформлення протоколу лабораторної роботи

Дослід 1. Визначення Карбону і Гідрогену в органічній речовині	
<p>Що робив ?</p> <ol style="list-style-type: none"> Зважив зразок цукрози, масою 0,4 г, на технічних терезах. Зважив CuO, масою 2 г. Приготував суміш цукрози і CuO і переніс у пробірку №1. Змонтував прилад для аналізу: (далі слід намалювати ескіз приладу з вказівкою номерів пробірок, див. рис. 3.1 «Збірника лабораторних робіт»), заповнив пробірки приладу: №2 – безводним CuSO₄; №3 – розчином Ca(OH)₂. Нагрівав суміш у пробірці №1. 	<p>Що спостерігав?</p> <p>Це кристалічна речовина білого кольору. За зовнішнім виглядом це тонко-дисперсний порошок чорного кольору.</p> <p>Безводний CuSO₄ – білий порошок. Розчин Ca(OH)₂ – прозора безкольорова рідина.</p> <ol style="list-style-type: none"> У пробірці №2 безводний CuSO₄ білого кольору стає блакитним. У пробірці №3 вапняна вода мутнішає.
<p><u>Хімізм процесів:</u></p> <ol style="list-style-type: none"> Зміна кольору CuSO₄ пояснюється утворенням кристалогідрату $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O} : \quad \underset{\text{білий}}{\text{CuSO}_4} + 5\text{H}_2\text{O} \rightarrow \underset{\text{блакитний}}{\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}}$ Каламутність Ca(OH)₂ пояснюється утворенням осаду CaCO₃ через реакцію, яка відповідає рівнянню: $\text{CO}_2 + \text{Ca(OH)}_2 \rightarrow \underset{\text{білий}}{\text{CaCO}_3} \downarrow + \text{H}_2\text{O}$ <p><u>Висновок:</u> утворення CO₂ і H₂O у процесі нагрівання органічної речовини (цукрози) є доведеними, внаслідок проведення вищевказаних якісних реакцій. Встановлено, що до елементного складу органічної речовини, а саме, цукрози, входять С і Н, які при нагріванні реагують з киснем повітря і окиснюються до CO₂ і H₂O.</p> <p>Повне рівняння згоряння суміші цукрози і CuO:</p> $\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11} + 24\text{CuO} \xrightarrow{t^\circ} 12\text{CO}_2 + 11\text{H}_2\text{O} + 24\text{Cu}.$	

Варіанти тестових завдань до семестрової КР зі ЗМ-ПЗ

Варіант 1

I. Створювач теорії хімічної будови органічних речовин, автор ідеї про взаємний вплив атомів в молекулі і провісник явища ізомерії органічних сполук (1864 р.), яке експериментально підтвердив:

1) М.В.Ломоносов 2) Д.І. Менделєєв 3) О.М. Бутлеров 4) Н.Х.Д. Бор

II. Ковалентний зв'язок σ між атомами Карбону в органічних сполуках, а також між Гідрогеном і Карбоном – це

1) зв'язок, що утворюється внаслідок електростатичної взаємодії між двома йонами Карбону при переході електронів від одного атома до іншого.

2) зв'язок, що утворюється за донорно-акцепторним механізмом з появою йонної складової на атомах – учасниках зв'язку.

3) зв'язок, утворений між атомами внаслідок узагальнення їх зовнішніх валентних електронів, тобто перекривання sp^3 -гібридних орбіталей атомів Карбону або sp^3 -гібридної орбіталі Карбону і s -орбіталі Гідрогену.

4) зв'язок, утворений атомом Гідрогену і сильно електронегативним атомом унаслідок їх електростатичної взаємодії.

III. Бутан існує у вигляді ізомерів в кількості:

1) трьох 2) двох 3) одного 4) немає ізомерів.

IV. Серед вуглеводнів: $CH_3 - CH_2 - CH_2 - CH_3 = CH_2$

$CH_3 - CH_2 = CH_2$ $CH_3 - C \equiv CH$ $CH_2 = CH - CH = CH_2$

Є наступні: 1) пропен і 1,2-бутадієн 2) 2-метил-1-пентен і 2-бутен

3) 1,3-бутадієні пропін 4) 1,2-диметилциклогептан і 1-бутін

V. Органічна речовина вміщує 85,7% Карбону і 14,3% Гідрогену, її густина пари за воднем дорівнює 14. Склад цієї речовини відповідає формулі:

1) $CH_3 - CH_3$ 2) $CH_2 = CH_2$ 3) CH_4 4) $CH \equiv CH$.

VI. Вкажіть назву фрагмента молекули, що залишається після відділення атома Гідрогену від молекули насиченого вуглеводню:

1) алкен 2) алкіл 3) арил 4) алкін.

VII. Вкажіть найпростіший одновалентний насичений радикал:

1) вініл 2) метил 3) феніл 4) аліл.

VIII. Вкажіть назву сполук, молекули яких при однаковому складі і однакових конфігураціях мають різні напрямки обертання площини поляризованого світла:

1) мономери 2) полімери 3) енантіомери 4) гомологи.

IX. Вкажіть сполуку, що є ізомером гексану:

1) циклогексан 2) 2,3-диметилбутан 3) бензен 4) пентан.

X. Виберіть реагент, який дає якісну реакцію на подвійний зв'язок в алкенах:

1) $Cu(OH)_2$; 2) H_2O ; 3) Br_2 ; 4) HCl

Варіант 2

I. Вчений, який висунув пояснення стійкості ароматичного (бензенового) ядра на основі метода молекулярних орбіталей, на базі якого сформулював відоме «правило ароматичності», був

1) Марковников В.В. 2) Фольгардт Я. 3) Менделєєв Д.І. 4) Хюккель Е.А.А.

II. Концепція гібридизації атомних орбіталей заснована на

1) заповненні орбіталей з однаковою енергією і розміщенні на кожній з них електронів з паралельними спинами;

2) збудженні і переході одного електрона з нижнього рівня на вищий з наступним змішуванням, тобто комбінуванням первісних орбіталей *s*-, *p*- або *d*-типу;

3) зміні форми електронної хмари, тобто більш просторово вигідного стану;

4) заповненні кожної нової орбіталі лише після того, як будуть заповнені всі попередні орбіталі з нижчою енергією.

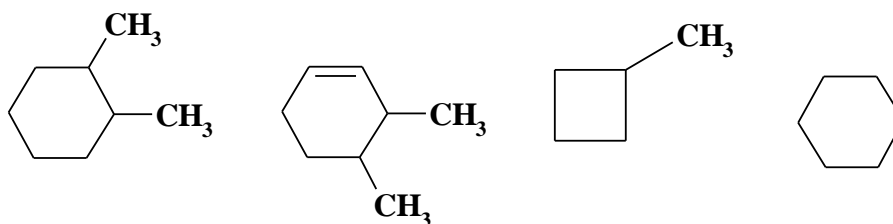
III. Вкажіть назву фрагмента молекули, що залишається після відділення атома Гідрогену від молекули насиченого вуглеводню:

1) алкен 2) алкін 3) арил 4) алкіл.

IV. Гексан існує у вигляді ізомерів в кількості

1) трьох 2) двох 3) п'яти 4) чотирьох

V. Серед вуглеводнів є речовини, які мають назви:



1) толуен і 1,2-диметилбензен; 2) бензен і 2,3-диметилгексен;

3) циклогексан і 1, 2-диметилциклогептен;

4) 3, 4-диметилциклогексен і 1, 2-диметилциклогексан;

VI. На спалювання 1 моль насиченого вуглеводню витрачається 78,4 л кисню (н.у.). Цей вуглеводень відповідає формулі:

1) CH_3-CH_3 ; 2) $CH_2=CH_2$; 3) CH_4 ; 4) $CH_3-CH_2-CH_3$.

VII. Вкажіть назву зв'язків у дієнових вуглеводнях, подвійні зв'язки яких розташовані у сусідніх атомів Карбону:

1) спряжені; 2) прості; 3) кумулятивні (аленові); 4) ізольовані.

VIII. Вкажіть назву сполук, молекули яких при однаковому складі мають різні структури: 1) ізомери; 2) енантіомери; 3) мономери; 4) гомологи.

IX. Вкажіть сполуку, що є ізомером гексану:

1) циклогексан; 2) пентан; 3) бензен; 4) 2-метилпентан.

X. Виберіть реагент, який дає якісну реакцію на подвійний зв'язок в алкадієнах:

1) Br_2 ; 2) H_2O ; 3) HBr ; 4) HCl .

Варіант 3

I. Створювачем теорії ланцюгових реакцій, який обґрунтував їх радикальний механізм, був:

- 1) Бутлеров О.М.; 2) Семенов М.М.; 3) Зелінський М.Д.; 4) Бунзен Р.В.

II. Підібрати пари позначень гібридних орбіталей.

- 1) sp^3 -гібридизація; 2) sp^2 -гібридизація; 3) sp -гібридизація.

та їх просторової орієнтації

а) лінійна, діагональна, кут 180° ;

б) тетраедрична, осі чотирьох гібридних орбіталей розміщені під кутом $109^\circ 28'$;

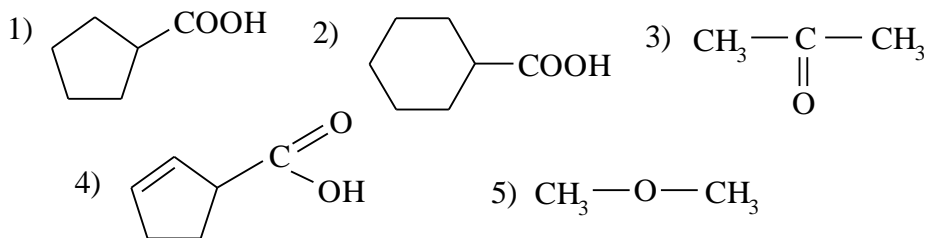
в) тетрагональна, осі гібридних орбіталей розміщені в просторі під кутом 90° ;

г) плоска, тригональна, осі трьох гібридних орбіталей розміщені в одній площині під кутом 120° .

III. Пентан існує у вигляді ізомерів в кількості

- 1) трьох; 2) двох; 3) п'яти; 4) не має ізомерів.

IV. Серед речовин є диметилловий етер і циклопентанова кислота:



Відповіді: 1) 1 і 4; 2) 2 і 5; 3) 1 і 5; 4) 3 і 4.

V. На спалювання 1 моль насиченого вуглеводню витрачається 112 л кисню (н.у.). Цей вуглеводень відповідає формулі:

- 1) CH_3-CH_3 ; 2) $\text{CH}_2=\text{CH}_2$; 3) C_4H_{10} ; 4) $\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}_3$.

VI. Виберіть гомологічну різницю алкенів:

- 1) CH_2 ; 2) CH_4 ; 3) CH ; 4) CH_3 .

VII. Вкажіть найпростіший одновалентний ненасичений радикал:

- 1) аліл; 2) вініл; 3) феніл; 4) етил.

VIII. Вкажіть назву сполук, молекули яких при однаковому якісному і кількісному складі мають різні фізичні властивості через різницю щодо їх структури:

- 1) аномери; 2) ізомери; 3) мономери; 4) гомологи.

IX. Вкажіть клас органічних сполук, представником яких є бензен:

- 1) алкан; 2) арени; 3) алкіни; 4) алкадієни; 5) алкени.

X. Виберіть реагент, який дає якісну реакцію на потрійний зв'язок в алкінах:

- 1) фенолфталеїн; 2) Br_2 ; 3) CH_3OH ; 4) розчин KOH .

Варіант 4

I. Вчений, який за словами видатного російського хіміка М.Д. Зелінського «...оживив хімічних мертвеців», здійснюючи нітрування аліциклічних і аліфатичних вуглеводнів; реакція, яку він вперше здійснив, носить його ім'я. Це був –

- 1) Зінін М.М.; 2) Вюрц Ш.А.; 3) Кучеров М.Г.; 4) Коновалов М.І.

II. Підібрати пари позначень гібридизації та їх визначень в органічних сполуках.

1) sp^3 -гібридизація.

2) sp^2 -гібридизація.

3) sp -гібридизація.

а) результат гібридизації однієї s - і двох p -атомних орбіталей;

б) результат гібридизації однієї s - і однієї p -атомної орбіталі;

в) результат гібридизації однієї s - і трьох p -атомних орбіталей;

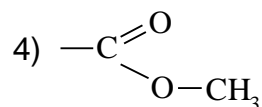
г) результат утворення комбінуванням, тобто змішуванням, первісних атомних орбіталей s -, p - і d -типу.

III. Гептан існує у вигляді ізомерів в кількості

- 1) трьох; 2) дев'яти; 3) п'яти; 4) шести.

IV. Альдегіди – це речовини, до складу яких входить функціональна група:

- 1) гідроксильна; 2) карбонільна; 3) карбоксильна;



V. На спалювання 0,5 моль насиченого вуглеводню витрачається 123,2 л кисню (н.у.). Цей вуглеводень відповідає формулі:

- 1) $\text{CH}_3 - \text{CH}_3$; 2) C_7H_{16} ; 3) C_4H_{10} ; 4) $\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{CH}_3$.

VI. Виберіть гомологічну різницю спиртів:

- 1) CH ; 2) CH_4 ; 3) CH_2 ; 4) CH_3 .

VII. Вкажіть назву сполук, молекули яких при однотипної будові відрізняються на одну або кілька $-\text{CH}_2-$ груп:

- 1) мономери; 2) полімери; 3) ізомери; 4) гомологи.

VIII. Визначити кількість σ -зв'язків у молекулі метану:

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

IX. Вкажіть клас органічних сполук, представником яких є бензен:

- 1) алкан; 2) алкіни; 3) ароматичні вуглеводні; 4) алкадієни.

X. Визначте реакцію, яка йде за радикальним механізмом:

- 1) метану з хлором; 2) етену з HCl ;
3) пропену з хлорною водою; 4) ацетилену з водою.

Варіант 5

I. Основоположник наукового дослідження, яке відноситься до розробки основних положень хроматографічного аналізу – сучасного та поширеного фізико-хімічного метода аналізу, встановлення ідентичності органічних речовин й способу їх очищення – це:

1) Лебедєв С.В.; 2) Казанський Б.О.; 3) Цвет М.С.; 4) Курнаков М.С.

II. Підібрати пари між назвою хімічного зв'язку та його визначенням.

1) Семіполярний зв'язок 2) Ковалентний зв'язок
3) Водневий зв'язок 4) Донорно-акцепторний зв'язок

а) зв'язок, що утворюється внаслідок електростатичної взаємодії між двома йонами при переході електронів від одного до іншого;

б) зв'язок, утворений перекриванням електронних орбіталей і локалізований у просторі між атомами, учасниками зв'язку, з обов'язковим зменшенням енергії молекули;

в) зв'язок, що утворюється за донорно-акцепторним механізмом з появою йонної складової на атомах – учасниках зв'язку;

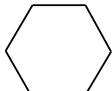
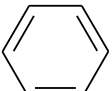
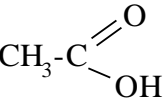
г) зв'язок, що утворюється між атомом Гідрогену і сильноелектронегативним атомом (Окисеном, Нітрогеном, Флуором) унаслідок їх електростатичної взаємодії;

д) зв'язок, що утворюється в результаті взаємодії пари електронів атома-донора і вільної орбіталі атома-акцептора.

III. Бутен існує у вигляді структурних, міжкласових і геометричних ізомерів в кількості:

1) шести; 2) двох; 3) п'яти; 4) семи.

IV. Конформації „крісла” і „ванни” має:

1) $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_3$ 2)  3)  4) 

V. На спалювання 0,5 моль алкіну витрачається 44,8 л кисню (н.у.). Цей вуглеводень відповідає формулі:

1) $\text{CH}_3\text{-CH=CH}_2$; 2) C_4H_6 ; 3) C_4H_{10} ; 4) $\text{HC}\equiv\text{C-CH}_3$.

VI. Вкажіть одновалентний ненасичений радикал ароматичної природи:

1) етил; 2) вініл; 3) феніл; 4) аліл.

VII. Альдегіди – це речовини, до складу яких входить функціональна група:

1) гідроксильна; 2) аміногрупа; 3) карбоксильна; 4) карбонільна.

VIII. Визначити кількість π -зв'язків у молекулі метану:

1) 0, 2) 2, 3) 3, 4) 5.

IX. Вкажіть клас органічних сполук, представником яких є толуен:

1) арени; 2) алкіни; 3) феноли; 4) алкадієни; 5) алкени.

X. Визначте реакцію, яка йде за механізмом електрофільного заміщення:

1) пропену з хлорною водою; 2) етену з HCl ;
3) бензену з нітратною кислотою; 4) метану з бромом.

Варіант 6

I. Йому належить відкриття каталітичної гідратації ацетиленових вуглеводнів з утворенням карбоніловмісних сполук у кислих умовах і присутності каталізатора – солей Меркурію, що було покладено в основу промислового добування ацетальдегіду. Реакція носить його ім'я, також як і премія Російського фізико-хімічного товариства для початкових дослідників-хіміків.

1) Курчатов І.В.; 2) Кучеров М.Г.; 3) Менделєєв Д.І.; 4) Зінін М.М.

II. Підібрати пари назв основних характеристик хімічного ковалентного зв'язку органічних сполук та їх визначень:

1) Полярність зв'язку – це.... 2) Поляризованість зв'язків – це....

3) Локалізованість зв'язку – це.... 4) Делокалізованість зв'язку – це....

а) зв'язок між двома атомами, якому відповідають цілочисельні значення порядку (кратності);

б) зміщення електронної хмари зв'язку до одного з атомів, завдяки їх різній електронегативності;

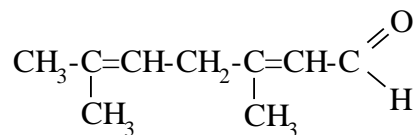
в) стан у ненасичених сполуках, здатний перерозподіляти свої валентні електрони між атомами, кількість яких більша ніж два;

г) зміна розподілу електронної густини зв'язку під дією зовнішніх чинників (реагентів, каталізаторів, розчинників).

III. Пентен існує у вигляді ізомерів в кількості

1) п'яти; 2) дев'яти; 3) шести; 4) двох.

IV. Запах цитрусових забезпечує цитраль, формула якого



, а назва за IUPAC:

1) 2,5-диметил-2,5-гептадієналь; 2) 3,6-диметил-2,5-гептадієналь;

3) 3,6-диметил-2-гептеналь; 4) 2-метил-5-метил-7-гексанон.

V. На спалювання 1 моль алкену витрачається 67,2 л кисню (н.у.). Цей вуглеводень відповідає формулі:

1) $\text{CH}_3-\text{CH}=\text{CH}_2$; 2) C_2H_6 ; 3) C_4H_8 ; 4) $\text{H}_2\text{C}=\text{CH}_2$.

VI. Вкажіть назву зв'язків у дієнових вуглеводнях, подвійні зв'язки яких розділені простим зв'язком між атомами Карбону:

1) аленові; 2) спряжені (кон'юговані); 3) кумулятивні; 4) ізольовані.

VII. Аміни – це речовини, до складу яких входить функціональна група:

1) $-\text{NH}_2$; 2) карбонільна; 3) карбоксілну; 4) $-\text{OH}$.

VIII. Визначити кількість σ -зв'язків у молекулі пропену:

1) 1; 2) 8; 3) 7; 4) 5.

IX. Вкажіть клас органічних сполук, представником яких є пропін:

1) алкадієни; 2) алкіни; 3) феноли; 4) арени; 5) алкени.

X. Визначте реакцію, яка йде за механізмом електрофільного приєднання:

1) пропену з хлорною водою; 2) етану з Br_2 ; 3) бензену з Cl_2 ; 4) C_2H_2 з металами.

Варіант 7

I. Створювач універсального методу синтезу парафінових вуглеводнів з алкілгалогенідів дією металевого натрію, який відомий під його ім'ям. Він був президентом Французького хімічного товариства, автором багатьох хімічних книг і популяризатором хімії, на його честь названо мінерал, колба і насадка для перегонки, які знайшли широке застосування в експериментальній роботі.

1) Вюрц Ш.А.; 2) Бертло П.Е.М.; 3) Резерфорд Е.; 4) Фрідель Ш.

II. Виберіть правильну відповідь для визначення електронного ефекту, який відомий як *індукційний ефект*.

1) Передача електронного впливу дією електростатичних сил йонного або сильнополярного зв'язку через простір;

2) Явище, коли дійсна структура молекули пояснюється сукупністю абстрактних граничних структур;

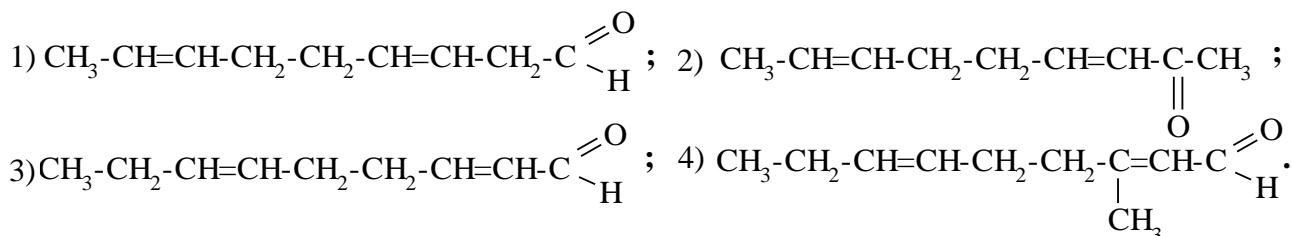
3) Передача електронного впливу при поляризації σ -зв'язків внаслідок різної електронегативності атомів – учасників зв'язку;

4) Взаємодія, що виникає при перекриванні електронної хмари C – H-зв'язку з вакантною або не повністю вакантною р-орбіталлю суміжного атома, розташованого в α -положенні до цього зв'язку.

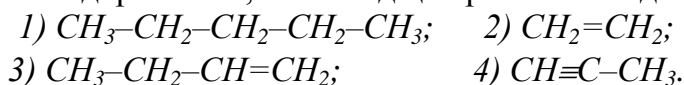
III. Бутадієн існує у вигляді лінійних ізомерів в кількості:

1) чотирьох; 2) двох; 3) одного; 4) немає ізомерів.

IV. Листя огірків вміщують ненасичену речовину 2,6-нонадієналь, формула якої відповідає структурі:



V. Органічна речовина вміщує 85,7% Карбону і 14,3% Гідрогену, її відносна густина пари за киснем дорівнює 2,19. Склад цієї речовини відповідає формулі:



VI. Виберіть гомологічну різницю альдегідів : 1) CH_3 ; 2) CH_4 ; 3) CH ; 4) CH_2 .

VII. Кетони – це речовини, до складу яких входить функціональна група:

1) карбоксыльна; 2) аміногрупа; 3) карбоніл; 4) гідроксыльна.

VIII. Вкажіть назву сполук, молекули яких є структурною одиницею інших, довгих молекул з величезною молярною масою і зовсім іншими властивостями:

1) полімери; 2) гомологи; 3) мономери; 4) ізомери.

IX. Вкажіть клас органічних сполук, в яких кільце бензену сполучається з гідроксыльною групою: 1) алкадієни; 2) алкіни; 3) феноли; 4) альдегіди; 5) ацени.

X. Кількість видів ізомерії в алкенах дорівнює:

1) 3; 2) 1; 3) 2; 4) 4.

Варіант 8

I. Створювач правила про напрямок реакцій заміщення, відщеплення, приєднання за подвійним зв'язком й ізомеризації в залежності від хімічної будови, яке носить його ім'я. Цей вчений досліджував склад нафти, відкрив нафтени – новий клас органічних речовин (1883 р.) і заклав основи нафтохімії як нового наукового напрямку; він вперше вивчив перетворення нафтенів до аренів.

1) Кляйзен Л.; 2) Вюрц Ш.А.; 3) Марковников В.В.; 4) Ломоносов М.В.

II. Підібрати пари назв видів ізомерії органічних сполук та їх визначень.

1) Структурна статична ізомерія – це....

2) Структурна динамічна ізомерія (таутомерія) – це....

3) Енантіомерна ізомерія як вид стереоізомерії – це....

4) Геометрична стереоізомерія – це....

а) явище існування двох дзеркальних ізомерів, які не суміщаються у просторі;

б) вид ізомерії, який характерний для сполук з ізольованими подвійними зв'язками і виникає внаслідок неможливості вільного обертання замісників докола С=C-зв'язку, а також для циклоалканів з 2-мазамісниками відносно площини циклу;

в) ізомерія, яка пов'язана зі взаємним перетворенням двох ізомерів у стані рівноваги;

г) ізомерія речовин, яка пов'язана з певною послідовністю сполучення атомів між собою в молекулах і при якій ізомери не перетворюються один в одного.

III. Хлоробутан існує у вигляді ізомерів в кількості:

1) трьох; 2) двох; 3) п'яти; 4) чотирьох.

IV. 2-метил-4-хлоробутанова кислота відповідає формулі:

1) $Cl-CH_2-CH_2-CH(CH_3)-COOH$; 2) C_6H_6 ;

3) $Cl-CH_2-CH_2-CH(CH_3)-CH_2OH$; 4) $Cl-CH_2-CH(CH_3)-COOH$.

V. На спалювання 1 моль дієнового вуглеводню витрачається 4 моль кисню (н.у.). Цей вуглеводень відповідає формулі: 1) $CH_3-CH_2-CH=CH_2$;

2) $CH_2=C=CH_2$; 3) $CH_2=CH-CH=CH_2$; 4) $CH_2=C=CH-CH_3$.

VI. Виберіть сучасний синонім назви класу вуглеводнів – полісахаридів:

1) монози; 2) поліози; 3) олігосахариди; 4) гексози.

VII. Вкажіть назву сполук, молекули яких складаються з однакових структурних одиниць, сягаючи молярної маси кілька мільйонів Да (а. о. м.), а їхні хімічні та фізичні властивості різко відрізняються від властивостей речовин, які беруть участь в їх створенні:

1) ізомери; 2) мономери; 3) гомологи; 4) полімери.

VIII. Визначте кількість π-зв'язків у молекулі пентадієну:

1) 3; 2) 1; 3) 4; 4) 2.

IX. Вкажіть формулу сполуки, з якої в лабораторії одержують етен:

1) CaC_2 ; 2) C_2H_5OH ; 3) CH_4 ; 4) CH_3COONa .

X. Карбонові кислоти у складі молекул мають наступну функціональну групу:

1) –OH; 2) –COOH; 3) >C=O; 4) –CHO.

Варіант 9

I. Спільна розробка французького і американського хіміків – реакція алкілювання і ацилювання ароматичних сполук в присутності алюміній хлориду (або броміду), яка носить їх прізвища, також як і сам каталізатор.

- 1) Реакція Кляйзена – Фішера; 2) Реакція Вюрца – Фіттіга;
3) Реакція Фріделя – Крафтса; 4) Реакція Гаттермана – Коха.

II. Підібрати пари назв проміжних частинок, які виникають за часом реакцій органічних сполук, та їх визначень.

- 1) Радикал – ... 2) Карбокатион – ...
3) Карбаніон – ... 4) Карбен, або бірадикал – ...

а) катіон, в якому позитивний заряд локалізований на атомі Карбону;

б) атом, або група атомів, в яких два неспарених електрони розташовані на одному атомі Карбону;

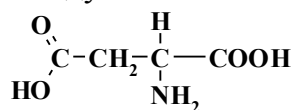
в) атом або група атомів, що мають один (або декілька) неспарених електронів і володіють високою реакційною здатністю в залежності від їх стабільності;

г) аніон, в якому негативний заряд неподіленої пари електронів локалізований на атомі Карбону.

III. Бромопентан існує у вигляді ізомерів в кількості

- 1) семи; 2) десяти; 3) восьми; 4) дванадцяті.

IV. Аспарагінова кислота складу



має назву відповідно ІУРАС:

- 1) 3-амінобутандикарбонова кислота; 2) 2-амінобутандикарбонова кислота;
3) 3-амінобутаналь; 4) 2-аміно-4-оксибутанова кислота.

V. На спалювання 2 моль насиченого вуглеводню витрачається 358,4 л кисню (н.у.). Цей вуглеводень відповідає формулі:

- 1) CH_3-CH_3 ; 2) C_7H_{16} ; 3) C_4H_{10} ; 4) C_5H_{12} .

VI. Вкажіть назву діастереоізомерів, які відрізняються конфігурацією при напівацетальному атомі Карбону:

- 1) аномери; 2) епімери; 3) енантіомери; 4) мономери.

VII. Вкажіть сполуки, молекули яких мають змішані функції:

- 1) амінокислоти; 2) спирти; 3) кетони; 4) каучуки.

VIII. Вкажіть сполуку, що є ізомером гексану:

- 1) бензин; 2) циклогексан; 3) 2,2-диметилбутан; 4) пентан.

IX. Вкажіть формулу сполуки, з якої в лабораторії одержують етин:

- 1) CaC_2 ; 2) C ; 3) CH_4 ; 4) CH_3COONa ; 5) $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$.

X. Визначте реакцію, яка йде за механізмом електрофільного заміщення:

- 1) пропену з хлорною водою; 2) метану з хлором;
3) етину з HCl ; 4) бензену з хлором.

Варіант 10

I. Вчений, ім'я якого носить реакція диспропорціонування альдегідів з утворенням естерів під дією слабких основ, конденсація естерів в присутності основних каталізаторів, перегрупування алілових етерів фенолів до відповідних алілзаміщених фенолів і навіть колба серед хімічного посуду, яку було вперше запропоновано цим хіміком-органіком.

- 1) Фрідель Ш.; 2) Кляйзен Л.; 3) Кларк Ф.У.; 4) Вюрц Ш.А.

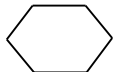
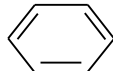
II. Вибрати правильну відповідь для визначення електронного ефекту, який відомий як мезомерний ефект:

- 1) передача електронного впливу дією електростатичних сил йонного або сильнополярного зв'язку через простір;
2) явище, коли дійсна структура молекули пояснюється сукупністю абстрактних граничних структур і електронна густина π -зв'язку частково або повністю зміщується до суміжних σ - і π -зв'язків;
3) передача електронного впливу при поляризації σ -зв'язків, внаслідок різної електронегативності атомів, учасників зв'язку;
4) взаємодія, що виникає при перекриванні електронної хмари C–H зв'язку з вакантною або неповністю вакантною р-орбіталлю суміжного атома, розташованого в α -положенні до цього зв'язку.

III. Диметилбензен існує у вигляді ізомерів в кількості:

- 1) трьох; 2) двох; 3) п'яти; 4) не має ізомерів.

IV. У склад нафти входять:

- 1)  ; 2) $\text{HC}\equiv\text{CH}$; 3)  ; 4) $\text{CH}_3\text{-O-CH}_3$; 5) $\text{CH}_3\text{-}\underset{\text{CH}_3}{\text{C}}\text{H-(CH}_2\text{)}_3\text{-CH}_3$

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

V. Органічна речовина вміщує 82,76 % Карбону і 17,24 % Гідрогену, її відносна густина пари за воднем дорівнює 29. Склад цієї речовини відповідає формулі:

- 1) $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_3$; 2) $\text{CH}_2=\text{CH}_2$; 3) C_4H_8 ; 4) $\text{CH}\equiv\text{C-CH}_3$.

VI. Вкажіть назву фрагмента молекули, що залишається після відділення атома Гідрогену від молекули бензену:

- 1) алкен; 2) алкін; 3) феніл; 4) бензил.

VII. Вкажіть назву сполук, молекули яких утворюються за рахунок естерифікації гліцерину (або аміноспиртів – сфінгозину і сфінганіну) і вищих карбонових кислот: 1) вуглеводи; 2) ліпіди; 3) білки; 4) нуклеїнові кислоти.

VIII. Вкажіть сполуку, що є ізомером циклогексану:

- 1) 1,3-диметилциклобутан; 2) циклогептан; 3) бензен; 4) пентан.

IX. Вкажіть загальну формулу сполук, які одержують гідролізом нітрилів загальної формули $\text{R-C}\equiv\text{N}$: 1) R-OH ; 2) R-O-R ; 3) C_nH_{2n} ; 4) R-COOH .

X. Виберіть реагент, який дає якісну реакцію на амінокислоти:

- 1) Cu(OH)_2 ; 2) орто-толуїдин; 3) Br_2 ; 4) нінгідрин.

ВІДПОВІДІ ДО ТЕСТОВОЇ КР ЗІ ЗМ-ПЗ

№ варі- анта	№ з а п и т а н н я									
	I	II	III	IV	V	Vi	VII	VIII	IX	X
1	3	3	2	3	2	2	2	3	2	3
2	4	2	4	3	4	1	3	1	4	1
3	2	1б, 2г, 3а	1	3	4	1	2	2	2	2
4	4	1в, 2а, 3б	2	2	2	3	4	4	3	1
5	3	1в, 2б, 3г, 4д	1	2	4	3	4	1	1	3
6	2	1б, 2г, 3а, 4в	1	2	4	2	1	2	2	1
7	1	3	2	3	1	4	3	3	3	4
8	3	1г, 2в, 3а, 4б	3	1	2	2	4	4	2	2
9	3	1в, 2а, 3г, 4б	3	2	4	1	1	3	1	4
10	2	2	1	3	1	3	2	1	4	4

Навчально-методичне видання

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ
ДО ОРГАНІЗАЦІЇ САМОСТІЙНОЇ РОБОТИ СТУДЕНТІВ
З ДИСЦИПЛІНИ «ОРГАНІЧНА ХІМІЯ»
ДЛЯ СТУДЕНТІВ І КУРСУ ПРИРОДООХОРОННОГО ФАКУЛЬТЕТУ

Укладачі: Федорова Галина Володимирівна, доцент, кандидат хім. наук,
Краснощока Світлана Петрівна, інженер

Підписано до друку 19.06.2012. Формат 60x84/16. Папір офсетний.
Друк офсетний. Ум. друк. Арк. 3,72.
Тираж 50 прим. Зам. № 125.

Одеський державний екологічний університет
65016, Одеса, вул. Львівська, 15

Надруковано з готового оригінал-макета

Друкарня видавництва «Екологія»
65045, м. Одеса, вул. Базарна, 106, к. 313
Тел.: (0482) 33-07-18, 37-07-95, 37-15-27

www.fotoalbom-odessa.com

Свідоцтво суб'єкта видавничої справи ДК № 1873 від 20.07.2004 р.