

Заняття 1

Класифікація , номенклатура, ізомерія біоорганічних сполук.

1. Предмет органічної хімії
2. Класифікація органічних сполук
3. Номенклатура органічних сполук
 - 3.1 Основні поняття замісникової номенклатури
 - 3.2 Утворення назв органічних сполук згідно з номенклатурою IUPAC
4. Особливості органічних сполук
5. Ізомерія

1. ПРЕДМЕТ ОРГАНІЧНОЇ ХІМІЇ

Органічна хімія охоплює в своїх дослідженнях ще майже 20 млн. сполук, переважна більшість яких має значно складнішу будову. Очевидно, що орієнтуватися в такому масиві можливо тільки, по-перше, спираючись на чітку класифікацію і, по-друге, вивчаючи характерні родові ознаки, які притаманні великим групам сполук залежно від особливостей їх будови і складу.

Органічна хімія – це наука, що вивчає сполуки карбону, їх будову, властивості, способи одержання і закони їх взаємних перетворень, а також шляхи практичного застосування.

До органічних речовин належать сполуки карбону із гідрогеном, киснем, нітрогеном, фосфором, галогенами та іншими хімічними елементами, за виключенням оксидів карбону CO , CO_2 , вугільної кислоти H_2CO_3 та її солей, які традиційно відносять до неорганічних сполук.

Теорія будови органічних сполук

1. Атоми, що входять до складу молекули органічних сполук, сполучені між собою в суворо визначеному порядку згідно з їх валентністю. Послідовність сполучення атомів у молекулі та характер зв'язків між ними називається хімічною будовою.
2. Властивості речовин залежать від хімічної будови молекули.
3. Реакційна здатність молекул залежить від взаємного впливу атомів або груп атомів, які утворюють молекулу.
4. За будовою речовини можна судити про її властивості і навпаки, вивчаючи реакційну здатність речовини, можна встановити її будову.

Теорія хімічної будови О.М.Бутлерова виявилася науковим фундаментом органічної хімії і сприяла швидкому її розвитку.

Органічна хімія стала основою хімічної промисловості: анілінофарбової, вибухових речовин, лікарських засобів, харчових добавок та ін.

2. КЛАСИФІКАЦІЯ ОРГАНІЧНИХ СПОЛУК

Органічні сполуки класифікують за будовою карбонового ланцюга, характером хімічних зв'язків у ньому та природою функціональної групи.

Сполуки кожного класу утворюють гомологічні ряди.

Гомологічний ряд – це послідовність сполук, у якому кожний наступний представник відрізняється від попереднього на одну групу $-\text{CH}_2-$. Наприклад, сполуки, що утворюють клас органічних кислот:

HCOOH	CH_3COOH	$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{COOH}$ і т.д.
Мурашина	Оцтова (етанова)	Пропіонова
(метанова) кислота	кислота	(пропанова) кислота

Загальна формула для алканів – $\text{C}_n\text{H}_{2n+2}$.

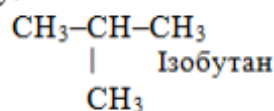
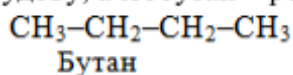
<i>Склад (брутто-формула)</i>	<i>Раціональна структурна формула</i>	<i>Назва</i>
CH ₄	CH ₄	Метан
C ₂ H ₆	CH ₃ -CH ₃	Етан
C ₃ H ₈	CH ₃ -CH ₂ -CH ₃	Пропан
C ₄ H ₁₀	CH ₃ -(CH ₂) ₂ -CH ₃	Бутан
C ₅ H ₁₂	CH ₃ -(CH ₂) ₃ -CH ₃	Пентан
C ₆ H ₁₄	CH ₃ -(CH ₂) ₄ -CH ₃	Гексан
C ₇ H ₁₆	CH ₃ -(CH ₂) ₅ -CH ₃	Гептан
C ₈ H ₁₈	CH ₃ -(CH ₂) ₆ -CH ₃	Октан
C ₉ H ₂₀	CH ₃ -(CH ₂) ₇ -CH ₃	Нонан
C ₁₀ H ₂₂	CH ₃ -(CH ₂) ₈ -CH ₃	Декан
C ₁₁ H ₂₄	CH ₃ -(CH ₂) ₉ -CH ₃	Ундекан
C ₁₂ H ₂₆	CH ₃ -(CH ₂) ₁₀ -CH ₃	Додекан
C ₂₀ H ₄₂	CH ₃ -(CH ₂) ₁₈ -CH ₃	Ейкозан
C ₃₀ H ₆₂	CH ₃ -(CH ₂) ₂₈ -CH ₃	Триаконтан
C ₄₀ H ₈₂	CH ₃ -(CH ₂) ₃₈ -CH ₃	Тетраконтан
C ₁₀₀ H ₂₀₂	CH ₃ -(CH ₂) ₈₈ -CH ₃	Гектан

Надзвичайно велику кількість органічних сполук вдалося вивчити лише базуючись на їх класифікації, тобто на віднесенні кожної окремої речовини до певного класу чи типу за наявністю в її будові та властивостях характерних родових ознак, притаманних даній групі сполук.

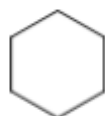
При класифікації органічних сполук за основу беруть три найважливіші ознаки: будову карбонового ланцюгу, характер зв'язків між атомами карбону, природу функціональних груп.

I. Будова карбонового скелету, за якою органічні сполуки поділяються на такі групи:

- ациклічні сполуки** (або **аліфатичні сполуки**), головною ознакою яких є незамкнутий карбоновий ланцюг нормальної чи розгалуженої структури, наприклад, незамкнуті ланцюги вуглеводнів складу C₄H₁₀, серед яких бутан має нормальну будову, а ізобутан – розгалужену:



- карбоциклічні сполуки**, в яких карбоновий скелет утворює цикл (кільце); ця група додатково поділяється ще на **аліциклічні сполуки** і **ароматичні сполуки**, в основі яких лежить структура бензину. Наприклад, замкнутий ланцюг циклогексану C₆H₁₂ відносить цей вуглеводень до аліциклічного ряду сполук, а бензену C₆H₆ – до ароматичних:

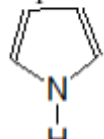


Циклогексан

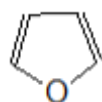


Бензен

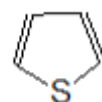
- гетероциклічні сполуки**, які містять у циклі атоми не тільки карбону, але й інших елементів (нітрогену, кисню, сульфуру), наприклад:



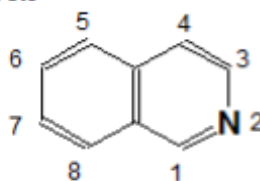
Пірол



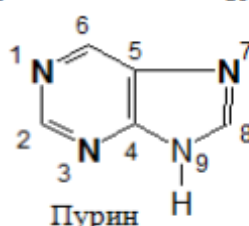
Фуран



Тіофен



Ізохінолін



Пурин

Класифікація за будовою карбонового ланцюга

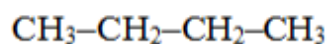


Залежно кількості та складу функціональних груп органічні речовини бувають такими:

- **монофункціональні сполуки**, до складу яких входить лише одна функціональна група, наприклад, етиловий спирт (або етанол) $\text{CH}_3\text{--CH}_2\text{--OH}$;
- **поліфункціональні сполуки**, які містять декілька *однакових* функціональних груп, наприклад, етиленгліколь $\text{HO--CH}_2\text{--CH}_2\text{--OH}$;
- **гетерофункціональні сполуки**, що мають у своєму складі дві чи більше *різних* функціональних груп, наприклад, амінокислота гліцин $\text{NH}_2\text{--CH}_2\text{--COOH}$. У випадку гетерофункціональних сполук належність до певного класу визначається за природою *старшої групи*, яку називають **характеристична група**.

2. Характер зв'язків між атомами карбону, які здатні сполучатися між собою ковалентними зв'язками різної кратності, залежно від чого органічні сполуки поділяються на ряди:

- **насичені сполуки**, (або **граничні сполуки**), в яких між атомами карбону утворюються прості (одинарні) ковалентні σ -зв'язки C--C , наприклад:

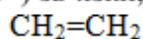


Бутан

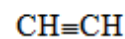


Циклобутан

- **ненасичені сполуки**, в карбонових ланцюгах яких містяться подвійні ($>\text{C}=\text{C}<$) чи потрійні ($-\text{C}\equiv\text{C}-$) зв'язки, наприклад,



Етилен



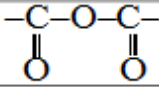
Ацетилен

3. Природа функціональних груп.

Функціональна група – це атом чи група атомів, що має неуглеводневу природу і надає речовині певних властивостей, специфічних для даного класу органічних сполук.

Залежно від наявності чи відсутності функціональних груп органічні речовини відносять відповідно або до певного класу органічних сполук або до вуглеводнів.

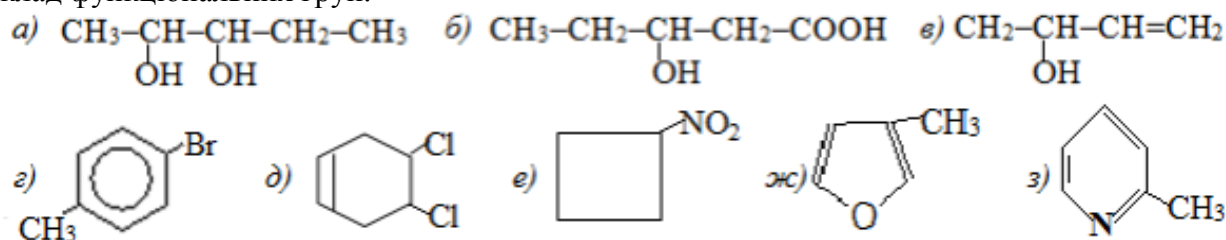
Скорочений перелік найважливіших функціональних груп у порядку зменшення їх старшинства

Функціональна група	Назва групи	Клас сполук
-COOH	Карбоксильна	Карбонові кислоти
-SO ₃ H	Сульфогрупа	Сульфонові кислоти, сульфо кислоти
-COOM, -COOR	Карбоксильна	Карбоксилати (солі карбонових кислот, естери)
	Ангідридна	Ангідриди кислот
-C≡N	Ціаногрупа	Нітрили, ціанопохідні інших класів органічних сполук
 або -CH=O	Карбонільна (альдегідна)	Альдегіди
 або >C=O	Карбонільна (кетонна)	Кетони
-OH	Гідроксильна	Спирти, феноли
-SH	Тіольна	Тіоспирти (меркаптани)
-NH ₂	Аміногрупа	Аміносполуки
-NO ₂	Нітрогрупа	Нітросполуки
-OR	Алкоксильна	Прості етери
-Hal (-F, -Cl, -Br, -I)	Галогени	Галогенопохідні

Завдання для практичного закріплення матеріалу

1. Визначити тип кожної запропонованими сполуки за такими ознаками:

1) будова карбонового ланцюгу; 2) характер зв'язків між атомами карбону; 3) кількість і склад функціональних груп.



2. Яким чином графічно зображують будову органічних сполук? За допомогою раціональних структурних формул представте будову таких сполук: C_4H_{10} , C_4H_8 , $\text{C}_4\text{H}_9\text{OH}$, CH_3COOH , $\text{C}_2\text{H}_5\text{Br}$, $\text{C}_2\text{H}_4\text{Cl}_2$, а також сполук складу C_4H_8 і C_4H_6 , що мають замкнуті ланцюги.

3. Що називаються гомологічним рядом, гомологом?

4. Два перших представника гомологічного ряду алкінів (ацетиленових вуглеводнів) мають склад: C_2H_2 і C_3H_4 . Визначте склад наступного члена і складіть загальну формулу гомологічного ряду алкінів.

5. Склад мурашиного і оцтового альдегідів виражаються такими формулами відповідно: HCHO і CH_3CHO . Яку формулу має наступний член гомологічного ряду альдегідів – пропіоновий альдегід? Складіть загальну формулу гомологічного ряду насичених альдегідів.

6. Склад пентилового спирту виражається формулою $\text{C}_5\text{H}_{11}\text{OH}$. Складіть загальну формулу гомологічного ряду насичених спиртів, а також формулу першого члена цього гомологічного ряду.

3. НОМЕНКЛАТУРА ОРГАНІЧНИХ СПОЛУК

Номенклатура – це сукупність термінів і система правил, відповідно до яких утворюються назви органічних сполук.

В органічній хімії найчастіше використовують дві номенклатури: систематичну і тривіальну.

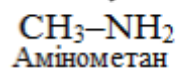
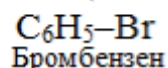
Систематична номенклатура об'єднує назви органічних сполук, побудовані згідно із загальними правилами, застосування яких вимагає знайомства з певними термінами і поняттями.

Тривіальна номенклатура (від лат. *trivialis* – звичайний) – це історично складені назви, що вказують на джерела добування органічних речовин чи на яскраві риси їх властивостей. Наприклад, сечовину вперше було виділено із сечі; у назвах глюкози, гліцину, гліцерину (від грецького корня *glycys* – солодкий), відображається спільна властивість цих сполук – солодкий смак. Тривіальна номенклатура особливо поширена серед природних речовин (амінокислот, вуглеводів, алкалоїдів, стероїдів, гормонів), однак користуватися нею доречно тільки при вивченні окремих сполук чи їх невеликих рядів.

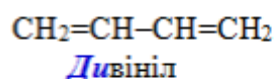
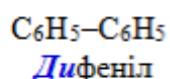
А при розгляданні величезної сукупності різних класів органічних речовин необхідна систематична номенклатура – об'єднувальна міжнародна система назв, якою стала **номенклатура IUPAC**. (IUPAC розшифровується як *International Union of Pure and Applied Chemistry* – Міжнародний союз теоретичної та прикладної хімії). Об'єднання принципів і правил такої номенклатури носить назву **систематична номенклатура**. Слід відмітити, що назви для складних за структурою сполук відповідно до правил IUPAC іноді бувають надзвичайно громіздкими, тому для спрощення допускається використання тривіальної номенклатури.

Згідно із положеннями IUPAC для утворення назви розроблено вісім способів, але найвідомішими є чотири з них.

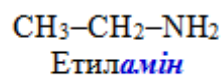
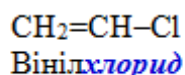
1. **Замісниковий метод номенклатури IUPAC**, в якому основою назви найчастіше є відповідний вуглеводень, а всі інші фрагменти в структурі молекули розглядаються як замісники атомів гідрогену, наприклад, похідні бензену C_6H_6 і метану CH_4 , в яких функціональними групами (Br і NH_2) заміщено по одному атому H:



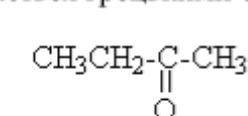
2. **Сполучальний метод номенклатури IUPAC**, згідно із яким назва складається з декількох рівноправних частин, наприклад:



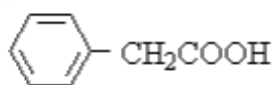
3. **Радикально-функціональний метод номенклатури IUPAC**, при якому до назви радикалу додається назва функціональної групи; цей варіант номенклатури IUPAC найчастіше вживають для простих моно- і дифункціональних сполук – спиртів, галогенопохідних і етерів; для деяких класів органічних сполук вона не годиться. Наприклад:



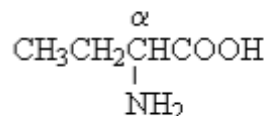
Основу назви згідно з радикально-функціональним методом складає назва даного класу сполук чи одного з членів гомологічного ряду, а положення замісників інколи позначається грецькими буквами:



Метилетилкетон

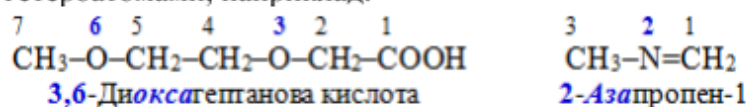


Фенілоцтова кислота



α -Аміномасляна кислота

4. Замінювальний метод номенклатури IUPAC – для сполук, що містять гетероатом в аліфатичному чи циклічному ланцюгу. Перша частина назви вказує на гетероатом, який за цим способом IUPAC називають так: N – *аза*, O – *окса*, S – *тіа*, P – *фосфа*. А друга частина є назвою відповідного вуглеводню, якщо виходити з припущення, що сполука містить тільки атоми карбону. Цифри перед назвою вказують на номери атомів карбону, що були замінені гетероатомами, наприклад:

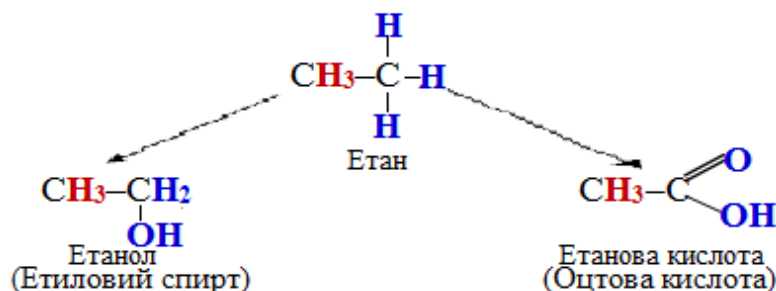


7.4.1 ОСНОВНІ ПОНЯТТЯ ЗАМІСНИКОВОЇ НОМЕНКЛАТУРИ

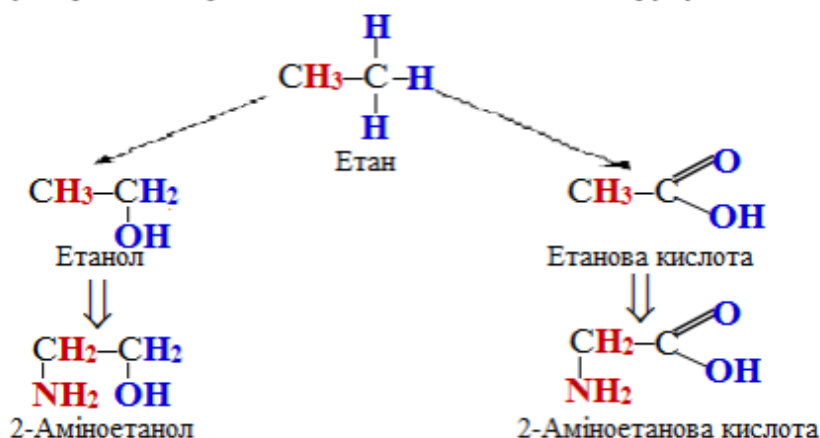
Незважаючи на великий вибір способів IUPAC, найбільш зручною є замісничкова номенклатура, відповідно до якої за основу назви найчастіше обирають вуглеводень, а всі інші фрагменти в структурі молекули розглядаються як замісники атомів гідрогену. Для застосування замісничкової номенклатури необхідно знати назви родопочаткових структур і замісників.

Родопочаткова структура – це основа будови молекули, від кореня назви якої утворюється назва сполуки.

Наприклад, етан $\text{CH}_3\text{—CH}_3$, що містить два атоми карбону, є родопочатковою структурою для етанолу $\text{CH}_3\text{—CH}_2\text{—OH}$ і етанової кислоти $\text{CH}_3\text{—COOH}$, ланцюг яких складається теж із двох атомів карбону, тому їх можна розглядати як похідні етану. При цьому етанол $\text{CH}_3\text{—CH}_2\text{—OH}$ утворюється заміщенням одного атома гідрогену в етані $\text{CH}_3\text{—CH}_3$ на групу OH, а етанова кислота $\text{CH}_3\text{—COOH}$ – двох атомів гідрогену в молекулі етану $\text{CH}_3\text{—CH}_3$ на атом O, а третього атома гідрогену – на групу OH:

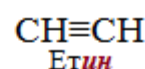
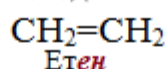
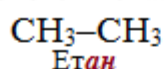


В свою чергу етанол і етанова кислота є родопочатковими структурами для своїх похідних, наприклад, для аміноетанолу $\text{NH}_2\text{—CH}_2\text{—CH}_2\text{—OH}$ і аміноетанової кислоти $\text{NH}_2\text{—CH}_2\text{—COOH}$, що утворюється при заміщенні атома H на аміногрупу NH_2 :



Родопочатковою структурою для аліфатичних (незамкнутих) сполук вважається головний карбоновий ланцюг, а для аліциклічних, що мають замкнутий ланцюг і складаються з атомів карбону, – цикл.

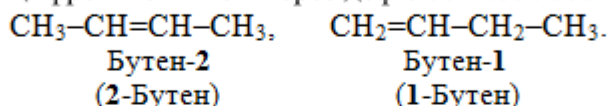
Якщо родопочаткова структура сполуки містить кратні зв'язки, то в її назві притаманний для алканів суфікс *-ан* (табл. 7.1) замінюють на *-ен* (чи *-єн*) – для сполук з подвійним зв'язком, чи на *-ин* (*-ін*) для сполук з потрійним зв'язком, як це видно при порівнянні насиченого і ненасичених вуглеводнів:



У назвах сполук з довгим ланцюгом, що складаються з трьох чи більше атомів С, після суфікса необхідно через дефіс вказувати локант і – при необхідності – множувальну частку.

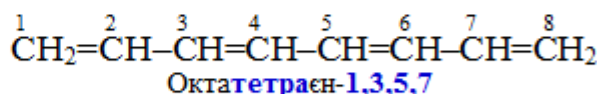
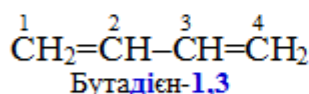
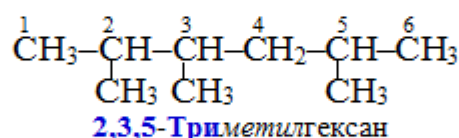
Локант – це номер атома карбону, від якого починається кратний зв'язок, чи номер атома карбону, сполученого із замісником.

Наприклад, положення подвійного зв'язку в ненасичених аліфатичних вуглеводнях складу C_4H_8 вказується цифрою-локантом через дефіс до назви або після неї:

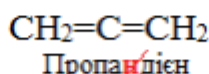


Множувальні частки – це похідні від грецьких числівників (*ди-, три-, тетра-, пента- та інші*), за допомогою яких позначають кількість кратних зв'язків чи замісників.

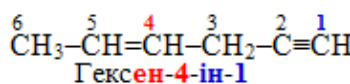
Використовуючи множувальні частки, в назві сполуки необхідно приводити і відповідну кількість цифр-локантів, повторювати які необхідно стільки разів, скільки вимагає грецький числівник:



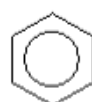
Як впливає з назв вуглеводнів, наведених в двох останніх прикладах, зникає буква «н» з кореня назви ненасиченого вуглеводню з декількома подвійними зв'язками: не пропандієн, а пропadiєн:



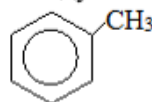
У тому випадку, коли сполука містить одночасно зв'язки різної кратності, у назві спочатку подають суфікс, що зазначає подвійний зв'язок (*-єн*), а потім – суфікс потрійного зв'язку (*-ин*). При цьому, якщо обидва кратні зв'язки знаходяться на однакових відстанях від країв карбонового ланцюгу, нумерацію атомів карбону в головному ланцюгу проводять так, щоб подвійний зв'язок одержав найменший номер. Якщо ж потрійний зв'язок розташовується ближче до краю, то нумерацію починають з найближчого до нього боку, але в назві все одно спочатку вказують подвійний зв'язок, наприклад:



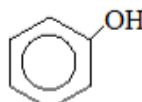
Родопочатковою структурою більшості ароматичних сполук вважається бензен C_6H_6 (стара назва – бензол). Однак деякі представники ароматичних сполук мають настільки розповсюджені тривіальні назви, що вони вже офіційно закріплені міжнародними правилами IUPAC і рекомендовані для широкого використання – в прикладах ці назви наведені в дужках:



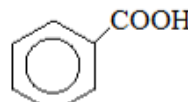
Бензен
(Бензол)



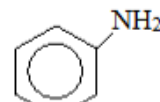
Метилбензен
(Толуєн)



Гідроксибензен
(Фенол)

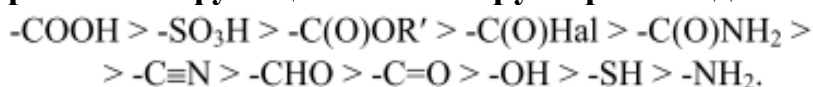


Бензенкарбонова кислота
(Бензойна кислота)

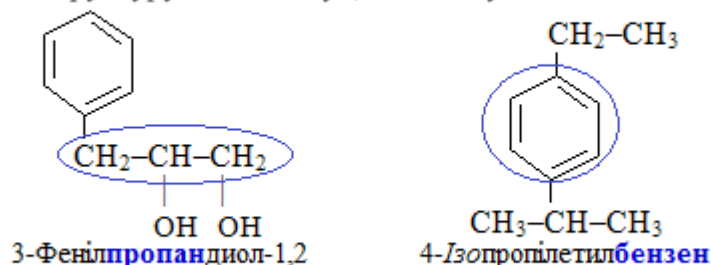


Амінобензен
(Анілін)

Порядок старшинства функціональних груп при складанні назв:

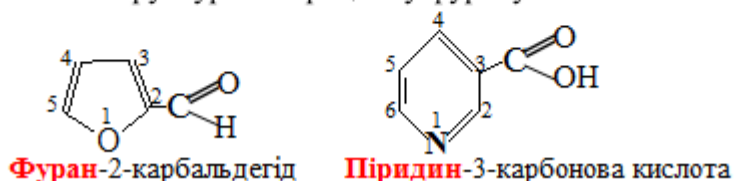


Якщо сполука містить одночасно і відкритий ланцюг, і цикл, за родопочаткову структуру вважається та частина, в якій знаходиться старша функціональна група. Для прикладу порівняємо структуру двох сполук, до складу яких входить бензенове кільце:



В першому випадку (3-фенілпропандиол-1,2) родопочатковою структурою є боковий ланцюг – пропан, оскільки він містить три замісники (один фенільний радикал – C_6H_5 і дві гідроксогрупи $-\text{OH}$), а другому (4-ізопропілетилбензен) – бензеновий цикл з двома замісниками. Для наочності в структурних формулах обох сполук родопочаткові структури окреслені синім кольором.

Родопочатковою структурою більшості гетероциклічних сполук є гетероцикл, тому назви гетероциклічних сполук походять від назв гетероциклів (табл. 7.3), причому, нумерація замкнутого ланцюгу розпочинається від гетероатома. Для прикладу наведемо назви альдегіду на основі структури гетероциклу фурану і кислоти – на основі піридину:



Замісник – це будь-який атом чи група атомів, які заміщують атом гідрогену в родопочатковій структурі.

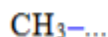
В якості замісника може виступати вуглеводневий радикал чи вже розглянута раніше функціональна група (табл. 7.2), старша з яких (тобто характеристична) визначає клас органічної сполуки.

Вуглеводневий радикал – це залишок молекули вуглеводню, який містить на один чи декілька атомів гідрогену менше, ніж у вихідній молекулі.

Залежно від кількості втрачених атомів гідрогену, вуглеводневі радикали можуть бути одновалентними і двохвалентними.

Насичені одновалентні радикали, які походять від алканів, мають загальну назву **алкіли** (позначаються *Alk* чи *R*). При запису формули радикалу ризкою обов'язково зазначають вільну валентність – зв'язок, за допомогою якого радикал сполучається з головним ланцюгом: $\text{C}_n\text{H}_{2n+1}-$. Назви одновалентних насичених радикалів утворюються шляхом заміни в назві вихідного алкану суфікса *-ан* на *-ил (-il)*, наприклад: з алканів метану CH_4 і етану C_2H_6 утворюються радикали метил CH_3- і етил C_2H_5- (табл. 7.4).

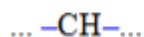
Для називання складніших радикалів, здатних утворювати ізомери, вживаються додаткові префікси (*ізо-*, *втор-* і *трет-*), які визначаються особливостями будови атома карбону з вільною валентністю, як це показано на прикладі радикалів складу C_3H_7- і C_4H_9- (табл. 7.4). До речі, префікси *втор-* і *трет-* походять від назв атомів карбону в вуглеводнях: у випадку сполучення якомусь атому С лише з одним сусіднім атомом карбону, він називається *первинним*, з двома – *вторинним*, з трьома – *третинним*, а з чотирма – *четвертинним*:



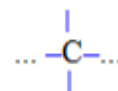
Первинний



Вторинний

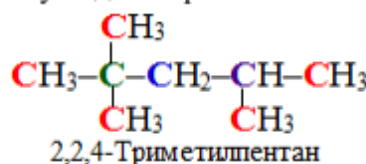


Третинний



Четвертинний

Для прикладу можна навести структуру вуглеводню, в якій з метою більшої наочності відповідні атоми карбону виділені різними кольорами:



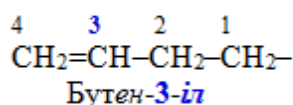
С – первинний атом карбону,

С – вторинний атом карбону,

С – третинний атом карбону,

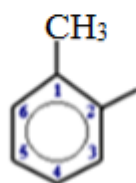
С – четвертинний атом карбону

Назви одновалентних ненасичених аліфатичних радикалів складаються із назви вихідного вуглеводню, до якого додається закінчення -ил (-іл); при цьому вказують положення (локант) кратного зв'язку, а нумерацію починають від атома карбону з вільною валентністю, наприклад:

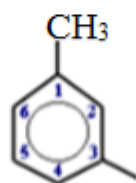


Іноколи для деяких з них використовують індивідуальні назви: вініл, аліл тощо

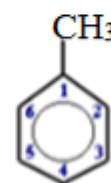
Загальна назва ароматичних радикалів – **арили** (позначаються символом *Ar*). Серед них найважливішими є *феніл* $\text{C}_6\text{H}_5\text{---}$, *бензил* $\text{C}_6\text{H}_5\text{---CH}_2\text{---}$ і три його ізомери загального складу $\text{CH}_3\text{---C}_6\text{H}_4\text{---}$, до кореня назв яких (*толіл*, або *толуїл*) додаються спеціальні префікси (*орто*-, *мета*-, *пара*-):



орто-Толіл

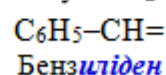
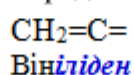
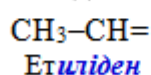


мета-Толіл



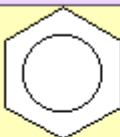
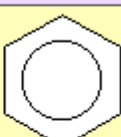
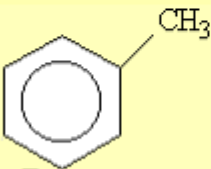
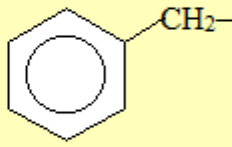
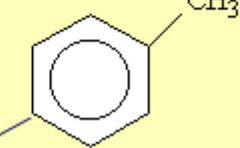
пара-Толіл

У назвах двохвалентних вуглеводневих радикалів використовується додатковий суфікс -иліден (-іліден), якщо атоми гідрогену відщеплені від одного і того ж атома карбону (винятком є назва двохвалентного радикалу метилену $\text{---CH}_2\text{---}$):



Номенклатура одновалентних вуглеводневих радикалів

Вихідний вуглеводень	Радикал, утворений з вуглеводню	Вихідний вуглеводень	Радикал, утворений з вуглеводню
CH_4 Метан	$\text{CH}_3\text{---}$ Метил	$\text{CH}_2=\text{CH}_2$ Етен (Етилен)	$\text{CH}_2=\text{CH}\text{---}$ Етеніл (Вініл)
C_2H_6 Етан	$\text{C}_2\text{H}_5\text{---}$ Етил	$\text{CH}\equiv\text{CH}$ Етин (ацетилен)	$\text{CH}\equiv\text{CH}\text{---}$ Етиніл
C_3H_8 Пропан	$\text{CH}_3\text{---CH}_2\text{---CH}_2\text{---}$ Пропіл		$\text{CH}_3\text{---CH=CH}\text{---}$ Пропеніл
			$\text{CH}_2=\text{CH}\text{---CH}_2\text{---}$ Аліл

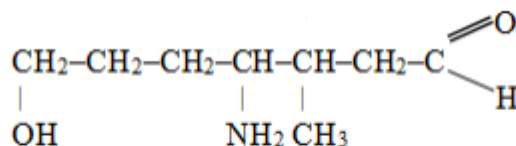
	$\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ \\ \text{CH} - \\ \\ \text{CH}_3 \end{array}$ <i>ізо-Пропіл</i>	$\text{CH}_3-\text{CH}=\text{CH}_2$ Пропен	$\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ \\ \text{CH}_2=\text{C} - \end{array}$ Пропеніл
C_4H_{10} Бутан	$\text{CH}_3-(\text{CH}_2)_2-\text{CH}-$ <i>н-Бутіл</i>	 Бензен C_6H_6	 Феніл C_6H_5-
	$\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}-$ CH_3 <i>втор-Бутіл</i>		
	$\text{CH}_3-\text{CH}-\text{CH}_2-$ CH_3 <i>ізо-Бутіл</i>	 Толуол $\text{C}_6\text{H}_5-\text{CH}_3$	 Бензил $\text{C}_6\text{H}_5-\text{CH}_2-$
	$\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ \\ \text{CH}_3-\text{C}- \\ \\ \text{CH}_3 \end{array}$ <i>трет-Бутіл</i>		 <i>орто-Толуіл</i> $o-\text{CH}_3-\text{C}_6\text{H}_4-$

УТВОРЕННЯ НАЗВ ОРГАНІЧНИХ СПОЛУК ЗГІДНО З ЗАМІСНИКОВОЮ НОМЕНКЛАТУРОЮ IUPAC

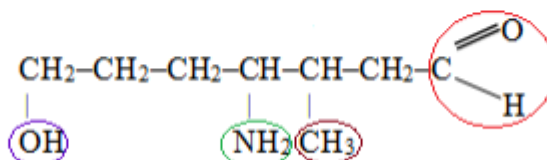
Для утворення назв органічних сполук згідно з замісничковою номенклатурою IUPAC застосовують такий алгоритм.

1. Встановлюють характеристичну групу, оскільки саме вона зумовлює подальший вибір родопочаткової структури та нумерацію атомів С головного ланцюгу.
2. Визначають родопочаткову структуру – головний аліфатичний ланцюг чи циклічну систему. Для обрання родопочаткової структури керуються такими критеріями (у порядку зменшення їх питомої ваги):
 - наявність характеристичної групи;
 - найбільша кількість функціональних груп;
 - найбільша кількість кратних зв'язків;
 - найбільша довжина карбонового ланцюгу – саме кількість атомів карбону є основою назви родопочаткової структури;
 - найбільша кількість вуглеводневих радикалів.
3. Нумерують атоми карбону в складі родопочаткової структури, починаючи від старшої характеристичної групи. Якщо це правило не дозволяє однозначно вибрати напрямок нумерації, то ланцюг нумерують таким чином, щоб замісники чи кратні зв'язки одержали найменші номери.
4. В алфавітному порядку називають ті замісники, що позначаються префіксами, із попереднім вказуванням їх локантів. При наявності декількох однакових замісників користуються множувальними частками (множувальні частки не входять в алфавітну послідовність), а цифри-локанти повторюється стільки разів, скільки є замісників. Цифри записують перед префіксами і після суфіксів. При цьому *цифри одна від одної відокремлюється комою, а цифра від букви – дефісом*, наприклад: 2,2,3-триметил..., 3,4-дибром-1,1,1-трихлор....
5. Називають родопочаткову структуру з урахуванням відповідних суфіксів (для позначення кратності зв'язків і природи характеристичної групи) і множувальних часток; після суфіксів через дефіс записують цифри-локанти, кількість яких повинна відповідати множувальним часткам: ...триєн-1,3,5-ін-8, ...триол-1,2,3.

Для ілюстрації наведеного алгоритму розглянемо сполуку, будова якої виражається структурною формулою

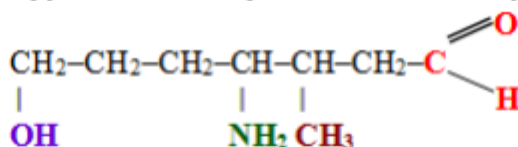


Спочатку вибираємо всі замісники – радикали і функціональні групи:

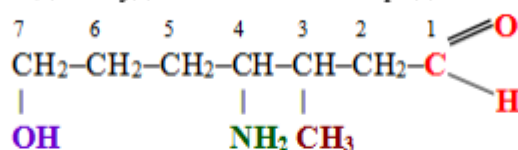


Наведена сполука містить чотири замісники: один металний радикал ($-\text{CH}_3$) і три функціональні групи: карбонільну ($-\text{CH}=\text{O}$), аміно ($-\text{NH}_2$) і гідроксильну ($-\text{OH}$).

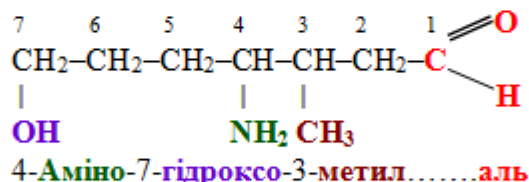
Відповідно до прийнятої послідовності старшинства функціональних груп визначаємо старшу з них, тобто характеристичну групу: це – карбонільна $-\text{CH}=\text{O}$. Старшинство карбонільної групи свідчить про належність сполуки до класу альдегідів:



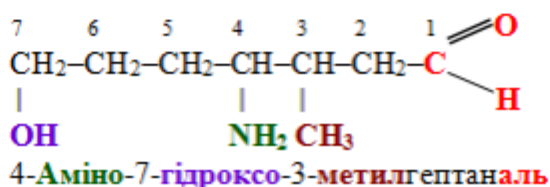
Далі нумеруємо ланцюг, починаючи з характеристичної групи – саме вона разом з назвою відповідного вуглеводню буде основою назви родопочаткової структури:



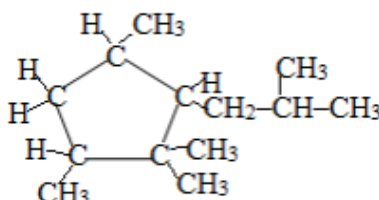
На початку назви сполуки перелічуємо (з урахуванням локантів) в алфавітному порядку назви всіх замісників, а в кінці – назву характеристичної групи:



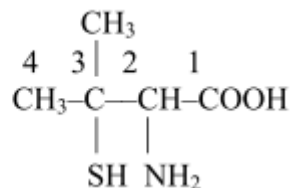
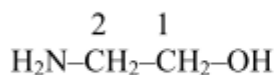
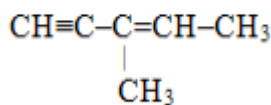
Головний ланцюг є насиченим і складається з семи атомів карбону, що відповідає алкану C_7H_{16} – гептану. Карбонільну групу позначає суфікса *-аль*, який додаємо до назви вуглеводню і одержуємо назву родопочаткової структури: гептаналь. Останній крок – назва сполуки в цілому:



Завдання 2. В структурній формулі вказати первинні, вторинні, третинні та четвертинні атоми карбону:



Завдання 3. Назвати сполуку, будова якої виражається структурною формулою:



4. ОСОБЛИВОСТІ ОРГАНІЧНИХ СПОЛУК

Розвиток органічної хімії як самостійної науки зумовлений специфічними особливостями органічних сполук. Розглянемо найважливіші з них.

1. Величезна кількість органічних речовин, яка пояснюється унікальною здатністю атомів карбону сполучатися один із одним, утворюючи ланцюги і кільця. За різними джерелами кількість органічних сполук оцінюється від 17 до 20 млн., у той час як неорганічних речовин достовірно відомо десь близько 500 тис.

2. Органічні сполуки поряд із водою є, з одного боку, головним будівельним матеріалом тваринних і рослинних організмів, а з іншого – основним харчовим компонентом, що забезпечує постійну підтримку їх життєдіяльності на відповідному рівні. Крім того, величезна кількість органічних сполук є основою для створення багатьох виробів із широким спектром властивостей, які набули застосування у всіх без виключення галузях промисловості, у будівництві, а також у повсякденному побуті.

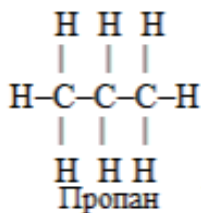
3. Молекули органічних речовин, в яких атоми сполучені між собою переважно за рахунок ковалентних неполярних чи малополярних зв'язків як правило належать до неелектролітів. Іонний тип зв'язку зустрічається рідко, найчастіше в солях органічних кислот, наприклад, в ацетаті натрію.

4. Органічні сполуки, що містять тільки прості одинарні зв'язки C–C, C–H, за звичайних умов взаємодіють між собою надзвичайно повільно або не взаємодіють зовсім.

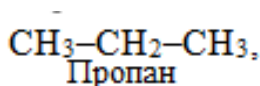
5. При нагріванні до підвищених температур органічні речовини обуглюються, а у присутності кисню – згоряють. Це пояснюється невисокою міцністю зв'язків між атомами карбону.

Будову органічних сполук виражають за допомогою структурних формул.

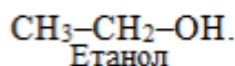
Структурні формули – це умовне зображення будови органічної сполуки, в якому кожний ковалентний зв'язок позначається рисочкою. Наприклад, пропан, склад якого відповідає емпіричній брутто-формулі C_3H_8 , можна зобразити структурною формулою



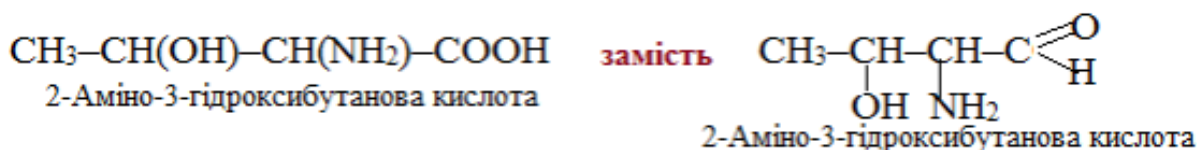
або раціональних:



Раціональні структурні формули, в яких зазначають тільки зв'язки між атомами карбону та між карбоном і гетероатомом (O, N, S і т.і.), а зв'язки між атомами C і H не показують, а просто приписують символ гідрогену поруч із символом карбону, наприклад:



Для тих органічних сполук, які мають *розгалужену будову*, інколи допускається така форма запису скороченої структурної формули, при якій бокові ланцюги записуються у дужках після сполученого з ними атома С, наприклад:



Раціональні структурні формули *циклічних сполук* зображують багатокутниками із відповідною кількістю кутів. Наприклад, структуру циклобутану C_4H_8 , замкнутий ланцюг якого містить чотири атома С, показують за допомогою квадрата:



Структуру бензену прийнято зображувати одним з двох способів:



5. ІЗОМЕРІЯ

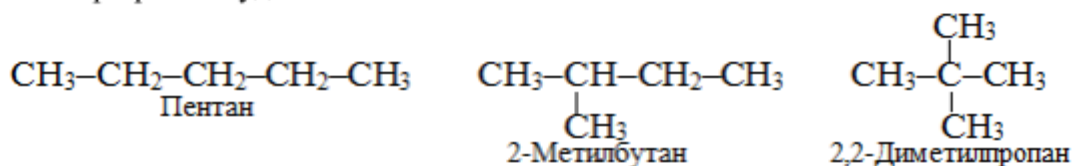
Для органічних сполук характерно явище ізомерії, що теж позначається на утворенні дуже великої кількості органічних сполук.

Ізомерія – це явище, при якому декілька сполук – **ізомери** – мають однаковий склад і однакову молекулярну масу, але відрізняються один від одного будовою молекул, а отже, і своїми фізичними та хімічними властивостями.

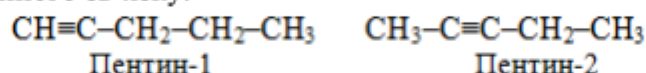
Існують різні типи ізомерії, серед яких найбільш поширеними є структурна і просторова.

І Структурна ізомерія зумовлюється різним порядком розміщення окремих атомів чи атомних груп у молекулі. Вона поділяється на певні види:

- ізомерія карбонового ланцюгу, наприклад, для алканів складу C_5H_{12} існують три ізомери різної будови:



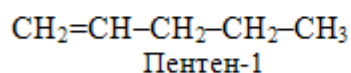
- ізомерія положення кратного зв'язку, наприклад, для ацетиленових вуглеводнів складу C_5H_8 , які мають лінійну будову, але різне розташування в карбоновому ланцюгу потрійного зв'язку:



- ізомерія положення замісника; так, для спиртів складу $\text{C}_3\text{H}_7\text{—OH}$ можливо існування двох ізомерів:

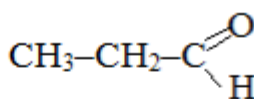


- **міжкласова ізомерія** (так звана **метамерія**). Слід зазначити, що на відміну від інших структурних ізомерів, властивості яких відрізняються не дуже різко, **метамери** – ізомери, що належать до різних класів органічних сполук або до різних типів вуглеводнів – за своїми властивостями зовсім не походять один на одного. Так, для вуглеводнів складу C_5H_{10} , крім структурної ізомерії, характерне ще й явище метамерії. Як приклад можна навести будову двох вуглеводнів, один з яких належить до алкенів (етиленових вуглеводнів з одним подвійним зв'язком у карбоновому ланцюгу), а інший – до циклоалканів:

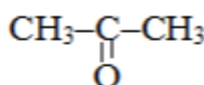


Циклопентан

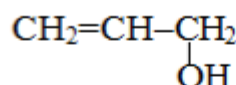
Інший приклад метамерії – ізомери складу C_3H_6O , які є представниками різних класів органічних сполук – альдегідів, кетонів і ненасичених спиртів:



Пропаналь
(альдегід)

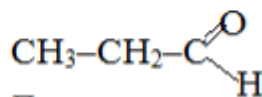


Пропанон
(кетон)

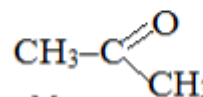


Пропен-2-ол-1
(ненасичений спирт)

Відома міжкласова ізомерія насичених карбонових кислот і естерів, наприклад, метамери складу $C_3H_6O_2$:



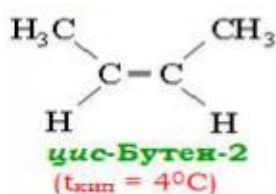
Пропанова кислота
(карбонова кислота)



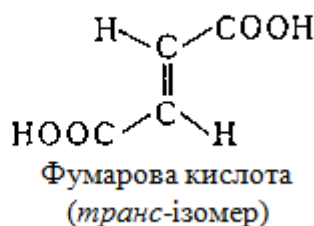
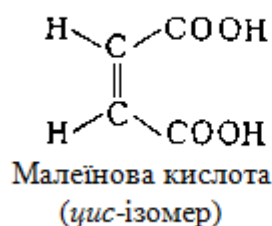
Метилацетат
(естер)

II Просторова ізомерія, при якій склад і послідовність сполучення атомів в молекулах ізомерів залишаються однаковими, але змінюється просторове розміщення однакових атомів чи атомних груп відносно карбонового ланцюгу. Просторова ізомерія представлена такими видами:

- 1) **Геометрична ізомерія** (інша назва – **π -діастереомерія**) зумовлена різним положенням замісників відносно подвійного зв'язку чи малого циклу. Геометричні ізомери, в яких обидва замісники (або продовження карбонового ланцюгу) розташовані по різні боки від подвійного зв'язку чи циклу, називаються **транс-ізомерами**, а ті, в яких замісники знаходяться з одного боку, – **цис-ізомерами**. Наприклад, для бутену-2 $CH_3-CH=CH-CH_3$, в якому подвійний зв'язок розміщується після другого атома карбону, існує два геометричних ізомери



Геометрична ізомерія характерна не тільки для вуглеводнів, а і для сполук, що є представниками різних класів органічних речовин, наприклад, кислот:



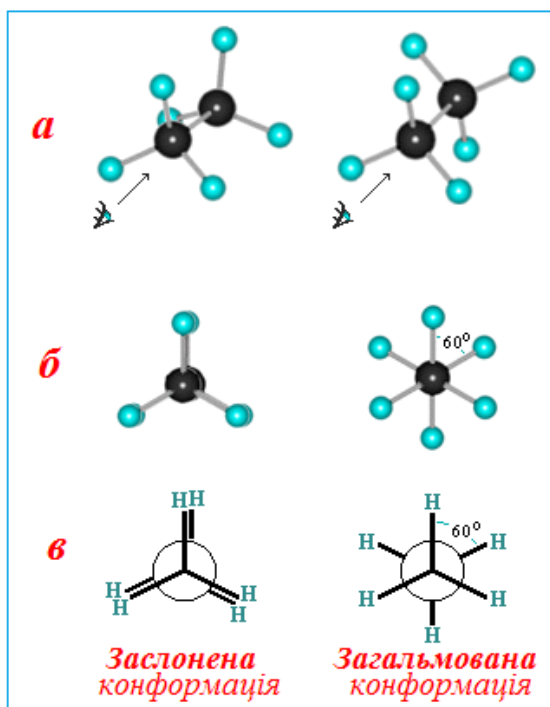
2) **Оптична ізомерія** (або **стереоізомерія**) у свою чергу поділяється на два види: конформаційну і конфігураційну.

а) **Конформаційна стереоізомерія** виникає завдяки можливості вільного обертання атомних груп навколо σ -зв'язків C–C в карбоновому ланцюгу, що зумовлює різне просторове розташування атомів у молекулах ізомерів.

Різні геометричні форми молекули, які можуть перетворюватися одна в одну внаслідок обертання окремих атомів і атомних груп навколо σ -зв'язків C–C, називаються **конформації** (від лат. *conformatio* – форма, розміщення).

При обертанні навколо σ -зв'язків C–C молекула прагне набутися найвигіднішої конформації з найменшою внутрішньою енергією. Варіантів таких конформацій дуже багато, але частіше зустрічаються дві:

- загальмована;
- заслонена



Конформації молекули етана: а) модель; б) вигляд вздовж зв'язку C–C; в) проекційні формули

У міру збільшення довжини карбонового ланцюгу зростає кількість конформацій, тому молекули алканів можуть набувати різних форм. Якщо всі атоми карбону в ланцюгу перебувають в енергетично вигідній загальмованій конформації, то ланцюг має зигзагоподібну будову (а)

Карбоновий ланцюг може мати і клешневидну структуру (б), менш вигідну порівняно із зигзагоподібною. Однак клешневида конформація спрощує замикання ланцюгу в цикл і утворення нових зв'язків, а це в кінцевому підсумку дає вииграш в енергії.



Конформації молекули пентану C_5H_{12} : а) зигзагоподібна; б) клешневида

б) **Конфігураційна стереоізомерія** зумовлюється наявністю в молекулі асиметричних атомів карбону (в структурних формулах він позначається зірочкою: C*). Конфігураційні стереоізомери на відміну від конформаційних не здатні перетворюватися один в одного без розриву хімічних зв'язків (такий перехід може відбуватися тільки внаслідок хімічної реакції).

Асиметричний атом C* – це sp^3 -гібридизований атом карбону, сполучений з чотирма різними за складом і будовою замісниками. Асиметричний атом має й іншу назву – **хіральний центр** (від грецького χεір – рука), яка наголошує на відсутності симетрії відносно лівого і правого боків (наприклад, хіральним є відображення об'єкту в ідеально плоскому дзеркалі, яке відрізняється від самого об'єкту).



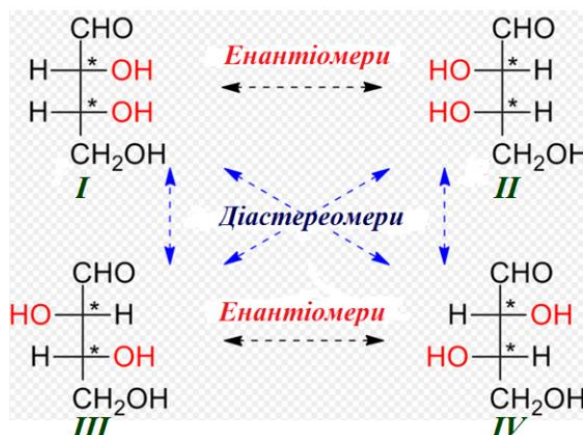
Енантіомери за звичайних умов не відрізняються між собою ні за фізичними, ні за хімічними властивостями. Їх головною ознакою вважається **оптична активність** – здатність обертати площину поляризації світла, яка вперше була знайдена Луї Пастером.

Енантіомери (оптичні антиподи, дзеркальні ізомери) – це пара оптично активних ізомерів, які відрізняються конфігурацією асиметричного атома карбону і мають протилежні за знаком, але однакові за величиною кути обертання площини поляризації світла (при ідентичності всіх інших фізичних і хімічних властивостей, за винятком реакцій з іншими оптично активними речовинами).

Явище енантіомерії характерне для спіральних конформацій білків, нуклеїнових кислот та інших біополімерів.

Сполуки, до складу яких входять декілька асиметричних атомів карбону, відрізняються своїми особливостями від вже розглянутих оптично активних речовин – енантіомерів. Такі сполуки правильно називати **σ -діастереоізомерами**, або просто **σ -діастереомери** (від грецьких *diá* – через, *stereos* – об'ємний), однак звичайно символом σ нехтують – його наводять тільки при необхідності розрізнити **σ -діастереомери** від **π -діастереомерів** (тобто геометричних ізомерів).

Діастереомери – просторові ізомери, що не належать до оптичних антиподів і містять декілька асиметричних атомів карбону, для частини з яких конфігурації центрів хіральності співпадають, а для решти асиметричних атомів є протилежними.



Проекційні формули енантіомерів і діастереомерів одного складу

Завдання 4. Скласти структурні формули ізомерів монохлоралкану складу C_4H_9Cl .

Завдання 5. Скласти структурні формули ізомерів амінобутанових (або аміномасляних) кислот $C_3H_6(NH_2)COOH$, які мають однаковий карбоновий ланцюг, але відрізняються положенням замісника.

Завдання 6. Скласти не менше трьох структурних формул ізомерів α -гідрокси кислот $C_6H_{10}(OH)COOH$, які відрізняються будовою карбонового ланцюгу, але мають фіксоване положення замісника (OH), сполученого з атомом C_2 .

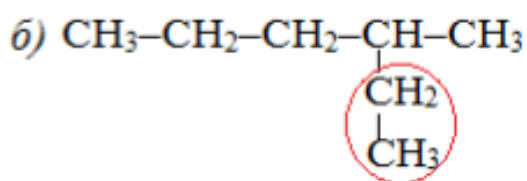
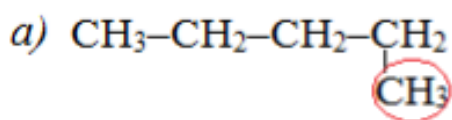
Завдання 7. Скласти формули структурних ізомерів циклічних вуглеводнів складу C_5H_{10} .

Завдання 8. Скласти декілька формул структурних і геометричних ізомерів складу C_7H_{12} , які містять два подвійних зв'язки в головному ланцюгу.

Завдання 9. Навести приклади трьох метамерів для вуглеводнів складу C_6H_{10} .

Завдання 10. Скласти структурні формули ізомерів C_8H_{10} , які містять бензенове кільце.

Завдання 11. Дати мотивовану відповідь, чи можна вважати відмічені фрагменти наведених структур вуглеводневими радикалами. Зробити загальний висновок щодо можливого розташування в ланцюгу вуглеводневих радикалів.



Завдання 12.

Складіть формули ізомерів складу: а) спиртів $C_5H_{11}OH$; б) кислот C_4H_9COOH ; в) ароматичних вуглеводнів C_9H_{12} , що мають бензенове кільце і бокові ланцюги; г) ароматичних вуглеводнів C_9H_{10} , що мають бензенове кільце і бокові ланцюги, один з яких містить подвійний зв'язок; д) галогенопохідних C_4H_9Cl .

Завдання 13.

На які види поділяється просторова ізомерія? Охарактеризуйте геометричну ізомерію (π -діастереомерію) на прикладі бутену-2 $CH_3-CH=CH-CH_3$. Чи можуть геометричні ізомери перетворюватися один в одного без розриву хімічних зв'язків?

Завдання 14.

Наведіть структурні формули і назви насичених одновалентних радикалів, утворених з таких алканів: CH_4 , C_2H_6 , C_3H_8 , C_4H_{10} .

Завдання 15.

Наведіть структурні формули таких ароматичних радикалів: феніл, бензил, бензиліден, *орто*-, *мета*- і *пара*-толуіл.

Список літератури

1. Тюкавкина Н.А., Бауков Ю.И. Биоорганическая химия. М.: Медицина, 1985.
2. Миронович Л.М. біоорганічна хімія. К.: Вища освіта в Україні, 2008.
3. Миронович Л.М., Воробйова І.Г., Манжос О.П. МВ для практичних занять з курсу «Біоорганічна хімія» для студентів спеціальності 7.11.01.01 денної форми навчання. Суми: Вид-во СумДУ, 2007.
4. Миронович Л.М., Манжос О.П. МВ для виконання індивідуальних завдань з курсу «Біоорганічна хімія» для студентів медичного факультету. Суми: Вид-во СумДУ, 2004.