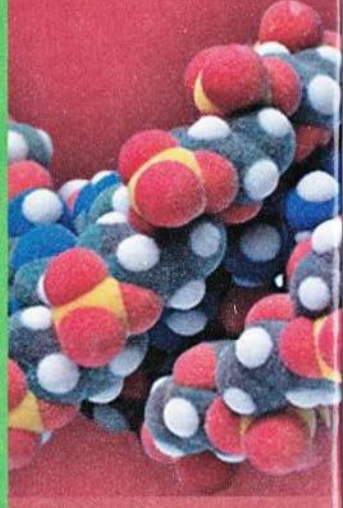
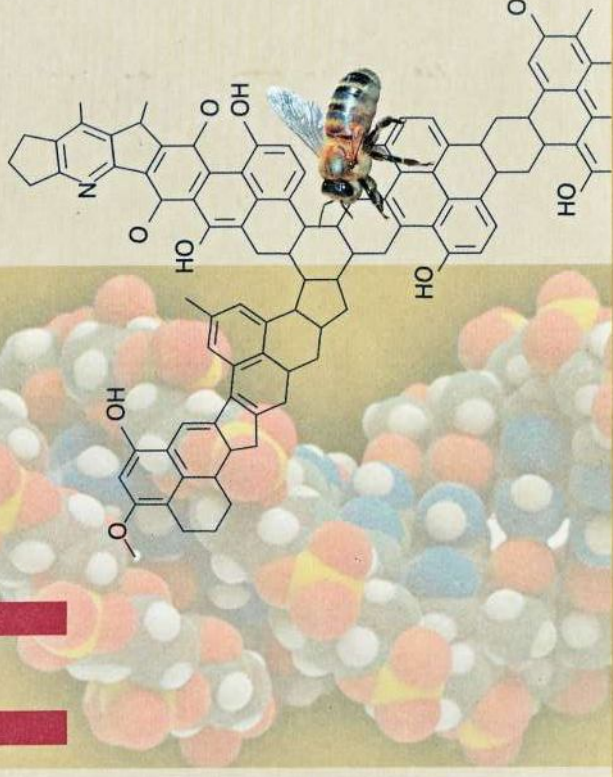


О. Г. Ярошенко

ХІМІЯ 11



УДК 54(075.3)
БК 24я721
Я 77

Рекомендовано Міністерством освіти і науки України
(наказ МОН України № 235 від 16.03.2011 р.)

Видано за рахунок державних коштів. Продаж заборонено

Наукову експертизу проводив Інститут органічної хімії НАН України.

Психолого-педагогічну експертизу проводив
Інститут педагогіки НАПН України.

Ярошенко О. Г.

Я 77 Хімія : Підручн. для 11 кл. загальноосвіт. навч. закл. (рівень

стандарту). — К.: Трамота, 2011. — 232 с. : іл.

ISBN 978-966-349-300-8

Підручник відповідає програмі для загальноосвітніх навчальних

закладів (рівень стандарту). Належна увага приділена розкриттю при-

кладних аспектів використання хімічних знань у суспільному госпо-

дарстві України й побуті людей, впливу хімічних чинників на здоров'я

людини. Опанувати нові знання учням допоможе виконання різних видів

завдань і хімічного експерименту.

УДК 54(075.3)
БК 24я721

Ярошенко О. Г., 2011
© Видавництво «Трамота», 2011

ISBN 978-966-349-300-8

ЗМІСТ

Від автора 4

Вступ

§ 1. Теорія як вища форма наукових знань. Теорія хімічної будови
органічних сполук О. М. Бутлерова 6
§ 2. Вище ізомерії, структурна ізомерія, номенклатура насичених
вуглеводнів 12
§ 3. Багатоманітність органічних сполук, їх класифікація 21

Розділ 1. Природні органічні сполуки

§ 4. Органічні речовини в живій природі. Рівні структурної
організації органічних речовин 32
§ 5. Жирні кислоти, вуглеводи як компоненти їжі, їх роль в організмі 44
§ 6. Вітаміни як компоненти їжі, їх біологічна роль. Харчові добавки,
Е-числа 56
§ 7. Органічні сполуки і здоров'я людини. Поняття про синтетичні
лікарські препарати 66
§ 8. Шкідливий вплив уживання алкоголю, наркотичних речовин,
тютюнокуріння на організм людини 74
§ 9. Природні джерела вуглеводнів. Природний і сульфідний нафтовий
газ, їх склади, використання 83
§ 10. Нафта, її склади, властивості та продукти перетонки 91
§ 11. Кам'яне вугілля, продукти його перетонки. Значення основних
видів палива в енергетиці країни 103
§ 12. Охорона навколишнього середовища від забруднень при
перетонці вуглеводневої сировини та використання продуктів
її перетонки 113
Тестові завдання для самоперевірки знань 121

Розділ 2. Синтетичні органічні сполуки

§ 13. Синтез органічних сполук різних класів на основі вуглеводневої
сировини 130
§ 14. Пластмаси 141
§ 15. Синтетичні каучуки 156
§ 16. Волокна. Штучні й синтетичні волокна 166
§ 17. Органічні сполуки в побуті 179
§ 18. Мило і синтетичні мийні засоби 189
§ 19. Органічні розчинники, їх застосування 199
Тестові завдання для самоперевірки знань 207
Післямова 214
Відповіді до розрахункових завдань 216
Предметний покажчик 217
Словник термінів 222
Список додаткової літератури та інтернет-джерел 230

Цей підручник є заклюочним у серії підручників, за якими ви впродовж п'яти років оволодіваєте предметними знаннями з хімії. Нині без хімічних знань немислими здоров'я й побут людини, технічний прогрес і розгатака таємниць минулих століть.

Коли ваших пізнавальних інтересів визначилося рік тому на користь іншого, нехімічного, профільно навчання. А тому ви опановуєте хімію як загальноосвітній предмет.

Виваючи хімію, ви станете освіченою, компетентною особистістю, матимете знання, виявлятимете вміння, завдяки яким зможете безпечно поводитися з речовинами, розумітися на хімічних явищах, використовувати в повсякденному житті набуті хімічні компетенції.

Можливо, що за рік навчання в старшій школі дехто з вас змінив професійні вподобання й відтепер хімічні знання вам потрібні в більшому обсязі, аніж це передбачено програмою для рівня стандарту. У підручнику ви знайдете потрібну додаткову інформацію.

Щоб у вивченні хімії ви досягли успіхів, була обрана така структура побудова підручника:

- у рубриці **«Інформаційна довідка»** наведено раніше вивчені вами матеріали в основній школі чи окремі питання, які не ввійшли до змісту програми;

- додаткова інформація, що розширює та доповнює основний навчальний матеріал, подана в рубриці **«Брудитам на замітку»**,

яка допоможе вам заловолити навчально-пізнавальний інтерес до вивчення хімії;

- оскільки програма з хімії для старшої школи за рівнем стандарту має чітко виражене практичне спрямування навчального матеріалу, то для його посилення введено рубрику **«Нотатки на повсякчас»**, у якій ви дізнаєтеся про багато побутових аспектів, пов'язаних із хімічними знаннями.

У підручнику матеріал навчальної програми подано в трьох блоках: **«Вступ»**, **«Розділ 1. Природні органічні сполуки»**, **«Розділ 2. Синтетичні органічні сполуки»**.

Завдання і вправи, наведені після тексту кожного параграфа, входять до рубрики **«Перевірте себе»**. Вони допоможуть вам зорієнтуватися в рівні складності завдань, що використовувати-муться вчителем з метою перевірки ваших знань. Твори й ускладнені завдання позначені зірочкою (*), розрахункові задачі прикладного характеру — колючовим кружечком (●).

Вивчення хімії невіддільне від хімічного експерименту. Дослідити, які ілюструє вчитель, описані в основному тексті параграфів, а ті, що призначені для виконання під час уроків, уміщені в рубриці **«Досліджуємо речовини та їх властивості»**.

З метою забезпечення активної самостійної роботи кожного з вас у процесі вивчення нового матеріалу в тексті параграфів містяться окремі **завдання для актуалізації знань**.

сприймання й розуміння навчального матеріалу використані малюнки, схеми, таблиці, прифтові та кольорові виділення визначень, правил тощо.

Вивчення кожного розділу завершує рубрика **«Тестові завдання для самоперевірки знань»**. У ній наведено різноманітні завдання з метою і рівнем складності тестові завдання, що допоможуть вам перевірити рівень засвоєння знань про природні та синтетичні органічні сполуки.

Назва «підручник» походить від слів «під рукою в учня». Сюди-на вас, що ця навчальна книжка виправає своє призначення. Сидіти-темачно працюйте з текстом підручника, виконуйте подані в ньому завдання і вправи, цікавтеся додатковою науковою та пізнавально-практичною інформацією. Це стане запорукою того, що ви оволодієте хімічними знаннями на рівні стандарту, а при бажанні вийдете за його межі.

Задля ефективності вашої самостійної роботи створено такі рубрики та розроблено їх змістове наповнення: **«Предметний покажчик»**, **«Словник термінів»**, **«Список додаткової літератури та інтернет-джерел»**.

Зичу вам відмінних успіхів у вивченні хімії!

тіла, речовини, явища тощо, яка виникає на підставі багатьох фактів, більш розвиненою й досконалішою формою наукових знань, ніж факти і поняття, є теорія.

Теорія — обґрунтоване й сприйняте науковою спільнотою наукове знання, що описує та пояснює факти, виконує функцію передбачення, інші важливі для науки функції.

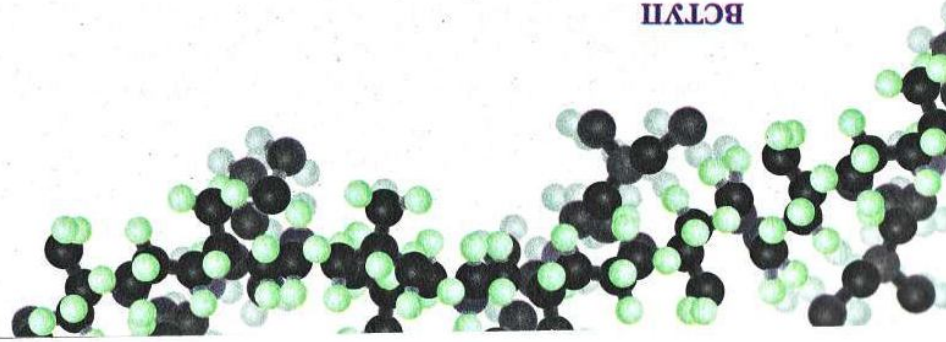
Теорію характеризують змістова цілісність, відносна стабільність. Завдяки розробці теорій досягається пізнавальний результат, одержують пояснення факти, явища тощо. Теорію не можна вважати повністю завершеною структурою. Найчастіше нові факти й відкриття доповнюються і розширюють існуючі теорії, а іноді, навпаки, доводять їх неспроможність і хибність. Так було, наприклад, у хімії з теорією флорістону.

Як бачимо, підручням для створення теорії ситують окремі факти. Натомість у теорії факти знаходять пояснення. Отже, факти й теорія — взаємопов'язані, невіддільні одне від одного. Ціло це дійсно так, переконаймося на прикладі теорії хімічної будови органічних сполук О. М. Бутлерова.

Теорія хімічної будови органічних сполук О. М. Бутлерова. У XVII–XVIII ст. будову органічних речовин не розглядали як чітко визначену й таку, що підлягає встановленню дослідним шляхом. За цих обставин одній і тій самій речовині могли приписувати декілька формул. Зокрема, для етанової (оптової) кислоти пропонувалося вісім різних формул. Учені відкривали речовини з однаковим кількісним і якісним складом, але різними властивостями, проте причина такого явища залишалася невідомою. Ці та багато інших наукових фактів потребували пояснення. Тому в середині XIX ст. виникла нагальна потреба в створенні теорії хімічної будови органічних сполук, яка б пояснювала склад і властивості органічних речовин, упорядковувала множину відомих фактів, протизовувала відкриття нових сполук.

Пригадайте, що подібна ситуація склалася в 60-і роки XIX ст. в неорганічній хімії, вирішення якої стало можливим лише завдяки відкриттю періодичного закону Д. І. Менделєєвим.

Окремі положення теорії будови органічних речовин були розподілені раніше. Так, англійському вченому А. Куперу належить положення про з'явність атомів Карбону сполучатися не лише з атомами інших елементів, а й між собою. Німецький учений Ф. Кекуле встановив, що Карбон в органічних сполуках чотиривалентний.



ВСТУП

§ 1. Теорія як вища форма наукових знань. Теорія хімічної будови органічних сполук О. М. Бутлерова



Інформаційна довідка



- **Органічні сполуки** — це сполуки, що містять атоми Карбону, хімічно зв'язані з атомами Гідрогену. Вони можуть містити й інші елементи-органогени (Оксиген, Нітроген, галогени й деякі інші), наприклад C_2H_6 , C_2H_5OH , $C_6H_5NO_2$, CH_3Cl . Виняток становить невелика кількість сполук Карбону, що виявляють властивості неорганічних речовин. Це, зокрема, вуглекислий газ CO_2 , чадний газ CO , карбонатна кислота H_2CO_3 й середні та кислі солі.
- **Органічні речовини** — переважно сполуки молекулярної будови. Якісний склад більшості молекул органічних речовин — це 2–4 хімічні елементи (Карбон, Гідроген, Оксиген, Нітроген).
- У молекулах органічних речовин Карбон чотиривалентний.
- **Ковалентний зв'язок** — основний вид хімічного зв'язку в молекулах органічних сполук.
- **Закон** — безсумнівне твердження, яке за певних умов повністю стверджується щодо всієї сукупності досліджуваних об'єктів. З хімії основної школи вам уже відомі такі закони, як *закон збереження маси речовин, періодичний закон, закон сталості складу, закон Авогадро*.
- Кількісний і якісний склад молекули відображає **молекулярна** (емпірична) **формула**.

Роль теорії в системі наукових знань. Існують різні форми наукових знань, зокрема факти, поняття, закони. **Факти** — це реальні події чи конкретні характеристики, достовірні дані, установлені в процесі наукового пізнання. **Поняття** є узагальненою думкою про

Проте ці вчені не змогли поєднати розрізнені факти в цілісну наукову теорію, яка б пояснювала залежність властивостей речовин від їх будови.

Хімічна будова — це порядок сполучення атомів у молекулі й характер їх зв'язку один з одним.

Виняткова роль у створенні, обґрунтуванні й підтвердженні **теорії хімічної будови органічних сполук** належить російському вченому О. М. Бутлерову.



Олександр Михайлович Бутлеров (1828–1886) народився в м. Чистомолі Казанської губернії. У 16-річному віці став студентом фізико-математичного відділення Казанського університету, який у той час був центром природничо-наукових досліджень у Росії. У 1849 р. закінчує університет і почав працювати в ньому викладачем. У 1851 р. захистив магістерську дисертацію «Про окиснення органічних сполук», а в 1854 р. — докторську дисертацію «Про ефірні масла». У 1857 р. у віці 29 років став професором хімії Казанського університету.

Ліди час закордонної подорожі в 1857–1858 рр. О. М. Бутлеров розпочав цикл експериментальних досліджень, результати яких було взято за основу **теорії хімічної будови**. Основні положення теорії він сформулював у доповіді «Про хімічну будову речовин», вихолощений на з'їзді німецьких природознавців і лікарів у вересні 1861 р. У 1868 р. за поданням Д. І. Менделєєва О. М. Бутлеров був обраний професором Петербурзького університету, 1874 р. його обрано академіком Петербурзької академії наук. З 1878 по 1882 р. був президентом і головою відділення хімії Російського фізико-хімічного товариства.

Крім хімії, О. М. Бутлеров багато уваги приділяв практичним питанням сільськогосподарства, садівництва, бджільництва, а також і розведенню чато на Кавказі.

Олександр Бутлеров був першим, хто обґрунтував та експериментально підтвердив думку, що будову молекули можна з'ясувати хімічним способом, тобто досліджуючи її хімічні властивості, і навпаки, знаючи будову речовини, можна передбачити її властивості. Окремі відомі на той час факти й положення, висновки з власноруч проведених дослідів з добування органічних речовин і дослідження їх властивостей він сформулював як **теорію хімічної**

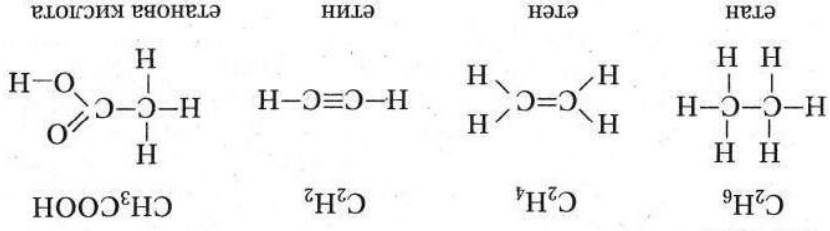
будови органічних сполук і довів, що кожна молекула має певну хімічну будову, яка й визначає властивості речовини, а вивчення хімічних перетворень речовини дає змогу встановити її будову.

Основне положення теорії хімічної будови: атоми в молекулах органічних речовин сполучені між собою хімічними зв'язками в чітко визначеній послідовності відповідно до їх валентності.

Опираючись на це положення, О. М. Бутлеров наголошував, що кожній речовині властива лише одна хімічна будова, а отже, тільки одна структурна формула.

Структурна формула — формула речовини, що відображає послідовність сполучення атомів у її молекулі.

При написанні структурних формул виходять з того, що в органічних сполуках валентність Карбону дорівнює чотирьом, а між атомами Карбону може виникати один, два чи три хімічні зв'язки. Розглянемо приклади деяких органічних речовин, з якими ви ознайомилися в основній школі, та напишемо їх структурні формули:



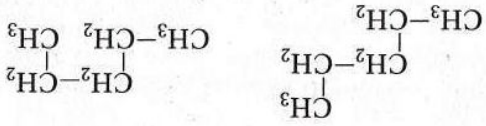
Позначати всі хімічні зв'язки кожного атома не зовсім зручно, та й місця вони займають багато. Тому досить часто користуються скороченою формою запису:



Структурні формули відображають послідовність сполучення атомів у молекулі, а не розташування їх у просторі. Подивіться уважно на наведені нижче дві структурні формули, і ви побачите, що обидві формули належать одній речовині, бо вони є ідентичними, оскільки кожні з п'яти атомів Карбону сполучені з одним

і теми ж хімічними зв'язками та в тій самій послідовності з іншими атомами Карбону, а також з однаковою кількістю атомів Гідро-

гену:

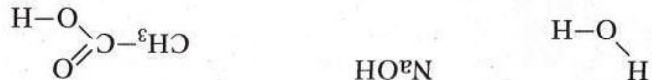


Наведеними записами передано одну хімічну будову, а це озна-чає, що здійснено запис структурної формули однієї й тієї самої речовини, молекулярна формула якої C_5H_{12} .

У розробленій О. М. Бутлеровим теорії пояснюється й таке важливе хімічне явище, як *взаємний вплив атомів чи груп атомів на властивості речовин*. До речі, це положення поширюється й на не-

органічні речовини.

Взаємний вплив атомів розглянемо на прикладі води, натрій гідро-кислиду й етанової (інші назви — оцтова, ацетатна) кислоти:



Як бачимо, усі три формули містять гідроксильну групу $-\text{OH}$. Однак сполучення її з атомом Гідрогену дає нейтральну речови-ну — воду, з атомом лужного елемента — сильну основу, тоді як третя речовина — це органічна кислота.

Теорія хімічної будови органічних сполук набула подальшого розвитку в працях учнів і дослідників ученого й лотенер успішно функціонує. Сучасний етап у розвитку цієї теорії ознаменувався доповненням її положення про просторову будову речовин (*сте-*
реохімія).

Теорія будови органічних сполук дала наукове пояснення причини різних властивостей речовин, що мають однаковий якісний і кількісний склад. Про це йтиметься в наступному па-раграфі.

Брудитам на замітку

Тривалий час ученим не вдавалося в лабораторних умовах добути органічні речовини, унаслідок чого на початку XIX ст. дістала поширення *вітамінна теорія* (від латин. *vitals* —

життєвий). Згідно з цією теорією, речовини живої природи не-можливо одержати з неорганічних речовин шляхом синтезу в лабораторних умовах. Псевдонауковість теорії впродовж де-сятиліть гальмувала розвиток органічної хімії. Разом з тим учені не полишали спроб синтезувати в лабораторії ті речови-ни, які є в живій природі, і домоглися успіхів. У 1824 р. німець-кий хімік Ф. Велер синтезував оксалатну (шавлеву) кислоту, а в 1828 р. — карбамід (сечовину); у 1842 р. російський учений М. М. Знін одержав анлідін — барвник, який на той час добу-вали лише з рослинної сировини; у 1845 р. німецький хімік А. Кольте синтезував етанову (оцтову) кислоту; у 1854 р. французький учений М. Бертло — жири, у 1861 р. О. М. Бутле-ров одержав цукристу речовину. Усе це довело хибність віта-

лістичної теорії й припинило її існування.

Наступною була *теорія радикалів*, згідно з якою в хімічних реакціях за участю органічних речовин стійкі утворювані ато-мів (радикали), подібно до кислотних залишків неорганічних речовин, без зміни переходять з молекули однієї речовини до моле-кули іншої. Пізніше з'ясувалося, що не всі хімічні реакції повсно-ються цією теорією. Тому в 40–50-х роках XIX ст. з'являється нова теорія — теорія типів.

Теорія типів ґрунтувалася на глумаченні про те, що де-які неорганічні речовини (водень, хлороводень, вода, амо-ніак) є відносно початковими для органічних сполук. Позитивне значення цієї теорії полягало в тому, що вона сприяла здій-сненню класифікації органічних сполук. Однак, як і поперед-ні, теорія типів не виявила залежності між структурою і властивостями органічних речовин. Тому й вона зазнала участі попередніх теорій.

Перевірте себе



1. Назвіть та охарактеризуйте відомі вам форми наукових знань, розкрийте їх суть на конкретних прикладах.
2. Наведіть приклади хімічних законів, а також законів з інших галузей наукових знань. Сформулюйте їх.
3. Дайте визначення теорії як форми наукових знань. Порівняйте теорію з іншими формами наукових знань.
4. Висловіть судження про роль теорії в системі наукових знань.
5. Сформулюйте основне положення теорії хімічної будови.
6. Поясніть науково-практичне значення теорії хімічної будови органічних сполук.

Карбону існують лише одинарні зв'язки.

Карбону і Гідрогену, дістали назву *вуглеводні*. Серед них розрізняють *насичені, ненасичені, циклопарафіни, ароматичні*.

Речовини, молекули яких складаються лише з атомів будові молекул, впливає на хімічні властивості сполук.

Між зв'язками позначається на їх міцності, довжині, просторовій утвореності *одинарні, подвійні чи потрійні зв'язки*. Відмінність ними зв'язками. Відповідно до цього між атомами Карбону жуть сполучається між собою одним, двома чи трьома ковалент-
 • У молекулах органічних речовин два атоми Карбону мо-

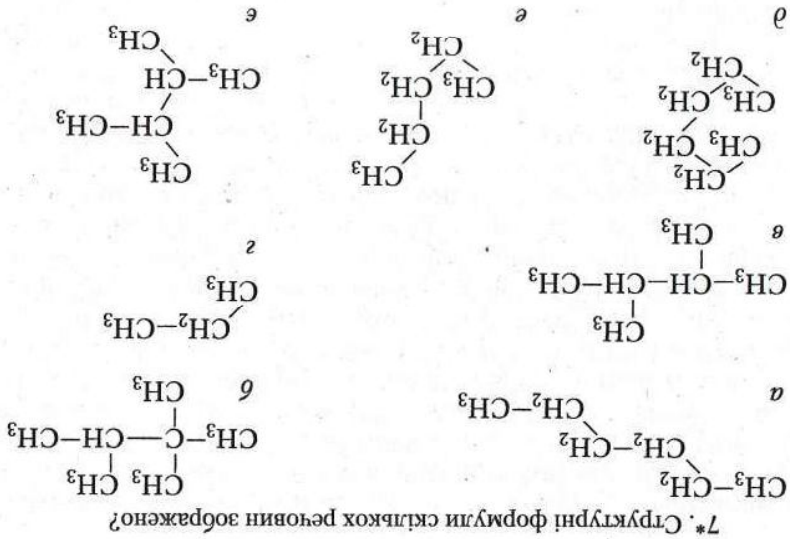
Інформаційна довідка



§ 2. Явище ізомерії, структурна ізомерія, номенклатура насичених вуглеводнів



8. У складі малих груп проведіть пошукову роботу на тему «Бурхли-вий розвиток хімічної науки в другій половині XIX ст. — випадковість чи закономірність?» і підготуйте презентацію її результатів.



Явище ізомерії є досить поширеним в органічній хімії. Чим дов-
 ший карбоновий ланцюг органічної сполуки, тим більше існує її ізомерів. Так, гомолог метану пентан C_5H_{12} має 3 ізомери, тоді як декан $C_{10}H_{22}$ — 75 ізомерів.

Структурна ізомерія. Ви вже ознайомилися зі структурними формулами деяких органічних сполук і знаєте, що *структурні формули* — це хімічні формули, які відображають склад речовини і порядок сполучення атомів у її молекулі; хімічні зв'язки в них позначають рисками, кожна з яких відповідає одній одиниці ва-
 лентності.

Ізомерія — явище існування речовин з однаковими хімічним складом, молекулярною формулою та відносною молекулярною масою, але з різною хімічною будовою чи просторовим розміщенням атомів у молекулі. Речовини з однаковим якісним і кількісним складом молекул, але різними за будовою й властивостями мають загальну назву *ізомерів*.

Явище ізомерії. За декілька десятиліть до створення О. М. Бут-леровим теорії хімічної будови органічних сполук учені довідалися про існування речовин з однаковим якісним і кількісним складом молекул, проте різних за властивостями. Цей факт потребував на-укового обґрунтування, яке й було зроблено завдяки теорії будови органічних сполук О. М. Бутлерова. Ця теорія повсюдно проявляє винами однакового якісного та кількісного складу різних власти-востей тим, що сполуки мають відмінності в будові молекул. Таке явище називають *ізомерією*.

• **Метан** CH_4 — перший представник насичених вуглевод-нів. Подібні до нього за будовою і властивостями сполуки, склад молекул яких відрізняється на одну чи кілька груп атомів CH_2 , дістали назву *гомологів*.

• **Гомологічний ряд насичених вуглеводнів** утворений з речо-вин, склад молекул яких відображає загальна формула C_nH_{2n+2} .

Перші десять представників гомологічного ряду наси-чених вуглеводнів мають такі назви й молекулярні фор-мули: *метан* CH_4 , *етан* C_2H_6 , *пропан* C_3H_8 , *бутан* C_4H_{10} , *пентан* C_5H_{12} , *гексан* C_6H_{14} , *гептан* C_7H_{16} , *октан* C_8H_{18} , *нонан* C_9H_{20} , *декан* $C_{10}H_{22}$.

На рисунку 1 зображено структурні формули всіх можливих ізомерів перших п'яти представників гомологічного ряду насичених вуглеводнів: 1) метану CH_4 , 2) етану C_2H_6 , 3) пропану C_3H_8 , 4) бутану C_4H_{10} , 5) пентану C_5H_{12} .

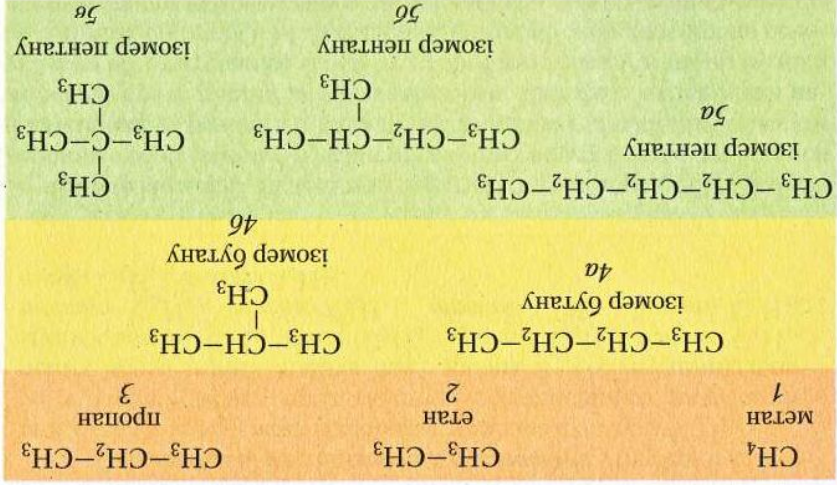


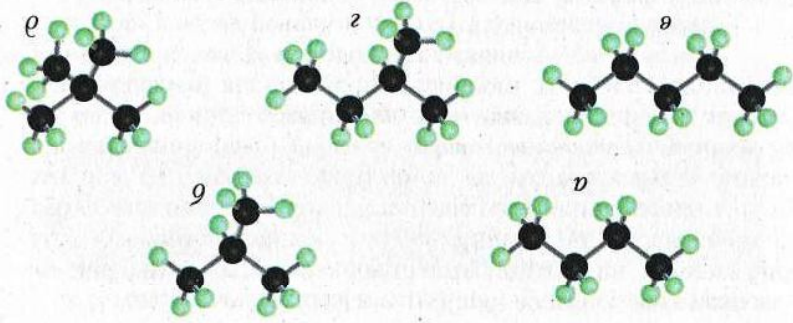
Рис. 1. Структурні формули атомів вуглеводнів з емкістю Карбону від 1 до 5 атомів

Як бачимо, кожний з перших трьох молекулярних формул відповідає лише по одній структурній формулі. Щодо четвертої та п'ятої молекулярних формул, то без порушення положення про те, що атоми Карбону в органічних сполуках мають валентність 4, зроблено записи відповідно двох і трьох структурних формул. Безперечно, що це ізомери. Явище ізомерії в цьому випадку спричинене різним порядком розміщення атомів Карбону в карбон-карбонному ланцюзі. Такий вид ізомерії дістає назву *структурна ізомерія*.

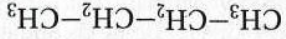
Структурна ізомерія – ізомерія, зумовлена різною послідовністю сполучення атомів Карбону в молекулі.

Більш виразно структурну ізомерію розглянутих речовин ілюструють їх кулестрижневні моделі, зображені на рисунку 2 (чорні кульки молекулюють атоми Карбону, світло-білі кульки – атоми Гідрогену). **Номенклатура насичених вуглеводнів.** Оскільки кожній речовині відповідає лише одна структурна формула, то виникає потреба розрізняти, яка формула якій речовині належить. З цією метою вчені розробляють правила складання індивідуальних назв речовин – номенклатуру.

Рис. 2. Кулестрижневі моделі молекул ізомерів бутану (а, б) і пентану (в, г, д)



Ознайомимося з номенклатурою насичених вуглеводнів. Перші чотири представники гомологічного ряду насичених вуглеводнів мають історичні назви. Починаючи з п'ятого, згідно з міжнародною номенклатурою, за основу назви взято латинську або грецьку назву числа атомів Карбону в молекулі сполуки: *пента* – 5, *гекса* – 6, *гепта* – 7, *окта* – 8 тощо, до якої додають суфікс *-ан*. Якщо вуглеводень має нерозгалужений ланцюг, перед назвою пишуть літеру *n* і ставлять дефіс. Наприклад:

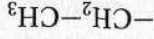
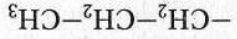
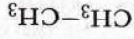
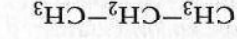


n-бутан (нормальний бутан)

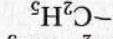
Назви насичених вуглеводнів розгалуженої будови складають за такими правилами:

1. У структурній формулі алкану розгалуженої будови визначають **головний ланцюг атомів Карбону**. Це найдовший із можливих суцільний карбон-карбонний ланцюг. Якщо у формулі можна виокремити кілька ланцюгів з однаковою кількістю атомів Карбону, то за головний обирають той ланцюг, у якого більше *відгалужень*, або *замісників*.

2. **Замісники** – це атоми або групи атомів, що заміщують у головному ланцюзі один або кілька атомів Гідрогену. Для *ethyl-* *водневих замісників*, утворених з відповідних насичених вуглеводнів, у назві використовують суфікс *-ил* (*-il*) замість суфікса *-ан*. Наприклад:



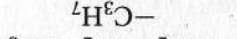
етил



метил



пропил



Для	Результат	1. Обираємо головний ланцюг і нумеруємо в ньому атоми Карбону	2. З'ясовуємо, якими замісниками утворені відгалуження	3. Записуємо частину назви, що стосується замісників: пифри, що вказують на інші атоми Карбону головного ланцюга розміщені замісники, дефіс, числовий префікс і назву замісників	4. Завершуємо назву речовини записом назви вуглеводню головного ланцюга
2,2,4-триметилпентан	Трьома замісниками -CH ₃	2,2,4-триметил...			

Порядок складання назви насиченого вуглеводню

3. У головному ланцюзі атоми Карбону нумерують арабськими цифрами. Нумерацію починають з того кінця, до якого ближче відгалуження розміщене ближче. Якщо різні відгалуження перебувають на однаковій відстані від обох кінців ланцюга, то нумерацію починають з того кінця, де більше відгалужень.

4. Повну назву речовини дають у такій послідовності:

- визначають замісники й перераховують їх за алфавітом, не беручи до уваги числові (можливі) префікси, які можуть бути перед назвою замісників. Перед назвою зазначають номери тих атомів Карбону головного ланцюга, біля яких розміщені замісники;
- кількість однакових замісників перераховують у назві числовими префіксами: *di* (дві) — якщо замісників два, *tri* — якщо три, *tetra* — якщо їх чотири;
- скільки однакових замісників у молекулі вуглеводню, стільки й пифри має бути перед числовим префіксом. Пифри відділяють одну від одної комами, а після останньої пишуть дефіс, числовий префікс і, не відступаючи від нього, назву замісника;
- не роблячи відступу від назв замісників, записують назву насиченого вуглеводню головного ланцюга.

Потренуємося в складанні назви вуглеводню, скориставшись наведеною формулою (див. табл. 1).

Таблиця 1

Складаючи назви насичених вуглеводнів, зазначають *положення, кількість і назви атомів чи груп атомів, що замістили атоми Гідрогену в сполучці, і назву насиченого вуглеводню*, який утворився головний ланцюг.

Отже, щоб безпомилково називати речовини або за назвою скласти їх структурні формули, потрібно знати й застосовувати правила номенклатури.

Для	Результат	1. Аналізуємо назву й доходимо висновку, що головний ланцюг сполучки утворений теканом. Тому записуємо й нумеруємо сим-валентності	2. Біля третього атома Карбону пишемо замісник етил -C ₂ H ₅ , а біля другого й четвертого — по одному метил-заміснику -CH ₃	3. Дописуємо в головному ланцюзі атоми Гідрогену в кількості, що забезпечує кожному атому Карбону чотиривалентний стан
Результат				

Послідовність написання структурної формули парафіну (алкану) за його назвою

Поверніться до рисунка 1 та назвіть ізомери бутану й пентану за міжнародною номенклатурою.

Часто доводиться виконувати зворотню процедуру — за назвою речовини писати її структурну формулу, як це показано в таблиці 2 на прикладі 3-етил-2,4-диметилгексану.

Рис. 3. Порядок складання назви насиченого вуглеводню



Наведені положення ілюструє рисунок 3.

1215

Закріпленню знань про ступінь ізомерію і номенклатуру насичених вуглеводнів сприятиме виконання вами *лабораторно-го досвіду 1*.



Досліджуємо речовини та їх властивості
Лабораторний досвід 1. Виготовлення моделей молекул парафінів.

Завдання 1. Підготуйте необхідні деталі для моделювання молекул парафінів. Це можуть бути типові набори для виготовлення моделей молекул або саморобні різноколичові (традиційно чорні та білі) кульки, розміри яких відрізняються між собою в 1,5 раза (пропорційно діаметру атомів Карбону й Гідрогену), і палички.

Завдання 2. Виготовіть об'ємну або кулестрижневую модель молекули метану, на якій передайте просторове тетраедричне розміщення атомів у його молекулі (рис. 4).



Рис. 4. Об'ємна (а) і кулестрижнева (б) моделі молекули метану

Завдання 3. Виготовіть кулестрижневі моделі молекул *n*-бутану і його ізомеру 2-метилпропану (див. рис. 1 і 2). Як і в попередній моделі, дотримуйтеся відповідного просторового розміщення атомів Карбону й Гідрогену.

Ерудитам на замітку

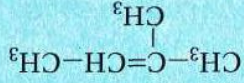
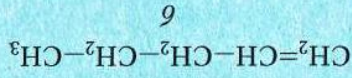
Сучасний етап у розвитку теорії будови органічних речовин ознаменувався доповненням теорії хімічної будови органічних сполук положенням про просторову будову речовин.

Лагуз хімії, що вивчає просторову будову молекул та її вплив на фізичні властивості речовин, називають **хімією стереохімії**.

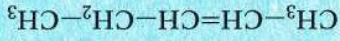
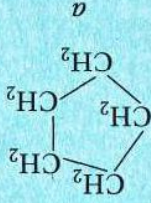
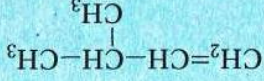
Одними з досліджуваних у стереохімії об'єктів є **стереоізомери** — молекули з однаковою складом і хімічною будовою, але

різним просторовим розміщенням атомів (груп атомів). Науково-дослідження стереохімії мають неабияке значення. Установлено, що просторова будова істотно впливає на властивості полімерів. Так, поліпропілен стереорегулярної будови (полімер, з якого виготовляють міцні канати, труби тощо) має більшу міцність і зносостійкість, ніж поліпропілен нерегулярної просторової будови. Будова стереоізомерів впливає і на фізіологічну дію ліків. Тому знання стереохімії широко застосовуються в технології полімерів, медицині й фармакології.

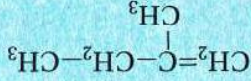
Якщо ступіньна ізомерія насичених вуглеводнів зумовлена лише порядком розміщення атомів у молекулі, то ця ж ізомерія в **ненасичених вуглеводнів** (алкенів, алкінів, алкадієнів) залежить також і від положення подвійного чи потрійного зв'язку. Наприклад, ми з'ясували, що існують три речовини з молекулярною формулою C_5H_{12} (див. рис. 1, 5а–5б). А скільки ступіньних ізомерів мають молекулярну формулу C_5H_{10} ? Ви-являється, їх удвічі більше:



г



в

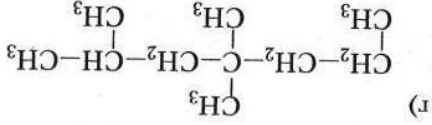
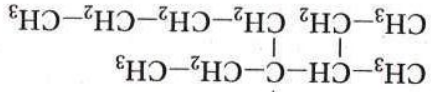
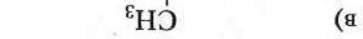
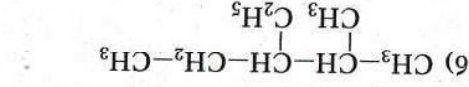
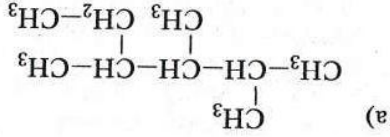


д

Назви цих речовин: а) циклопентан, б) пент-1-ен, в) пент-2-ен, г) 2-метилбут-2-ен, д) 2-метилбут-1-ен, е) 3-метилбут-1-ен скла-дено відповідно до номенклатури циклопарафінів (а) та алкенів (б–г), тобто тих класів органічних сполук, до яких вони належать. З правими складання їх назв ви зможете ознайомитися, опра-цювавши лабораторну літературу.



- Сформулюйте визначення ізомерів.
- Чим пояснюється явище ізомерії? Наведіть приклади.
- Назвіть ізомери парафінів за міжнародною номенклатурою.



4. Знайдіть і виправте помилки в наведених назвах насичених вуглеводнів: а) 1,5-диметилпентан; б) 2-етилпексан; в) 2,3-метилпентан.

5. Складіть структурні формули насичених вуглеводнів, зазначте серед них ізомери

Речовина

Вариант	Речовина
А	1, 3, 6
Б	2, 4, 5
В	1, 4, 6
Г	3, 5, 6

6. Доведіть, що ізомерія є одним із чинників багатоманітності органічних сполук, яких у десятки разів більше за неорганічні.

7. На підставі якісного та кількісного складу речовин, формули яких $C_{12}H_{26}$, $C_{19}H_{40}$, $C_{21}H_{44}$, напишіть загальну формулу класу сполук, до якого вони належать.

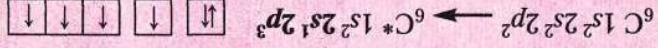
§ 3. Багатоманітність органічних сполук, їх класифікація



Інформаційна ловішка

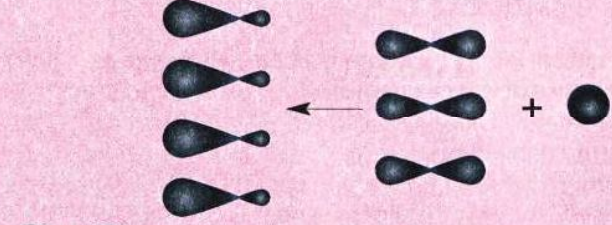
• **Гібридація орбіталей** — врівнювання, перепозадія електронної густини орбіталей валентних електронів атома, унаслідок чого утворюються *гібризовані орбіталі*.

У молекулах органічних сполук гібридація перебіває через атома Карбону в збуджений стан, унаслідок чого утворюється 4 неспарені електрони — 1 s- і 3 p-електрони.



У разі гібридації 1 s- і 3 p-орбіталей утворюються 4 однакові електронні орбіталі, що мають форму несиметричної об'ємної вісімки; тоді як форма s-орбіталей є сферичною.

a-p-орбіталі мають форму симетричної об'ємної вісімки:



• Хімічні зв'язки, утворені перекриванням орбіталей уздовж лінії, що проходить крізь ядра двох атомів, дістають назву *σ-зв'язки* (сигма-зв'язки). Їх утворення в молекулі метану й етану показано на рисунку 5.

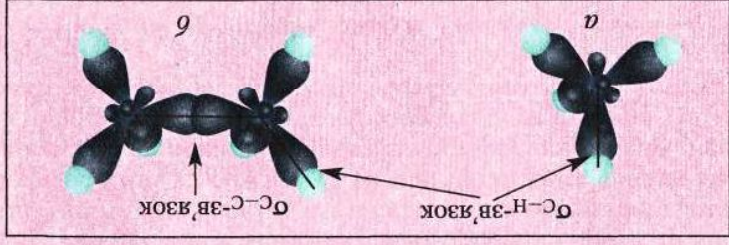
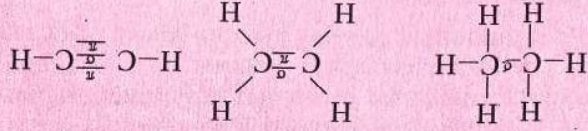


Рис. 5. Моделі перекривання електронних орбіталей у молекулах метану (а) й етану (б)

- У молекулах ненасичених вуглеводнів неріорієнтовані р-орбіталі утворюють π -зв'язки (ш-зв'язки). Цей зв'язок слабкіший за σ -зв'язок і завдячай першим розривається при хімічних перетвореннях, що дає змогу речовині легко вступати в реакції приєднання.
- Одварний зв'язок між двома атомами — це σ -зв'язок. Подвійний зв'язок складається з одного σ - й одного π -зв'язку, потрійний — з одного σ - і двох π -зв'язків:



- Класифікація** — це процес і результати групування об'єктів дослідження чи спостереження за певними їх загальними ознаками.

- Етен** (історична назва *етлен*) C_2H_4 є ролюначальником гомологічного ряду *алкєнів* — ненасичених органічних сполук з одним подвійним зв'язком між атомами Карбону в молекулі. Загальна формула сполук цього гомологічного ряду C_nH_{2n} назви представляють закінчуються суфіксом *-єн*.
- Етин** (*ацетилен*) C_2H_2 — ролюначальник гомологічного ряду *ацетиленових вуглеводнів* (*алкїнів*) — ненасичених органічних сполук з одним потрійним зв'язком атомів Карбону в молекулі. Загальна формула алкїнів C_nH_{2n-2} , назви представляють закінчуються суфіксом *-ин(-їн)*.

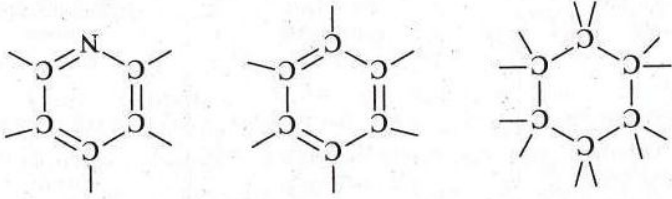
Сучасні дослідження хімічної науки дають змогу синтезувати речовини з наперед заданими властивостями — високою міцністю й стійкістю проти спарання, нероющих, стійких проти дії кислот і лугів, здатних не пропускати шкідливі для живої природи промені тощо. Нині відомо понад 10 млн органічних сполук і речовин, які успішно працювати над створенням нових, невідомих у природі. Без чіткої *класифікації* такої величезної кількості речовин було б неможливо працювати вченим, уявляти студентам та учням.

Класифікація органічних сполук. Розгляд класифікації органічних сполук розпочнемо з класифікації за будовою карбонового скелета. За цєю ознакою розрізняють *ациклїні* й *циклїні* сполуки. Їх назви вказують на те, що сполуки першої групи мають

незамкнутий ланцюг атомів Карбону, тоді як у сполуках другої групи атоми Карбону утворюють замкнуті цикли.

Як вам відомо, незамкнутий карбон-карбоний ланцюг може бути лінійним і розгалуженим (див. рис. 2).

Циклічні органічні сполуки поділяють на *карбоциклїні* (до циклу входять лише атоми Карбону) і *гетероциклїні* (замкнуті ланцюги, крім атомів Карбону, містять атоми інших хімічних елементів):



Ациклїніми органічними сполуками називають сполуки з незамкнутим ланцюгом атомів Карбону. Молекулам **циклїчних** органічних сполук властиві замкнуті ланцюги атомів Карбону.

Наступна класифікація — це найбільш загальний поділ органічних сполук на групи, за основу якого взято **якісний склад речовин**.

За якісним складом молекул органічні сполуки поділяють на **вуглеводні, оксигеновмісні, нітрогеновмісні** (та деякі інші) сполуки.

У кожній з цих груп є сполуки ациклїної й циклічної будови, з лінійними й розгалуженими карбоновими ланцюгами. Разом з тим кожна із зазначених груп речовин має і свою класифікацію. Розглянемо їх.

Класифікація вуглеводнів. З інформаційної довідки та тексту параграфа ви дізналися, що атоми Карбону можуть сполучатися між собою одинарним, подвійним і потрійним зв'язками, а також замикатися в цикли. З урахуванням цих ознак створено класифікацію вуглеводнів, яка схематично показана на рисунку 6.

Класифікація оксигеновмісних органічних сполук. Основною класифікаційною ознакою цієї групи органічних речовин є наявність молекул *функціональних (характеристичних) груп*.

Функціональні (характеристичні) групи — групи атомів, що входять до складу молекули усіх представників гомологічного ряду і визначають їх сильні властивості.

У загальних формулах, що виражають склад оксигеновмісних речовин, зазначають функціональну групу, а решту складу молекули позначають великою літерою R латинського алфавіту. Подальше ознайомлення з представниками оксигеновмісних органічних сполук різних класів переконає вас у тому, що ця частина їх молекули переважно є *вуглеводневим замінником*.

Записуючи загальні формули того чи іншого класу оксигеновмісних органічних сполук, першим позначають літерою R вуглеводневий замінник, а після нього — функціональну групу.

За таблицею 3 ознайомтеся з прикладами окремих класів оксигеновмісних сполук.

Таблиця 3

Клас сполук	Функціональна група	Назва групи	Загальна формула	Представники
Спирти	-OH	гідроксильна	R-OH	CH ₃ -OH метанол C ₂ H ₅ -OH етанол
Карбонові кислоти	-COOH	карбоксильна	R-COOH	H-COOH метанова кислота CH ₃ -COOH етанова кислота

Важливістю оксигеновмісних сполук не вичерпується наведеними прикладами. А саме спирти бувають *одноатомні* (одна функціональна група) і *багатоатомні*: двоатомні, триатомні, спирти налічують гіцерол (або гліцерин) та інші багатоатомні спирти. Крім того, карбоновий ланцюг замінника може бути лінійним

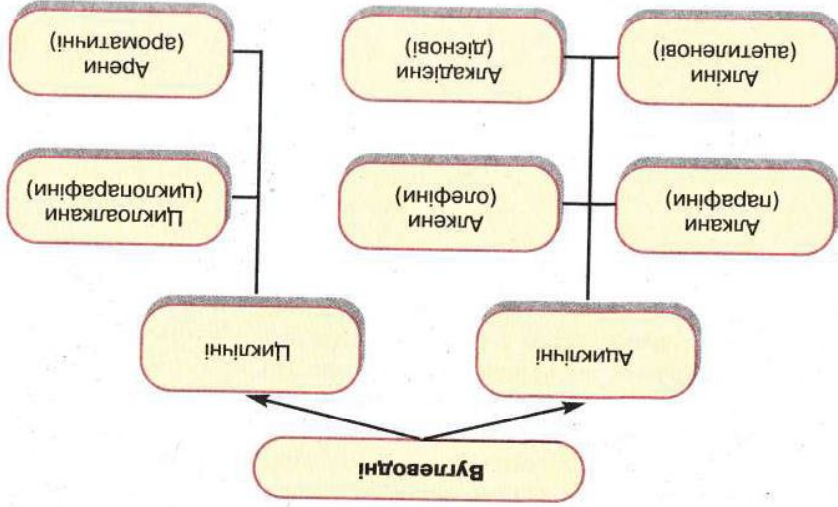


Рис. 6. Класифікація вуглеводнів

З прикладами застосування вуглеводнів ознайомтеся за рисунком 7.

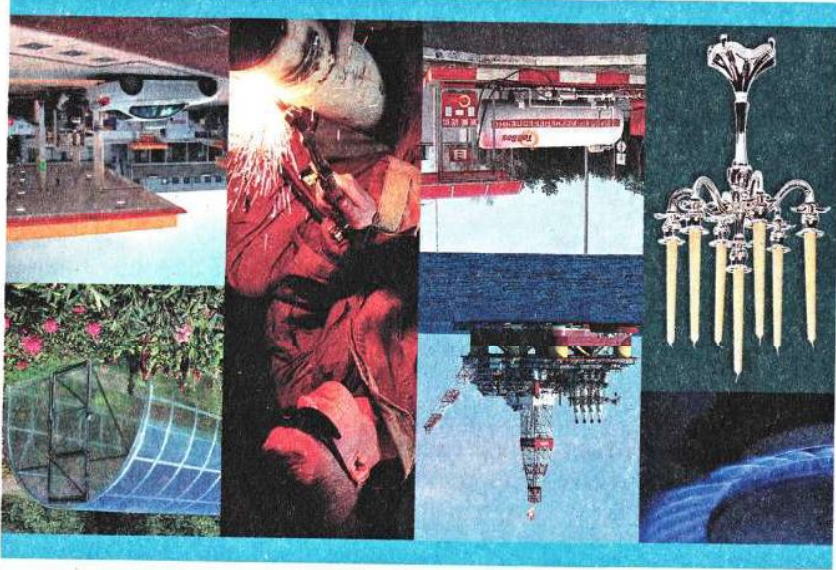


Рис. 7. Використання вуглеводнів у господарській діяльності людини

і розгалуженим, а функціональна група $-OH$ — розміщується біля будь-якого атома Карбону. Усе це значно збільшує кількість ізомерів спиртів порівняно з відповідними вуглеводнями.

Переконайтеся в цьому, склавши структурні формули всіх можливих ізомерів спирту з молекулярною формулою $C_5H_{11}OH$. Їх має бути 6.

Наявність у молекулі відразу двох функціональних груп або утворення після реакції нового поєднання залишків різних функціональних груп є наступними чинниками багатоманітності оксигеновмісних речовин. Так, з 9 класу та вивченого на заняттях з біологією, як крохмаль, целюлоза тощо.

Пригадайте та запишіть у робочий зошит формули цих речовин. Укажіть, які функціональні групи входять до складу їх молекул.

Класифікація нітрогеновмісних органічних сполук. У молекулах сполук цієї групи обов'язково містяться атоми Нітрогену, Карбону, Гідрогену. Так, в *аміні* вуглеводневий замісник сполучений з одновалентною функціональною *аміногрупою* $-NH_2$, наприклад етанамін $C_2H_5-NH_2$, бензенамін (анлін) $C_6H_5-NH_2$. Існує також функціональна група, утворена з атомів Нітрогену й Оксигену, — *нітрогрупа* $-NO_2$, наприклад нітробензен $C_6H_5-NO_2$. Атоми Нітрогену входять до складу амінокислот, білків, нуклеїнових кислот.

Причини багатоманітності органічних сполук. Далеко не повне озноямлення з органічними сполуками дає змогу виокремити основні чинники їх багатоманітності.

Першці — затітність атомів Карбону сполучається між собою в різній кількості відповідно до їх валентності.

Дригуні — існування структурних ізомерів (*структурна ізомерія*). Дійсно, не загальне явище органічної хімії притаманне вуглеводням, оксигеновмісним і нітрогеновмісним сполукам тощо.

Тремті — ізомерія положення кратних зв'язків. Як було з'ясовано, йдеться про подвійний і потрійний зв'язки. Тож до такого чинника багатоманітності органічних сполук, як ступіть ізомерія, у ненасичених вуглеводнів додається *ізомерія положення кратних зв'язків*. Це одна причина — *стереоізомерія*.

Четвертці — існування різних функціональних *групи атомів*: у спиртів — гідроксильної групи $-OH$, у карбонових кислот — карбоксильної групи $-COOH$, в амінів — аміногрупи $-NH_2$ тощо.

П'ятці — поєднання кількох із зазначених чинників одразу. Зокрема, молекули амінокислот поєднують у своєму складі аміногрупу $-NH_2$ і карбоксильну групу $-COOH$ та затітні існувати у вигляді різних структурних ізомерів.

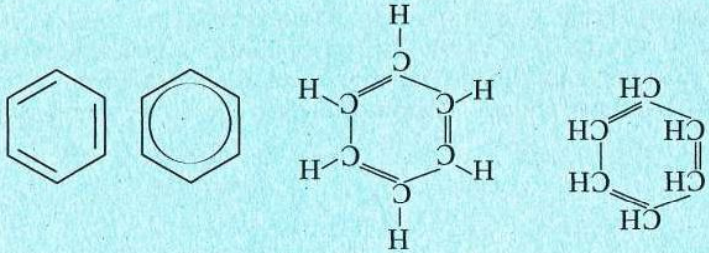


Парафін, з якого виготовляють свічки, — це суміш насичених вуглеводнів переважно нерозгалуженої будови, у молекулах яких міститься від 18 до 40 атомів Карбону. Їх легкоплавка хімічно малоактивна суміш (температура плавлення 40–65 °С) набула різноманітного використання. Нею просочують папір і деревину, зменшують тертя дерев'яних деталей, чим зручно скористатися і в домашніх умовах, наприклад, щоб змастити шпатель і закриватися і закриватися.

Парафін глибокої очистки застосовується як харчова добавка (число E 905), компонент багатьох косметичних препаратів, а нині їх з успіхом використовують у *парафінотерапії*, що входить до переліку послуг косметичних салонів. Так, лише за один сеанс парафінотерапії зникають сухість, тріщини, почервоніння, лущіння шкіри кисті рук, вона стає гладенькою і пом'якшеною.

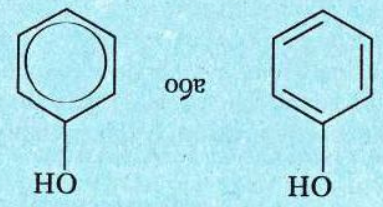
Ерудитам на замітку

З атомів Карбону й Гідрогену побудовані *арени*, або *ароматичні вуглеводи*, представником яких є *бензен* C_6H_6 . Його молекула й молекули гомологів мають особливу, відмінну від насичених і ненасичених вуглеводнів будову, тому їх не класифікують як ненасичені сполуки, а вивчають як окремий клас. Існує кілька зображень структурної формули бензену:

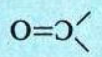


Гідроксильна група $-OH$ є функціональною групою не лише ставник фенолів — сполука з такою самою назвою. Формула спиртів, а й оксигеновмісних речовин *фенолів*. Перший представник фенолів — сполука з такою самою назвою. Формула

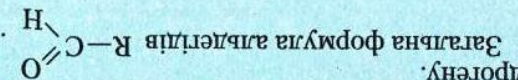
речовини — C₆H₅—OH. Як бачимо, вуглеводневий замісник у складі **фенолу** утворений залишком бензену



Два класи органічних сполук — **arbedidiu** і **кетони** — містять **карбонильну групу**

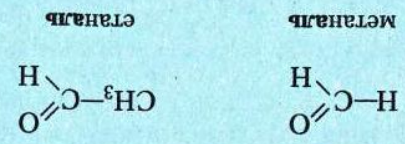


В альдегідів вона сполучена з вуглеводневим замісником та з атомом Гідрогену, за винятком першого представника, у якого обидві валентності функціональної групи насичені атомами Гідрогену.



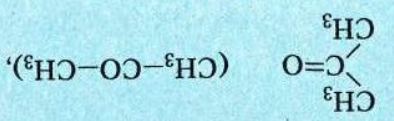
Групу атомів —C(=O)H називають **arbedidno**.

Назви альдегідів утворюють від назв вуглеводнів із відпо- відною кількістю атомів Карбону в молекулі, додаючи до них суфікс **-al**. Наприклад,



Зверніть увагу, що замісник метил у складі метанало від- сутній, назву визначив атом Карбону функціональної групи. У другій речовині замісник метил, назва ж альдеїду — ста- наль. Отже, підтверджується правило, що в назві відобра- жать сумарну кількість атомів Карбону в молекулі, а не в заміснику.

У кетонів карбонильна група сполучена з двома вуглевод- невими замісниками. Такий представник кетонів, як **ацетон**



вам, безумовно, відомий. Його здатність розчиняти у собі орга- нічні сполуки набула застосування у виготовленні лаків і фарб. Нюю можна скористатись і для видалення деяких лаків і фарб з різних поверхонь, тканин тощо.

Окрему групу утворюють органічні сполуки, у молекулах яких два вуглеводневі замісники сполучені з одним атомом Оксигену, наприклад CH₃—O—CH₃. Їх загальна назва **етери**. Речовини цієї групи розглядаються як похідні спиртів чи фенолів, у яких атом Гідрогену гідроксильної групи замінений на вуглеводневий залишок. Назва сполуки, формула якої наведена вище, — **метоксиметан (диметилловий етер)**.

Перевірте себе

1. Наведіть приклади органічних сполук: а) вуглеводнів; б) окси- геновмісних сполук; в) нітрогеновмісних сполук.

2. Установіть відповідність між формулою та класом органічних сполук

Формула	Клас органічних сполук
1 $CH \equiv C-CH_2-CH_3$	A насичені вуглеводні
2 $CH_3-CH_2-CH_2-CH_3$	B карбонові кислоти
3 $CH_3-C(=O)OH$	B спирти
4 $CH_2=CH-CH_2-CH_3$	I алегніленові вуглеводні
5 $CH_3-CH_2-CH_2-OH$	

ПРИРОДНІ ОРГАНІЧНІ СПОЛУКИ

Розділ 1

У цьому розділі ви дізнаєтеся про:

• найпоширеніші органічні сполуки в живій природі;

• наявність органічних речовин у рослинних

і тваринних організмах, організмі людини;

• органічні речовини як компоненти їжі;

• роль жирів в організмі;

• роль білків в організмі;

• роль вуглеводів в організмі;

• роль вітамінів в організмі;

• харчові добавки й Е-числа;

• вплив синтетичних лікарських препаратів на

здоров'я людини;

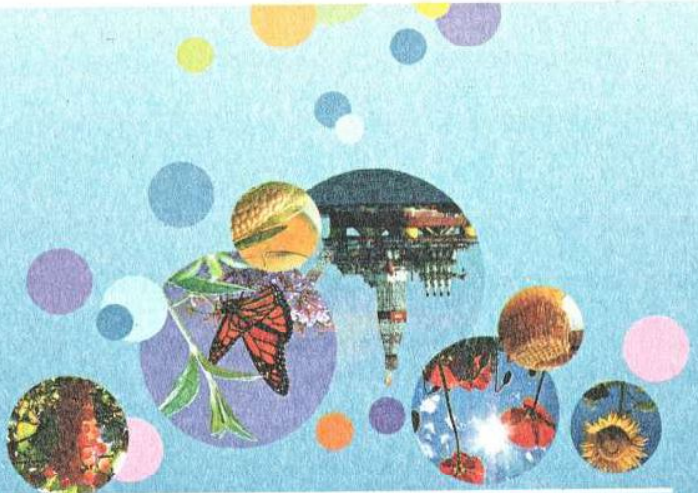
• шкідливий вплив алкоголю й наркотичних

речовин на організм людини;

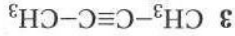
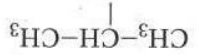
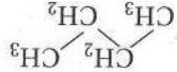
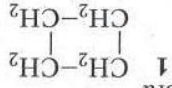
• поширення вуглеводів у природі;

• склади і застосування природних джерел

вуглеводнів – газу, нафти, вугілля.

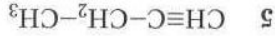
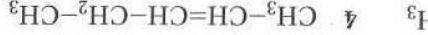
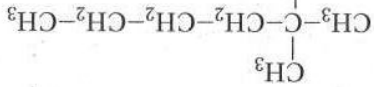
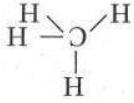


3. Класифікуйте органічні сполуки за будовою карбонового ланцюга



A неопаралельний (лінійний)
B розгалужений
B циклічний

4. Класифікуйте органічні сполуки за видами карбон-карбонівих зв'язків



A алкани
B алкени
B алкіни

5. Укажіть органічну сполуку, що має функціональну групу –ОН

A бутан
B натрій гідроксид
B етанол
I метан

6*. Установіть відповідність між речовинами та класами сполук, до яких вони належать

Речовина	Клас сполук
1 ацетон	A спирти
2 пропанол	B альдегід
3 бутанова кислота	B кетони
4 етаналь	I карбонові кислоти
	D аміни

7. Один з багатотомних спиртів використовують для виготовлення антифризів – рідин, що замарають при низьких температурах, а тому мають неабияке значення для роботи автомобільних двигунів у зимову пору. Знайдіть молекулярну формулу сполуки, якщо масова частка Карбону в ній дорівнює 38,7%, а Гідрогену – 9,7%. Відносна густина пари речовини за воднем – 31.