

ПРАКТИЧНЕ ЗАНЯТТЯ №5

Тема. ВУГЛЕВОДНІ. АЛКАНИ (НАСИЧЕНІ ВУГЛЕВОДНІ)

1. Актуальність теми.

Насичені вуглеводні є родоначальниками для всіх органічних сполук. Джерелом алканів є природні речовини: природний газ, нафта, вугілля, супутні гази. Представники гомологічного ряду алканів та циклоalkanів є цінною сировиною для синтезу багатьох лікарських препаратів, а також у хімічній промисловості для одержання бензину, дизельного палива, розчинників, вибухових речовин тощо.

Низькомолекулярні алкани – метан, етан, пропан, бутан – використовують як паливо, а також для добування ненасичених вуглеводнів, з яких у подальшому одержують пластмаси, синтетичні каучуки, мастила.

Вазелінову олію (суміш алканів до C_{15}) застосовують для виготовлення деяких лікарських форм і як компонент у парфумерно-косметичній промисловості.

Вазелін (суміш алканів C_{12} - C_{15}) використовують як основу для виготовлення мазей, парафін (C_{18} - C_{35}) та озокерит (суміш вищих алканів і алкенів), завдяки високій теплоємності, використовують як фізіотерапевтичні засоби.

Деякі циклоalkanи та їхні похідні застосовують як лікарські засоби, зокрема, циклопропан – як засіб для загального наркозу.

Циклогексанові та циклопентанові цикли входять до складу стеранового ядра – основи структури всіх стероїдів. Циклопентан є складовою частиною молекули простагландинів – надзвичайно важливих біологічно активних сполук із широким спектром дії, які використовують у клінічній практиці як лікарські засоби. Циклоalkanи також входять до складу молекул деяких вітамінів (вітамін А і D), речовин рослинного походження – терпенів, окремі з яких використовують як лікарські засоби.

Тому вивчення представників алканів та циклоalkanів, їх фізичних та хімічних властивостей є запорукою як успішного засвоєння наступних розділів органічної хімії, так і розуміння в подальшому окремих розділів біохімії, фармакогнозії, фармакології та фармацевтичної хімії.

Компетентності:

1. Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу, здатність вчитися і бути сучасно навченим.
2. Здатність застосовувати знання в практичних ситуаціях.
3. Здатність спілкуватися рідною мовою як усно, так і письмово.
4. Здатність до вибору стратегії спілкування; здатність працювати в команді; навички міжособистісної взаємодії.
5. Здатність до здійснення саморегуляції та ведення здорового способу життя, здатність до адаптації та дії у новій ситуації.
6. Визначеність і наполегливість щодо поставлених завдань.
7. Навички використання інформаційних і комунікаційних технологій.
8. Здатність оцінювати та забезпечувати якість виконуваних робіт.
9. Вміти обґрунтувати результати лабораторних хімічних досліджень.
10. Здатність робити висновки про варіанти перетворень в організмі α -амінокислот.

2. Конкретні цілі:

1. Вміти користуватись номенклатурою органічних сполук у назвах біологічно активних речовин і лікарських препаратів,
2. Мати уявлення про єдність будови, конфігурацій і конформацій органічних молекул як основи для розуміння зв'язку просторової будови з біологічною активністю.

3. Вміти використовувати основні поняття органічної хімії для пояснення реакційної здатності біологічно активних сполук. Робити висновки і аналізувати взаємозв'язок між будовою, конфігурацією та конформацією органічних сполук.

4. Знати і вільно користуватися основними правилами замісничкової номенклатури ІЮПАК при побудові назв органічних сполук.

5. Писати будову, конфігурацію, конформацію сполук та енантіомери сполук.

6. Підтверджувати експериментально хімічні властивості насичених вуглеводнів аліфатичного та аліциклічного ряду;

3. Базові знання, вміння, навички, необхідні для вивчення теми (міждисциплінарна інтеграція)

Назви попередніх дисциплін	Отримані навички
Хімія та фізика (шкільний курс)	Знати основні положення теорії хімічної будови органічних сполук О.М. Бутлерова. Знати класифікацію органічних сполук. Знати будову атома Карбону в органічних сполуках. Знати структурну ізомерію, її види. (Матеріал шкільної програми по хімії).
Українська мова за професійним спрямуванням	Мати досконалі знання рідної мови. Використовувати при фаховому та діловому спілкуванні та при підготовці документів рідну мову.

4. Завдання для самостійної роботи під час підготовки до заняття та на занятті.

4.1. Перелік основних термінів, параметрів, характеристик, які повинен засвоїти студент при підготовці до заняття:

Термін	Визначення
Алкани	насичені ациклічні вуглеводні, що мають загальну формулу C_nH_{2n+2} , їх також називають <i>парафінами</i> .
Вуглецевий (карбоновий) радикал	утворюється, якщо від молекули алкана відняти один або декілька атомів Гідрогену
sp^3 -гібридизація атому Карбону	відбувається при змішуванні однієї s- і трьох p-орбіталей. Виникає чотири однакові орбіталі, розташовані одна щодо іншої під тетраедричним кутом $109^\circ 28'$.
C_nH_{2n+2}	загальна формула гомологічного ряду алканів
Циклоалкани -	це циклічні вуглеводні, що означає, що вуглеці молекули розташовані у вигляді кільця

4.2. Теоретичні питання до заняття:

1. Загальна характеристика.
2. Електронна будова алканів. Тип гібридизації атому Карбону. Ізомерія.
3. Основні фізичні і хімічні властивості.
4. Циклоалкани.
5. Окремі представники. Одержання. Значення.

Зміст теми:

1. Загальна характеристика

Вуглеводні – органічні сполуки, до складу яких входить Карбон та Гідроген. Вони можуть бути насиченими (алкани, циклоалкани) та ненасиченими (алкени, циклоалкени, алкіни, алкадієни). Також за будовою вуглецевого ланцюга їх підрозділяють на ациклічні (аліфатичні) та циклічні.

Алкани. Алкани є насиченими вуглеводнями, оскільки усі вільні валентності атомів вуглецю зайняті (цілком «насичені») атомами водню. Алканами називають також *парафінами* (термін «парафіни» означає «той, що має малу спорідненість»).

Найпростішим представником алканів служить метан CH_4 . Починаючи з нього, можна побудувати ряд, у якому кожен наступний вуглеводень відрізняється від попередніх на одну групу $=\text{CH}_2$ (метиленова група), що називається гомологічною різницею. Всі члени такого ряду, який наз. **гомологічним** мають подібні хімічні властивості внаслідок подібності їхньої хімічної будови. Загальна формула гомологічного ряду алканів $\text{C}_n\text{H}_{2n+2}$.

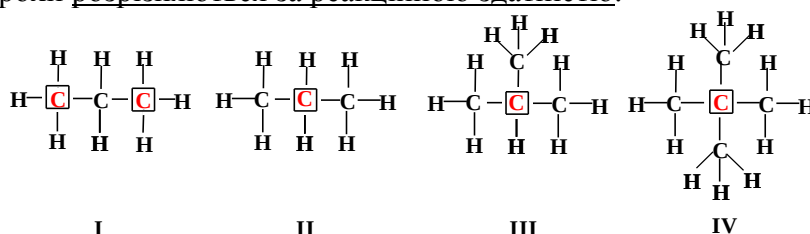
ТАБЛИЦА 1

Назва	Склад	Агрегатний стан за звичайних умов	Радикали первинні
Метан	C H_4	Газ	$-\text{CH}_3$ метил
Етан	C_2H_6	-“-	$-\text{C H}_2-\text{CH}_3$ етил
Пропан		-“-	$-\text{C H}_2-\text{C H}_2-\text{CH}_3$ пропіл
Бутан	C_4H_{10}	-“-	$-\text{CH}_2(\text{CH}_2)_2\text{CH}_3$ бутил
Пентан	C_5H_{12}	Рідина	$-\text{CH}_2(\text{CH}_2)_3\text{CH}_3$ пентил
Гексан	C_6H_{14}	-“-	$-\text{CH}_2(\text{CH}_2)_4\text{CH}_3$ гексил
Гептан	C_7H_{16}	-“-	$-\text{CH}_2\text{CH}_3(\text{CH}_2)_5$ гептил
Октан	C_8H_{18}	-“-	$-\text{CH}_2(\text{CH}_2)_6\text{CH}_3$ октил
Нонан	C_9H_{20}	-“-	$-\text{CH}_2(\text{CH}_2)_7\text{CH}_3$ нонил
Декан	$\text{C}_{10}\text{H}_{22}$	-“-	$-\text{CH}_2(\text{CH}_2)_8\text{CH}_3$ децил

За систематичною номенклатурою ІЮПАК *першим чотирьом членам* гомологічного ряду алканів надані їх історично сформовані назви – *метан, етан, пропан, бутан*. Назви інших алканів з нормальним, тобто нерозгалуженим вуглецевим ланцюгом, складаються з грецької або латинської назв числівника, що відповідає числу атомів Карбону в ланцюзі, з додаванням суфікса **-ан**. Так, грецька назва числівника 5 – «пента», звідси вуглеводень C_5H_{12} називається пентан. Для цього ж сполуки можна зустріти назву *n*-пентан, що підкреслює наявність нормального за будовою ланцюгу.

Починаючи з бутану і далі для кожного нормальної будови алкану існують *структурні* ізомери, сполуки з розгалуженим ланцюгом. Тобто для алканів характерна **структурна ізомерія**.

Атоми Карбону розрізняються за місцем розташування в ланцюгу. *Атом Карбону, зв'язаний тільки з одним сусіднім атомом Карбону називається первинним (I). Атом Карбону, зв'язаний із двома іншими атомами вуглецю, називається вторинним (II), із трьома – третинним (III), з чотирма – четвертинним(IV)*. У молекулах алканів нормальної будови є тільки первинні (на кінцях ланцюга) і вторинні (у ланцюзі) атоми Карбону. Третинні і четвертинні атоми є тільки в алканах з розгалуженим ланцюгом. Усі ці атоми Карбону трохи розрізняються за реакційною здатністю.



Структурна ізомерія обумовлює і різноманіття вуглецевих радикалів. Вуглецевий радикал утворюється, якщо від молекули алкана відняти один або декілька атомів Гідрогену.

Назву радикалу утворюють від назви відповідного алкана з заміною суфікса **-ан** на суфікс **-іл**. У загальному вигляді радикали, походять від аліфатичних вуглеводнів, і називаються **алкільними** і позначають R.

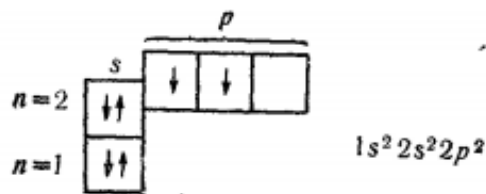
Ізомерія радикалів починається з пропану, для якого можливі два ізомерних радикали. Якщо атом водню відняти від первинного атома вуглецю, то вийде радикал пропил (н-пропіл), якщо від вторинного – вийде радикал ізопропіл:

H_3C – метил, $\text{H}_3\text{C}-\text{CH}_2$ – етил, $\text{H}_3\text{C}-\text{CH}_2-\text{CH}_2$ первинний пропіл (неспарений електрон біля первинного атома вуглецю),

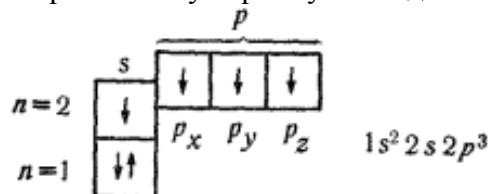
$\begin{array}{c} | \\ \text{CH}_3-\text{CH}-\text{CH}_3 \end{array}$ – вторинний пропіл (неспарений електрон біля вторинного атома вуглецю), який називають ще ізопропілом, і т. д.

2. Електронна будова алканів. Тип гібридизації атому Карбону. Ізомерія

Карбон знаходиться у II періоді IV групи, порядковий номер 6, періодичної таблиці елементів Д.І. Менделєєва. В нормальному стані атому Карбону електрони перебувають на таких АО:



У збудженому стані електрони атому карбону знаходяться на таких АО:



Рівноцінність зв'язків вуглецю в квантовій механіці (Л. Полінг, 1931 р.) пояснюють гібридизацією валентних орбіталей в його атомах у процесі переходу їх у збуджений стан і утворення ними хімічних зв'язків, тобто змішуванням (гібридизацію) цих орбіталей і вирівнюванням їх за формою. Хімічні зв'язки, що утворюються з участю гібридизованих орбіталей, більш міцні, ніж зв'язки з чистих негібридизованих електронних орбіталей. *sp³-гібридизація*: в результаті гібридизації одного 2s-електрона з трьома 2p-електронами Карбону у молекулах органічних речовин утворюється чотири рівноцінні гібридизовані орбіталі, які називаються *σ-орбіталями*. Таке вирівнювання орбіталей називається *sp³-гібридизацією*. При *sp³-гібридизації* в лінійну комбінацію з атомною 2s-орбітальною входить три атомні 2p-орбіталі. Гібридизована *sp³-орбіталь* має форму несиметричної об'ємної вісімки, витягнутої по один бік від ядра

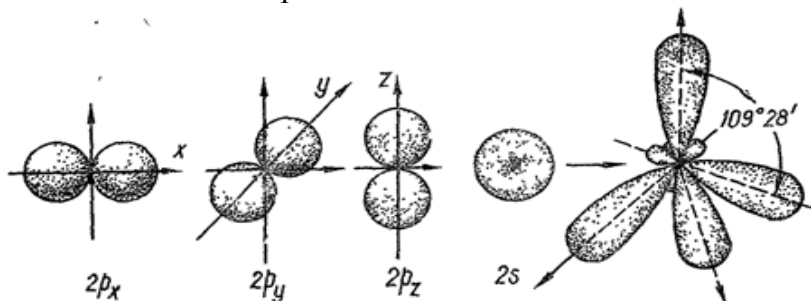


Схема утворення чотирьох *sp³-гібридизованих* орбіталей вуглецю.

Така гібридизована форма орбіталей сприяє більшому перекриванню з електронними орбіталями інших атомів, ніж перекривання «чистих» негібридизованих 2s- і 2p-орбіталей. Гібридизовані електронні орбіталі внаслідок відштовхування електронів розміщуються в просторі на максимальній віддалі одна від одної. Експериментально доведено, що чотири ковалентних зв'язки вуглецю в молекулі метану напрямлені в просторі

один відносно одного під кутом $109^{\circ}28'$, тобто до вершин правильного тетраедра. Це означає, що осі чотирьох sp^3 -гібридизованих орбіталей вуглецю також напрямлені в просторі до вершин правильного тетраедра, тобто під кутом $109^{\circ}28'$ одна відносно одної

3. Основні фізичні і хімічні властивості

Фізичні властивості. У звичайних умовах перші чотири члени гомологічного ряду алканів (C_1 - C_4) – гази. Нормальні алкани від пентану до гептадекана (C_5 - C_{17}) – рідини, починаючи з C_{18} і вище – тверді речовини. В міру збільшення числа атомів вуглецю в ланцюзі, тобто з ростом відносної молекулярної маси, зростають температури кипіння і плавлення алканів. При однаковому числі атомів вуглецю в молекулі алкани з розгалуженою будовою мають більш низькі температури кипіння, чим нормальні алкани.

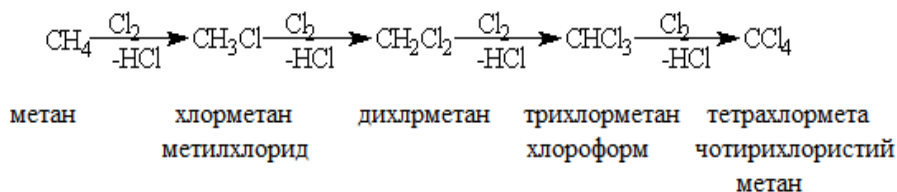
Алкани практично нерозчинні у воді, тому що їхньої молекули малополярні і не взаємодіють з молекулами води. Рідкі алкани легко змішуються один з одним. Вони добре розчиняються в неполярних органічних розчинниках, таких, як бензол, тетрахлорметан і ін.

Хімічні властивості. У звичайних умовах алкани хімічно інертні. Вони стійкі до дії багатьох реагентів: не взаємодіють з концентрованими сульфатною й нітратною кислотами, з концентрованими і розплавленими лугами, не окиснюються сильними окиснювачами – перманганатом калію $KMnO_4$ і т.п.

Хімічна стійкість алканів пояснюється тим, що атом Карбону знаходиться у стані sp^3 -гібридизації. Його гібридизовані електронні орбіталі утворюють один з одним або з іншими атомами σ -зв'язки. Ці зв'язки характеризуються не полярністю і мають високу міцність. неполярні зв'язки C-C і C-H в алканах не схильні до йонного розриву, але здатні розщеплюватися гомолітично під дією активних вільних радикалів. Тому **для алканів характерні, радикальні реакції**, у результаті яких утворюються сполуки, де атоми Гідрогену заміщені на інші атоми або групи атомів. Алкани вступають у реакції, що відбуваються за механізмом *радикального заміщення*, позначається символом S_R (від англ. substitution radicalic). *За цим механізмом легше всього заміщуються атоми Гідрогену в третинних, потім у вторинних і первинних атомів Карбону.*

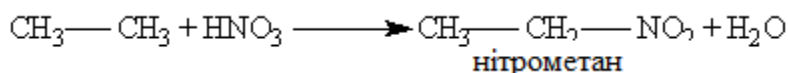
1. Галогенування.

При взаємодії алканів з галогенами (хлором і бромом) під дією УФ-випромінювання або високої температури утвориться суміш продуктів від моно- до полігалогенозаміщених алканів. Загальна схема цієї реакції показана на прикладі метану:



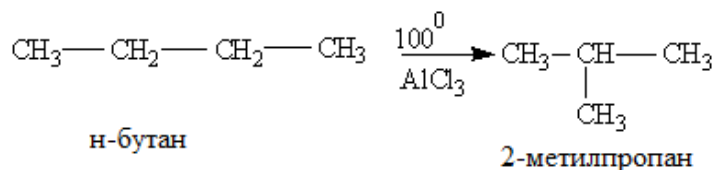
2. Нітрування (реакція Коновалова).

При дії розведеної азотної кислоти на алкани при 140°C і невеликому тиску протікає радикальна реакція:



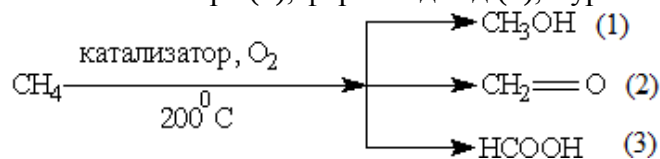
3. Ізомеризація.

Нормальні алкани за певних умов можуть перетворюватися в алкани з розгалуженим ланцюгом:



4. Окиснювання.

При м'якому окиснюванні метану киснем повітря в присутності різних каталізаторів можуть бути отримані метиловий спирт (1), формальдегід (2), мурашина кислота(3):



На повітрі алкани згорають до CO_2 і H_2O . Написати рівняння.

4. Окремі представники. Одержання. Значення

Одержання. Метан широко розповсюджений у природі. Він є головною складовою частиною багатьох палих газів як природних (90-98%), так і штучних, що виділяються при сухій перегонці дерева, торфу, кам'яного вугілля, а також при крекінгу нафти. Природні гази, особливо побіжні гази нафтових родовищ, крім метану містять етан, пропан, бутан і пентан.

Метан виділяється з дна боліт і з кам'яновугільних шарів у рудниках, де він утворюється при повільному розкладанні рослинних залишків без доступу повітря. Тому метан часто називають *болотним газом* або *рудниковий газом*.

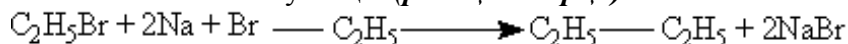
1. Одержання з ненасичених вуглеводнів.

Взаємодія алканів з воднем відбувається в присутності металевих каталізаторів (Ni, Pd) при нагріванні:



2. Одержання з галогенопохідних.

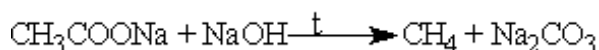
При нагріванні моногалогенозаміщених алканів з металевим натрієм одержують алкани з подвоєним числом атомів вуглецю (**реакція Вюрца**):



Подібну реакцію не проводять із двома різними галогенозаміщеними алканами, оскільки при цьому виходить суміш трьох різних алканів.

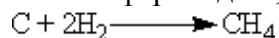
3. Одержання із солей карбонових кислот.

При сплавці безводних солей карбонових кислот з лугами виходять алкани, що містять на один атом вуглецю менше в порівнянні з вуглецевим ланцюгом вихідних карбонових кислот:



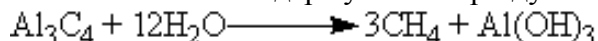
4. Одержання метану.

В електричній дузі, що горить в атмосфері водню, утвориться значна кількість метану:



Така ж реакція йде при нагріванні вуглецю в атмосфері водню до 400-500°C при підвищеному тиску в присутності каталізатора.

У лабораторних умовах метан часто одержують з карбіду алюмінію:



Застосування алканів. Воно досить різноманітно. Завдяки великій теплотворній здатності метан у великих кількостях витрачається як паливо (у побуті – побутовий газ і в промисловості). Широко застосовуються одержувані з нього речовини: водень, ацетилен, сажа. Він служить вихідною сировиною для одержання формальдегіду, метилового спирту, а також різних синтетичних продуктів.

Велике промислове значення має окиснювання вищих насичених вуглеводнів – парафінів з числом вуглецевих атомів 20-25. Цим шляхом одержують синтетичні жирні кислоти з різною довжиною ланцюга, які використовуються для виробництва мил, різних миючих засобів, мастильних матеріалів, лаків і емалей.

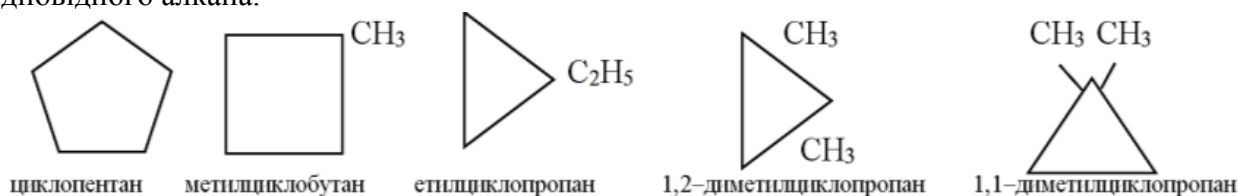
Рідкі вуглеводні використовуються як пальне (вони входять до складу бензину і гасу). Алкани широко використовуються в органічному та фармакологічному синтезі.

Циклоалкани. Насичені аліциклічні вуглеводні називають *циклоалканами* (*циклопарафінами*). Характерною особливістю будови циклоалканів є наявність замкненої системи. Загальна формула – C_nH_{2n} . Перший представник ряду – *циклопропан* C_3H_6 .

Властивості циклоалканів залежать від кількості атомів Карбону в циклі. Розрізняють такі цикли: малі (3-4 атоми Карбону); звичайні (5–7 атомів Карбону); середні (8–11 атомів Карбону); макроцикли (12 і більше атомів Карбону).

Подібно до алканів у молекулі циклоалкану атом Карбону перебуває в стані sp^3 -гібридизації, однак завдяки особливостям будови (наявність замкненого циклу) вони утворюють жорсткі системи. Одинарні зв'язки, що утворюються в молекулах малих циклів, відрізняються від звичайних σ -зв'язків. Ці проміжні зв'язки між одинарними і подвійними дістали назву *бананових зв'язків*.

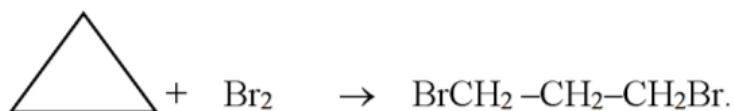
Назви циклоалканів утворюють шляхом додавання префікса «цикло» до назви відповідного алкана.



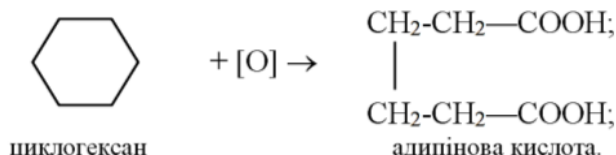
Структурна ізомерія циклоалканів може бути обумовлена *розміром циклу, розмірами і будовою бічних ланцюгів і їх положенням*. Це можна проілюструвати на прикладі п'яти ізомерів складу C_5H_{10} :

Просторова ізомерія заміщених циклів обумовлена різним просторовим розташуванням бічних ланцюгів щодо кільця *Хімічні властивості циклоалканів*. Стійкість циклів. У процесі вивчення циклоалканів було встановлено, що їхні хімічні властивості залежать насамперед від розміру циклу. За хімічним характером малі цикли схильні до *реакцій приєднання*, у результаті яких відбувається розрив циклу й утворюються алкани і їхні похідні, чим вони нагадують ненасичені сполуки. Цикли з великим числом ланок більш схильні до *реакцій заміщення*, нагадуючи цим алкани.

Галогенування. Циклопропан і його похідні легко приєднують бром з розривом циклу, утворюючи 1,3-дибромпохідні алканів:



Окиснювання. Циклопропан і його похідні повільно окиснюються за нормальної температури розчином перманганату калію у нейтральному чи лужному середовищах. У процесі дії більш сильних окиснювачів під час нагрівання окиснюються й інші циклоалкани. При цьому відбувається розрив циклу і утворення двоосновних кислот з тим же числом атомів Карбону:



Матеріали для самоконтролю:

А. Завдання для самоконтролю:

- Скільки σ -зв'язків у молекулі метану?
а) 2, б) 3, в) 4, г) 5.
- Вкажіть назву ряду сполук, молекули яких мають однотипну будову та відрізняються на одну або декілька —CH_2 груп:
а) гомологи, б) ізомери, в) мономер, г) полімери

Б. Задачі для самоконтролю:

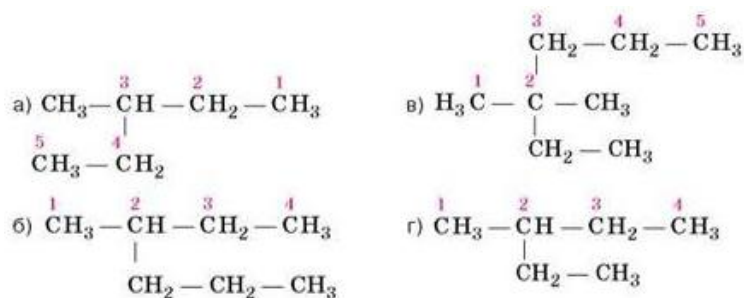
Задача № 1. Укажіть тип гібридизації атому Карбону в молекулі алканів:

- а) sp – гібридизація, в) sp^3 – гібридизація,
б) sp^2 – гібридизація, г) гібридизація відсутня

Задача № 2 Ізомерами називаються речовини:

- а) з однаковою молекулярною формулою, однаковою хімічною будовою та різними властивостями;
б) з однаковою молекулярною формулою, різною хімічною будовою та однаковими властивостями;
в) з однаковою молекулярною формулою, різною хімічною будовою та різними властивостями;
г) з різними молекулярними формулами, різною хімічною будовою та різними властивостями.

Задача № 3. Укажіть, у яких випадках припустилися помилки в нумерації головного карбонового ланцюга:



Література:

Основна:

1. Черних В.П., Зіменковський Б.С., Грищенко І.С. Органічна хімія: у 3 кн. – Харків: Основа, 1997. Кн. 1. – 145 с.; Кн. 2. – 480 с.; Кн. 3. – 256 с.
2. Іващенко О.Д., Копанцева Л.М. Органічна хімія : навч. посіб.[для здобувачів І рівня освіти ОПП «Фармація»] – Полтава : ПДМУ, 2023. -192 с.
3. Губський Ю.І. Біоорганічна хімія. – Вінниця: НОВА КНИГА, 2004. 464с.
4. Степаненко Б.Н. Курс органічної хімії. – К.: Вища школа, 1972. – 440 с.

Інформаційні ресурси:

1. <https://med-chemistry.pdmu.edu.ua/>
2. <https://www.pdmu.edu.ua/>

(Веб-сторінка Полтавський державний медичний університет).

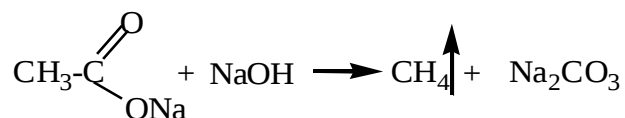
ЛАБОРАТОРНА РОБОТА

Дослід. Синтез метану і дослідження його властивостей.

Матеріали: ацетат натрію безводний, натронне вапно, бромна вода, розчин перманганату калію, рідкий вуглеводень, чотирихлористий вуглець, бром, розчин аміаку, концентрована HNO_3 , концентрована H_2SO_4 .

Синтез метану в лабораторних умовах найбільш просто здійснити за *методом Дюма*.

У суху пробірку, що має пробку з газовідвідною трубкою, помістити суміш, що складається зі зневодненого ацетату натрію і натронного вапна (1:2). Помістити пробірку горизонтально і нагріти суміш.



Нагрівання натрієвих солей карбонових кислот із натронним вапном є загальним методом одержання насичених вуглеводнів.

Безбарвний газ, що виділяється, метан пропустити поперемінно у бромну воду і розчин калій перманганату. Зміни забарвлення не відбувається. Тільки в жорстких умовах протікає окиснення і галогенування по радикальному механізму.

Чи змінюється забарвлення розчину? Зробіть відповідні висновки. Зробіть висновок про активність алканів щодо цих реагентів.