

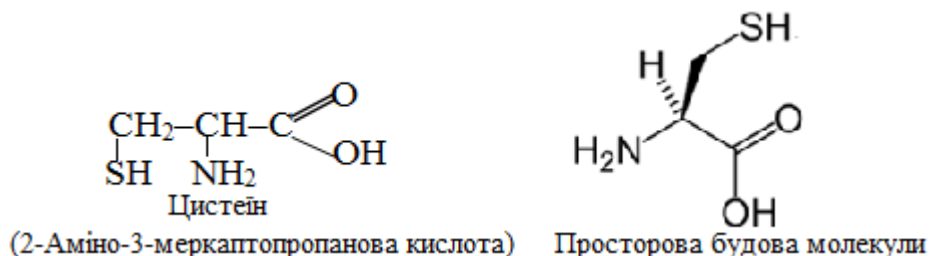
Лекція 7 ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ ОРГАНІЧНОЇ ХІМІЇ. ОСНОВНІ ПРИНЦИПИ КЛАСИФІКАЦІЇ І НОМЕНКЛАТУРИ В ОРГАНІЧНІЙ ХІМІЇ

1. Предмет органічної хімії
2. Особливості органічних сполук
 - 2.1 Поняття про гомологію
 - 2.2 Ізомерія
3. Класифікація органічних сполук
4. Номенклатура органічних сполук
 - 4.1 Основні поняття замісничової номенклатури
 - 4.2 Утворення назв органічних сполук згідно з замісничовою номенклатурою IUPAC
5. Висновки
6. Питання для самоперевірки

7.1 ПРЕДМЕТ ОРГАНІЧНОЇ ХІМІЇ

Величезна кількість органічних сполук, різноманітність їх складу, особливості будови молекул (включаючи як послідовність сполучення атомів у ланцюгу, так і взаємне розташування окремих атомів і атомних груп у просторі) не дозволяє в рамках обмеженої кількості лекцій докладно викласти відомості про структуру, властивості, способи добування, області використання, а також екологічні наслідки виробництва і застосування органічних речовин.

Для прикладу наведемо структуру сполуки, що має достатньо просту будову, – амінокислоти цистеїну:



Ланцюг молекули цистеїну складається з трьох атомів карбону, сполучених одинарними σ -зв'язками, тому справедливо очікувати, що цистеїн повинний мати деякі спільні властивості з насиченим аліфатичним вуглеводнем пропаном ($\text{CH}_3\text{—CH}_2\text{—CH}_3$). Карбоксильна група (COOH) передбачає хімічні ознаки класу карбонових кислот, аміногрупа (NH_2) – аміносполук, меркаптогрупа (SH) – тиоспиртів. Але всі перелічені групи виявляють, з одного боку, взаємний вплив одна на одну, а з іншого – сукупний ефект і позначається на індивідуальних властивостях сполуки в цілому. До того ж просторове розташування атомів в молекулі вносить свій внесок в специфіку реакційної здатності цистеїну.

Однак, крім згаданого цистеїну, 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. Інакше кажучи, слід набути певного комплексу знань з основ органічної хімії, які при зіткненні з якоюсь конкретною органічною сполукою одночасно стануть і теоретичним фундаментом і практичним

інструментом для її детального дослідження. Саме на допомогу в оволодінні мінімальним комплексом таких знань і направлений запропонований курс органічної хімії.

Найдавніше визначення органічної хімії належить Берцеліусу, який ще в 1827 р. видав підручник, де виділив всю відому на той час інформацію про сполуки карбону в окрему главу, названу «Керування з органічної хімії». Саме в цьому підручнику і зустрічається перше формулювання предмету органічної хімії як самостійної науки:

Органічна хімія – це частина хімічної науки про речовини рослинного та тваринного походження.

Берцеліус та його прихильники вважали, що органічні сполуки утворюються виключно внаслідок життєдіяльності організмів під впливом так званої «життєвої сили». Однак послідовники берцеліусівської теорії віталізму дуже швидко зазнали поразки, коли німецький хімік Велер (1828 р.) вперше в історії науки синтезував органічну сполуку – сечовину – із неорганічної речовини ціанату амонію. Це дало поштовх до бурного розвитку органічного синтезу: Зінін одержав анілін (1842 р.), Кольбе – оцтову кислоту (1845 р.), Бертло – жироподібні сполуки (1854 р.), Бутлеров – штучні цукрові речовини (1861 р.). На базі експериментів поступово доводилося, що невірно вважати органічну хімію наукою тільки про продукти життєдіяльності живих організмів. І хоч спочатку предметом вивчення органічної хімії були переважно саме природні сполуки, поступово збільшувалося значення органічного синтезу, за допомогою якого одержувалися якісно нові матеріали, що не мали природних аналогів. Тому Кекуле (середина XIX ст.) запропонував таке визначення:

Органічна хімія – це наука про сполуки карбону з іншими елементами.

Пізніше Шорлеммер (1889 р.) уточнив це формулювання:

Органічна хімія – це наука про вуглеводні та їх похідні.

С тих пір було винайдено велику кількість природних речовин (гормонів, вуглеводів, жирів, вітамінів, алкалоїдів тощо) і синтезовано ще більшу кількість штучних органічних сполук (пластмаси, синтетичні волокна, барвники, каучуки, антибіотики та інші лікарські препарати). Більш того, успіхи органічної хімії в останні десятиріччя сприяли виділенню окремих розділів у самостійні наукові дисципліни, наприклад: елементоорганічна хімія, хімія високомолекулярних сполук і полімерів, хімія нафти і газу, біохімія та біоорганічна хімія, стереохімія тощо.

Тому зрозуміло, що не можна обмежувати предмет органічної хімії вивченням лише продуктів життєдіяльності рослин і тварин. У зв'язку з цим найбільш узагальненим визначенням можна вважати таке:

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

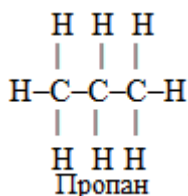
До органічних речовин належать сполуки карбону із гідрогеном, киснем, нітрогеном, фосфором, галогенами та іншими хімічними елементами, за виключенням оксидів карбону CO, CO₂, вугільної кислоти H₂CO₃ та її солей, які традиційно відносять до неорганічних сполук.

7.2 ОСОБЛИВОСТІ ОРГАНІЧНИХ СПОЛУК

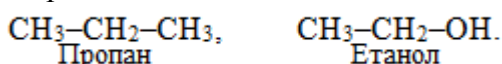
Розвиток органічної хімії як самостійної науки зумовлений специфічними особливостями органічних сполук. Розглянемо найважливіші з них.

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.

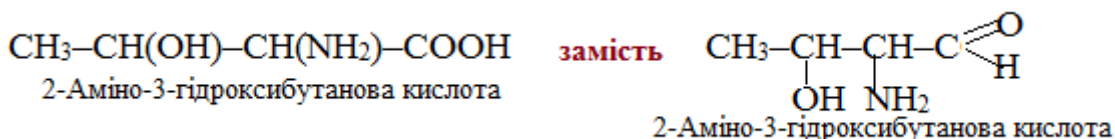
- Органічні сполуки поряд із водою є, з одного боку, головним будівельним матеріалом тваринних і рослинних організмів, а з іншого – основним харчовим компонентом, що забезпечує постійну підтримку їх життєдіяльності на відповідному рівні. Крім того, величезна кількість органічних сполук є основою для створення багатьох виробів із широким спектром властивостей, які набули застосування у всіх без виключення галузях промисловості, у будівництві, а також у повсякденному побуті.
- Молекули органічних речовин, в яких атоми сполучені між собою переважно за рахунок неполярних чи малополярних ковалентних зв'язків як правило належать до неелектролітів. Іонний тип зв'язку зустрічається рідко, найчастіше в солях органічних кислот, наприклад, в ацетаті натрію.
- 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.
- При нагріванні до підвищених температур органічні речовини обвуглюються, а у присутності кисню – згорають. Це пояснюється невисокою міцністю зв'язків між атомами карбону.
- Органічні сполуки всіх класів утворюють особливі ряди сполук, які називаються **гомологи** – речовини, що мають спільні ознаки в будові молекул та у властивостях; для органічних сполук характерне явище ізомерії.
- 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 C₃H₈, можна зобразити структурною формулою



Однак доцільніше і зручніше користуватися скороченими формулами, що називаються **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 водню поруч із символом карбону, наприклад:



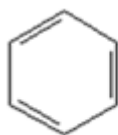
Для тих органічних сполук, які мають розгалужену будову, інколи допускається така форма запису скороченої структурної формули, при якій бокові ланцюги записуються у дужках після сполученого з ними атома C, наприклад:



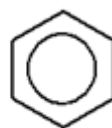
Раціональні структурні формули *циклічних сполук* зображують багатокутниками із відповідною кількістю кутів. Наприклад, структуру циклобутану C₄H₈, замкнутий ланцюг якого містить чотири атома C, показують за допомогою квадрата:



Структуру бензену прийнято зображувати одним з двох способів:

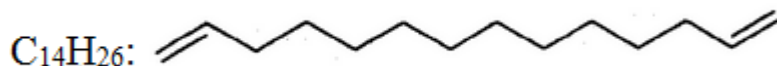


Бензен



Бензен

Для сполук з довгими карбоновими ланцюгами часто замість раціональних структурних формул застосовують скорочені зигзагоподібні структури, в яких кожний кут відповідає атому С, а подвійні зв'язки позначають двома рисочками, наприклад:



7.2.1 ПОНЯТТЯ ПРО ГОМОЛОГІЮ

Однією з причин багаточисельності органічних сполук є існування гомологів, які утворюють гомологічні ряди.

Гомологічний ряд – це послідовність подібних за будовою та властивостями речовин, в якій кожний наступний член відрізняється від попереднього на постійну структурну одиницю CH_2 , яка називається **гомологічна різниця**.

Генетичною основою гомологічних рядів для більшості класів органічних сполук є гомологічний ряд насичених незамкнених вуглеводнів – алканів (табл. 7.1).

Таблиця 7.1 – Гомологічний ряд алканів

Склад (брутто-формула)	Раціональна структурна формула	Назва
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
$C_{11}H_{24}$	$CH_3-(CH_2)_9-CH_3$	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
$C_{40}H_{82}$	$CH_3-(CH_2)_{38}-CH_3$	Тетрааконтан
$C_{100}H_{202}$	$CH_3-(CH_2)_{88}-CH_3$	Гектан

Загальна формула для алканів – C_nH_{2n+2} . Як видно із порівняння їх складу (табл. 7.1), два найближчі сусідні гомологи дійсно відрізняються один від одного на гомологічну різницю CH_2 .

Подібним чином органічні сполуки будь-якого класу теж утворюють власні гомологічні ряди, кожний з них має свою загальну формулу. Наприклад, загальна формула для насичених одноатомних спиртів (тобто таких, що містять тільки одну групу OH) – $C_nH_{2n+1}OH$, для насичених карбонових кислот – $C_nH_{2n+1}COOH$.

7.2.2 ІЗОМЕРІЯ

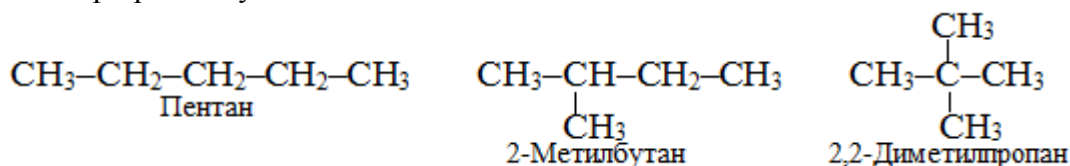
Для органічних сполук характерно явище ізомерії, що теж позначається на утворенні дуже великої кількості органічних сполук.

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.

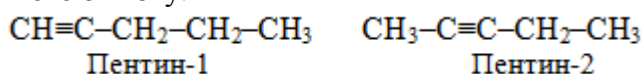
Існують різні типи ізомерії, серед яких найбільш поширеними є структурна і просторова.

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:



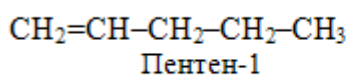
- ізомерія положення кратного зв'язку, наприклад, для ацетиленових вуглеводнів складу C_5H_8 , які мають лінійну будову, але різне розташування в карбоновому ланцюгу потрійного зв'язку:



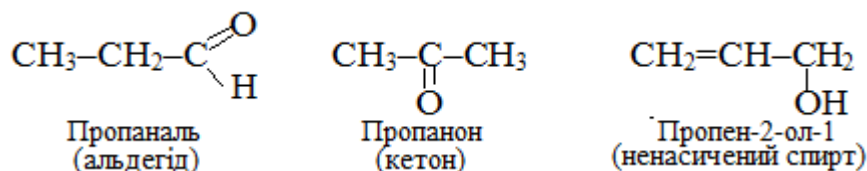
- ізомерія положення замісника; так, для спиртів складу $C_3H_7\text{--OH}$ можливо існування двох ізомерів:



- 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:



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



Відома міжкласова ізомерія насичених карбонових кислот і естерів, наприклад, метамери складу $\text{C}_3\text{H}_6\text{O}_2$:



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:

- 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 $\text{CH}_3\text{-CH}=\text{CH-CH}_3$, в якому подвійний зв'язок розміщується після другого атома карбону, існує два геометричних ізомери (рис. 7.1).

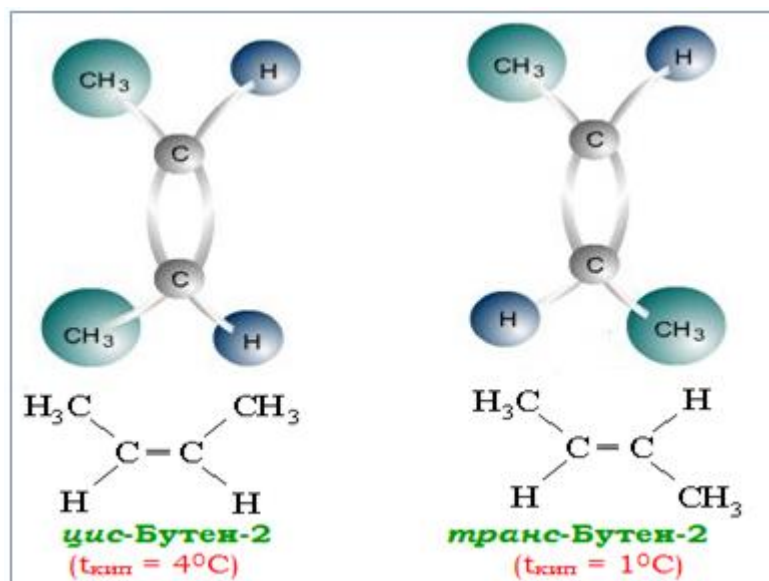


Рисунок 7.1 – Геометричні ізомери бутену-2 (π -діастереомери)

Геометричні ізомери відрізняються фізичними показниками і реакційною здатністю, що пояснюється різним енергетичним станом *цис*- і *транс*-ізомерів. *Транс*-ізомери є стійкішими, оскільки замісники в їх молекулах більш віддалені один від одного. Перехід геометричних ізомерів із однієї форми в іншу можливий тільки при обертанні навколо подвійного зв'язку, для чого необхідно розірвати π -зв'язок, витративши 263 кДж/моль. Такий великий енергетичний бар'єр обертання навколо подвійного зв'язку $\text{C}=\text{C}$ можна подолати при температурі вище 300°C . З цієї причини *цис*- і *транс*-ізомери існують в індивідуальному вигляді і самочинно не переходять один в одного.

Як приклад геометричної ізомерії можна навести чотири ізомери циклоалканів складу C_6H_{12} , в основі будови яких лежить чотиричленний цикл (тобто такий, що складається з чотирьох атомів карбону) і містить два бокові ланцюги CH_3 . Ця ізомерія пов'язана із різним розташуванням замісників відносно площини циклу (рис. 7.2).

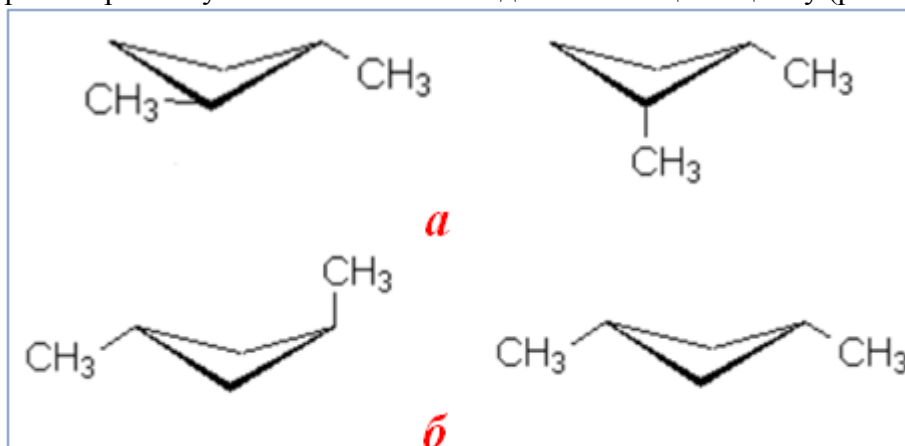
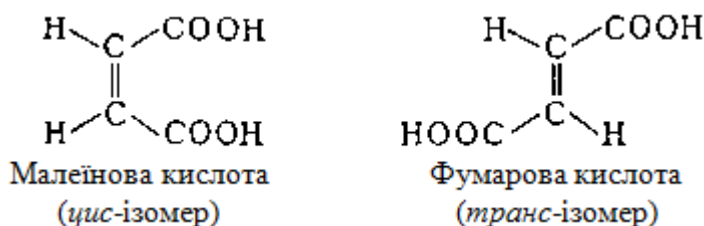


Рисунок 7.2 – *Транс-* і *цис-*ізомери (ліворуч і праворуч відповідно):
а) 1,2-диметилциклобутан; б) 1,3-диметилциклобутан

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 набути найвигіднішої конформації з найменшою внутрішньою енергією. Варіантів таких конформацій дуже багато, але частіше зустрічаються дві:

- **загальмована конформація**, в якій атоми H двох сусідніх метильних груп (CH_3) віддалені на максимальну відстань; при цьому електронна взаємодія зв'язків $C-H$ і потенціальна енергія молекули будуть найменшими (рис. 7.3);
- **заслонена конформація**, в якій відстань між атомами гідрогену двох сусідніх метильних груп (CH_3) найменша, тому зв'язки $C-H$ в них взаємно відштовхуються; це приводить до збільшення потенціальної енергії молекули і, отже, до меншої міцності молекули (рис. 7.3).

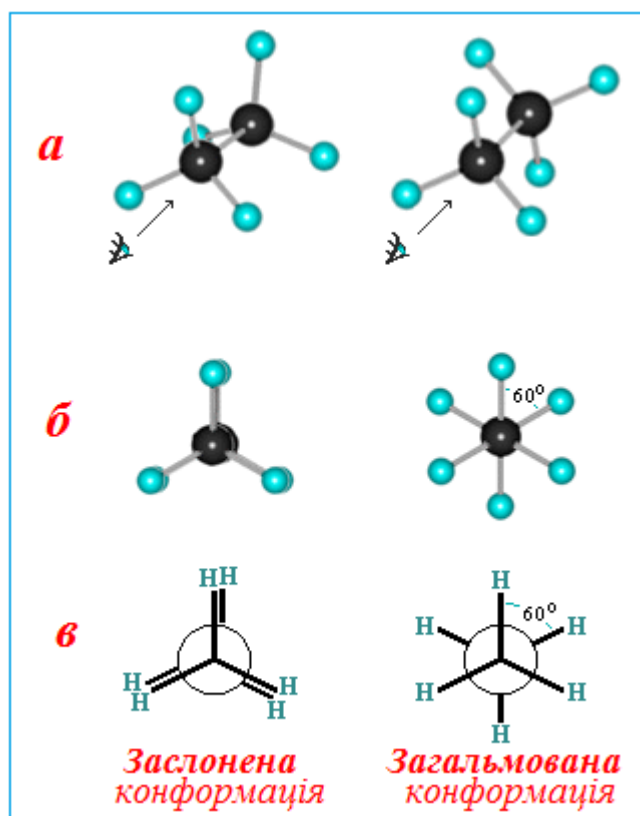


Рисунок 7.3 – Конформації молекули етана: а) модель; б) вигляд вздовж зв'язку С–С; в) проєкційні формули

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 (рис. 7.4 а). Карбоновий ланцюг може мати і *кляшневиду* структуру (рис. 7.4 б), менш вигідну порівняно із зигзагоподібною. Однак кляшневида конформація спрощує замикання ланцюгу в цикл і утворення нових зв'язків, а це в кінцевому підсумку дає вигреш в енергії.

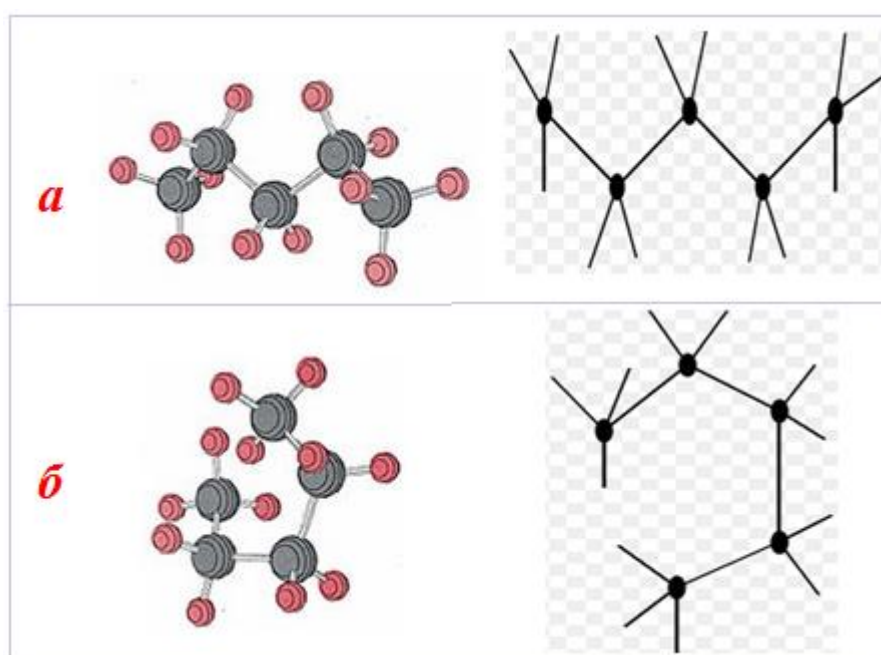


Рисунок 7.4 – Конформації молекули пентану C_5H_{12} :

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 χερ – рука), яка наголошує на відсутність симетрії відносно лівого і правого боків (наприклад, хіральною є відображення об'єкту в ідеально плоскому дзеркалі, яке відрізняється від самого об'єкту).

Існує тільки два варіанти тетраедричного розміщення чотирьох замісників навколо sp^3 -гібридизованого асиметричного атома C*, які складають пару конфігураційних ізомерів – їх звичайно називають **оптичні антиподи**, або **енантиомери**. Енантиомери подібно до співвідношення між правою та лівою рукавичками уявляють собою дзеркальні відображення одна одної (рис. 7.5).

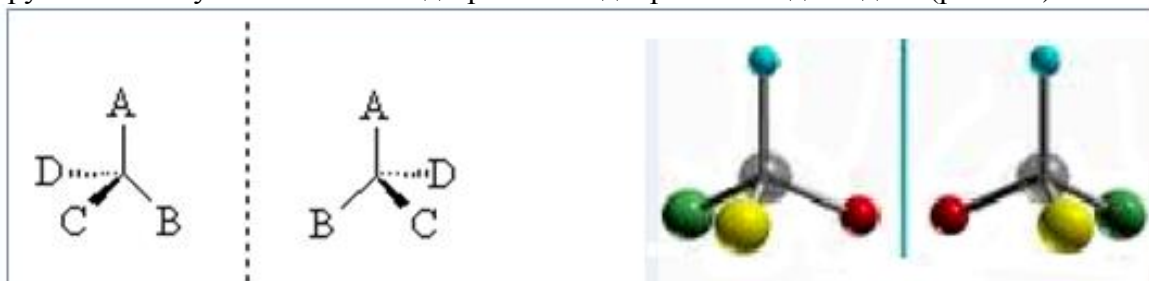


Рисунок 7.5 – Дзеркальне відображення sp^3 -гібридизованого асиметричного (або хірального) атома карбону з чотирма різними замісниками (на схемі символ атома C* не записується, а його положення визначається перехрестям хімічних зв'язків)

Для умовного зображення асиметричного атома на площині використовують **проекційні формули Фішера**, які одержують при проектуванні на площину замісників – А, В, С і D, сполучених з асиметричним атомом C* (рис. 7.6 а). При цьому керуються такими правилами:

- карбоновий скелет розміщують вертикально;
- зверху записують старшу функціональну групу А;
- хімічний символ самого асиметричного атома C* не записують, а лише позначають його у вигляді перехрещених ліній;
- тетраедр орієнтують так, щоб хіральний центр знаходився на площині, причому вважається, що лівий (D) і правий (C) замісники знаходяться попереду від площини проекції, а верхній (A) та нижній (B) – розміщуються по вертикалі за площиною креслення.

Іноколи верхній та нижній замісники сполучають пунктирною лінією, щоб підкреслити їх віддаленість від спостерігача (рис. 7.6 б), але частіше цього не роблять (рис. 7.6 в).

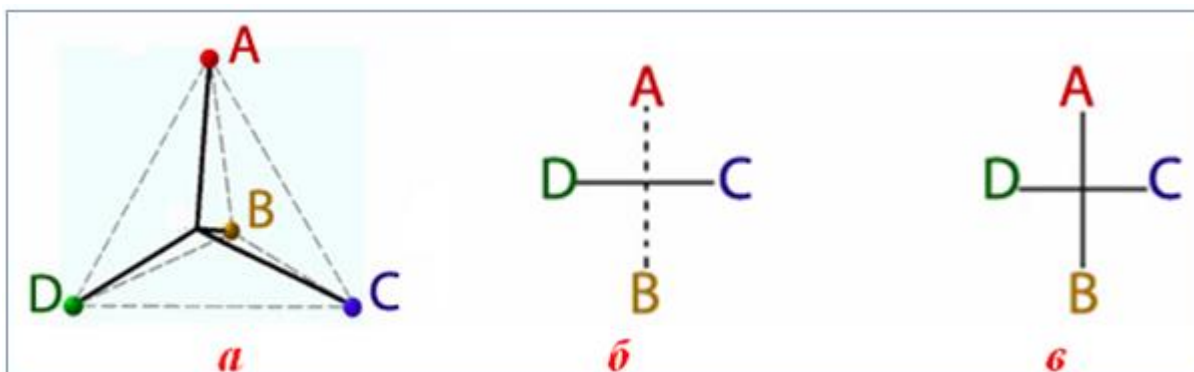


Рисунок 7.6 – Графічне зображення асиметричного атома C^* , сполученого з різними замісниками А, В, С і D: а) об'ємне зображення; б) формула Фішера, в якій пунктирною лінією показано розміщення верхнього А і нижнього В замісників за площиною креслення; в) звичайна формула Фішера

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.

Визначення конфігурації оптичних антиподів проводять експериментально, пропускаючи через розчин оптично активної речовини промінь плоскополяризованого світла і фіксуючи його напрямок і кут відхилення (рис. 7.7). *Лівообертальний енантіомер позначають знаком «-»*, а *правообертальний* – знаком «+». Наприклад, якщо один з енантіомерів має, наприклад, кут питомого обертання -20° , то його оптичний антипод – $+20^\circ$.



Рисунок 7.7 – Визначення конфігурації оптичних антиподів:
а) утворення плоскополяризованого світла;
б) змінення напрямку руху плоскополяризованого променя світла при проходженні його через розчин оптично активної речовини

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 -діастереізомерами, 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.

Діастереомерними вважаються будь-які комбінації просторових ізомерів, що не складають пару оптичних антиподів – енантіомерів, як це видно при порівнянні проекційних формул Фішера, що зображують будову просторових ізомерів одного складу (рис. 7.8). Ізомери I і II з одного боку та III і IV – з іншого виглядають як дзеркальне відображення один одного, тому уявляють собою дві пари енантіомерів. І навпаки, в ізомерах I і III співпадає тільки один центр хіральності, утворений третім атомом карбона в ланцюгу – отже, вони є діастереомерами один відносно іншого. До аналогічного висновку можна дійти, розглядаючи пари діастереомерів I і IV, II і III, II і IV.

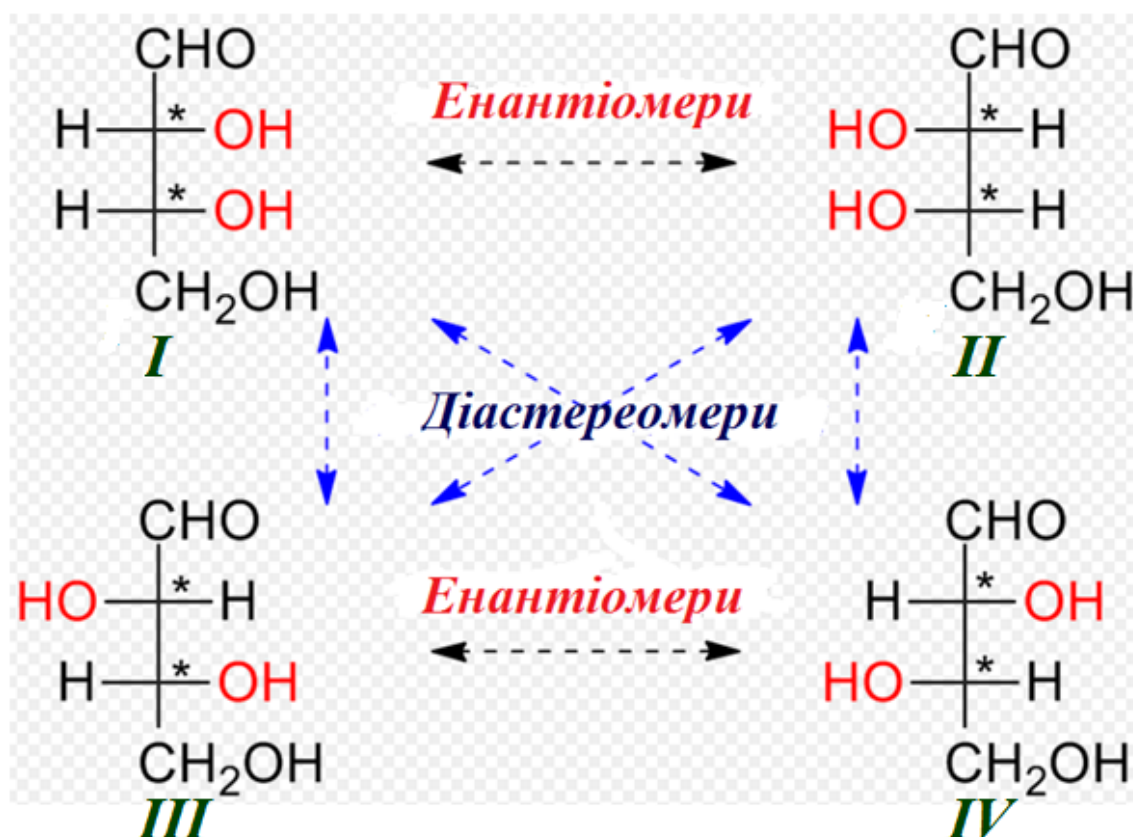
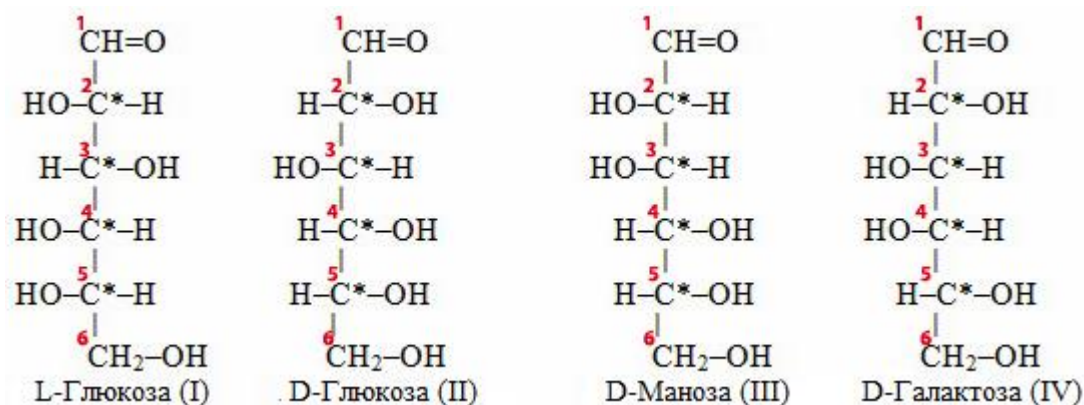


Рисунок 7.8 – Проекційні формули енантіомерів і діастереомерів одного складу

Діастереомери відрізняються один від одного за своїми фізичними і хімічними властивостями. Для прикладу розглянемо будову декількох моносахаридів складу C₆H₁₂O₆, зображену за допомогою проекційних формул Фішера:



Як видно, стереоізомери (I) і (II) відрізняються конфігураціями всіх чотирьох асиметричних атомів карбону (C^*_2 , C^*_3 , C^*_4 , C^*_5), тому D-глюкоза і L-глюкоза є енантіомерами, дзеркальними антиподами. В структурах (II), (III) і (IV) різну конфігурацію мають атоми C^*_2 , C^*_3 , C^*_4 , тому ці сполуки є діастереомерами. Якщо порівняти між собою окремо будови сполук (II) і (III), то видно, що вони відрізняються конфігураціями тільки атомів C^*_2 , а сполуки (II) і (IV) у свою чергу – конфігураціями C^*_4 . Вони є епімерами.

Епімери – це діастереомери, які відрізняються один від одного конфігурацією тільки одного асиметричного атома карбону.

Наявність у складі молекули асиметричного атома ще не є достатньою умовою оптичної активності речовини. У тому випадку, коли асиметричний центр виникає внаслідок реакції (наприклад, заміщення атомів гідрогену в метиленовій групі CH_2 головного ланцюгу чи приєднання до подвійного зв'язку двох різних атомних груп), то імовірність утворення обох антиподних конфігурацій є однаковою, тому продукт реакції виявляється оптично неактивним, незважаючи на асиметрію кожної окремої молекули.

*Оптично неактивна модифікація речовини, що містить асиметричні атоми і складається з однакових кількостей обох оптичних антиподів, називається **рацемат**.*

Інакше кажучи, **рацемат** – це суміш однакових кількостей оптичних ізомерів, яка поводить себе як індивідуальна хімічна сполука, що позбавлена оптичної активності і відрізняється за фізичними властивостями від кожного з антиподів.

На відміну від енантіомерів, у яких конфігурація відповідних асиметричних центрів є протилежною (антиподною) і які відрізняються між собою тільки оптичними властивостями при повному збігу всіх інших властивостей, діастереомери відрізняються не тільки величиною кута обертання плоскополяризованого світла, але і фізичними та хімічними особливостями, наприклад, температурами кипіння та плавлення, розчинністю, швидкостями перебігу реакцій тощо. До речі, на відмінності властивостей діастереомерів базується метод розщеплення рацематів на окремі оптичні антиподи.

Конфігураційна стереоізомерія найбільш поширена серед сполук природного походження: амінокислот, вуглеводів, алкалоїдів тощо. Наприклад, для моносахаридів складу $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$, відомо 16 стереоізомерів. В загальному випадку кількість стереоізомерів для сполуки визначається за формулою 2^n , де n – число асиметричних центрів. Однак дійсна кількість стереоізомерів може зменшуватися завдяки частковій симетрії, коли два асиметричних центри мають формально однакові конфігурації.

Сtereoізомерія має велике значення в реакціях біологічно активних речовин. З урахуванням того, що діастереомери відрізняються за своїми властивостями, можна зрозуміти, чому енантіомери однаково реагують з симетричними молекулами, але різним чином поведуть себе з хіральною молекулами, до яких, наприклад, належать ферменти. Якщо два енантіомери взаємодіють з одним і тим самим хіральним реагентом, то продукти, що утворюються, вже втрачають ознаки оптичних антиподів, а набувають ознак діастереомерів і, як наслідок, відрізняються між собою за енергетичними

характеристиками і властивостями. Так, молочна кислота, вилучена із м'яса, дегідрується до піровіноградної кислоти під дією ферменту молочнокислої дегідрогенази у той час, як для іншого енантіомеру – молочної кислоти, отриманої при бродінні, цей самий фермент не спроможний забезпечити дегідрування.

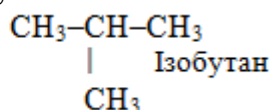
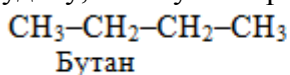
7.3 КЛАСИФІКАЦІЯ ОРГАНІЧНИХ СПОЛУК

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.

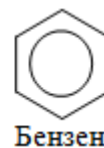
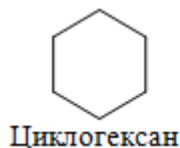
При класифікації органічних сполук за основу беруть три найважливіші ознаки: будову карбонового ланцюгу, характер зв'язків між атомами карбону, природу функціональних груп.

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

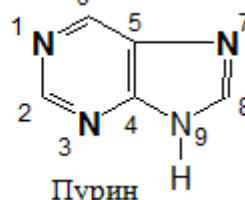
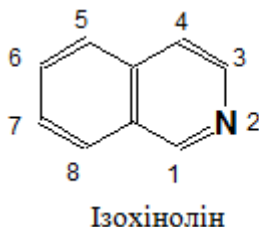
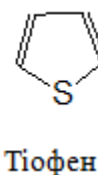
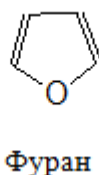
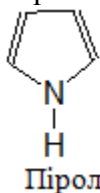
- **ациклічні сполуки** (або **аліфатичні сполуки**), головною ознакою яких є незамкнутий карбоновий ланцюг нормальної чи розгалуженої структури, наприклад, незамкнуті ланцюги вуглеводнів складу C_4H_{10} , серед яких бутан має нормальну будову, а ізобутан – розгалужену:



- **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 C_6H_{12} відносить цей вуглеводень до аліциклічного ряду сполук, а бензену C_6H_6 – до ароматичних:

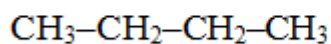


- **гетероциклічні сполуки**, які містять у циклі атоми не тільки карбону, але й інших елементів (нітрогену, кисню, сульфуру), наприклад:



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:

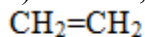


Бутан



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 наведений у табл. 7.2.

Таблиця 7.2 – Функціональні групи

Функціональна група	Назва групи	Клас сполук
$-\text{COOH}$	Карбоксильна	Карбонові кислоти
$-\text{SO}_3\text{H}$	Сульфогрупа	Сульфонові кислоти, сульфо кислоти
$-\text{COOM},$ $-\text{COOR}$	Карбоксильна	Карбоксилати (солі карбонових кислот, естери)
	Ангідридна	Ангідриди кислот
$-\text{C}\equiv\text{N}$	Ціаногрупа	Нітрили, ціанопохідні інших класів органічних сполук
або $-\text{CH}=\text{O}$	Карбонільна (альдегідна)	Альдегіди
або $>\text{C}=\text{O}$	Карбонільна (кетонна)	Кетони
$-\text{OH}$	Гідроксильна	Спирти, феноли
$-\text{SH}$	Тіольна	Тіоспирти (меркаптани)
$-\text{NH}_2$	Аміногрупа	Аміносполуки
$-\text{NO}_2$	Нітрогрупа	Нітросполуки
$-\text{OR}$	Алкоксильна	Прості етери
$-\text{Hal}$ ($-\text{F}, -\text{Cl}, -\text{Br}, -\text{I}$)	Галогени	Галогенопохідні

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**.

7.4 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.

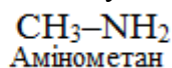
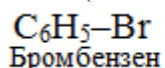
Систематична номенклатура об'єднує назви органічних сполук, побудовані згідно із загальними правилами, застосування яких вимагає знайомства з певними термінами і поняттями.

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.

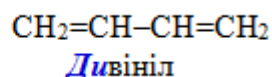
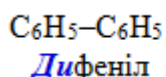
А при розгляданні величезної сукупності різних класів органічних речовин необхідна систематична номенклатура – об'єднувальна міжнародна система назв, якою стала **номенклатура IUPAC**. (IUPAC розшифровується як *International Union of Pure and Applied Chemistry* – Міжнародний союз теоретичної та прикладної 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.

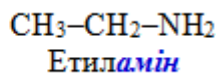
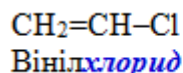
1. **Замісниковий метод номенклатури IUPAC**, в якому основою назви найчастіше є відповідний вуглеводень, а всі інші фрагменти в структурі молекули розглядаються як замісники атомів гідрогену, наприклад, похідні бензену C_6H_6 і метану CH_4 , в яких функціональними групами (Br і NH_2) заміщено по одному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



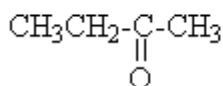
2. **Сполучальний метод номенклатури IUPAC**, згідно із яким назва складається з декількох рівноправних частин, наприклад:



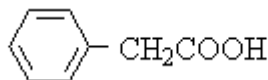
3. **Радикально-функціональний метод номенклатури IUPAC**, при якому до назви радикалу додається назва функціональної групи; цей варіант номенклатури IUPAC найчастіше вживають для простих моно- і дифункціональних сполук – спиртів, галогенопохідних і етерів; для деяких класів органічних сполук вона не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



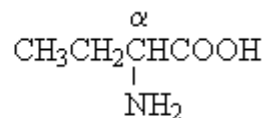
Основу назви згідно з радикально-функціональним методом складає назва даного класу сполук чи одного з членів гомологічного ряду, а положення замісників інколи позначається грецькими буквами:



Метилетилкетон

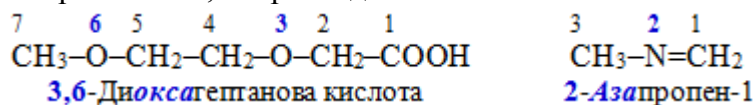


Фенілоцтова кислота



α -Аміномасляна кислота

4. Замінювальний метод номенклатури IUPAC – для сполук, що містять гетероатоми 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:

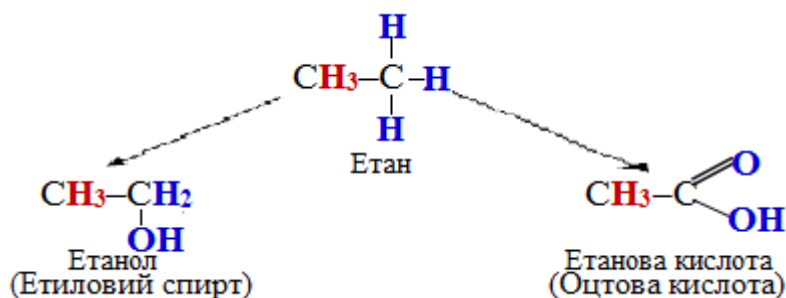


7.4.1 ОСНОВНІ ПОНЯТТЯ ЗАМІСНИКОВОЇ НОМЕНКЛАТУРИ

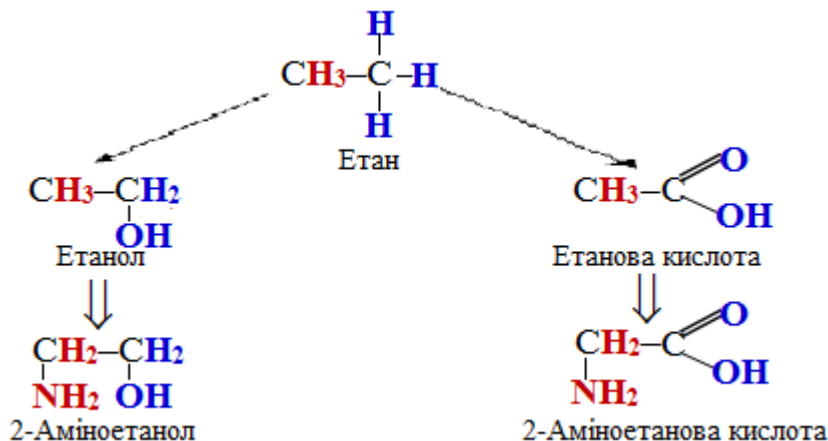
Незважаючи на великий вибір способів IUPAC, найбільш зручною є замісничкова номенклатура, відповідно до якої за основу назви найчастіше обирають вуглеводень, а всі інші фрагменти в структурі молекули розглядаються як замісники атомів гідрогену. Для застосування замісничкової номенклатури необхідно знати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

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

Наприклад, етан CH_3-CH_3 , що містить два атоми карбону, є родопочатковою структурою для етанолу $\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{OH}$ і етанової кислоти CH_3-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 CH_3-CH_3 на групу OH, а етанова кислота CH_3-COOH – двох атомів гідрогену в молекулі етану CH_3-CH_3 на атом O, а третього атома гідрогену – на групу OH:

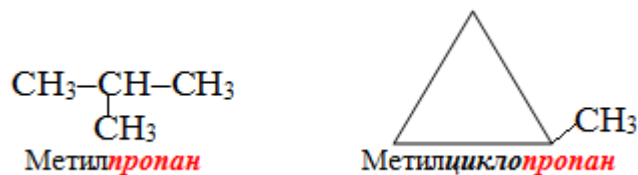


В свою чергу етанол і етанова кислота є родопочатковими структурами для своїх похідних, наприклад, для аміноетанолу $\text{NH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{OH}$ і аміноетанової кислоти $\text{NH}_2-\text{CH}_2-\text{COOH}$, що утворюється при заміщенні атома H на аміногрупу NH_2 :

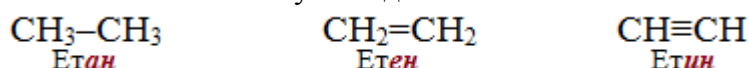


Родопочатковою структурою для аліфатичних (незамкнутих) сполук вважається головний карбоновий ланцюг, а для аліциклічних, що мають замкнутий ланцюг і складаються з атомів карбону, – цикл.

Назви більшості головних карбонових ланцюгів і циклів, які виконують функцію родопочаткових структур, формуються на основі номенклатури алканів (табл. 7.1), наприклад, для насичених вуглеводнів нормальної і замкнутої будови, що містять в головному ланцюгу три атоми С, родопочатковою структурою є пропан:



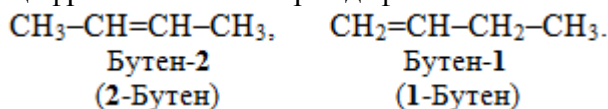
Якщо родопочаткова структура сполуки містить кратні зв'язки, то в її назві притаманний для алканів суфікс *-ан* (табл. 7.1) замінюють на *-ен* (чи *-єн*) – для сполук з подвійним зв'язком, чи на *-ин* (*-ін*) для сполук з потрійним зв'язком, як це видно при порівнянні насиченого і ненасичених вуглеводнів:



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.

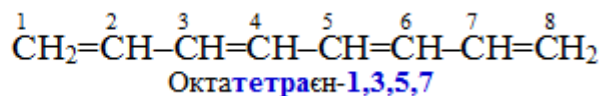
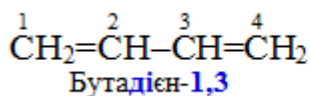
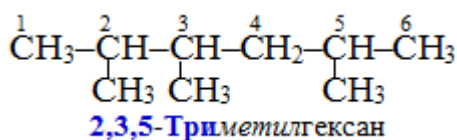
Локант – це номер атома карбону, від якого починається кратний зв'язок, чи номер атома карбону, сполученого із замісником.

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

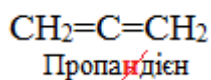


Множувальні частки – це похідні від грецьких числівників (*ди-*, *три-*, *тетра-*, *пента-* та *інші*), за допомогою яких позначають кількість кратних зв'язків чи замісників.

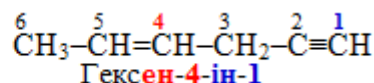
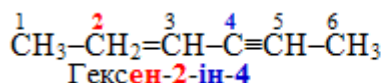
Використовуючи множувальні частки, в назві сполуки необхідно приводити і відповідну кількість цифр-локантів, повторювати які необхідно стільки разів, скільки вимагає грецький числівник:



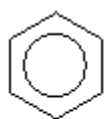
Як впливає з назв вуглеводнів, наведених в двох останніх прикладах, зникає буква «н» з кореня назви ненасиченого вуглеводню з декількома подвійними зв'язками: не пропандієн, а пропадієн:



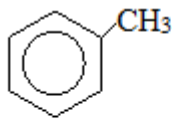
У тому випадку, коли сполука містить одночасно зв'язки різної кратності, у назві спочатку подають суфікс, що зазначає подвійний зв'язок (*-єн*), а потім – суфікс потрійного зв'язку (*-ин*). При цьому, якщо обидва кратні зв'язки знаходяться на однакових відстанях від країв карбонового ланцюгу, нумерацію 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:



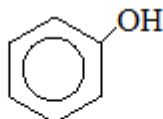
Родопочатковою структурою більшості ароматичних сполук вважається бензен C_6H_6 (стара назва – бензол). Однак деякі представники ароматичних сполук мають настільки розповсюджені тривіальні назви, що вони вже офіційно закріплені міжнародними правилами IUPAC і рекомендовані для широкого використання –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



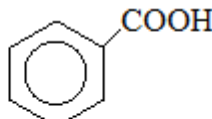
Бензен
(Бензол)



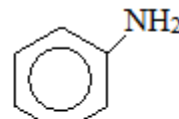
Метилбензен
(Толуен)



Гідроксibenzen
(Фенол)

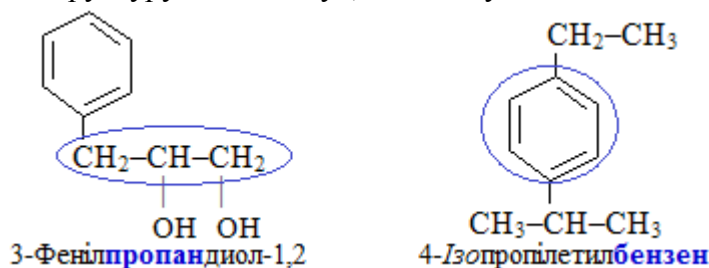


Бензенкарбонова кислота
(Бензойна кислота)



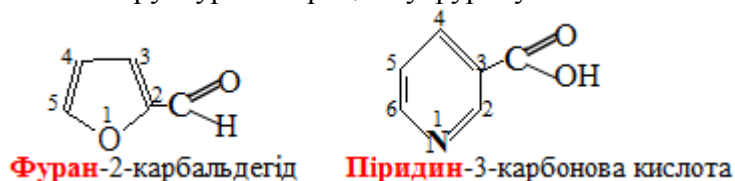
Амінобензен
(Анілін)

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



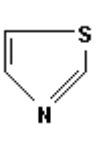
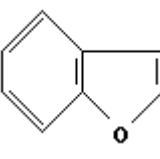
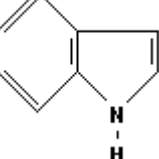
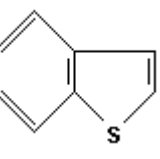
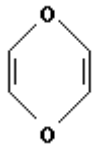
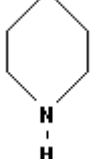
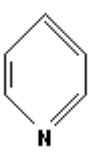
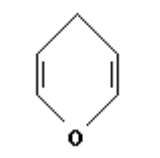
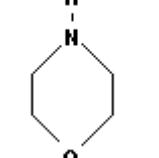
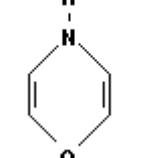
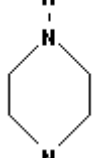
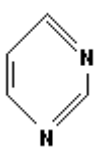
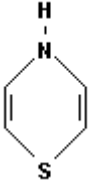
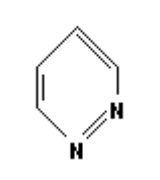
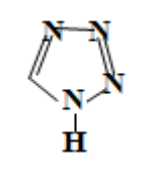
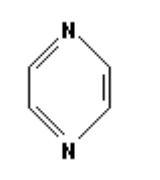


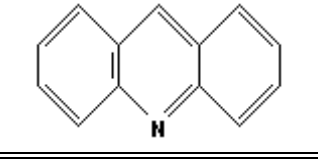
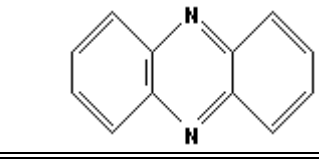
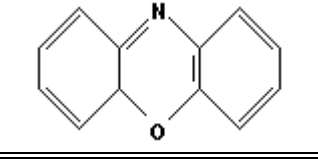
В першому випадку (3-фенілпропандиол-1,2) родопочатковою структурою є боковий ланцюг – пропан, оскільки він містить три замісники (один фенільний радикал – C_6H_5 і дві гідроксогрупи $-\text{OH}$), а другому (4-ізопропілетилбензен) – бензеновий цикл з двома замісниками. Для наочності в структурних формулах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



Таблиця 7.3 – Назви деяких гетероциклічних сполук

Фуран	Пірол	Тіофен	Піразол	Імідазол	Оксазол

					
Тіазол	Бензфуран (кумарон)	Бензпірол (індол)	Бензтіофен	Диоксан	Піпередин
					
Піридин	Піран	Морфолін	Оксазин	Піперазин	Піримидин
					
Тіазин	Піридазин	Тетразол	Піразин	Хінолін	Ізохінолін
					
Акридин		Феназин		Феноксазин	

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

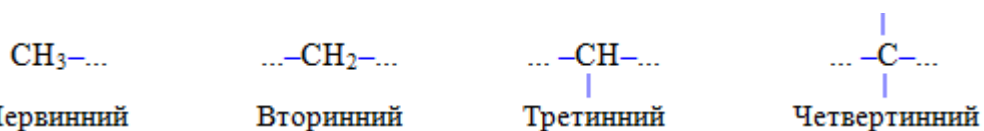
В якості замісника може виступати вуглеводневий радикал чи вже розглянута раніше функціональна група (табл. 7.2), старша з яких (тобто характеристична) визначає клас органічної сполуки.

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

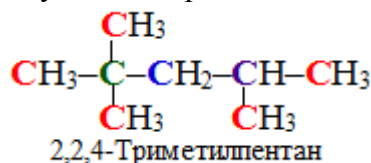
Залежно від кількості втрачених атомів гідрогену, вуглеводневі радикали можуть бути *одновалентними* і *двохвалентними*.

Насичені *одновалентні радикали*, які походять від алканів, мають *загальну назву алкіли* (позначаються *Alk* чи *R*). При запису формули радикалу рискою обов'язково зазначають вільну валентність – зв'язок, за допомогою якого радикал сполучається з головним ланцюгом: $C_nH_{2n+1}-$. Назви одновалентних насичених радикалів утворюються шляхом *заміни* в назві вихідного алкану суфікса *-ан* на *-ил* (*-іл*), 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 якомось атома С лише з одним сусіднім атомом карбону, він називається *первинним*, з двома – *вторинним*, з трьома – *третинним*, а з чотирма – *четвертинним*:

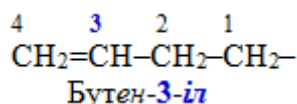


Для прикладу можна навести структуру вуглеводню, в якій з метою більшої наочності відповідні атоми карбону виділені різними кольорами:



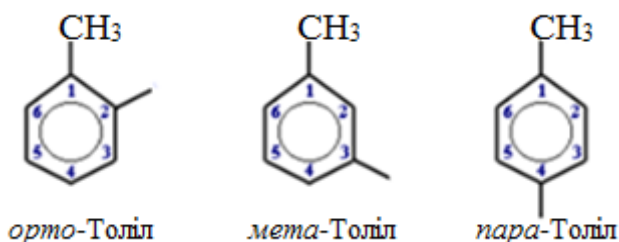
С – первинний атом карбону, **С** – вторинний атом карбону,
С – третинний атом карбону, **С** – четвертинний атом карбону

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:

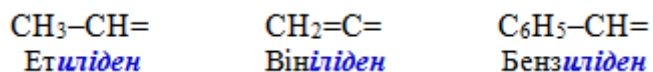


Іноколи для деяких з них використовують індивідуальні назви: вініл, аліл тощо (табл. 7.4).

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-*):

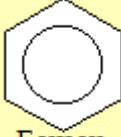
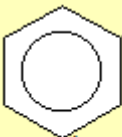
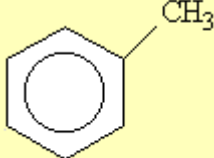
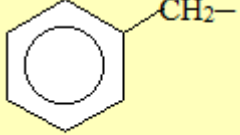
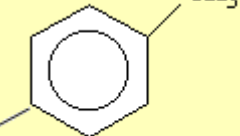


У назвах *двохвалентних вуглеводневих радикалів* використовується додатковий суфікс *-иліден (-іліден)*, якщо атоми гідрогену відщеплені від одного і того ж атома карбону (винятком є назва *двохвалентного радикалу метилену* $\text{---CH}_2\text{---}$):



Таблиця 7.4 – 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)	$\text{CH}_2=\text{CH---}$ Етеніл (Вініл)
C_2H_6 Етан	$\text{C}_2\text{H}_5\text{---}$ Етил	$\text{CH}\equiv\text{CH}$ Етин (ацетилен)	$\text{CH}\equiv\text{CH---}$ Етиніл
C_3H_8 Пропан	$\text{CH}_3\text{---CH}_2\text{---CH}_2\text{---}$ Пропіл		$\text{CH}_3\text{---CH=CH---}$ Пропеніл
			$\text{CH}_2=\text{CH---CH}_2\text{---}$ Аліл

	$\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ \diagdown \\ \text{CH}- \\ \diagup \\ \text{CH}_3 \end{array}$ <i>ізо-Пропіл</i>	$\text{CH}_3-\text{CH}=\text{CH}_2$ Пропен	$\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ \\ \text{CH}_2=\text{C}- \\ \\ \text{Пропеніл} \end{array}$
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> $o-\text{CH}_3-\text{C}_6\text{H}_4-$

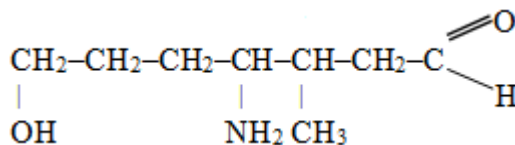
7.4.1 УТВОРЕННЯ НАЗВ ОРГАНІЧНИХ СПОЛУК ЗГІДНО З ЗАМІСНИКОВОЮ НОМЕНКЛАТУРОЮ ІUPAC

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

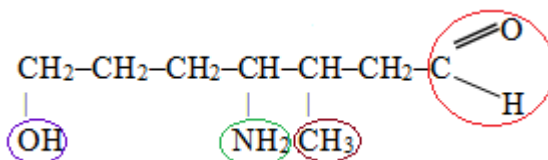
1. Встановлюють характеристичну групу, оскільки саме вона зумовлює подальший вибір родопочаткової структури та нумерацію атомів С головного ланцюгу.
2. Визначають родопочаткову структуру – головний аліфатичний ланцюг чи циклічну систему. Для обрання родопочаткової структури керуються такими критеріями (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.

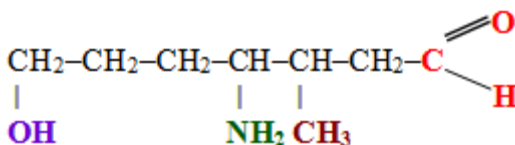
Для ілюстрації наведеного алгоритму розглянемо сполуку, будова якої виражається структурною формулою



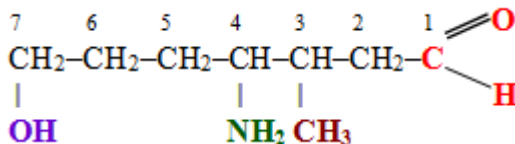
Спочатку вибираємо всі замісники – радикали і функціональні групи:



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 (табл. 7.2) 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:



Більш докладна інформація щодо номенклатури і класифікації найпоширеніших класів органічних сполук наведена в наступних підрозділах.

7.5 ВИСНОВКИ

Величезна кількість органічних сполук, різноманітність природних і штучних джерел походження, надзвичайно широкий спектр їх властивостей, а отже і галузей застосування зумовлюється у першу чергу будовою атома карбону. Завдяки особливостям електронної будови атоми карбону здатні сполучатися у довгі ланцюги лінійної, розгалуженої чи циклічної структури з одинарними і кратними зв'язками, а також сполучатися з атомами Н та інших елементів (О, N, S, Р тощо).

Всі типи вуглеводнів і представники інших класів органічних сполук утворюють гомологічні ряди – послідовності схожих за будовою і властивостями речовин, в якій кожний наступний член відрізняється від попереднього на гомологічну різницю CH_2 . Для переважної більшості органічних сполук характерне також явище ізомерії, при якому однакові за складом сполуки відрізняються послідовністю сполучення атомів і атомних груп чи порядком їх просторової орієнтації. Ізомерія буває структурною і просторовою, які, у свою чергу, поділяються на окремі типи.

Надзвичайно велика кількість органічних сполук вимагає сурової класифікації, яка полягає у віднесенні кожної окремої речовини до певного класу чи типу за наявністю в її будові та властивостях характерних родових ознак. При класифікації органічних сполук за основу беруть три найважливіші ознаки: 1) будову карбонового ланцюгу, за якою сполуки поділяються на аліфатичні (нормальної чи розгалуженої структури) і циклічні; 2) характер зв'язків між атомами карбону, залежно від чого розглядають насичені (граничні) і ненасичені сполуки; 3) природу функціональних груп, при відсутності яких речовину відносять до вуглеводнів, а за наявності – до певного класу органічних сполук.

В органічній хімії найчастіше звертаються до двох номенклатур: систематичної та тривіальної. Тривіальна номенклатура використовує історично складені назви, що вказують на джерела добування органічних речовин чи на яскраві риси їх властивостей.

Систематична номенклатура об'єднує назви органічних сполук, побудовані згідно із загальними правилами, застосування яких вимагає знайомства з певними термінами і поняттями. Згідно із положеннями IUPAC для утворення назви розроблено декілька способів, але найвідомішими є чотири з них: замісників, сполучальний, радикально-функціональний, замінювальний.

Найзручнішою вважається замісникова номенклатура, відповідно до якої за основу назви найчастіше обирають вуглеводень, а всі інші фрагменти в структурі молекули розглядаються як замісники атомів водню. Для застосування замісникової номенклатури спираються на назви родопочаткових структур і замісників, якими можуть бути вуглеводневі радикали і функціональні групи. Утворення назв переважної кількості органічних сполук базується на основі номенклатури вуглеводнів, назви яких складають згідно з спеціальними правилами.

7.6 ПИТАННЯ ДЛЯ САМОПЕРЕВІРКИ

1. Охарактеризуйте предмет вивчення органічної хімії. Чим було замовлення виділення її в самостійну науку?
2. Перелічіть основні особливості органічних сполук.
3. Чим пояснити величезну кількість органічних сполук?
4. Яким чином графічно зображують будову органічних сполук? За допомогою раціональних структурних формул представте 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.
5. Що називаються гомологічним рядом, гомологом?
 6. 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.
 7. Склад мурашиного і оцтового альдегідів виражаються такими формулами відповідно: $HCHO$ і CH_3-CHO . Яку формулу має наступний член гомологічного ряду альдегідів – пропіоновий альдегід? Складіть загальну формулу гомологічного ряду насичених альдегідів.
 8. Склад пентилового спирту виражається формулою $C_5H_{11}-OH$. Складіть загальну формулу гомологічного ряду насичених спиртів, а також формулу першого члена цього гомологічного ряду.
 9. Що називається ізомерією? На які типи вона поділяється?
 10. Назвіть основні види структурної ізомерії, наведіть приклади.
 11. Складіть формули ізомерів складу: а) спиртів $C_5H_{11}-OH$; б) кислот C_4H_9-COOH ; 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_9-Cl .
 12. На які види поділяється просторова ізомерія? Охарактеризуйте геометричну ізомерію (π -діастереомерію) на прикладі бутену-2 $CH_2=CH-CH=CH_2$. Чи можуть геометричні ізомери перетворюватися один в одного без розриву хімічних зв'язків?
 13. На які види поділяється оптична ізомерія (стереоізомерія)? Охарактеризуйте конформаційну ізомерію на прикладах етану C_2H_6 і пентану C_5H_{12} . Які конформації називаються загальмованими, а які – заслоненими?
 14. Чим зумовлюється виникнення конфігураційної ізомерії? Який атом карбону вважається асиметричним (або хіральним центром)?
 15. Які стереоізомери називаються оптичними антиподами – енантіомерами? Чим вони відрізняються один від одного?
 16. Що називається діастереомерами, рацематом, епімерами?
 17. Аргументуйте необхідність класифікації органічних сполук.
 18. Перелічіть найважливіші ознаки, які покладено в основу класифікації органічних сполук.
 19. На які групи поділяються органічні сполуки залежно від будови карбонового скелету?
 20. Що є головною ознакою аліфатичних (ациклічних) сполук?
 21. Що є головною ознакою карбоциклічних сполук?
 22. Що є головною ознакою гетероциклічних сполук?
 23. На які групи поділяються органічні сполуки залежно від характеру зв'язків між атомами карбону в головному ланцюгу?
 24. Що називається функціональною групою?
 25. Наведіть формули і назви найважливіших функціональних груп і вкажіть, до якого класу належить органічна сполука, що містить певну функціональну групу.
 26. На які дві великі групи можна поділити всі органічні речовини залежно від наявності чи відсутності в їх складі функціональних груп?
 27. Охарактеризуйте моно-, полі- та гетерофункціональні сполуки.
 28. Що називається тривіальною номенклатурою? Наведіть приклади найпоширеніших тривіальних назв органічних сполук.
 29. Дайте стислу характеристику основних методів систематичної номенклатури ІУРАС, наведіть приклади.
 30. Визначте основні поняття замісничого методу ІУРАС: родопочаткова структура, локаут, множувальний префікс, замісник, вуглеводневий радикал.

31. Розкажіть, як утворюються назви алкілів – аліфатичних радикалів. В яких випадках до назви розгалужених радикалів вживаються додаткові префікси *ізо-*, *втор-* і *трет-*? Наведіть приклади.
32. Поясніть, які атоми карбону називаються первинними, вторинними, третинними і четвертинними.
33. Наведіть структурні формули і назви насичених одновалентних радикалів, утворених з таких алканів: C_2H_6 , C_3H_8 , C_4H_{10} .
34. Назвіть ненасичені аліфатичні радикали, будова яких виражаються структурними формулами: $\text{CH}_2=\text{CH}-$, $\text{CH}_2=\text{C}=\text{}$, $\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CH}_2-$.
35. Наведіть структурні формули таких ароматичних радикалів: феніл, бензил, бензиліден, *орто-*, *мета-* і *пара-*толуіл.