

**Державний заклад  
«Південноукраїнський національний педагогічний університет  
імені К. Д. Ушинського»**

Кафедра біології та здоров'язберезувальних технологій

**ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА  
ВУГЛЕВОДНІВ**  
МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ  
ДО САМОСТІЙНОЇ РОБОТИ ЗДОБУВАЧІВ ВИЩОЇ ОСВІТИ  
з дисципліни  
ЗАГАЛЬНА ХІМІЯ (органічна хімія)

Для здобувачів вищої освіти першого (бакалаврського) рівня  
спеціальності 014 Середня освіта (Природничі науки).

Одеса – 2026

Рекомендовано до друку рішенням Вченої ради Державного закладу «Південноукраїнський національний педагогічний університет імені К. Д. Ушинського» (протокол № 14 від 28 травня 2026 року).

Загальна характеристика вуглеводнів. Методичні рекомендації до самостійної роботи здобувачів вищої освіти з дисципліни «Загальна хімія (органічна хімія)» / Укладач: М.В. Шестакова. Одеса: Університет Ушинського, 2026. 71 с.

Рецензенти:

**В.В. Борщенко**, кандидат педагогічних наук, доцент, доцент кафедри біології та здоров'язберезувальних технологій Державного закладу «Південноукраїнський національний педагогічний університет імені К. Д. Ушинського».

**Р.Ю. Іванова**, кандидат хімічних наук, доцент, доцент кафедри «Безпека життєдіяльності, екологія та хімія» Одеського національного морського університету.

Методичні рекомендації призначені для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти за спеціальністю 014 Середня освіта (Природничі науки). Містять пояснювальну записку, загальні положення, рекомендації щодо організації та форм самостійної роботи студентів, контролю самостійної роботи, тематичний план та зміст дисципліни «Загальна хімія (органічна хімія)», теоретичний матеріал за темою «Загальна характеристика вуглеводнів», тестові завдання з самостійної роботи, приклади практичних завдань за темою «Загальна характеристика вуглеводнів», екзаменаційні питання, а також список використаної літератури.

## ЗМІСТ

Пояснювальна записка .....	4
Програма навчальної дисципліни .....	7
Загальні положення .....	9
Організація та форми самостійної роботи .....	10
Методичне забезпечення самостійної роботи .....	13
Загальна характеристика вуглеводнів. Теоретична частина.....	13
Тестові завдання для самостійної роботи .....	51
Практичні завдання.....	60
Питання до екзамену .....	69
Використана література .....	71

## ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

**Метою навчальної дисципліни «Загальна хімія (органічна хімія)» є** формування компетентностей щодо оволодіння необхідними теоретичними знаннями з органічної хімії та практичними навичками з органічної хімії, механізмами реакцій, стереохімією, широким колом класичних органічних реакцій, з класифікації органічних сполук, методів добування, фізичних та хімічних властивостей, основами особливостей хімічної поведінки органічних ароматичних та гетероциклічних сполук, їх класифікацією, теорією та практикою органічного синтезу.

Сформувати мотивацію щодо використання набутих знань у професійній діяльності.

**Передумови для вивчення дисципліни:** для вивчення навчальної дисципліни «Загальна хімія (органічна хімія)» здобувачі мають опанувати знання з навчальних дисциплін: «Загальна хімія (неорганічна хімія)».

**Дозвіл на використання ШІ:** здобувачам вищої освіти дозволено використання генеративних інструментів штучного інтелекту (ШІ) для виконання письмових робіт, наукових досліджень та інших завдань. Однак робота повинна містити оригінальні висновки, аналіз та критичне осмислення.

### **Очікувані програмні результати навчання:**

ПРН 4. Розуміти історію та закономірності розвитку предметної області, її місце у загальній системі знань про природу і суспільство; критично осмислювати явища й процеси української та зарубіжної культури, цінувати українську національну культуру, багатоманітність і мультикультурність у суспільстві; діяти відповідально й свідомо на засадах поваги до прав і свобод людини та громадянина; демонструвати навички соціальної активності, відповідальності за стан довкілля та суспільства.

ПРН14. Організувати освітнє середовище з урахуванням правил безпеки життєдіяльності, санітарних правил і норм, протиепідемічних правил; вживати заходів щодо запобігання та протидії булінгу.

ПРН 21. Знати та використовувати у професійній діяльності сучасну термінологію, наукові поняття, закони, концепції, вчення і теорії природничих наук, біології, фізики, хімії для пояснення явищ природи та розвитку у здобувачів освіти розуміння сучасної природничо-наукової картини світу.

ПРН 24. Знати загальну структуру хімічних наук, вчення про періодичну зміну властивостей хімічних елементів та їхніх сполук, про будову речовини та розуміти взаємозв'язок між ними; знати головні типи хімічних реакцій та їхні основні характеристики; уміти застосовувати методи дослідження для встановлення складу, будови й властивостей речовин.

ПРН 26. Уміти планувати, організувати та здійснювати фізичний, хімічний і біологічний експеримент та використовувати його як засіб навчання.

ПРН 27. Володіти методами розв'язування різних типів задач з хімії, фізики і біології; формувати відповідні вміння у здобувачів освіти.

Очікувані результати вивчення дисципліни

**знати:**

- номенклатуру органічних сполук: тривіальну, замісничково-радикальну, раціональну та міжнародну ІЮПАК;
- ізомерію та види ізомерії, просторову будову та основні принципи зображення ізомерів;
- класифікацію органічних сполук та хімічних реакцій в органічній хімії;
- основні теорії кислотності та основності органічних сполук;
- основи теорії реакцій органічних сполук;
- інструментальні та хімічні методи добування органічних сполук та їх хімічні властивості.
- **уміти:**
- складати хімічні реакції перетворення органічних сполук;

- визначати напрямок реакцій;
- складати ланцюг перетворення органічних речовин;
- складати устаткування та проводити хімічні дослідження з органічними сполуками.

Здобувачі, які використовують ШІ для допомоги у виконанні завдань, зобов'язані:

- у передмові зазначити факт використання ШІ у роботі.
- пояснити як саме ШІ допоміг у створенні тексту (генерація ідей, перевірка фактів, формулювання висновків).
- пояснити, які частини тексту були створені за допомогою ШІ і в яких аспектах внесено власні корективи

**Унаслідок досягнення результатів навчання здобувачі вищої освіти в контексті змісту навчальної дисципліни мають опанувати такі компетентності:**

**Загальні компетентності:**

ЗК6. Здатність зберігати та примножувати моральні, культурні, наукові цінності і досягнення суспільства на основі розуміння історії та закономірностей розвитку предметної області, її місця у загальній системі знань про природу і суспільство та у розвитку суспільства, техніки і технологій, використовувати різні види та форми ведення здорового способу життя.

ЗК7. Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу.

ЗК8. Здатність учитися й оволодівати сучасними знаннями, застосовувати їх у практичних ситуаціях.

**Спеціальні компетентності:**

СК 10. Здатність організувати безпечне освітнє середовище, використовувати здоров'язбережувальні технології під час освітнього процесу.

СК 14. Здатність оперувати та використовувати у професійній діяльності сучасну термінологію, наукові поняття, закони, концепції, вчення і теорії природничих наук, біології, фізики, хімії для пояснення явищ природи та розвитку в учнів розуміння сучасної природничо-наукової картини світу.

СК 17. Здатність розкривати загальну структуру хімічних наук на підставі взаємозв'язку основних учень про будову речовини, про періодичну зміну властивостей хімічних елементів та їх сполук, про спрямованість (хімічна термодинаміка), швидкість (хімічна кінетика) хімічних процесів та їхні механізми; застосовувати методи дослідження для встановлення складу, будови і властивостей речовин.

СК18. Здатність планувати, організовувати і здійснювати експерименти у галузі природничих наук (фізики, хімії, біології) і використовувати їх як метод та засіб навчання.

СК 19.Здатність розв'язувати задачі шкільного курсу з хімії, фізики і біології різного рівня складності та навчати учнів їх розв'язування.

**Міждисциплінарні зв'язки:** навчальний курс пов'язано з наступними дисциплінами: «Методика навчання хімії», «Атестаційний екзамен з теорії і методики навчання природничих наук», «Виробнича практика з інтегрованих навчальних курсів природничої галузі в закладах фахової передвищої освіти».

## **ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**

### **Змістовий модуль I. Теоретичні основи органічної хімії.**

Тема 1. Основи будови органічних сполук.

Предмет органічної хімії. Загальні теоретичні уявлення в органічній хімії. Ізомерія органічних сполук. Теорія О.М.Бутлерова. Природа хімічного зв'язку в органічних сполуках. Взаємний вплив атомів у молекулі. Короткий огляд історії розвитку органічної хімії. Розвиток теоретичних уявлень про будову органічних сполук.

Тема 2. Класифікація органічних сполук, реакцій та реагентів.

Класифікація та номенклатура органічних сполук. Класифікація реакцій та реагентів. Механізм органічних реакцій. Електрофільні і нуклеофільні реагенти. Типи органічних реакцій.

Тема 3. Кислотність та основність органічних сполук.

Теорія електролітичної дисоціації Арреніуса-Оствальда. Теорія Бренстеда-Лоурі. Кислотність і основність за теорією Бренстеда. Типи органічних кислот та основ. Кислоти і основи Льюїса. Жорсткі і м'які кислоти і основи.

Тема 4. Аліфатичні вуглеводні.

Алкани. Ізомерія, номенклатура. Методи добування. Будова. Фізичні, хімічні властивості та практичне застосування. Ізомерія, номенклатура.

Тема 5. Ненасичені вуглеводні (алкени, алкадієни, алкіни).

Ізомерія, номенклатура. Методи добування. Будова. Фізичні, хімічні властивості та практичне застосування.

Тема 6. Арени.

Особливості будови бензолу. Поняття про ароматичність. Ізомерія, номенклатура. Реакції електрофільного заміщення. Правила орієнтації при заміщенні у бензольному ядрі. Методи одержання. Фізичні, хімічні властивості бензолу. Замищенні бензоли. Правила орієнтації при заміщенні у бензольному ядрі. Механізм орієнтуючої дії замісників.

Тема 7. Оксигенвмісні органічні сполуки.

Спирти. Одноатомні та багатоатомні спирти, феноли. Методи синтезу, будова та реакційна здатність. Карбонільні сполуки аліфатичного та ароматичного ряду. Альдегіди та кетони. Номенклатура, класифікація, методи добування. Фізичні, хімічні властивості та практичне застосування. Карбонові кислоти аліфатичного та ароматичного ряду та їх похідні. Класифікація, номенклатура, методи синтезу, хімічні властивості. Похідні карбонових кислот. Уявлення про основні напрямки використання карбонових кислот та їх похідних. Дикарбонові кислоти.

Тема 8. Нітрогенвмісні органічні сполуки.

Нітросполуки. Особливості будови. Аці-нітро-ізомерія. Методи отримання, хімічні властивості. Практичне застосування. Аміни. Аміни аліфатичного та ароматичного ряду. Будова, номенклатура, хімічні властивості, методи синтезу. Основність та кислотність амінів. Основні представники аліфатичних та

ароматичних амінів та шляхи їх використання. Діазонієві солі, будова та хімічні властивості. Класифікація, номенклатура, методи синтезу, хімічні властивості.

## ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ

Дисципліна «Загальна хімія (органічна хімія)» є базовим предметом, основним завданням якого є оволодіння необхідними теоретичними знаннями з органічної хімії та практичними навичками з органічної хімії, механізмами реакцій, стереохімією, широким колом класичних органічних реакцій, з класифікації органічних сполук, методів добування, фізичних та хімічних властивостей, основами особливостей хімічної поведінки органічних ароматичних та гетероциклічних сполук, їх класифікацією, теорією та практикою органічного синтезу.

Цей курс дозволяє студентам ознайомитись із однією з найважливіших фундаментальних дисциплін, глибше зрозуміти процеси, що відбуваються у природі та техніці, закони розвитку та руху хімічного рівня матеріального світу. Він має важливе значення для формування майбутніх фахівців. Опанування та осмислення цього курсу допоможе студентам у подальшому успішно вивчати інші фундаментальні та спеціальні дисципліни.

Досягти цього неможливо лише шляхом передання знань у готовому вигляді від викладача до студента, особливо у сучасних умовах світової пандемії COVID-19 та війни.

Посилення ролі самостійної роботи здобувачів закладів вищої освіти визначено в сучасній особистісно-орієнтовній парадигмі, що вимагає переходу від позиції пасивного споживача навчальної інформації в позицію активного, самостійного суб'єкта освітнього процесу, у державних освітніх стандартах вищої професійної освіти та в інших нормативних документах. Головна мета вищої педагогічної освіти полягає у підготовці компетентного, ініціативного фахівця, здатного до прийняття ефективного самостійного рішення професійних задач в будь-яких умовах.

Досвід самостійної роботи здобувачів вищої освіти стане не тільки важливою формою навчального процесу та визначеним розширенням знань з дисципліни «Загальна хімія (органічна хімія)», а й стане основою творчого саморозвитку фахівця у процесі професійної діяльності.

## **ОРГАНІЗАЦІЯ ТА ФОРМИ САМОСТІЙНОЇ РОБОТИ ЗДОБУВАЧІВ ВИЩОЇ ОСВІТИ**

Самостійна робота здобувачів вищої освіти з дисципліни «Загальна хімія (органічна хімія)» потребує наявності стійкої мотивації, яка визначається необхідністю ефективної професійної діяльності.

Активізація самостійної роботи студентами може бути забезпечена такими факторами:

- участю у колективному (командному) виконанні аудиторної роботи;
- використання в освітньому процесі активних методів навчання;
- мотивуючими чинниками контролю знань (рейтингова та накопичувальна системи оцінювання знань);
- розширенням об'єму знань з дисципліни за рахунок самостійної роботи з додатковою літературою;
- пошук (підбір) і огляд літератури і електронних джерел інформації з індивідуально заданої проблеми навчального курсу;
- підготовка до лабораторних і практичних (семінарських) занять;
- необхідністю обов'язкового виконання індивідуальних навчально-дослідних завдань;

Основне завдання організації самостійної роботи здобувачів вищої освіти з «Загальна хімія (органічна хімія)» – навчити їх працювати свідомо не лише з навчальним матеріалом, а й з науковою інформацією, закласти основи самоорганізації та самовиховання, сформувати вміння та навички використовувати набуті знання.

При вивченні дисципліни «Загальна хімія (органічна хімія)» для організації самостійної роботи необхідною є єдність таких її взаємопов'язаних форм:

- аудиторна робота;
- позааудиторна пошуково-аналітична робота;
- творча наукова робота.

**Аудиторна самостійна робота** реалізується у процесі лекційних і лабораторних занять. Під час лабораторного заняття студенти детально аналізують загальні теоретичні положення органічної хімії з урахуванням сучасних досягнень, сучасну номенклатуру основних класів органічних сполук, основні відомості про органічні сполуки та їх різноманітні функціональні похідні, методи синтезу, визначення будови та фізичних і хімічних властивостей цих сполук, а також реакції виявлення та напрямки їх практичного застосування властивості; набувають вмінь і навичок використання одержаних знань в професійній діяльності.

При проведенні лабораторних занять відбувається перевірка засвоєння отриманих знань шляхом застосування попередньо підготовленого методичного матеріалу – тестів для виявлення ступеня опанування здобувачами необхідних теоретичних і практичних положень. Також застосовуються такі форми аудиторної діяльності, як опитування, аналіз типових помилок, дискусії, рефлексійний аналіз розуміння матеріалу тощо. Підготовка до таких занять потребує ґрунтовної теоретичної і практичної самостійної роботи студентів. На заняттях обговорюються попередньо визначені питання, до яких студенти готують за аналізом літературних джерел тези відповідей. При оцінюванні роботи здобувачів враховуються: уміння аналізувати навчальний матеріал; здатність формулювати та відстоювати свою позицію; активність; можливість науково мислити; навички самостійної роботи з літературою, першоджерелами з дисципліни та методика їх опрацювання; якість написання аналізу тощо. Дискусії дають змогу виявити індивідуальні особливості розуміння обговорюваного питання, навчитись у творчій суперечці визначати істину, встановлювати особисту і спільну позиції щодо обговорюваної проблеми. У

процесі дискусії здобувачі збагачують зміст уже відомого матеріалу, впорядковують і закріплюють його.

Форми проведення лабораторних робіт і дискусій можуть бути різними. Під час вивчення дисципліни «Загальна хімія (органічна хімія)» застосовують такі форми:

- у вигляді запитань і відповідей з коментарями;
- розгорнуті бесіди;
- дискусії за принципом «круглий стіл»;
- обговорення доповідей здобувачів та їх оцінювання;
- вирішення проблемних питань і розбір конкретних ситуацій;
- у режимі «мозкова атака» або у формі «потоків ідей»;
- «майстер-класи».

**Позааудиторна робота** з дисципліни «Загальна хімія (органічна хімія)» має характер пошуково-аналітичної і наукової роботи. Завдання, які постають перед здобувачами у процесі самостійної роботи, сприяють мисленню, формуванню умінь і навичок, основних фахових компетентностей. Завдання для самостійної роботи поглиблюють і закріплюють знання та уміння, які здобувачі отримують на лекціях і практичних заняттях. Доцільними при вивченні дисципліни «Загальна хімія (органічна хімія)» є такі форми проведення самостійної роботи:

- пошук та огляд наукових джерел за заданою проблематикою;
- підготовка доповідей;
- формулювання основних понять;
- відповідальне виконання домашніх завдань;
- ретельна підготовка до лабораторних занять і дискусій різних видів.

## **МЕТОДИЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ САМОСТІЙНОЇ РОБОТИ ЗДОБУВАЧІВ ВИЩОЇ ОСВІТИ**

Самостійна робота здобувачів забезпечується системою навчально-методичних засобів, передбачених для вивчення дисципліни «Загальна хімія (органічна хімія)» підручники, монографії, навчальні посібники, конспекти лекцій, відео-матеріали і презентації, робоча програма навчальної дисципліни «Загальна хімія (органічна хімія)». Самостійна робота здобувачів вищої освіти різноманітна – підготовка і написання рефератів, доповідей, презентацій та інших письмових робіт на задані теми. Студенту надається право вибору теми; виконання індивідуальних домашніх завдань різноманітного характеру:

- рішення задач з підбору літературних джерел;
- розробка та складання різних схем і таблиць.

Різні види самостійної роботи дозволяють зробити процес навчання більш цікавим і підняти активність значної частини здобувачів в групі.

### **ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА ВУГЛЕВОДНІВ.**

#### **Теоретична частина.**

Органічна хімія охоплює в своїх дослідженнях майже 20 млн. сполук, переважна більшість яких має дуже складну будову. Тому розібратися в такому величезному масиві можна тільки, по-перше, на основі чіткої класифікації і, по-друге, на знайомстві з характерним и родовими ознаками окремих груп сполук залежно від особливостей їх будови і складу.

Будь-яку органічну сполуку можна розглядати як похідне відповідного вуглеводню, в якому один чи декілька атомів гідрогену заміщені вуглеводневими радикалами чи функціональними групами. Саме тому класифікація і номенклатура переважної більшості органічних сполук базується на основі класифікації та номенклатури вуглеводнів.

Вуглеводні – це органічні сполуки, молекули яких складаються з атомів двох елементів – карбону і гідрогену.

Кожний тип вуглеводнів утворює свій гомологічний ряд – послідовність подібних за будовою і властивостями сполук, склад якої відображається спільною загальною формулою.

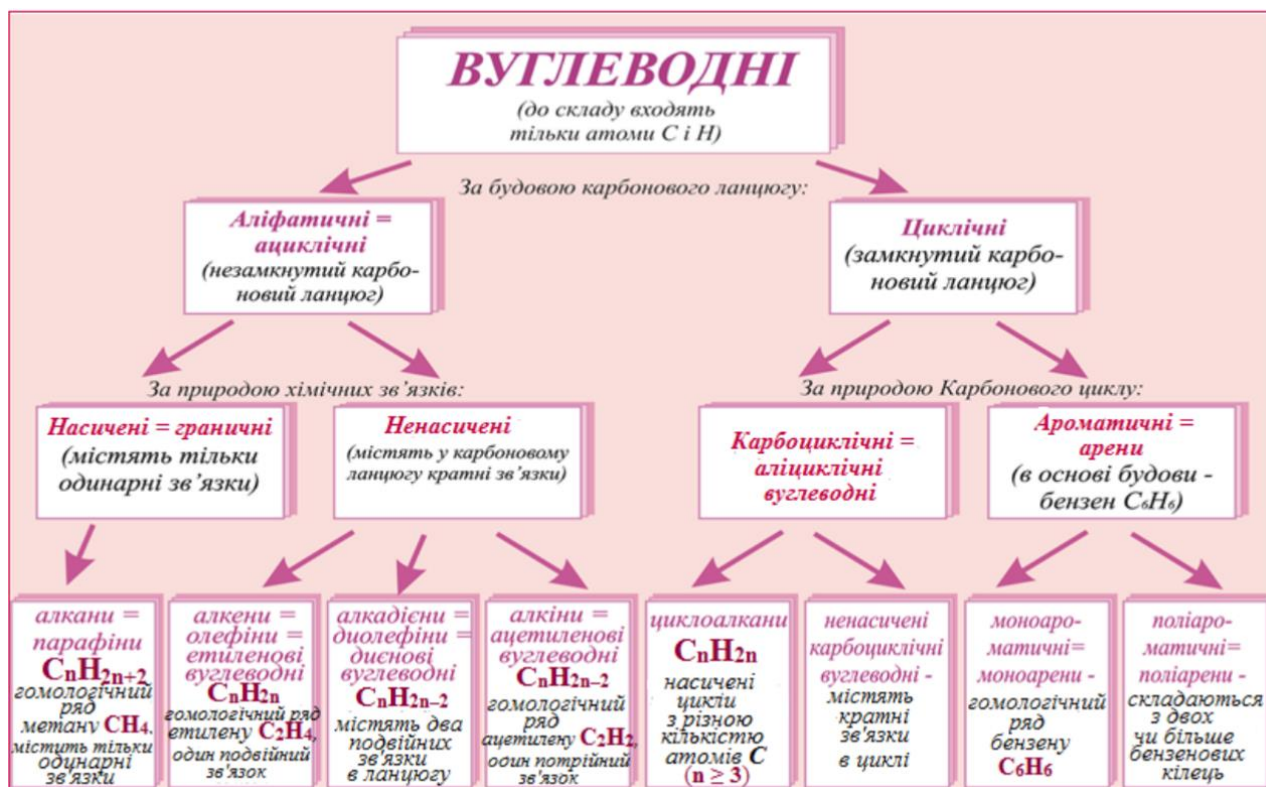


Рисунок 1. Класифікація вуглеводнів за будовою карбонівому ланцюгу і характером зв'язків між атомами карбону.

За будовою карбонівому ланцюгу вуглеводні поділяються на такі ряди:

*ліфатичні вуглеводні* (інша назва – ациклічні вуглеводні), які мають незамкнуту структуру – нормальну чи розгалужену;

*иклічні вуглеводні*, в основі будови яких лежить замкнутий ланцюг. В свою чергу, циклічні вуглеводні включають:

*арбоциклічні вуглеводні*, замкнутий ланцюг яких може бути насиченим чи ненасиченим;

роматичні вуглеводні, в основі будови яких лежить бензенове кільце складу  $C_6H_6$ .

Залежно від характеру хімічних зв'язків між атомами карбону вуглеводні можуть бути такими:

*асичені вуглеводні*, в яких атоми карбону сполучені одинарними  $\sigma$ -зв'язками;

*енасичені вуглеводні*, що містять кратні зв'язки – подвійні (один  $\sigma$ - і один  $\pi$ -зв'язок), потрійні (один  $\sigma$ - і два  $\pi$ -зв'язки) чи їх комбінацію.

Генетичною основою гомологічних рядів аліфатичних і аліциклічних вуглеводнів є гомологічний ряд насичених незамкнутих вуглеводнів – алканів (табл.

Таблиця 1. Гомологічний ряд алканів.

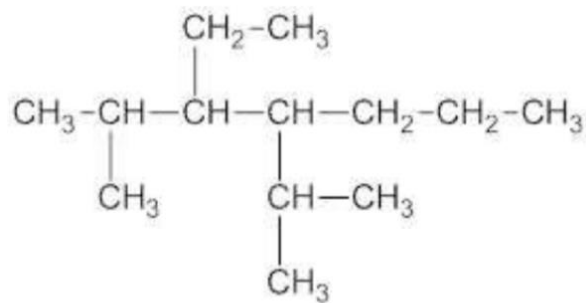
<i>Склад (брутто-формула)</i>	<i>Раціональна структурна формула</i>	<i>Назва</i>
$CH_4$	$CH_4$	Метан
$C_2H_6$	$CH_3-CH_3$	Етан
$C_3H_8$	$CH_3-CH_2-CH_3$	Пропан
$C_4H_{10}$	$CH_3-(CH_2)_2-CH_3$	Бутан
$C_5H_{12}$	$CH_3-(CH_2)_3-CH_3$	Пентан
$C_6H_{14}$	$CH_3-(CH_2)_4-CH_3$	Гексан
$C_7H_{16}$	$CH_3-(CH_2)_5-CH_3$	Гептан
$C_8H_{18}$	$CH_3-(CH_2)_6-CH_3$	Октан
$C_9H_{20}$	$CH_3-(CH_2)_7-CH_3$	Нонан
$C_{10}H_{22}$	$CH_3-(CH_2)_8-CH_3$	Декан

## НАСИЧЕНІ ВУГЛЕВОДНІ.

### Алкани.

Насичені аліфатичні вуглеводні утворюють гомологічний ряд *алканів* з загальною формулою  $C_nH_{2n+2}$ . Інша назва алканів – парафіни (від грецького *para affinis*, тобто позбавлені хімічної спорідненості, малоактивні) – свідчить про їх невисоку реакційну здатність.

**Номенклатура алканів.** За систематичною номенклатурою назва алканів має наступну структуру: замісники + головний ланцюг + префікс *-ан*

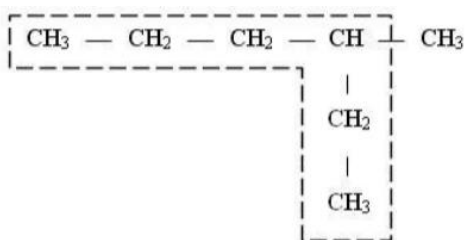


3-етил-4-ізопропіл-2-метилгептан

Перші чотири алкани мають традиційні назви (метан, етан, пропан, бутан), а назви наступних утворюються від грецьких або латинських числівників з додаванням суфікса *-ан*. Алкани утворюють гомологічний ряд алканів (див. Табл.1).

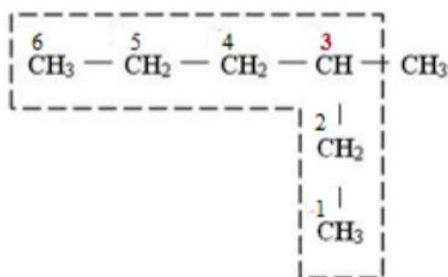
Назви алканів складають на підставі такого алгоритму:

вибирають найдовший карбоновий ланцюг – незалежно від геометричного розміщення структурної формули, наприклад:

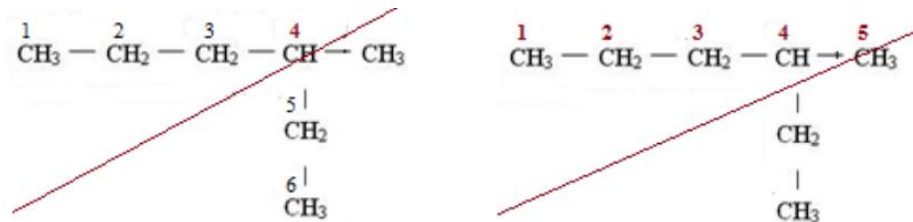


Якщо молекула містить два ланцюги однакової довжини, то головним вважають найбільш розгалужений.

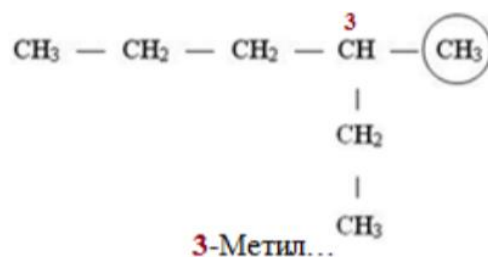
нумерують арабськими цифрами атоми С головного ланцюгу, починаючи з того краю, до якого найближче знаходиться вуглеводневий радикал. Правильна нумерація ланцюгу для прикладу, що розглядається:



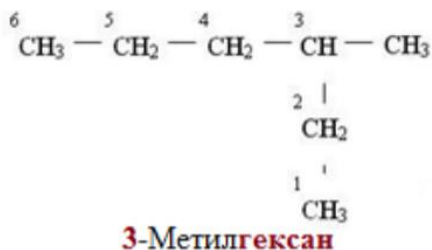
Інші варіанти нумерації не годяться, оскільки або ланцюг не буде найдовшим, або атом С, сполучений з замісником-радикалом, не матиме найменшого номера:



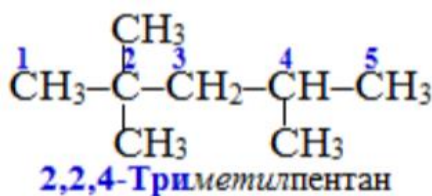
а допомогою цифри-локанту вказують положення радикалу в головному ланцюгу і називають радикал:



о назви радикалу додають назву головного ланцюгу, яка визначається назвою відповідного алкану з такою ж кількістю атомів С:

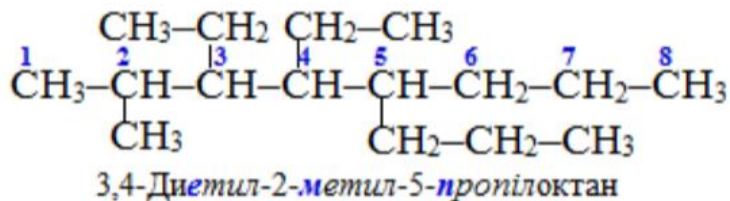
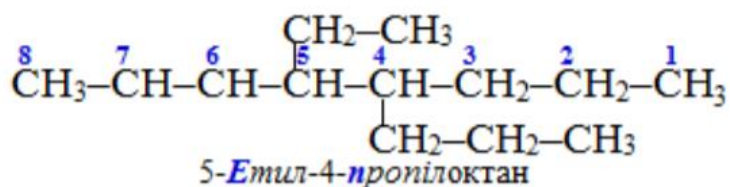


) Якщо карбоновий ланцюг містить декілька однакових замісників, то перед назвою родопочаткового алкану передбачається множувальний префікс, якому повинна відповідати кількість цифр-локантів. При цьому слід дотримуватися такого правила: при написанні назви сполуки між цифрами необхідно ставити кому, між цифрою і буквою – дефіс, а назви радикалів не відокремлювати від назви головного ланцюгу, як це показано у прикладі:



) У випадку декількох різних замісників, що знаходяться на однаковій відстані від обох країв структури, нумерацію починають з боку складнішого радикалу. Проте в

назві вуглеводню замісники перелічуються в алфавітному порядку, причому наявність множувальних часток на алфавітну послідовність переліку не розповсюджується. Наприклад:



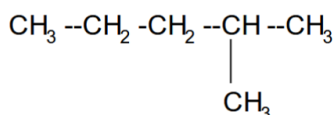
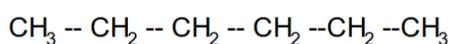
Для того щоб правильно називати алкани потрібно знати назви алкільних замісників. Алкільні замісники (алкіли) – вуглеводневі залишки, утворені шляхом відщеплення атомів Гідрогену від молекули алкану. Алкіли і вільні радикали – це не одне і те саме. Алкіл – це залишок алкану, а радикал – це реальна частинка з неспареним електроном. Назви алкільного замісника утворюються від назви відповідного алкану заміною суфікса -ан на -ил(-іл). Назви деяких алкілів наведено нижче.

Назви деяких алканів та алкільних замісників

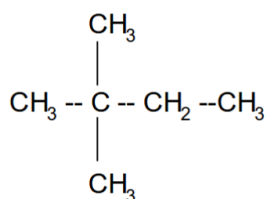
$\text{CH}_4$ метан	$\text{CH}_3-$ метил
$\text{CH}_3-\text{CH}_3$ етан	$\text{CH}_3-\text{CH}_2-$ етил
$\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}_3$ пропан	$\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}_2-$ пропіл
$\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_3$ бутан	$\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-$ бутил
	$\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\   \\ \text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}- \\ \text{етор-бутил} \end{array}$
$\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\   \\ \text{CH}_3-\text{CH}-\text{CH}_3 \\ \text{ізобутан} \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\   \\ \text{CH}_3-\text{CH}-\text{CH}_2- \\ \text{ізобутил} \end{array}$
	$\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\   \\ \text{CH}_3-\text{C}- \\   \\ \text{CH}_3 \\ \text{трет-бутил} \end{array}$
$\text{CH}_3-(\text{CH}_2)_3-\text{CH}_3$ пентан	$\text{CH}_3-(\text{CH}_2)_4-$ пентил
$\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\   \\ \text{CH}_3-\text{CH}-\text{CH}_2-\text{CH}_3 \\ \text{ізопентан} \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\   \\ \text{CH}_3-\text{CH}-(\text{CH}_2)_2- \\ \text{ізопентил} \end{array}$
	$\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\   \\ \text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{C}- \\   \\ \text{CH}_3 \\ \text{трет-пентил} \end{array}$
$\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\   \\ \text{CH}_3-\text{C}-\text{CH}_3 \\   \\ \text{CH}_3 \\ \text{неопентан} \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\   \\ \text{CH}_3-\text{C}-\text{CH}_2- \\   \\ \text{CH}_3 \\ \text{неопентил} \end{array}$

Кількість структурних ізомерів зростає зі збільшенням кількості атомів Карбону у молекулі. Для алканів існує конформаційна ізомерія і починаючи з гептану – оптична ізомерія. Кількість ізомерів для алканів. Алкани, число атомів Карбону в яких більше трьох, мають ізомери. Число цих ізомерів зростає з величезною швидкістю в міру збільшення числа атомів Карбону.

Приклади ізомерів для n-гексану:

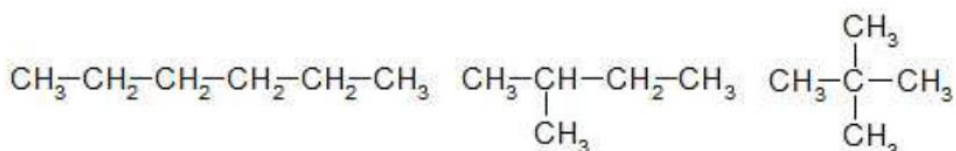


2- метил пентан



2,2 -диметилбутан

Починаючи з бутану в алканів з'являється структурна ізомерія:



**Особливості хімічного зв'язку в алканах.** В алканах має місце  $sp^3$ -гібридизація. Комбінація чотирьох орбіталей (однієї s- і трьох p-) приводить до  $sp^3$ -гібридизації, при якій чотири гібридизовані орбіталі симетрично орієнтовані у просторі до чотирьох вершин уявного тетраедра, тобто під кутом  $109^{\circ}28'$  (рис. 2). Таке розміщення зв'язків зумовлює *тетраедричну форму* молекул, що характерно для насичених сполук чотиривалентного Карбону ( $\text{CH}_4$ ,  $\text{CCl}_4$ ,  $\text{C}_2\text{H}_6$ ).

Так, у молекулі метану  $\text{CH}_4$  атом карбону, який в основному стані мав електронну структуру  $2s^2 2p^2$ , а після збудження –  $2s^1 2p^3$ , піддається  $sp^3$ -гібридизації, причому кожна з чотирьох гібридизованих орбіталей містить по одному неспареному електрону (рис. 3) і утворює чотири рівноцінні зв'язки при перекриванні з сферичними 1s-орбіталями чотирьох атомів Н. Це сприяє симетричному перекриванню електронних орбіталей у вершинах уявного тетраедру з атомом  $\text{C}^*$  у центрі (рис. 4).

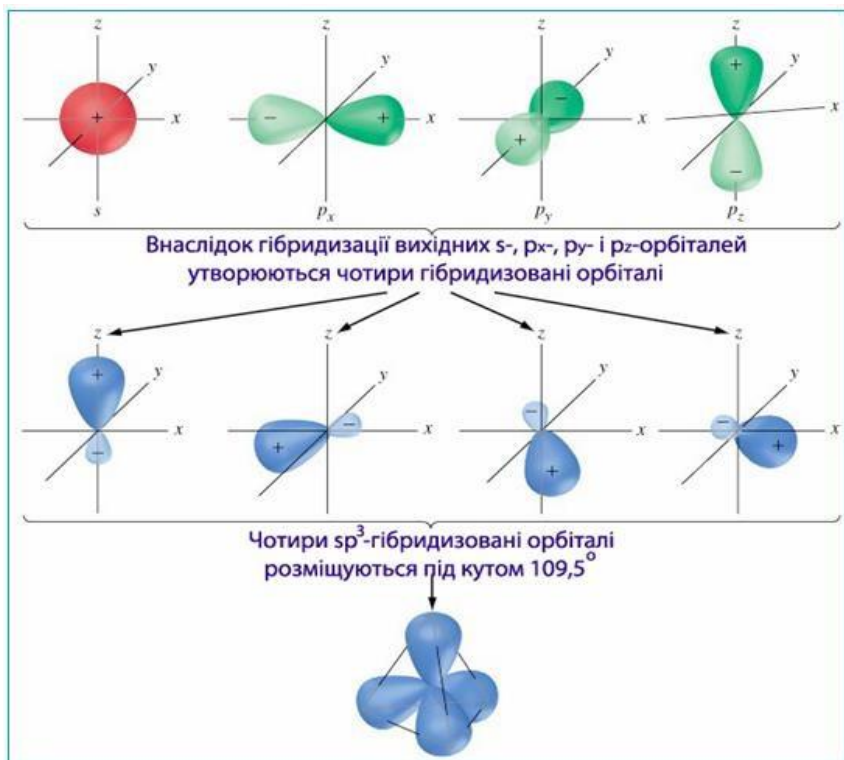


Рисунок 2. Схема  $sp^3$ -гібридизації атомних орбіталей і тетраедрична форма молекули, що зумовлена  $sp^3$ -гібридизацією.



Рисунок 3. Схема послідовного переходу атома карбону в збуджений і гібридизований стан.

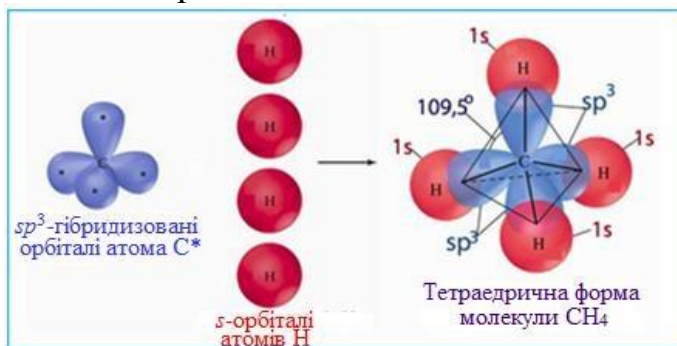


Рисунок 4. Тетраедрична форма молекули  $CH_4$ , що зумовлюється  $sp^3$ -гібридизацією орбіталей атома  $C^*$ .

Завдяки  $sp^3$ -гібридизації, яка зумовлює розмір валентного кута ( $109^{\circ}28'$ ), молекули насичених алканів із довгим ланцюгом мають зигзагоподібну форму (рис. 5).

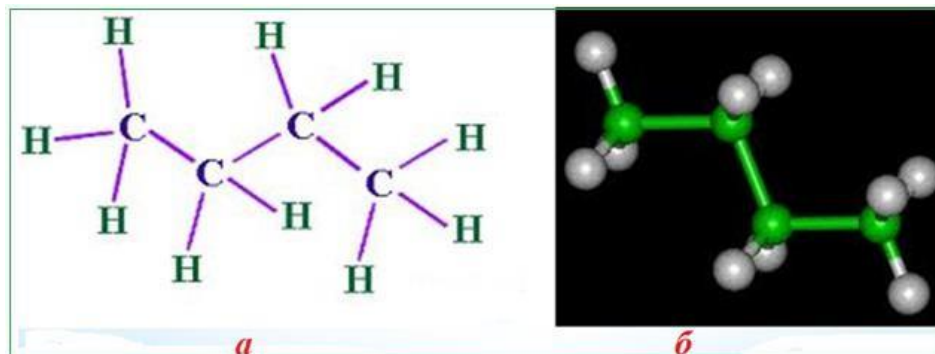


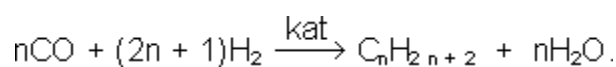
Рисунок 5. Просторова форма молекули бутану  $C_4H_{10}$ : а) структурна формула; б) модель молекули.

### **Методи одержання.**

*Промислові способи.* Крім розгонки нафти і виділення таким чином сумішей вуглеводів застосовуються такі промислові способи отримання сумішей вуглеводнів.

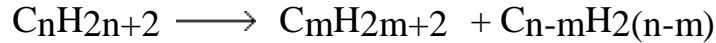
1. *Гідрогенізація бурого вугілля (Бергіус).* Тонко подрібнене буре вугілля змішують з важким маслом, яке одержали після розгонки продуктів гідрогенізації попередньої частини вугілля, додаючи як каталізатор залізо і діють воднем при температурі 723-773 К під тиском 200-300 атм. Рідкий продукт гідрогенізації розганяють, виділяючи з нього газу, бензин і більш важкі погони. Таким шляхом в Німеччині, не маючи своєї нафти, одержували бензин, змащувальні мастила і сировину для хімічного синтезу.

2. *Синтез з оксиду вуглецю.* При пропусканні суміші оксиду вуглецю з воднем при температурі 473 К і атмосферному тиску над каталізаторами які складаються з металічних заліза і кобальту, утворюється суміш алканів - синтин, який складається головним чином з нормальних парафінів з домішкою розгалужених



Синтин є сировиною для органічного синтезу і для переробки в моторне пальне.

3. *Крекінг нафти.* При крекінгу нафти вищі алкани і інші вуглеводні нафти подрібнюються і утворюють суміш нижчих алканів, починаючи з метану і олефінів:

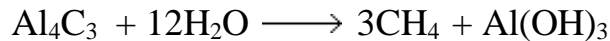


Таким чином, крекінг є одним з найважливіших джерел промислового добування алканів (в суміші з олефінами). З одержаних алканів особливо цінні, як сировина для хімічної промисловості пропан, бутан та ізобутан, а також ізопентан.

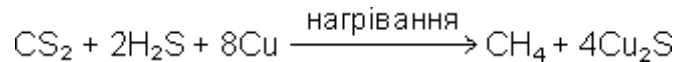
*Лабораторні синтези.*

*Синтез метану.*

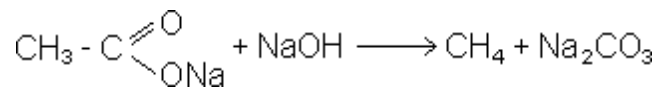
1. *Дія води на карбід алюмінію:*



2. *Синтез метану за Берто з сірководню (синтез має історичне значення):*

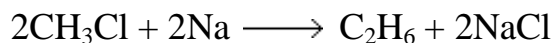


3. *Прожарювання оцтовокислого натрію з лугами (декарбоксілювання оцтової кислоти):*



*Синтез етану.*

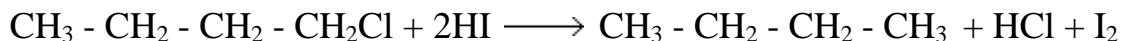
1. *Синтез Вюрца:*



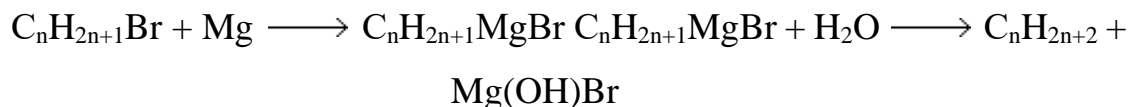
2. *Синтез Кольбе* - електроліз оцтовокислої солі. При цьому на аноді аніон  $CH_3COO^-$  розряджається в нестійкий незаряджений радикал  $\bullet CH_3COO$ , який розпадається з виділенням  $CO_2$  і етану. Метод застосовується і для синтезу інших алканів з парним числом атомів вуглецю, якщо виходити з гомологів оцтової кислоти.

### Синтез вищих алканів.

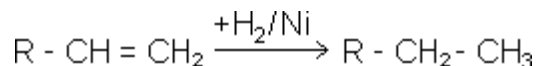
1. Відновлення при високій температурі йодистоводневою кислотою різноманітних похідних алканів, галогенопохідних, спиртів, кислот:



2. Дія води на металоорганічні сполуки Na, Mg, Zn:



3. Утворення алканів  $\text{C}_n\text{H}_{2n+2}$  з олефінів  $\text{C}_n\text{H}_{2n}$ . Газоподібний водень в присутності активних каталізаторів приєднується до олефінів і взагалі по кратному  $\text{C}=\text{C}$  зв'язку, перетворює їх в алкани (Сабатьє):



**Фізичні властивості.** Кожен клас органічних сполук характеризується певними фізичними властивостями, які залежать від їхньої будови і змінюються в певній закономірності і послідовності. Фізичні константи насичених вуглеводнів звичайної будови наведені в таблиці 2.

Таблиця 2.

Фізичні властивості насичених вуглеводнів (алканів) нормальної будови.

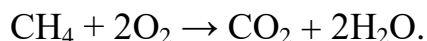
Назва	Структурна формула	Температура, К		Густина, $d_4^{20}$
		плавлення	кипіння	
Метан	$\text{CH}_4$	90.5	111.4	0.424 (при $T_{\text{кип.}}$ )
Етан	$\text{CH}_3 - \text{CH}_3$	89.8	184.4	0.546 (при $T_{\text{кип.}}$ )
Пропан	$\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{CH}_3$	85.4	230.9	0.585 (при $T_{\text{кип.}}$ )
Бутан	$\text{CH}_3 - (\text{CH}_2)_2 - \text{CH}_3$	134.7	272.5	0.579
Пентан	$\text{CH}_3 - (\text{CH}_2)_3 - \text{CH}_3$	143.3	309.0	0.626
Гексан	$\text{CH}_3 - (\text{CH}_2)_4 - \text{CH}_3$	177.7	341.8	0.660
Гептан	$\text{CH}_3 - (\text{CH}_2)_5 - \text{CH}_3$	182.4	371.5	0.684
Октан	$\text{CH}_3 - (\text{CH}_2)_6 - \text{CH}_3$	216.2	398.7	0.703
Нонан	$\text{CH}_3 - (\text{CH}_2)_7 - \text{CH}_3$	219.4	422.5	0.728
Декан	$\text{CH}_3 - (\text{CH}_2)_8 - \text{CH}_3$	242.7	446.0	0.730
Ундекан	$\text{CH}_3 - (\text{CH}_2)_9 - \text{CH}_3$	247.1	468.9	0.740

Перші чотири члени гомологічного ряду при звичайній температурі - газоподібні речовини, починаючи з C<sub>5</sub> до C<sub>16</sub> - рідини, а з C<sub>17</sub> - тверді речовини. Температура кипіння і плавлення послідовно збільшуються з підвищенням густини води і молекулярної маси. Газоподібні і тверді вуглеводні не мають запаху, рідкі вуглеводні мають характерний запах бензину або гасу.

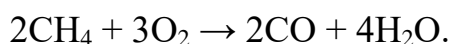
**Хімічні властивості.** Серед органічних речовин алкани є найінертнішими сполуками, за що видатний російський хімік М.Д. Зелінський назвав їх «хімічними мерцями».

Характерними реакціями для них є радикальне заміщення, позначка S<sub>R</sub>, (від англ. Substitution – заміщення, Radical – радикальний), тобто заміщення атомів Н в молекулах алканів та реакції крекінгу – розщеплення.

*Реакції окиснення* – це екзотермічні реакції часткового або повного розриву С–С-зв'язків алканів з утворенням різноманітних продуктів – ін. алканів, спиртів, кетонів, альдегідів. Різновидом повного окиснення є реакція горіння:

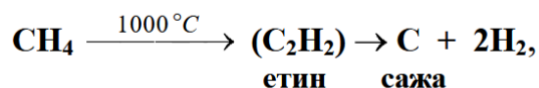


При неповному згорянні продуктом є карбон(II) оксид:

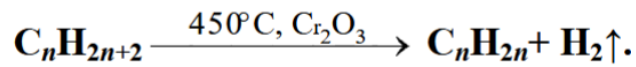


*Крекінг* – високотемпературна деструкція алканів з розривом їх довгих С–С-ланцюгів і утворенням продуктів дегідрування – алкенів й нових коротколанцюгових алканів, процес супроводжується ізомеризацією і циклізацією. Зі збільшенням довжини ланцюга деструкція полегшується.

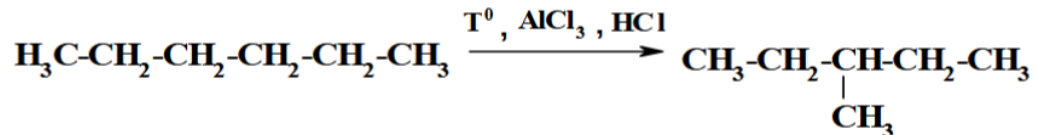
Мета промислового крекінгу – підвищення виходу бензину з вищих фракцій нафти: C<sub>16</sub>H<sub>34</sub> → C<sub>8</sub>H<sub>16</sub> + C<sub>8</sub>H<sub>18</sub>. Розгалужена його складова – ізооктан (2,2,4-триметилпентан) – це найкраще паливо для ДВЗ автомобілів. Промислове значення має реакція високотемпературного розкладання метану з утворенням простих речовин:



*Дегідрування* – реакція розщеплення зв’язків С–Н з відщепленням молекули водню. Каталітичний термоліз алканів дегідрує їх до ненасичених вуглеводнів (алкенів):



*Ізомеризація* – каталітична реакція утворення ізомерів при нагріванні у кислому середовищі з кислотами Льюїса:

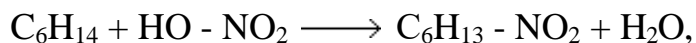


*Дія галоїдів.* На світлі парафіни можуть послідовно заміщувати атоми водню на атоми галоїду, наприклад:



Під час цих реакцій хлор діє енергійніше інших галоїдів. Важче всього - йод.

*Дія азотної кислоти.* Азотна кислота при звичайній температурі майже не діє на парафінові вуглеводні; при нагріванні діє головним чином, як окислювач. Але, як знайшов Коновалов, при нагріванні азотна кислота діє і “нітруючим чином”, особливо добре проходить реакція нітрування з слабкою азотною кислотою при нагріванні і підвищеному тиску. Реакція нітрування виражається рівнянням:

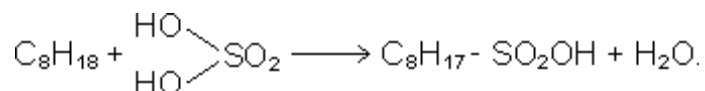


тобто один з атомів водню заміщується на залишок  $NO_2$  (нітрогрупу) і виділяється вода.

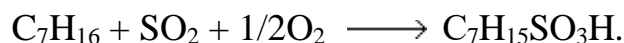
Парафіни досить легко нітруються в газовій фазі при 423-748 К діоксидом азоту або парами азотної кислоти; при цьому відбувається частково і окислення. Нітруванням метану отримуємо майже виключно нітрометан. Послідувачі гомологи дають суміш різних нітропарафінів внаслідок розщеплення, яке іде попутно. Нітрування парафінів в газовій фазі тепер використовується в промисловому масштабі.

*Дія сірчаної кислоти.* Сірчана кислота при звичайній температурі не діє на

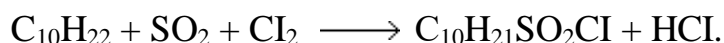
парафіни; при високій температурі діє як окислювач. При слабкому нагріванні димляча сірчана кислота може діяти на парафінові вуглеводні (особливо на вуглеводні ізобудови, до складу яких входить група СН), утворюючи сульфокислоту і воду (реакція сульфування):



Одночасна дія сірчаного ангідриду і кисню. При одночасній дії сірчаного ангідриду і кисню повітря під впливом ультрафіолетового випромінювання або домішок пероксидів парафінові вуглеводні, навіть нормальної будови реагують з утворенням сульфокислот (реакція сульфоокислення):

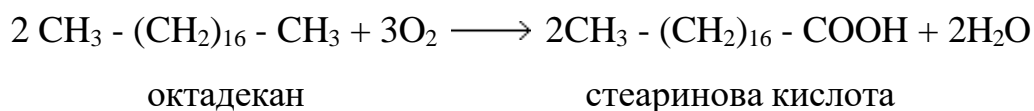


Одночасна дія сірчаного ангідриду і хлору. При дії сірчаного ангідриду і хлору при опромінюванні ультрафіолетовим випромінюванням або під впливом деяких каталізаторів відбувається заміщення атомів водню з утворенням так званих сульфохлоридів (реакція сульфохлорування):

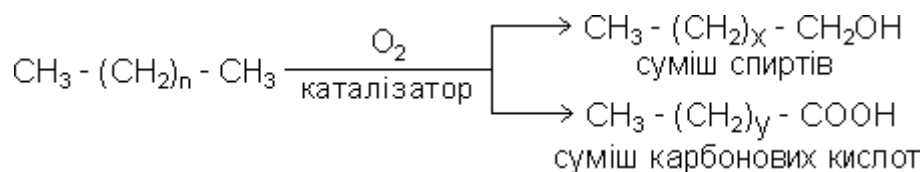


*Окислення.* Процес окислення насичених вуглеводів, тобто процес спалювання палива, застосовується вже давно. Реакція йде зі спалахом і алкани окислюються до  $\text{CO}_2$  і  $\text{H}_2\text{O}$ . При цьому використовується теплова та світлова енергія, що виділяється в результаті реакції.

При помірному нагріванні (до 373-433 К) в присутності каталізаторів ( $\text{KMnO}_4$ ,  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ) алкани окислюються киснем повітря до різних продуктів (аж до кислот). Таке окислення парафінів від  $\text{C}_{10}\text{H}_{22}$  до  $\text{C}_{18}\text{H}_{36}$  застосовується для утворення син-тетичних жирів, мастил, а також миль.



Розроблені і використовуються методи окислення вищих алканів при низьких температурах з застосуванням каталізаторів, що супроводжуються розривом вуглецевих ланцюгів. В загальному вигляді ця реакція може бути представлена так:



Продукти цієї реакції знаходять таке ж застосування, як і в попередній. Наприклад, спирти, що при цьому утворюються, застосовуються при виробництві різних пластифікаторів пластичних мас.

Газоподібні алкани (природний газ) при 673 К і тиску 130-200 атм. (13-20 Мн/м<sup>2</sup>) в присутності каталізатора окислюються до спиртів, альдегідів, кислот. Це важливий шлях застосування природних газів як широко доступного джерела сировини для промисловості органічного синтезу.

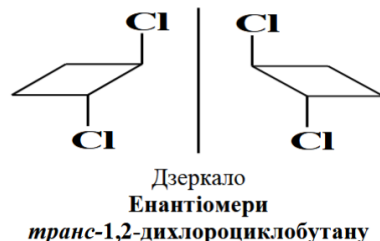
## Циклоалкани.

Назву аліфатичних карбоциклічних сполук «циклоалкани» засновано від гр. атомів С у циклі, сполучених простими  $\sigma$ -зв'язками С–С.

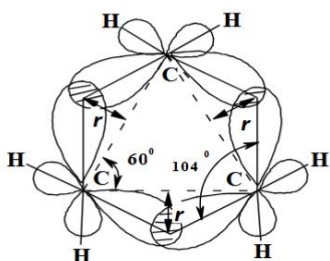
Інші назви: циклопарафіни, аліциклічні (тобто аліфатичні циклічні), циклани, поліметилени, а також нафтени (за В.В. Марковниковим) Загальна формула циклоалканів  $(\text{CH}_2)_n$ ,  $n \geq 3$ , напр., циклопропан ( $n = 3$ ), циклобутан ( $n = 4$ ), циклогептан ( $n = 7$ ). Гібридизація атомних орбіталей С –  $sp^3$ . Через різну стійкість циклів їхні хімічні властивості дуже відрізняються, тому навіть при наявності загальної формули і гомологічної різниці  $-\text{CH}_2-$  відносити їх до гомологічного ряду можна тільки умовно.

**Номенклатура циклоалканів.** Назви моноциклоалканів утворюються від відповідних алканів з додаванням префікса цикло-. Для спрощення прийнято

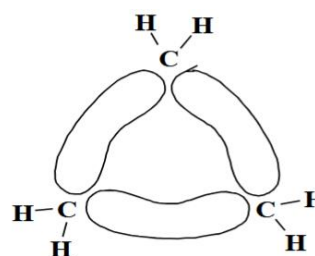




**Будова циклоалканів.** Найбільш активними серед циклоалканів є циклопропан і циклобутан, це пов'язане з високою енергією напруги циклу. Особливістю циклопропану є своєрідність його зв'язків, які відрізняються від  $\sigma$ -зв'язків. Вважають, що  $sp^3$ -орбіталі C–C-зв'язків у циклі мають частково  $sp^2$ -гібридний характер. Цей тип зв'язків виділяється особливою назвою  $\eta$ -зв'язок, або «банановий» через їх зігнутість.



Плоска будова молекули циклопропану з перекриттям  $sp^3$ -гібридних орбіталей під кутом  $104^\circ$  (за А. Коулсоном і Е. Моффітом)

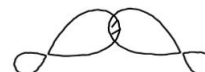


Розподіл електронної густини між атомами С з утворенням  $\tau$ -зв'язків («бананових») в молекулі циклопропану

Форма «банана» не дозволяє орбіталям розміщуватися вздовж осі C–C, відбувається відхилення від неї на деяку відстань  $r$ , подібно  $p$ -орбіталям  $\pi$ -зв'язку алкенів (відхилення яких сягає  $90^\circ$ ), саме це, а також неефективне перекриття робить  $\pi$ -зв'язки слабкіші  $\sigma$ -зв'язків, пояснює їх слабкість.



ефективне перекривання  
 $\sigma$ -зв'язків



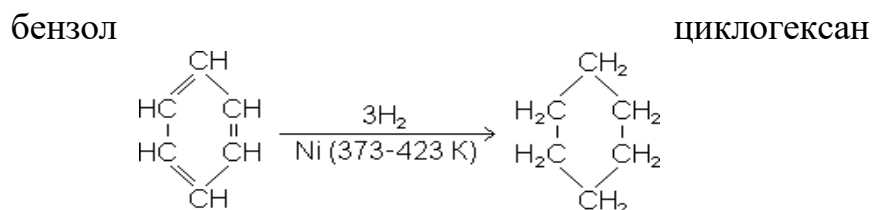
неефективне перекривання  
 $\tau$ -зв'язків

**Фізичні властивості.** За агрегатним станом (кімнатні умови) циклоалкани  $C_3H_6$  і  $C_4H_8$  – гази,  $C_5$ – $C_{11}$  – рідини, з  $C_{12}$  – тверді речовини з низькими т. топ. ( $^\circ C$ ), напр.,  $61,6^\circ$  (циклододекан),  $23,5^\circ$  (циклотридекан),  $54^\circ$  (циклотетрадекан). Зі

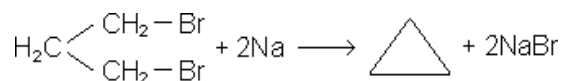
зростанням циклу збільшуються т. кип.;стрибокподібні зміни густини і т. топ. Їх величини вищі, ніж у відповідних алканів.

### **Методи одержання.**

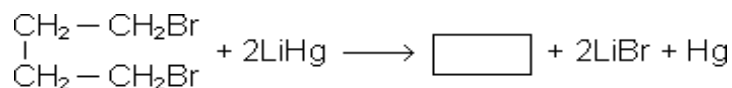
Вуглеводні з чотирьох (і більше) членними циклами можуть бути утворені гідруванням ненасичених вуглеводнів з тією ж кількістю атомів в циклі. Особливо велике значення має цей метод в синтезі циклогексану і його го-мологів: вихідними речовинами в більшості є ароматичні вуглеводні:



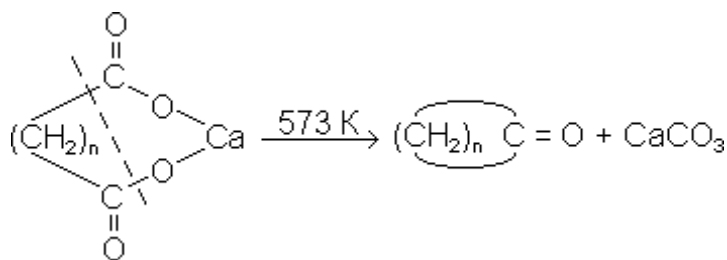
Внутрішньомолекулярна реакція Вюрца дозволяє отримувати трьох-, чотирьох- і п'ятичленні цикли:



Для отримання чотирьох- і п'ятичленних циклів реакцію можна проводити з амальгамою літію:



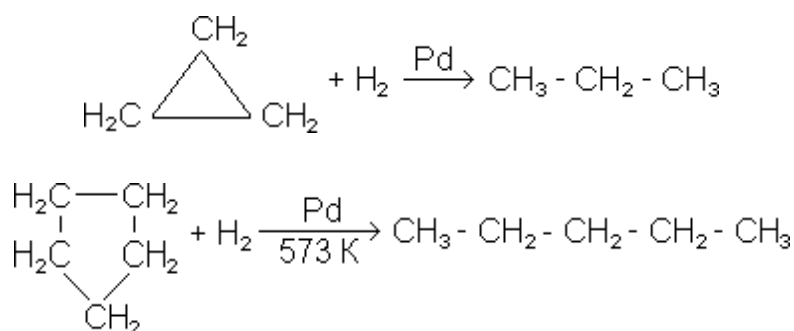
Піроліз кальцієвих або торієвих солей двохосновних кислот є загальним методом синтезу циклів, які мають п'ять або більше атомів вуглецю (цикли з кількістю атомів більше семи утворюються з низькими виходами):



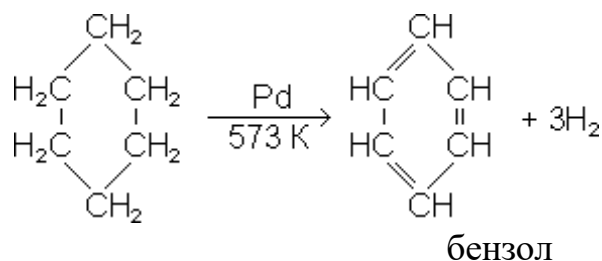
Отриманий за цією реакцією кетон може бути відновлений у відповідний вуглеводень.

**Хімічні властивості.** Різні циклопарафіни дуже відрізняються між собою за стійкістю циклу. Найменш стійкі трьохчленні і найбільш стійкі п'яти- і шестичленні цикли. Останні не розриваються при дії на холоді перманганату калію, озону, бромю, бромистого во- дню.

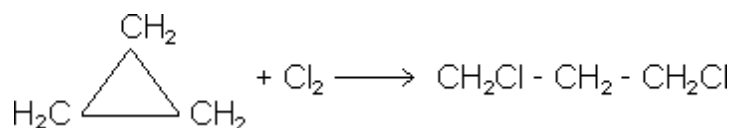
**Гідрування.** При каталітичному гідруванні трьох-, чотирьох- й п'ятичленні цикли розриваються з утворенням парафінових вуглеводнів. Особливо легко іде ця реакція у випадку циклопропану і його гомологів. П'ятичленний цикл розривається тільки в процесі гідрування при високих температурах:



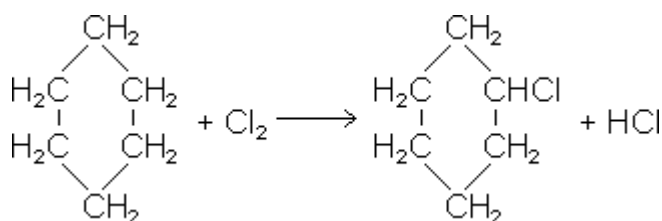
Сполуки з шестичленими циклами при нагріванні з каталізаторами гідрування дегідруються й перетворюються в ароматичні:



**Галогенування.** Реакція циклопарафінів з галогенами іде в різних напрямках в залежності від величини циклів. Трьохчленний цикл при дії галогенів розривається:

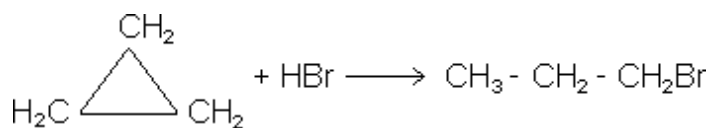


Циклопарафіни з п'яти- і шестичленними циклами вступають в характерні для парафінів *реакції заміщення*:



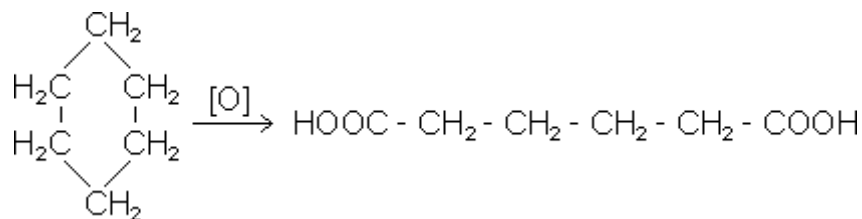
Циклобутани реагують в обох напрямках.

*Дія галогеноводнів.* Циклопропан і його гомологи реагують з галогеноводнями з розривом циклу:

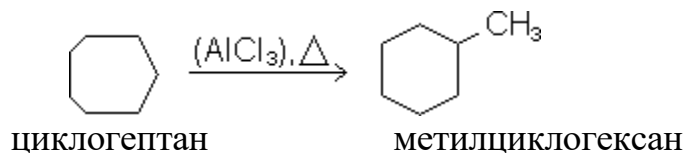
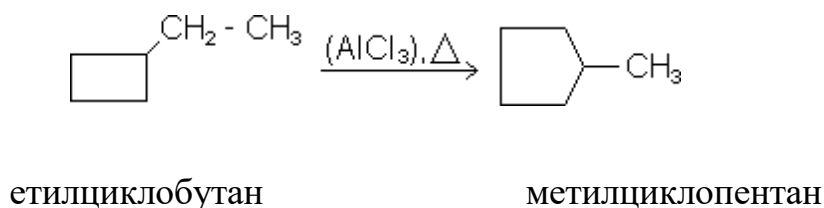


Циклопарафіни з великою кількістю вуглеводневих атомів в циклі з галогеноводнями не реагують.

*Окислення.* При дії сильних окислювачів циклопарафіни з розривом циклу утворюють двохосновні кислоти з тією ж кількістю вуглецевих атомів. Цим вони відрізняються від ізомерних олефінів, які окислюються з утворенням кислот або карбонільних сполук, з меншою кількістю вуглецевих атомів:



*Перегрупування* зі зменшенням або збільшенням розміру циклу є характерними для циклоалканів і перш за все для їх різноманітних похідних. Так, при нагріванні етилциклобутану з хлоридом алюмінію утворюються метилциклопентан, а циклогептан в подібних умовах перетворюється в метилциклогексан:



В ряді циклоалканів з середніми циклами через наявність у них незв'язаних трансанулярних взаємодій часто спостерігаються трансанулярні реакції.

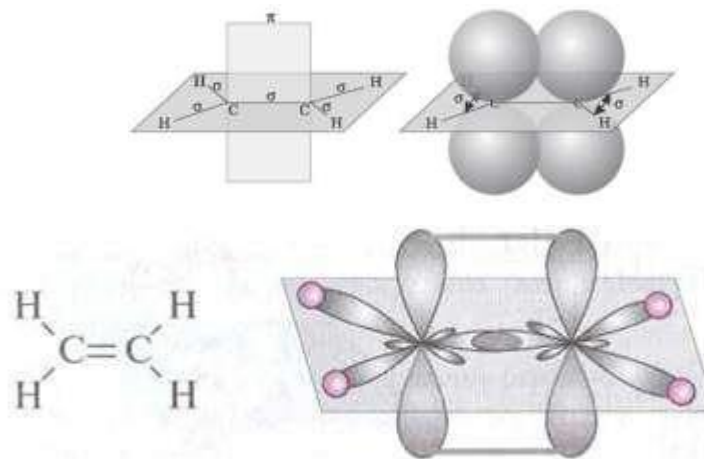
## **Алкени.**

*Алкени* - ненасичені ациклічні вуглеводні (олефіни), загальна формула  $C_nH_{2n}$ . Алкени мають один або більше подвійних зв'язків між атомами С, тому називаються ненасиченими. Інша назва — олефіни. Цю назву - алкени отримали по аналогії з жирними ненасиченими кислотами (олеїнова, лінолева), залишки яких входять до складу рідких жирів – олій.

Алкени ще називають етиленові вуглеводні, від назви першого представника гомологічного ряду алкенів – етилену  $CH_2=CH_2$ . Ще у 1795 р. голландські хіміки на чолі з І. Дейманом вперше виділили  $C_2H_4$  у чистому вигляді при дії  $H_2SO_4$  на легко реагує з  $Cl_2$  утворюючи олієподібну рідину, не розчинну у воді. Цю маслянисту рідину (1,2-дихлоретан) стали називати “олією голландських хіміків”. Саме за цю властивість французький хімік А. Фукруа назвав етилен “олефіновий”

(олієутворюючий). Коли ж було відкрито інші вуглеводні цього ряду, то їх теж стали називати олефінами.

**Електронна будова.** Атоми С, між якими є подвійний зв'язок, знаходяться в стані  $sp^2$ -гібридизації, тобто в гібридизації беруть участь одна s- і дві p-орбіталі з них перебувають в одній площині під кутом  $120^\circ$  відносно одна одної, і одну негібридну гантелеподібну p-орбіталь, вісь якої розташована під прямим кутом до площини осей трьох  $sp^2$ -орбіталей. При цьому атомні p-орбіталі перекриваються не в між'ядерному просторі, а поза ним. Тому таке "бічне" перекривання менш ефективне, ніж осьове, і, отже,  $\pi$  - зв'язок є менш міцний, ніж  $\sigma$  - зв'язок. Кожна з решти гібридних орбіталей атомів С перекривається із s-орбіталлю атомів Н приводячи до утворення в тій самій площині чотирьох  $\sigma$ -зв'язків С-Н. Дві негібридні p-орбіталі атомів Карбону взаємно перекриваються й утворюють  $\pi$  - зв'язок, максимальна густина якого розташована перпендикулярно площині  $\sigma$  - зв'язків. Отже, подвійний зв'язок алкенів являє собою поєднання  $\sigma$ - і  $\pi$ -зв'язків.  $\pi$ -зв'язок менш міцний, ніж  $\sigma$ -зв'язок, оскільки p-орбіталі з паралельними осями перекриваються значно менше, ніж у разі утворення тими самим p-орбіталами та s-орбіталами  $\sigma$ -зв'язку (перекривання здійснюється по осі орбіталей). У зв'язку з цим  $\pi$  - зв'язок легко розривається й переходить у два нові  $\sigma$ -зв'язки з допомогою приєднання в місці подвійного зв'язку двох атомів або груп атомів реагентів. Інакше кажучи, для алкенів найбільш типовими є реакції *приєднання*. У реакціях приєднання подвійний зв'язок є донором електронів, тому для алкенів характерні реакції електрофільного приєднання. Додаткове  $\pi$ -зв'язування двох атомів вуглецю призводить до того, що зменшується відстань між ядрами, оскільки подвійний зв'язок є поєднанням  $\sigma$  - і  $\pi$ - зв'язків. Довжина подвійного зв'язку С=C – 0,133нм, що менше довжини одинарного зв'язку (0,154 нм). Енергія подвійного зв'язку (606 кДж/моль) менше подвоєного значення енергії одинарного зв'язку ( $347 \cdot 2 = 694$  кДж /моль); це обумовлено меншою енергією  $\pi$  - зв'язку.



**Фізичні властивості.** Перші три члени ряду олефінів є газами, сполуки  $C_5$ -речовини. Зі збільшенням молекулярної маси підвищуються температури плавлення і кипіння. Також відрізняють за фізичними властивостями геометричні ізомери.  $T_{\text{кип}}$  цис-ізомерів вища ніж транс-ізомерів, а  $T_{\text{топл}}$  - навпаки. Алкени погано розчиняються у воді., але добре в органічних розчинниках.

Етилен - неполярна сполука, і його дипольний момент дорівнює нулю. Для несиметричних алкенів характерні невеликі значення дипольних моментів завдяки проявленню донорних властивостей алкільних груп. Алкени нормальної будови киплять при більш високій температурі, ніж їх ізомери, що мають ізобудову.

Таблиця 3.

Фізичні властивості ненасичених вуглеводнів (алкенів) нормальної будови.

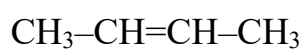
Назва	Формула	Температура плавлення, °C	Температура кипіння, °C	$D_4^{20}$
Етилен	$C_2H_4$	-169,1	-103,7	0,5700
Пропен	$C_3H_6$	-187,6	-47,7	0,5193
Бутен-1	$C_4H_8$	-185,3	-6,3	0,5951
Пентен-1	$C_5H_{10}$	-165,2	+30.1	0,6405
Гексен-1	$C_6H_{12}$	-139,8	63.5	0,6730
Гептен-1	$C_7H_{14}$	-119	93,6	0,6970
Октен-1	$C_8H_{16}$	-101,7	121,3	0,7140
Нонен-1	$C_9H_{18}$	-81,4	146,8	0,7290

**Номенклатура алкенів.** Згідно із замісничковою номенклатурою ІЮПАК, назви нерозгалужених алкенів утворюють від назви відповідних насичених вуглеводнів, шляхом заміни суфікса –ан на –ен. Якщо у молекулі алкену, більше трьох атомів С, то цифрою вказують положення подвійного зв'язку С=C. При цьому вказують номер лише одного атома Карбону, який утворює подвійний зв'язок, але має менший номер згідно нумерації. Цифру ставлять перед назвою алкену або після суфікса –ен. Для утворення назви розгалужених алкенів вибирають найдовший ланцюг, до складу якого входить подвійний зв'язок. Нумерацію атомів С проводять таким чином, щоб подвійний зв'язок отримав найменший з можливих номерів. Назви етилен, пропілен, бутилен і т. д. (тривіальна номенклатура) утворені додаванням до назв відповідних радикалів насичених вуглеводнів суфікса –ен. Назві етилен, згідно правил ІЮПАК надається перевага перед назвою етен. За цими правилами допускається використання тривіальних назв деяких радикалів, які містять подвійний зв'язок.

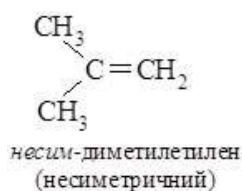
Для найпростіших представників етиленового ряду використовують і раціональну номенклатуру, згідно з якою усі алкени розглядають як похідні етилену, в молекулі якого атоми Гідрогену заміщені на радикали:



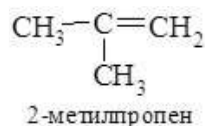
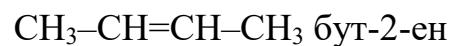
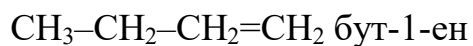
метилетилен



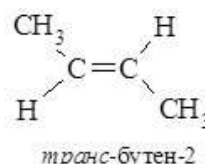
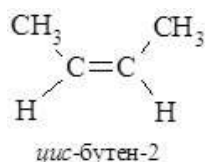
сим-диметилетилен (симетричний)



**Ізомерія.** Для алкенів характерна структурна та геометрична (цис-, транс-) ізомерія. Структурна ізомерія в ряду алкенів розпочинається, як і в алканів, з вуглеводню -C<sub>4</sub>H<sub>8</sub>. Структурна ізомерія алкенів зумовлена не лише розгалуженням карбонового ланцюга, але й положенням подвійного зв'язку. Тому кількість структурних ізомерів у ряду алкенів більша, ніж для відповідних алканів з такою ж кількістю атомів Карбону. Так, для вуглеводню складу C<sub>4</sub>H<sub>8</sub> відомі три ізомери:



Поява геометричної ізомерії у ряду алкенів зумовлена неможливістю вільного обертання атомів і груп атомів навколо подвійного зв'язку. Геометричними ізомерами називають сполуки з однаковим складом і порядком сполучення атомів у молекулах, але різним розташуванням атомів і груп атомів у просторі спричинених наявністю подвійного зв'язку. Такі ізомери відносять до просторових ізомерів (стереоізомерія). Для позначення їх використовують префікси цис- і транс-. Префікс цис- означає, що однакові замісники знаходяться з одного боку від площини подвійного зв'язку (лат. *cis* – з цього боку), а префікс транс- означає, що з різних боків (лат. *trans* – через):



Геометричні ізомери мають різні фізичні властивості (температури топлення і кипіння, розчинність, густину, але однакові хімічні властивості, хоча при цьому вони можуть з різною швидкістю вступати в реакцію з одним і тим же реагентом. Перехід одного геометричного ізомера в інший можливий лише при високих температурах, дії світла або каталізаторів.

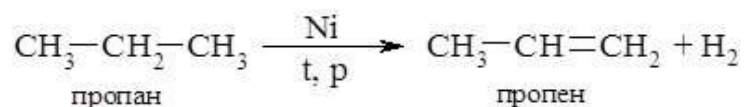
**Методи одержання.** У промисловості алкени добувають в основному переробкою нафтопродуктів та природного газу. В лабораторних умовах олефіни одержують дегідратацією спиртів, дегідрогалогенуванням галогеналканів.

*Піроліз нафтопродуктів та природного газу* – основний промисловий спосіб добування алкенів. Піроліз – процес деструктивного перетворення вуглеводнів при

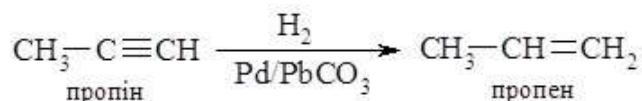
високих температурах (650 – 900<sup>0</sup>С). Піроліз вперше застосували в кінці ХІХст. для одержання із керосинової фракції нафти світильного газу. Починаючи з 50-х рр.ХХ ст. піроліз нафтопродуктів став основним процесом, що забезпечує багатотоннажне виробництво етилену, пропілену, бутіленів. Олефіни С<sub>6</sub>–С<sub>20</sub> одержують термічним крекінгом парафінової фракції при 550<sup>0</sup>С, яка містить алкани складу С<sub>14</sub>–С<sub>34</sub>.

*Синтез алкенів із алканів та алкінів.* За ступенем насиченості алкени займають проміжне місце між алканами та алкінами. Тому їх можна добувати із насичених вуглеводнів шляхом дегідрування, а із ацетиленових вуглеводнів – шляхом часткового відновлення (гідрування).

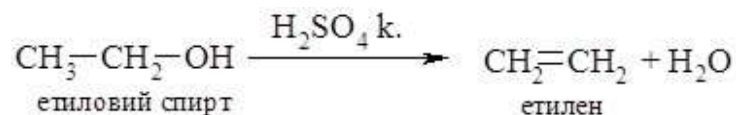
Реакція відщеплення водню (реакція дегідрування) від алканів відбувається в присутності подрібненої платини, нікелю, паладію або інших металів, при підвищених температурі і тиску:



Гідрування (реакція приєднання водню) алкінів до алкенів проводять у присутності каталізаторів, які відновлюють лише потрібний зв'язок і не здатні відновлювати подвійний. Це каталізатори зі знизженими властивостями, наприклад, паладієвий каталізатор, дезактивований (отруєний) солями плюмбуму:

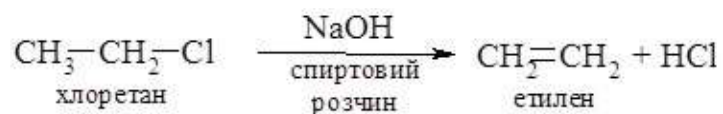


*Дегідратація спиртів.* Відщеплення води від спирту є одним із найпоширеніших методів добування алкенів у лабораторних умовах. Дегідратація спиртів відбувається в присутності каталізатора: сульфатної або ортофосфатної кислоти, алюміній оксиду Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>:



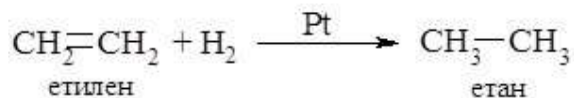
*Дегідрогалогенування галогеналканів.* Відщеплення галогеноводню від галагенопохідних насичених вуглеводнів проводять при нагріванні їх із спиртовим

розчином луку. Продуктами реакції є відповідні алкени з тією ж кількістю атомів Карбону:

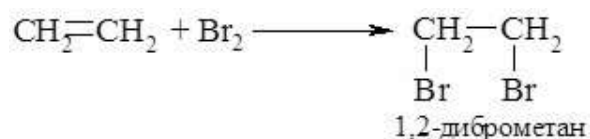


**Хімічні властивості.** Енергія подвійного зв'язку C=C в молекулі C<sub>2</sub>H<sub>4</sub> - 612кДж/моль і є значно нижчою ніж подвоєна енергія простого C—C зв'язку (350·2 = 700кДж/моль). Це означає що σ - та π -зв'язки нерівноцінні. Менш міцним і більш реакційноздатним є π-зв'язок. Для алкенів характерні реакції приєднання, які відбуваються з розривом π -зв'язку і утворенням двох нових простих σ -зв'язків. Характерною особливістю вуглеводнів етиленового ряду є здатність до полімеризації, що веде до утворення високомолекулярних сполук. Алкени вступають також у реакції відновлення та окиснення.

**Приєднання водню.** Реакцію гідрування алкенів проводять у присутності каталізаторів. Найчастіше використовують подрібнені метали – Pt, Ni, Pd та ін. В результаті утворюються відповідні алкани (насичені вуглеводні):



**Приєднання галогенів.** Алкени легко за звичайних умов вступають у реакції з хлором та бромом з утворенням відповідних дигалогеналканів, у яких атоми галогену знаходяться біля сусідніх атомів Карбону:



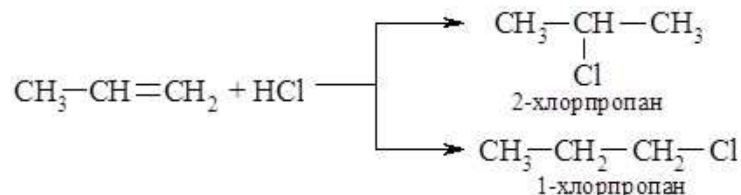
При взаємодії алкенів з бромом спостерігається знебарвлення жовто-бурого забарвлення бром. Це одна із найстаріших та найпростіших якісних реакцій на ненасичені вуглеводні, оскільки аналогічно реагують також алкіни та алкадієни.

**Приєднання галогеноводнів.** При взаємодії етиленових вуглеводнів з галогеноводнями (HCl, HBr) утворюються галогеналкани, напрям реакції залежить

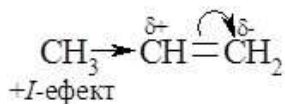
від будови алкенів. У випадку етилену або симетричних алкенів реакція приєднання відбувається однозначно і веде до утворення лише одного продукту:



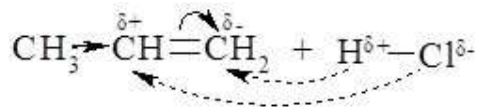
У випадку несиметричних алкенів можливе утворення двох різних продуктів реакції приєднання:



Насправді переважно утворюється лише один продукт реакції. Закономірність напрямку проходження таких реакцій встановив російський хімік В.В. Марковніков у 1869 р. Вона носить назву правило Марковнікова: при взаємодії галогеноводнів з несиметричними алкенами атом Гідрогену приєднується за місцем розриву подвійного зв'язку до найбільш гідрованого атома Карбону, тобто до того, що з'єднаний з більшою кількістю атомів Гідрогену. Дане правило Марковніков сформулював на основі експериментальних даних і тільки значно пізніше воно одержало теоретичне обґрунтування. Розглянемо реакцію пропену з хлороводнем. Однією із особливостей р-зв'язку є його здатність легко поляризуватись. Під впливом метильної групи (позитивний індуктивний ефект +I) в молекулі пропену електронна густина р-зв'язку зміщується до одного з атомів Карбону (=CH<sub>2</sub>). Внаслідок цього на ньому виникає частковий негативний заряд (δ<sup>-</sup>). На іншому атомі Карбону подвійного зв'язку відповідно виникає частковий позитивний заряд (δ<sup>+</sup>):

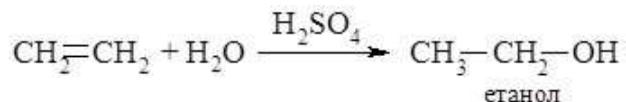


Такий розподіл електронної густини в молекулі пропену визначає місце майбутньої атаки протоном. Це – атом карбону метиленової групи (=CH<sub>2</sub>), який несе частковий негативний заряд δ<sup>-</sup>. А хлор, відповідно, атакує атом Карбону з частковим позитивним зарядом δ<sup>+</sup>:

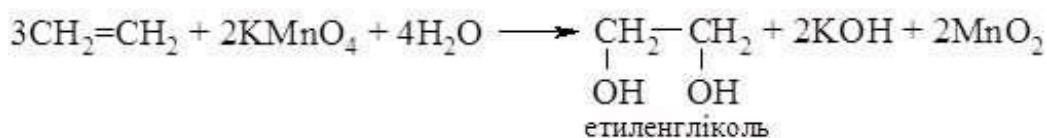


Як наслідок, основним продуктом реакції пропену з хлороводнем є 2-хлоропропан.

*Приєднання води.* Алкени приєднують воду у присутності кислотних каталізаторів. Найчастіше використовують  $\text{H}_2\text{SO}_4$  або  $\text{H}_3\text{PO}_4$ . Продуктами реакції є спирти:

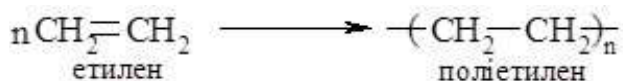


*Окиснення.* Алкени, на відміну від алканів, легко вступають в реакції окиснення. Так, етиленові вуглеводні при кімнатній температурі окиснюються  $\text{KMnO}_4$  (реакція Вагнера). При обробці алкенів розбавленим розчином  $\text{KMnO}_4$  утворюються двоатомні спирти, які містять дві гідроксильні групи:

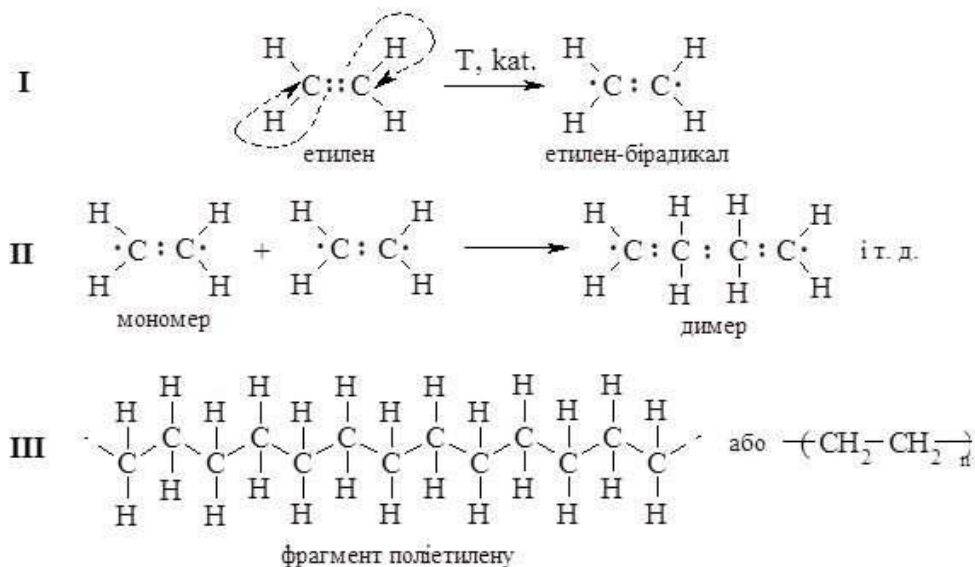


Ця реакція має аналітичне значення, оскільки при її проходженні фіолетовий розчин  $\text{KMnO}_4$  знебарвлюється. Аналогічно до реакції з бромною водою - це якісні реакції на алкени.

*Реакції полімеризації.* Органічні сполуки з кратними зв'язками здатні сполучатись між собою з утворенням довгих ланцюгових молекул. Якщо дві молекули сполучаються між собою, то продуктом реакції є димер, якщо три – тример. Сполучення великої кількості молекул між собою веде до утворення полімеру (гр. poly – багато, meros – частина). Так молекули  $\text{C}_2\text{H}_4$  внаслідок розриву подвійного зв'язку здатні зв'язуватись між собою з утворенням поліетилену:



Реакцію полімеризації можна уявити як результат розриву подвійних зв'язків в молекулах ненасиченої сполуки і наступного сполучення цих молекул в одну велику молекулу. При нагріванні  $C_2H_4$  без доступу повітря за наявності каталізатора відбувається розрив подвійного C-C зв'язку, внаслідок чого обидва атоми C одержують по одному неспареному електрону (стають радикалами) (I).



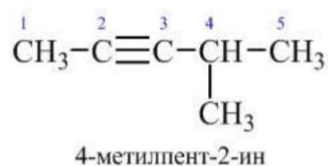
Кожен радикал C сполучається з іншим радикалом утворюючи ковалентний зв'язок – відбувається ріст ланцюга полімера (II) У результаті реакції утворюється високомолекулярна сполука – поліетилен (III), яка складається із ланок етилену (мономерів, від гр. monomeros – одиничний), а n вказує на кількість мономерів, які взяли участь у реакції і називається ступенем полімеризації. Група атомів, яка повторюється n разів –  $(-CH_2-CH_2-)$  – *структурна ланка*. Реакцію сполучення між собою низькомолекулярних речовин (мономерів) з утворенням високомолекулярних сполук (полімерів) називають реакцією *полімеризації*.

### Алкіни.

Алкіни (ацетиленові вуглеводні), члени групи вуглеводнів із загальною формулою  $C_nH_{2n-2}$ , називаються також ацетиленами, за тривіальною назвою першого предстаника гомологічного ряду, ненасичені сполуки; характеризуються одним чи більше потрійними зв'язками між атомами вуглецю. Алкіни або

ацетиленові вуглеводні - це аліфатичні ненасичені вуглеводні, в молекулах яких між атомами Карбону міститься один потрійний зв'язок  $-C\equiv C-$ . Алкіни є ізомерами алкадієнів.

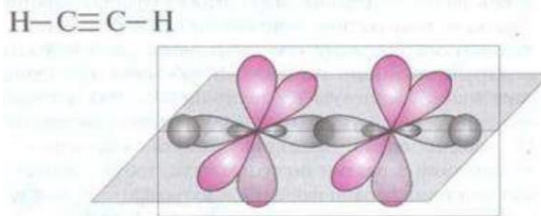
**Номенклатура алкінів.** За номенклатурою IUPAC назви алкінів утворюються з назв аналогічно побудованих алканів заміною суфіксу -ан на -ин (-ін) із зазначенням цифрою місця розташування потрійного зв'язку. Головний карбоновий ланцюг повинен включати потрійний зв'язок, навіть якщо він не найдовший. Нумерацію ланцюга починають з того кінця, ближче до якого знаходиться потрійний  $C\equiv C$  зв'язок.



Для алкінів характерна міжкласова ізомерія, ізомерія карбонового ланцюга та місця положення потрійного зв'язку.

**Електронна будова.** Атоми С в молекулі  $C_2H_2$  перебувають у стані  $sp$ -гібридизації. Це означає, що кожен атом С володіє двома гібридними  $sp$ -орбіталями, осі яких розташовані на одній лінії під кутом  $180^\circ$  один до одного, а дві  $p$ -орбіталі залишаються негібридизованими. По одній гібридній орбіталі кожного атома С взаємно перекриваються з утворенням  $\sigma$ -зв'язку. Інша гібридна орбіталь перекривається з  $s$ -орбіталлю атома Н, утворюючи  $\sigma$ -зв'язок С-Н. Дві негібридні  $p$ -орбіталі кожного атома С, розташовані перпендикулярно одна одній і перпендикулярно напрямку  $\sigma$ -зв'язків, взаємно перекриваються і утворюють два  $\pi$ -зв'язки. Таким чином, потрійний зв'язок характеризується поєднанням одного  $\sigma$ -і двох  $\pi$ -зв'язків.

Довжина потрійного зв'язку становить  $0,120\text{нм}$ , і значно коротша за довжину  $C-C$  ( $0,154\text{нм}$ ) для алкану і  $C=C$  ( $0,133\text{нм}$ ) для алкену.

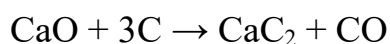
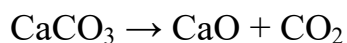


**Фізичні властивості.** Алкіни  $C_2-C_4$  – це гази,  $C_5-C_{16}$  – рідини, а від  $C_{16}$  – тверді речовини. Наявність потрійного зв'язку в ланцюзі приводить до підвищення температури кипіння, густини і розчинності їх у воді в порівнянні з олефінами і парафінами. Легкі алкіни — гази, більш важкі — рідини або тверді речовини.. Всі ацетиленові вуглеводні – безбарвні речовини, практично не розчинні у воді, але добре розчинні в органічних розчинниках.

**Методи одержання алкінів.**

*Промислові методи одержання алкінів. Карбідний метод.*

Метод добування ацетилену започаткований Ф. Велером. Кальцій карбід отримують шляхом спікання вапняку з коксом в електропечах при температурі  $2000^{\circ}C$ :



При дії на отриманий карбід води утворюється натрій гідроксид і ацетилен:



За карбіду магнію  $Mg_3C_2$  аналогічно утворюється пропін:

M

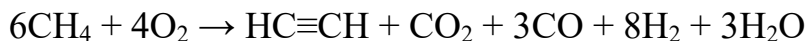
*Піроліз вуглеводнів.*

g

Ацетилен добувають піролізом металу при високій температурі в  $1200-1500^{\circ}C$  з наступним швидким охолодженням продуктів реакції. Продукти, отримані в результаті реакції піролізу металу,  $CaC_2$ ,  $SiC$ ,  $Al_4C_3$  +  $2Mg(OH)_2$  утворюються до температури  $90-200^{\circ}C$ . Робиться це для того, щоб зберегти ацетилен, оскільки при такій температурі реакція його розкладу припиняється



У промисловості також використовують термоокиснювальний піроліз метану. Цей процес полягає в неповному згорянні суміші метану з киснем при температурі 1450-1500°C і атмосферному тиску. Метан який не прореагував при цій температурі розкладається з утворенням ацетилену і ряду інших продуктів

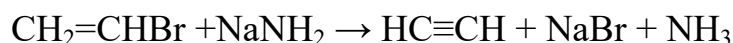
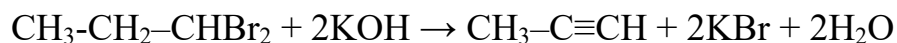


Також ацетилен добувають піролізом вуглеводневої сировини (бензину, газу) при 1200-1500°C, який проходить легше ніж піроліз метану

С

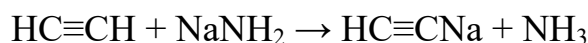
*Лабораторні методи одержання алкінів.*

*Дегідрогалогенування дигалогеналканив  $\text{C}_n\text{H}_{2n-2}\text{X}_2$  або галогеналкенив.* Реакція дегідрогалогенування відбувається при підвищених температурах сильними основами (спиртовий розчин лугу, алкоголят, амід натрію тощо):

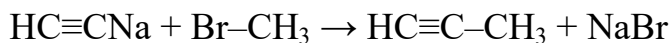


*Алкілювання алкінів.* Алкілювання алкінів проводять в два етапи.

1) утворення ацетиленідів:



2) дія алкілгалогеніду на ацетиленід:



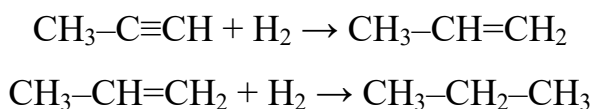
***Хімічні властивості*** алкінів зумовлені наявністю в їх молекулі потрійного зв'язку  $\text{-C}\equiv\text{C-}$ . Цей зв'язок – поєднання одного  $\delta$ - та двох  $\pi$ -зв'язків.

Атоми С, які утворюють такий зв'язок перебувають у стані  $sp$ -гібридизації. Довжина зв'язку  $\text{-C}\equiv\text{C-}$  1,205Å, довжина зв'язку  $\text{C-H}$  – 1,059Å. Енергія  $\text{-C}\equiv\text{C-}$  836 кДж/моль, і значно менша ніж сума енергій трьох одинарних зв'язків. Хімічні властивості алкінів схожі з алкенами, що обумовлено їхньою ненасиченістю. Однак, внаслідок особливостей будови потрійного зв'язку алкіни проявляють меншу здатність до реакцій електрофільного приєднання  $A_e$  порівняно з алкенами і вступають в реакції нуклеофільного приєднання  $A_n$ , в яку алкени не вступають. Для

алкінів характерні реакції приєднання, окиснення, полімеризації, ізомеризації та заміщення.

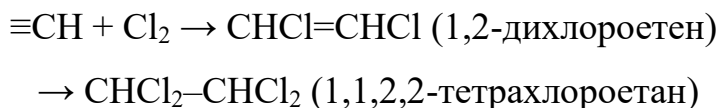
Реакції приєднання алкінів супроводжуються поетапним розривом двох  $\pi$ -зв'язків. Спочатку розривається один  $\pi$ -зв'язок і на місці потрійного зв'язку залишається подвійний, який після розриву другого  $\pi$ -зв'язку перетворюється на простий C-C зв'язок. Таким чином, завдяки наявності двох  $\pi$ -зв'язків, до однієї молекули ацетиленового вуглеводню може приєднатись дві молекули реагенту. Але, на відміну від алкенів, для алкінів з кінцевим потрійним зв'язком характерні також і реакції заміщення (утворення ацетиленідів). Це зумовлено слабкими кислотними властивостями -  $C\equiv C-H$ -групи.

*Реакції приєднання.* Гідрювання алкінів здійснюється при нагріванні з тими ж металічними каталізаторами (Ni, Pd або Pt), що й у випадку алкенів, але з меншою швидкістю. На першій стадії алкін гідрується до алкену, а на другій швидко перетворюється на алкан:



Реакцію можна зупинити на першій стадії використавши менш активний каталізатор.

*Галогенування.* Електрофільне приєднання галогенів до алкінів проходить повільніше ніж до алкенів і проходить у дві стадії, які відрізняються між собою швидкістю:



Галогенування алкінів проходить як транс-приєднання. Знебарвлення жовто-бурого забарвлення бромної води є якісною реакцією на потрійний зв'язок.

*Гідрогалогенування.* Взаємодія алкінів з галогеноводнями також проходить за електрофільним механізмом. Реакція йде в дві стадії: спершу утворюється галогеналкен, який далі переходить в дигалогеналкан. Взаємодія галогеноводнів з

несиметричними алкінами здійснюється за правилом Марковнікова і відбувається в транс-положення:



Даною реакцією у промисловості добувають вінілхлорид, який є вихідною речовиною для добування полівінілхлориду (ПВХ)



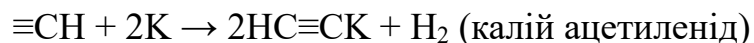
*Гідратація алкінів (реакція М. Кучерова).* Приєднання води до алкінів відбувається у присутності 10%  $\text{H}_2\text{SO}_4$  та 3%  $\text{HgSO}_4$ . Реакція проходить через утворення нестійкого ненасиченого спирту (енолу) який внаслідок кето-енольної таутомерії переходить в етаналь (у випадку ацетилену) або в кетон (у випадку будь-яких інших алкінів).

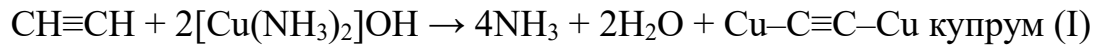
*Приєднання кислот.* Для проведення реакції алкінів з кислотами як катализатори використовують солі меркурію (II), купруму (I), кислоти Льюїса тощо. Взаємодією ацетилену з етановою кислотою синтезують вінілацетат або вініловий естер оцтової кислоти, який використовують для виробництва полівінілацетату (ПВА).

Взаємодією ціанідної кислоти з ацетиленом синтезують інший важливий продукт нітрил акрилової кислоти (акрилонітрил).

*Утворення алкінідів (ацетиленідів).* Завдяки "кислому" характеру атома Гідрогену біля потрійного зв'язку алкіни здатні вступати в реакції заміщення. В алкінів кислотні властивості проявлені сильніше ніж в амоніаку і алкенах, але слабше ніж в спиртах. Вони утворюють солі, які називаються ацетиленідами.

Алкіни здатні реагувати з багатьма металами з утворенням алкінідів або ацетиленідів. Ацетиленіди d-металів нестійкі і вибухають від удару. Атом Гідрогену біля атома Карбону з потрійним зв'язком заміщується на метал:

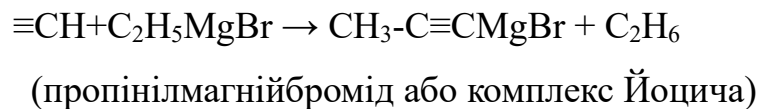




ацетиленід.

Внаслідок більшої електронегативності (за Полінгом) атома Карбону в стані відщеплення протону.

Ацетиленіди здатні утворювати лише ацетилен та алкіни, що місять кінцевий потрійний зв'язок  $\text{R}-\text{C}\equiv\text{CH}$ . Утворення сірувато-коричневого осаду купрум (I) ацетиленіду є якісною реакцією на кінцевий потрійний зв'язок і її можна використовувати для того, щоб відрізнити алкени від алкінів. Дизаміщені купрум (I) та аргентум (I) ацетиленіди в сухому вигляді вибухонебезпечні і можуть вибухати при ударі або нагріванні.

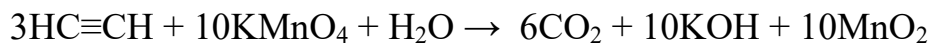


Реакція алкінів з  $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]\text{OH}$  або  $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_2]\text{OH}$  - якісна реакція на кінцевий потрійний зв'язок:



Аргентум пропінід осад білого кольору, купрум (I) пропінід - осад жовтого кольору, нарешті, купрум (I) діацетиленід - осад червоного кольору.

*Реакції окиснення.* При окисленні сильними реагентами звичайно відбувається розрив вуглецевого ланцюга за місцем потрійного зв'язку і утворюються окислені сполуки з більш коротким вуглецевим скелетом:



Горять алкіни сильним кіптявим полум'ям.

*Полімеризація алкінів.*

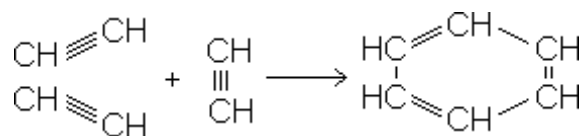
*Димеризація:* у присутності солей купруму (I) і амоній хлориду у водному середовищі ацетилен вступає в реакцію димеризації з утворенням вінілацетилену:



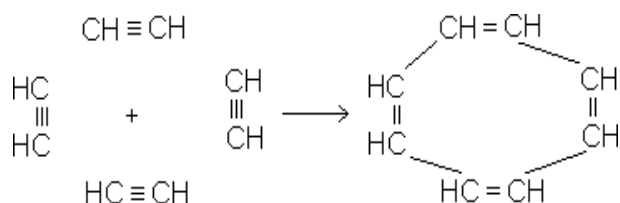
Реакція може йти далі з утворенням дівінілацетилену

$=\text{CH}-\text{C}\equiv\text{CH} + \text{HC}\equiv\text{CH} \rightarrow \text{CH}_2=\text{CH}-\text{C}\equiv\text{C}-\text{CH}=\text{CH}_2$  (дивінілацетилен, гекса-1,5-дієн-3-ін)

*Циклізація:* ацетилен при пропусканні через залізну трубку, розігріту до темно- червоного кольору, переходить в бензол (Бертло);

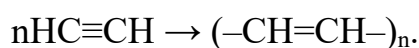


При дії на ацетилен комплексних сполук нікелю утворюється циклооктатетраєн та інші речовини:



Всі ці процеси мають практичне застосування.

*Полімеризація.* Внаслідок полімеризація  $\text{C}_2\text{H}_2$  одержують полієн:

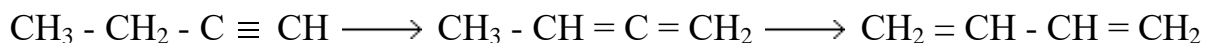


Спряжені полієни цікаві тим, що з них можна зробити електропровідний полімер.

*Ізомеризація.* Під дією сильних основ алкіни здатні ізомеризуватись реакція О. Фаворського:

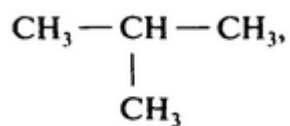


В присутності деяких каталізаторів ацетиленові вуглеводні можуть перетворюватись в супряжені дієнові. Знову таки через стадію аленових вуглеводнів (Я.М. Слободін):



## ТЕСТОВІ ЗАВДАННЯ ДЛЯ САМОСТІЙНОЇ РОБОТИ.

1. Речовина, зображена на рис. має назву:



А. 2-метилпропан    Б. 2-метилбутан    В. 2-метилпропен    Г. Бутан

2. Відносна густина алкану за воднем 8. Визначте формулу алкану

А. пропан    Б. бутан    В. метан    Г. пентан

3. Визначте молекулярну формулу вуглеводню з молярною масою 78 г /моль та масовою часткою Карбону 92,3 %. Сума індексів в цьому вуглеводні

А. 18    Б. 17    В. 15    Г. 12    Д. 10

4.  $\text{CH}_4 + 2\text{O}_2 = \text{CO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$ . Це реакція:

А. термічний розклад метану

Б. термічний розклад з розривом С-С зв'язку

В. повного окиснення алканів

5. Серед назв речовин оберіть ізомер 2,2-диметилпропану:

А. бутан    Б. пентан    В. метан    Г. гексан

6. Яка з речовин є ізомером гексану?

А. пентан    Б. 2,3 – диметилбутан    В. 3 – метилгексан

Г. 2 - етилпентан

7. Алкан, що містить 10 атомів Гідрогену, називається:

А. пентан    Б. декан    В. бутан

8. Укажіть формулу гомологічної різниці:

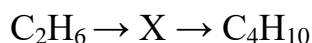
А.  $-\text{CH}_3$     Б.  $\text{CH}_4$     В.  $-\text{CH}_2-$     Г.  $-\text{CH}_2-\text{CH}_3$

9. Алкани можна добути реакцією

А. гідрування алкенів    Б. дегідрування алкенів

В. гідрування алкінів    Г. дегідрування алкінів

10. Позначте речовину X у таких схемах перетворень:

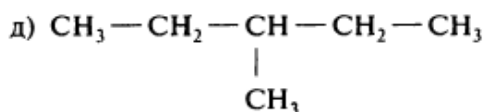
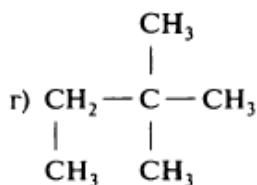
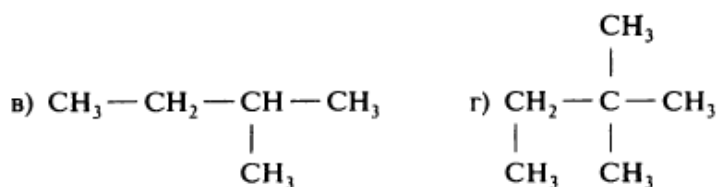
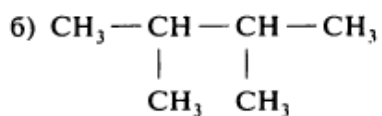
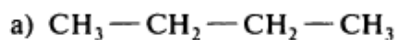


А. хлорометан      Б. етан      В. бутан      Г. хлороетан

11. Вкажіть валентність Карбону в органічних сполуках

А. I      Б. II      В. III      Г. IV

12. Які з речовин є ізомерами?



б, г, д      б,в,д      а,в,г      а,б,д

13. Продуктами неповного окиснення алканів є:

А.  $\text{CO} + \text{H}_2\text{O}$       Б.  $\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$       В.  $\text{C} + \text{H}_2\text{O}$       Г.  $\text{CO}_2 + \text{H}_2$

14. Позначте тип реакції  $\text{C}_2\text{H}_4 + \text{Cl}_2 \rightarrow \text{CH}_2\text{Cl} - \text{CH}_2\text{Cl}$ :

А. обміну      Б. приєднання      В. заміщення      Г. розкладу

15. Укажіть тип хімічного зв'язку, що переважає в органічних сполуках:

А. водневий      Б. іонний      В. металічний      Г. ковалентний

16. Укажіть загальну формулу алканів:

А.  $\text{C}_n\text{H}_{2n}$       Б.  $\text{C}_n\text{H}_{2n+1}$       В.  $\text{C}_n\text{H}_{2n+2}$       Г.  $\text{C}_n\text{H}_{2n-2}$

17. Виберіть ряд, у якому знаходяться лише алкани:

А.  $\text{CH}_4$ ,  $\text{C}_2\text{H}_6$ ,  $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ ,  $\text{C}_4\text{H}_{10}$       Б.  $\text{C}_3\text{H}_6$ ,  $\text{C}_4\text{H}_{10}$ ,  $\text{C}_5\text{H}_{12}$ ,  $\text{C}_6\text{H}_{14}$

В.  $\text{CH}_4$ ,  $\text{C}_2\text{H}_6$ ,  $\text{C}_4\text{H}_8$ ,  $\text{C}_5\text{H}_{12}$       Г.  $\text{C}_2\text{H}_6$ ,  $\text{C}_4\text{H}_{10}$ ,  $\text{C}_6\text{H}_{14}$ ,  $\text{C}_8\text{H}_{18}$

18. Який із алканів у звичайних умовах знаходиться у газоподібному агрегатному стані?

A.  $C_2H_4$        $C_{10}H_{22}$        $C_{16}H_{34}$        $C_4H_{10}$

19. Виберіть ряд, у якому розташовані гомологи метану:

А. метан, пропан, бутан, целюфан      етан, бутан, гексан, гептан  
метан, етан, циклогексан, нонан      декан, октан, пропан, пентан

20. Реакції якого типу не характерні для алканів?

А. Заміщення      розкладу      приєднання      окисно-відновні

21. Укажіть характеристику, яка властива ізомерам:

А. подібні за хімічною будовою  
склад молекул відрізняється на одну або кілька груп атомів  $CH_2$   
однаковий якісний та кількісний склад

22. Які твердження щодо метану правильні?

- 1 - взаємодіє з хлором за освітлення;
- 2 - основний компонент природного газу;
- 3 - знебарвлює бромну воду;
- 4 - можна добути взаємодією кальцій карбід з водою;
- 5 - належить до гомологічного ряду алканів;
- 6 - важчий за повітря.

Варіанти відповіді: А 1, 2, 5    Б 1, 3, 6    В 2, 3, 5    Г 2, 4, 6.

23. Бутан належить до насичених вуглеводнів тому, що:

- А. Має атоми карбону, структура лінійна
- Б. Тому, що кількість атомів карбону дорівнює 4.
- В. Валентність карбону равна 4.
- Г. Має загальну формулу  $C_nH_{2n+2}$  та одинарні зв'язки між атомами карбону.

24. Алкани не здатні до реакції приєднання тому, що:

- А. вони органічні сполуки.
- Б. всі валентні зв'язки атому карбону зайняті.
- В. не має атомів Оксигену у складі.
- Г. потрібний каталізатор.

25. 2-метилпропан є ізомером бутану тому, що:

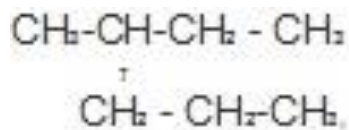
А. має такий самий кількісний та якісний склад.

Б. належить до ряду алканів.

В. має також одинарні зв'язки між атомами Карбону.

Г. валентність Карбону дорівнює.

26. Дайте назву речовині за її структурною формулою:



А. 2-пропілбутан      Б. Гептан      В. 4-метилгексан      Г. 3-метилгексан

27. Структурна формула вказує на:

А. порядок сполучення атомів у молекулі

Б. якісний та кількісний склад речовин

В. порядок сполучення атомів у молекулі за допомогою спільних електронних

пар

28. Яку кількість атомів Гідрогену має алкан, у складі молекул якого 14 атомів

Карбону:

А. 30      Б. 32      В. 24      Г. 22

29. Для алканів характерні реакції:

А. приєднання      Б. заміщення      В. приєднання і заміщення

Г. жодної правильної відповіді

30. Вкажіть до якого класу вуглеводнів відносяться алкани

А. ароматичні      Б. насичені      В. ненасичені      Г. дієнові

31. Виберіть правильне твердження щодо гомологів:

А. мають однаковий склад      Б. мають однакову молекулярну масу

В. відрізняються на групу атомів  $\text{CH}_2$

Г. мають однакові фізичні властивості

32. Вкажіть третього представника насичених вуглеводнів

А. бутан      Б. пентан      В. пропан      Г. етан

33. Виберіть тип зв'язку у метану

А. простий            Б. подвійний            В. потрійний            Г. ароматичний

34.Визначте тип гібридизації в молекулах алканів

А.  $sp^3$     Б.  $sp^2$     В.  $sp$     Г.  $s^3p$

35.Виберіть фізичні властивості метану за кімнатної температури

А. легший за повітря    Б. рідина    В. з різким запахом

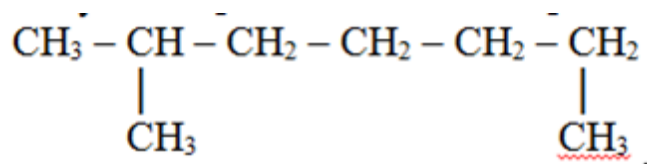
Г. газувата речовина

36.Назвіть тип ізомерії, характерний для алканів:

А.структурна    Б. просторова    В. міжкласова

Г. за положенням кратного зв'язку

37. Вкажіть назву даної речовини за міжнародною номенклатурою:



А.2,6-диметилгексан

Б. 2-метилгептан

В. 2-етилгептан

Г. 2-етил-6-метилгексан

38.Обчисліть молекулярну формулу речовини, якщо відносна густина алкану за воднем дорівнює 43.

А.86

Б. 34

В. 28

Г. 76

39.Обчисліть відносну молекулярну масу вуглеводню в молекулі якого є 12 атомів Гідрогену

А. 58

Б. 72

В. 86

Г. 90

40.Обрати речовини, які належать до алкенів:

А.  $C_4H_8$

Б.  $C_2H_4$

В.  $CH_4$

Г.  $C_4H_{10}$

Д.  $C_4H_6$

41.Загальна формула алкенів:

А.  $C_nH_{2n+2}$

Б.  $C_nH_{2n}$

В.  $C_nH_{2n-6}$

42. Вибрати характеристики алкенів:

А. один потрійний зв'язок

Б. один подвійний зв'язок

В. всі одинарні зв'язки

Г.  $sp^2$  – гібридизація

Д.  $sp$  - гібридизація

Е. кут  $120^{\circ}$                       Є. кут  $180^{\circ}$

43. Назвати речовину:  $\text{CH}_2=\text{C}(\text{CH}_3)-\text{C}(\text{CH}_3)_2-\text{CH}_2-\text{CH}_3$

А. 3-етил-2 - диметилпент-1-ен                      Б. 2,3 - диметилгекс-1-ен

В. 2,3,3 - триметилпент-1-ен                      Г. окт-1-ен

44. Яка з речовин є ізомером гептену.

А. 3 - метилпент - 1 – ен                      Б. 3,3 - диметилгекс-1-ен

В. 2- метилгекс-1-ен                      Г. гекс- 2- ен

45. Який з алкенів має молярну масу 70 г/моль

А. Гексен                      Б. бутен                      В. гептен                      Г. пентен

46. Який з алкенів має густину за нормальних умов - 1,875 г/л?

А. етен                      Б. пропенбутен

47. Серед алкенів не мають ізомерів:

А. Етен                      Б. пропен                      В. бутен                      Г. пентен                      Д. гексен

48. Вибрати фізичні властивості алкенів:

А. розчинні у воді                      Б. нерозчинні у воді

В. перші представники – гази                      Г. перші представники - рідини

Д. зі збільшенням кількості карбону зростає температура кипіння

49. Алкени не вступають в реакцію:

А. заміщення                      Б. горіння                      В. приєднання                      Г. полімеризації

50. Реакція приєднання водню називається:

А. гідратація                      Б. гідрування                      В. дегідратація                      Г. дегідрування

Д. полімеризація

51. Якісними реагентами на кратний зв'язок є:

А. бромна вода                      Б. калій перманганат                      В. нітратна кислота

Г. купрум (II)гідроксид                      Д. бромоводень

52. В результаті хлорування пропену утворюється:

А. 1,2 – дихлорпропан                      Б. 2,2 – дихлорпропан                      В. 2,2 - дихлорпропен

Г. хлорпропан

53.Послідовне приєднання до молекули алкену інших молекул унаслідок розриву подвійного зв'язку:

А. естерифікація      Б. гідратація      В. полімеризація      Г. гідрогенізація

Позначте валентний кут, характерний для алкінів:

А

Укажіть кількість спільних електронних пар між атомами Карбону в молекулі ацетилену:

Б.  $180^\circ$       В.  $109,5^\circ$        $90^\circ$

Позначте загальну формулу гомологічного ряду ацетилену:

А

Позначте суфікс, властивий для назв етинових вуглеводнів:

А. -ин, -ін      Б. -ен      В. -ан      Г. -дієн

Позначте вуглеводні, що належать до етинових:

А. загальна формула  $C_nH_{2n-2}$ , в молекулах яких наявні два подвійні зв'язки  
Б. загальна формула  $C_nH_{2n}$ , в молекулах яких наявний один подвійний зв'язок  
В. загальна формула  $C_nH_{2n-2}$ , в молекулах яких наявний один потрійний зв'язок  
Б.  $C_nH_{2n-2}$  загальна формула  $C_nH_{2n+2}$ , Г.  $C_nH_{2n-6}$  молекулах яких немає подвійних зв'язків

Позначте тип хімічних реакцій, найбільш характерний для ненасичених вуглеводнів:

А. естерифікації      Б. заміщення      В. дегідратації      Г. приєднання

Укажіть речовину, що є каталізатором реакції гідрування:

А. хром(III) оксид      Б. вода  
В. порошковате залізо      Г. порошковатий нікель

Етин можна відрізнити від етану за допомогою реакції:

А. з галогеноводнем      Б. з водою  
В. з воднем      Г. з бромною водою або калій перманганатом

Укажіть умову здійснення реакції приєднання водню до ненасичених вуглеводнів:

А. за температури  $1000^\circ C$       Б. за наявності алюмінію  
В. під час освітлення      Г. при нагріванні й використанні порошковатого нікелю

Ацетилен у природі у вільному стані не трапляється, бо:

- А. він належить до насичених вуглеводнів
- Б. його молекули відзначаються високою хімічною активністю
- В. його молекули мають подвійні чи потрійні зв'язки
- Г. його молекули складаються з атомів Карбону і Гідрогену

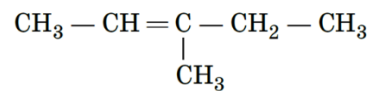
Загальна формула алкінів

А

Дайте назву сполуку  $C_nH_{2n-2}$

В.  $C_nH_{2n-2}$

Г.  $C_nH_{2n-6}$



А. 3-метилпент-2-ен

Б. 3-метилпент-2-ин

В. 3-метилпент-3-ен

Г. 3-метилпент-3-ин

Подвійний зв'язок присутній у молекулах:

А. алканів

Б. алкенів

В. алкінів

Г. аренів

Густина парів за повітрям дорівнює 2,9. Визначте формулу речовини.

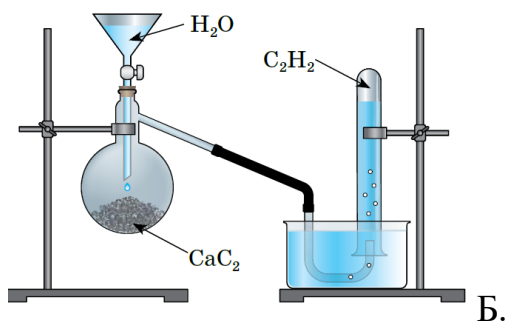
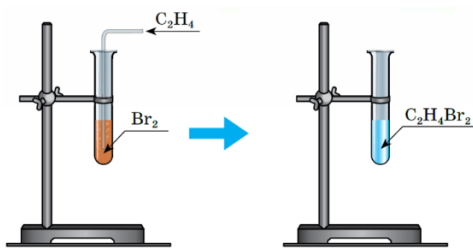
А.  $C_2H_2$

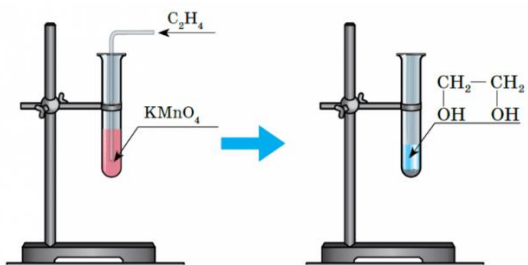
Б.  $C_4H_8$

В.  $C_5H_{10}$

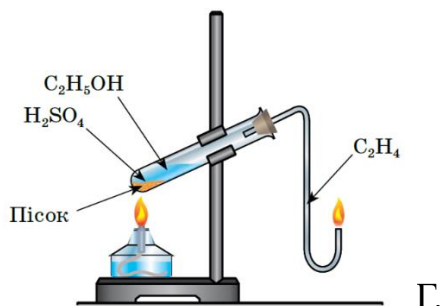
Г.  $C_6H_{12}$

Якісна реакція на речовини з подвійним карбон-карбоновим зв'язком:





В.

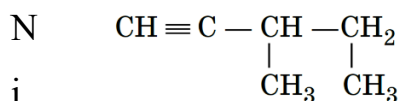


Г.

Реакція гідрування відбувається в присутності каталізатора

А

Дайте назву сполуці:



, А. 3-метилпент-1-ин

Б. 3,4-диметилбут-1-ин

Р В. 3-метилпент-1-ен

Г. 3,4-диметилбут-1-ен

Алкін масою 54 г повністю прореагував з воднем бромідом об'ємом 44,8 л (н.у.).

Виведіть молекулярну формулу алкіну.

Р А.  $\text{C}_2\text{H}_2$

Б.  $\text{C}_2\text{H}_4$

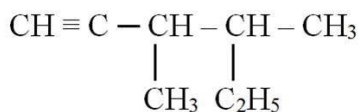
В.  $\text{C}_3\text{H}_4$

Г.  $\text{C}_4\text{H}_6$

Вкажіть назву речовини за міжнародною номенклатурою

Б.  $\text{MnO}_2$

В.  $\text{CuSO}_4$



А. 3,4-диметилгекс-2-ін

Б. 3,4-диметилгекс-1-ін

В. 4-етил-3-метилпент-1-ін

Г. 3,4-диметилпент-1-ін

Виберіть тип кратного зв'язку у бутіну:

А. подвійний

Б. потрійний

В. ароматичний

Г. простий

Обчисліть молекулярну масу вуглеводню за загальною формулою алкенів, якщо в молекулі є 10 атомів Гідрогену.

- А. 42 г/моль                      Б. 70 г/моль                      В. 22,4 л                      Г. 56 л

Вкажіть другого представника алкенів:

- А. пропен      Б. етен                      В. бутен                      Г. пропан

Укажіть рядок, що містить лише формули алкінів:

- А.  $C_3H_8$ ,  $C_3H_6$ ,  $C_2H_6$   
Б.  $C_6H_{10}$ ,  $C_6H_{12}$ ,  $C_6H_{14}$   
В.  $C_3H_4$ ,  $C_4H_6$ ,  $C_5H_8$   
 $C_4H_8$ ,  $C_4H_{10}$ ,  $C_4H_6$

Позначте назву вуглеводню, у якому атом Карбону знаходиться в стані *sp* - гібридизації:

- А. етан                      Б. ацетилен                      В. метан                      Г. етилен

## ПРАКТИЧНІ ЗАВДАННЯ.

### Завдання 1.

1. Перелічіть основні особливості органічних сполук.
2. Яким чином графічно зображують будову органічних сполук? За допомогою раціональних структурних формул подайте будову таких сполук:  $C_4H_{10}$ ,  $C_4H_8$ ,  $C_4H_9-OH$ ,  $CH_3-COOH$ ,  $C_2H_5-Br$ ,  $C_2H_4Cl_2$ , а також сполук складу  $C_4H_8$  і  $C_4H_6$ , що мають замкнуті ланцюги.
3. Що називається ізомерією? На які типи вона поділяється?
4. На які групи поділяються органічні сполуки залежно від характеру зв'язків між атомами карбону в головному ланцюгу?

### Завдання 2.

1. Який стан атома називається основним, а який – збудженим?
2. Чим пояснити, що довжина зв'язку завжди менше суми радіусів двох атомів, що утворюють цей зв'язок?

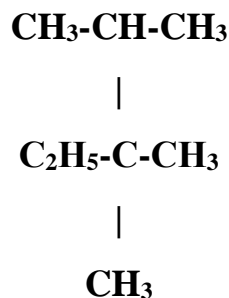
3. Що називається кратністю хімічного зв'язку? На які типи він поділяється залежно від кратності? Відповідь проілюструйте на прикладі утворення зв'язків у молекулах етану  $C_2H_6$ , етилену  $C_2H_4$ , ацетилену  $C_2H_2$ , бензену  $C_6H_6$ .

4. Виходячи з розміщення елемента на шкалі електронегативності визначте, в який бік зміщується електронна густина таких зв'язків: C–H, C–C, C–O, C–N, C–Br.

5. Перелічіть типи гібридизації, яким може піддаватися атом карбону в органічних сполуках. Наведіть приклади сполук, в яких атоми карбону піддаються: а)  $sp$ -, б)  $sp^2$ -, в)  $sp^3$ -гібридизації.

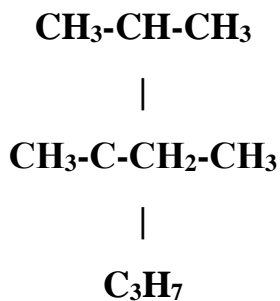
### Завдання 3.

1. Назвіть за систематичною і раціональною номенклатурою речовину:

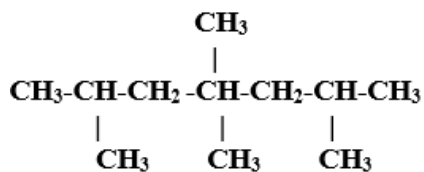


2. а) Напишіть структурну формулу сполуки *етилметилпропілметан* і назвіть її за номенклатурою IUPAC.

б) За структурною формулою назвіть сполуку за раціональною і систематичною номенклатурою:



3. а) Назвіть за систематичною та раціональною номенклатурою:



б) Напишіть структурну формулу сполуки *тетратретбутилметан* і назвіть її за номенклатурою IUPAC.

4. Визначте найраціональніші шляхи синтезу наведених далі алканів із галогенпохідних за реакцією Вюрца. Напишіть схеми реакцій. Назвіть за систематичною номенклатурою вихідні й побічні продукти, що утворюються при синтезі: 3-етил-4-метилгексан; 3,3-диметилпентан.

#### Завдання 4.

1. Визначте будову вуглеводню складу  $C_9H_{18}$ , який при окисненні утворює суміш гептанону-4 і оцтової кислоти. Напишіть рівняння реакції цього вуглеводню з бромоводнем. Назвіть вихідні і кінцеві сполуки.

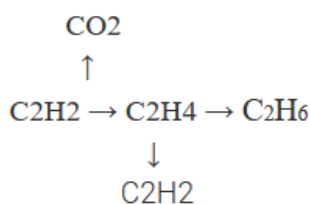
2. За емпіричною формулою і продуктами окиснення визначте будову вуглеводню. Напишіть рівняння реакції взаємодії цього вуглеводню з бромоводнем. Назвіть вихідні і кінцеві сполуки.

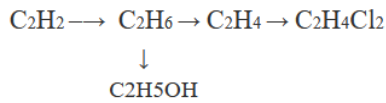
А) Емпірична формула  $C_8H_{16}$ , озоноліз дає бутаналь  $CH_3 - CH_2 - CH_2 - CHO$ .

Б) Емпірична формула  $C_8H_{16}$ , окиснення перманганатом калію при нагріванні дає суміш пропанона-2  $CH_3 - CO - CH_3$  та 2-метилбутанової кислоти  $CH_3 - CH_2 - CH(CH_3) - COOH$

#### Завдання 5.

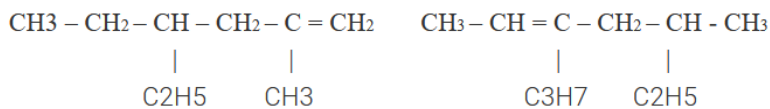
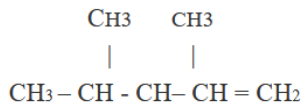
1. Здійснити перетворення:





2. Чи вистачить 67,2 л хлороводню для повного гідрогалогенування етину кількістю речовини 2 моль?

3. Назвіть сполуки:



4. Алкен масою 5,6 г приєднав гідроген хлорид масою 7,3 г. Виведіть формулу алкена.

#### Завдання 6.

1. В структурних формулах спиртів замість одного з атомів Гідрогену до атому Карбону приєднана:

А карбоксильна група (-COOH).

Б гідроксильна група (-OH).

В атом Оксигену (-O).

Г аміногрупа NH<sub>2</sub>

2. Зазначте систематичну назву речовини із молекулярною формулою C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>OH:

3. Оберіть формулу метанолу:

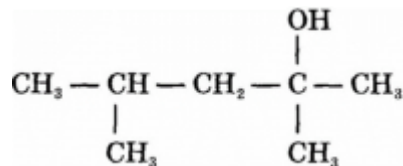
А CH<sub>3</sub>OH

Б C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>OH

В C<sub>3</sub>H<sub>8</sub>O

Г CH<sub>3</sub>COOH

4. Дайте назву спирту



5. Укажіть схему, що описує реакцію одержання етанолу:

А) CH<sub>2</sub>=CH<sub>2</sub> + H<sub>2</sub>O →

Б) CH<sub>2</sub>=CH<sub>2</sub> + H<sub>2</sub> →

В) CH<sub>2</sub>=CH<sub>2</sub> + HCl →

Г) CH<sub>2</sub>=CH<sub>2</sub> + Cl<sub>2</sub> →

6. Складіть рівняння реакції горіння пропанолу, зазначте суму коефіцієнтів у ньому.

7. Обчисліть масову частку Карбону у молекулі бутанолу.

### Завдання 7.

Установіть відповідність між вуглеводнем і класом, до якого він належить.

Вуглеводень	Клас речовин
1. Гексин	Алкан
2. Гексен	Арени
3. Бензен	Алнін
4. Гексан	Алкен
	Алкадієни

2. Вкажіть правильне твердження щодо фізичних властивостей бензену:

1. важчий за воду
2. має специфічний запах
3. темно-бурого кольору
- 4 розчинний у воді

3. Проаналізуйте твердження, та з'ясуйте правильне:

1. Бензен і бутан мають однаковий якісний склад.
2. Гідрування бензену належить до реакцій розкладу.
3. Бензен — оксигеновмісна органічна речовина.
4. Бензен — отруйна речовина.

4. Розташуйте речовини за збільшенням кількості атомів Гідрогену в молекулі:

етен    пропан    бензен    етин

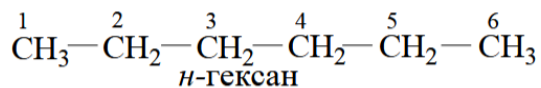
5. 10,8 моль бензену при освітленні прореагував з надлишком хлору. Вкажить кількість речовини хлору, що вступив у хімічну реакцію.

6. Які речовини є продуктами горіння, галогенування, гідрування бензену. Запішіть рівняння відповідних реакцій.

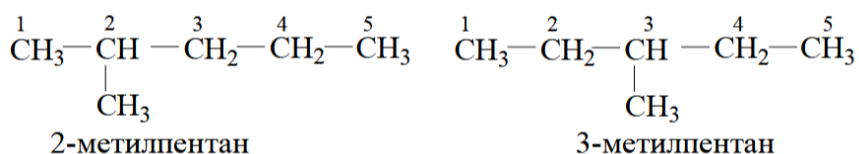
*Приклади вирішення практичних завдань.*

*Приклад 1.* Складіть структурні формули ізомерів алкану  $C_6H_{14}$  та назвіть їх.

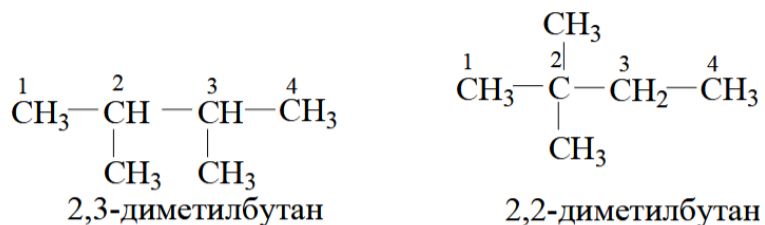
*Вирішення:* Один ізомер складу  $C_6H_{14}$  має карбоновий ланцюг без разгалужень:



Два ізомери – із п'яти атомів Карбону у головному ланцюгу:



Нарешті, ще два ізомери мають головний карбоновий ланцюг, що складається із чотирьох атомів:

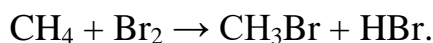


Отже, емпіричній формулі  $C_6H_{14}$  відповідає п'ять ізомерів.

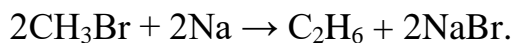
*Приклад 2.* Напишіть рівняння реакцій, за допомогою яких з метану і неорганічних реагентів можна добути бутан.

*Вирішення:*

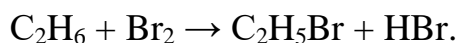
1. Бромованням метану можна добути бромметан (бромистий метил):



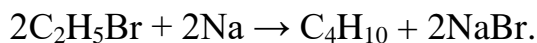
2. Внаслідок нагрівання бромметану із натрієм утворюється етан (реакція Вюрца):



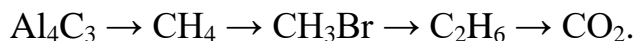
3. Взаємодією етану з бромом можна отримати брометан:



4. Бутан утворюється з брометану за реакцією Вюрца:



*Приклад 3.* Напишіть рівняння реакцій, які необхідно провести для здійснення таких перетворень:



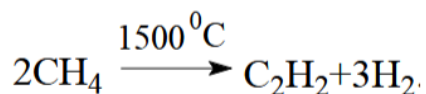
*Вирішення:*

1.  $\text{Al}_4\text{C}_3 + 12\text{H}_2\text{O} \rightarrow 3\text{CH}_4 + 4\text{Al}(\text{OH})_3$
2.  $\text{CH}_4 + \text{Br}_2 \rightarrow \text{CH}_3\text{Br} + \text{HBr}$
3.  $2\text{CH}_3\text{Br} + 2\text{Na} \rightarrow \text{CH}_3 - \text{CH}_3 + 2\text{NaBr}$
4.  $2\text{C}_2\text{H}_6 + 7\text{O}_2 \rightarrow 4\text{CO}_2 + 6\text{H}_2\text{O}$

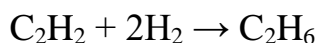
*Приклад 4.* Як, виходячи з метану, двома різними способами отримати етан? Напишіть рівняння реакцій, які необхідно здійснити.

*Вирішення:*

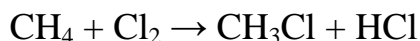
Нагріванням метану в умовах високих температур, отримуємо ацетилен:



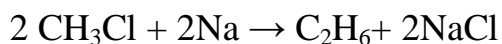
Гідруючи ацетилен, отримуємо етан:



Хлоруючи метан, отримуємо хлорметан:

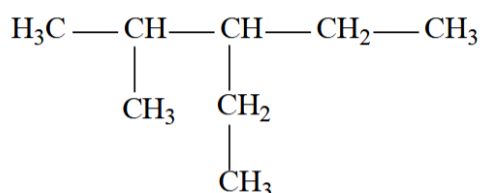


Нагріванням хлорметану з натрієм (синтез Вюрца), отримуємо етан:

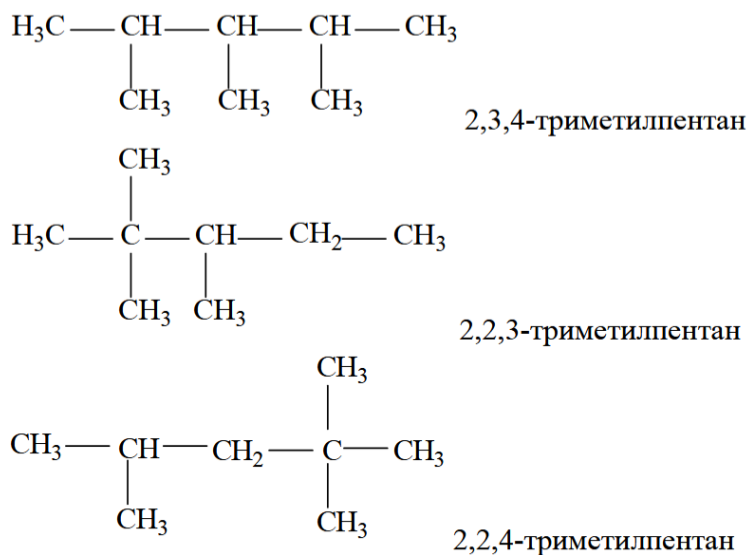


*Приклад 5.* Напишіть структурні формули ізомерних вуглеводнів складу  $\text{C}_8\text{H}_{18}$ , головний ланцюг яких складається із п'яти атомів Карбону, і назвіть їх.

*Вирішення:*

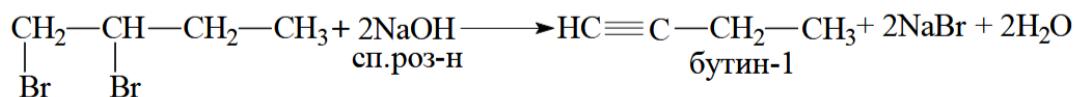


2-метил-3-етилпентан

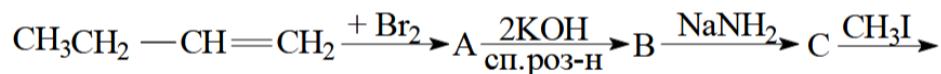


Приклад 6. Які сполуки утворюються при дії спиртового розчину лугу на 1,2-дибромбутан? Напишіть схему реакції.

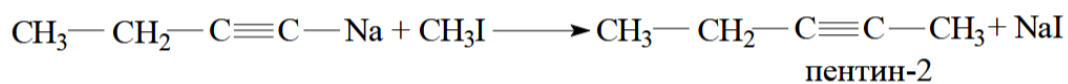
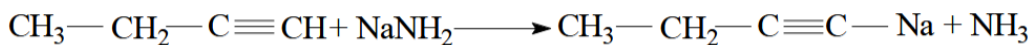
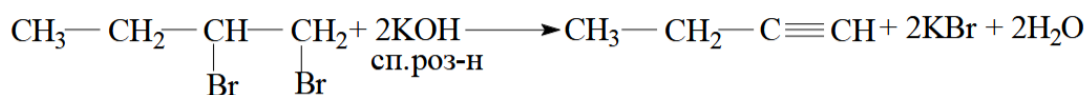
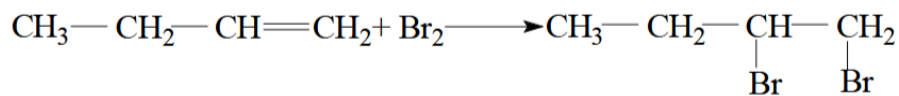
Вирішення:



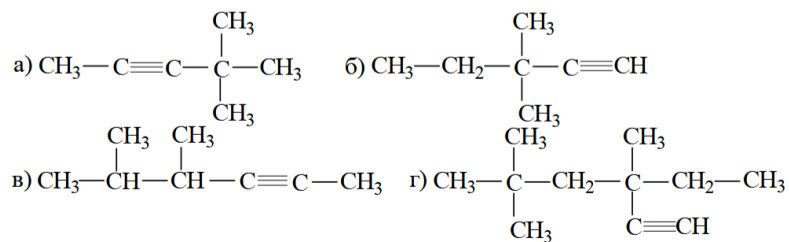
Приклад 7. Яка сполука утворюється в результаті наступних перетворень:



Вирішення:



Приклад 8. Назвіть за систематичною номенклатурою наступні сполуки:

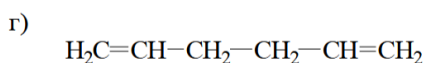
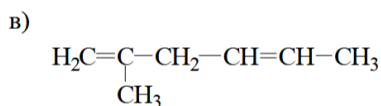
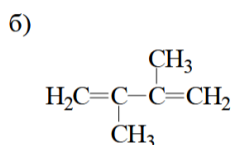
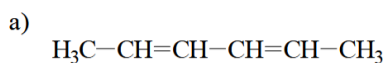


*Вирішення:*

а) 4,4-диметилпентин-2; б) 3,3-диметилпентин-1; в) 4,5-диметилгексин-2; г) 3,5,5-триметил-2-етилгексин-1.

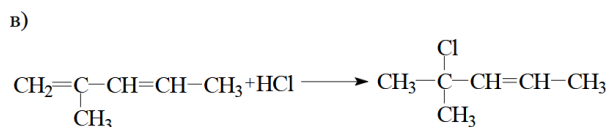
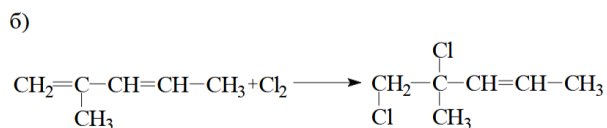
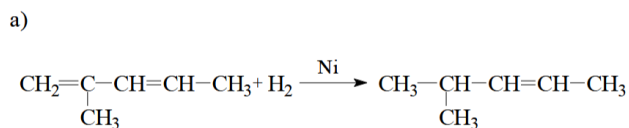
*Приклад 9.* Напишіть структурні формули таких вуглеводнів: а) гексадієн-2,4; б) 2,3-диметилбутадієн-1,3; в) 2-метилгексадієн-1,4; г) гексадієн-1,5.

*Вирішення:*



*Приклад 10.* Для 2-метилпентадієну-1,3 проведіть реакції взаємодії з: а) воднем; б) хлором; в) гідроген хлоридом.

*Вирішення:*



## ПИТАННЯ ДО ЕКЗАМЕНУ.

1. Предмет органічної хімії. Загальні теоретичні уявлення в органічній хімії.
2. Ізомерія органічних сполук. Теорія О.М.Бутлерова.
3. Природа хімічного зв'язку в органічних сполуках. Взаємний вплив атомів у молекулі.
4. Короткий огляд історії розвитку органічної хімії. Розвиток теоретичних уявлень про будову органічних сполук.
5. Класифікація та номенклатура органічних сполук.
6. Класифікація реакцій та реагентів.
7. Механізм органічних реакцій. Електрофільні і нуклеофільні реагенти.
8. Типи органічних реакцій.
9. Теорія електролітичної дисоціації Арреніуса-Оствальда.
10. Теорія Бренстеда-Лоурі. Кислотність і основність за теорією Бренстеда.
11. Типи органічних кислот та основ.
12. Кислоти і основи Льюїса. Жорсткі і м'які кислоти і основи.
13. Алкани. Ізомерія, номенклатура.
14. Методи добування алканів.
15. Будова алканів. Фізичні, хімічні властивості та практичне застосування.
16. Ізомерія, номенклатура алканів.
17. Алкени. Ізомерія, номенклатура.
18. Методи добування. Будова алкенів.
19. Фізичні, хімічні властивості та практичне застосування алкенів.
20. Особливості будови бензолу. Поняття про ароматичність.
21. Ізомерія, номенклатура аренів. Реакції електрофільного заміщення. Правила орієнтації при заміщенні у бензольному ядрі.
22. Методи одержання бензолу.
23. Фізичні, хімічні властивості бензолу. Заміщенні бензоли.

24. Правила орієнтації при заміщенні у бензольному ядрі. Механізм орієнтуючої дії замісників.
25. Спирти. Одноатомні та багатоатомні спирти, феноли.
26. Методи синтезу, будова та реакційна здатність спиртів.
27. Карбонільні сполуки аліфатичного та ароматичного ряду.
28. Альдегіди та кетони. Номенклатура, класифікація, методи добування.
29. Фізичні, хімічні властивості та практичне застосування альдегідів та кетонів.
30. Карбонові кислоти аліфатичного та ароматичного ряду та їх похідні. Класифікація, номенклатура, методи синтезу, хімічні властивості.
31. Похідні карбонових кислот. Уявлення про основні напрямки використання карбонових кислот та їх похідних. Дикарбонові кислоти.
32. Нітросполуки. Особливості будови. Аці-нітро-ізомерія.
33. Методи отримання, хімічні властивості нітросполук. Практичне застосування.
34. Аміни. Аміни аліфатичного та ароматичного ряду. Будова, номенклатура, хімічні властивості, методи синтезу.
35. Основність та кислотність амінів.
36. Основні представники аліфатичних та ароматичних амінів та шляхи їх використання.
37. Діазонієві солі, будова та хімічні властивості. Класифікація, номенклатура, методи синтезу, хімічні властивості.

### **Приклад билета**

#### **ЕКЗАМЕНАЦІЙНИЙ БІЛЕТ №**

1. Правила орієнтації у бензольному кільці. Замісники I та II роду.
2. Фізичні та хімічні властивості алканів.
3. Чи вистачить 67,2 л хлороводню для повного гідрогалогенування етину кількістю речовини 2 моль?

## ВИКОРИСТАНА ЛІТЕРАТУРА.

1. Іващенко О., Копанцева Л. Органічна хімія. Навчальний посібник. Полтавський державний медичний університет. 2023. 192 с.
2. Збірник рейтингових завдань з органічної хімії: Учбовий посібник / Під ред. проф. Ранського А.П. – Дніпропетровськ: УДХТУ, 2019. 196 с.
3. Зіменковський Б.С., Музиченко В.А., Ніженковська І.В. Біологічна та біоорганічна хімія. Том I: – Київ: Медицина, 2021. 398 с.
4. Хімія природних органічних сполук. Навч. посібник. – Львів: Національний університет «Львівська політехніка» (Інформаційно-видавничий центр «ІНТЕЛЕКТ+» Інституту післядипломної освіти), «Інтелект-Захід», 2019. 560 с.
5. Воронов С. А., Дончак В. А., Когут А. М. Органічна хімія. Навчальний посібник. Львівська політехніка. 2021. 488 с.
6. Березан О. Органічна хімія. Навчальний посібник. К. 2020. 198 с.
7. Бойчук І.Д., Зубрицька Л.О. Органічна хімія. Навчальний посібник. К.: Медицина. 2023. 240 с.
8. Jiben R. A Self-Study Guide to the Principles of Organic Chemistry. Wiley-VCH, 2021. 215 p.
9. Kendall N. H., Pierre V. Organic Chemistry Workbook. Wiley-VCH, 2019. 252 p.

