

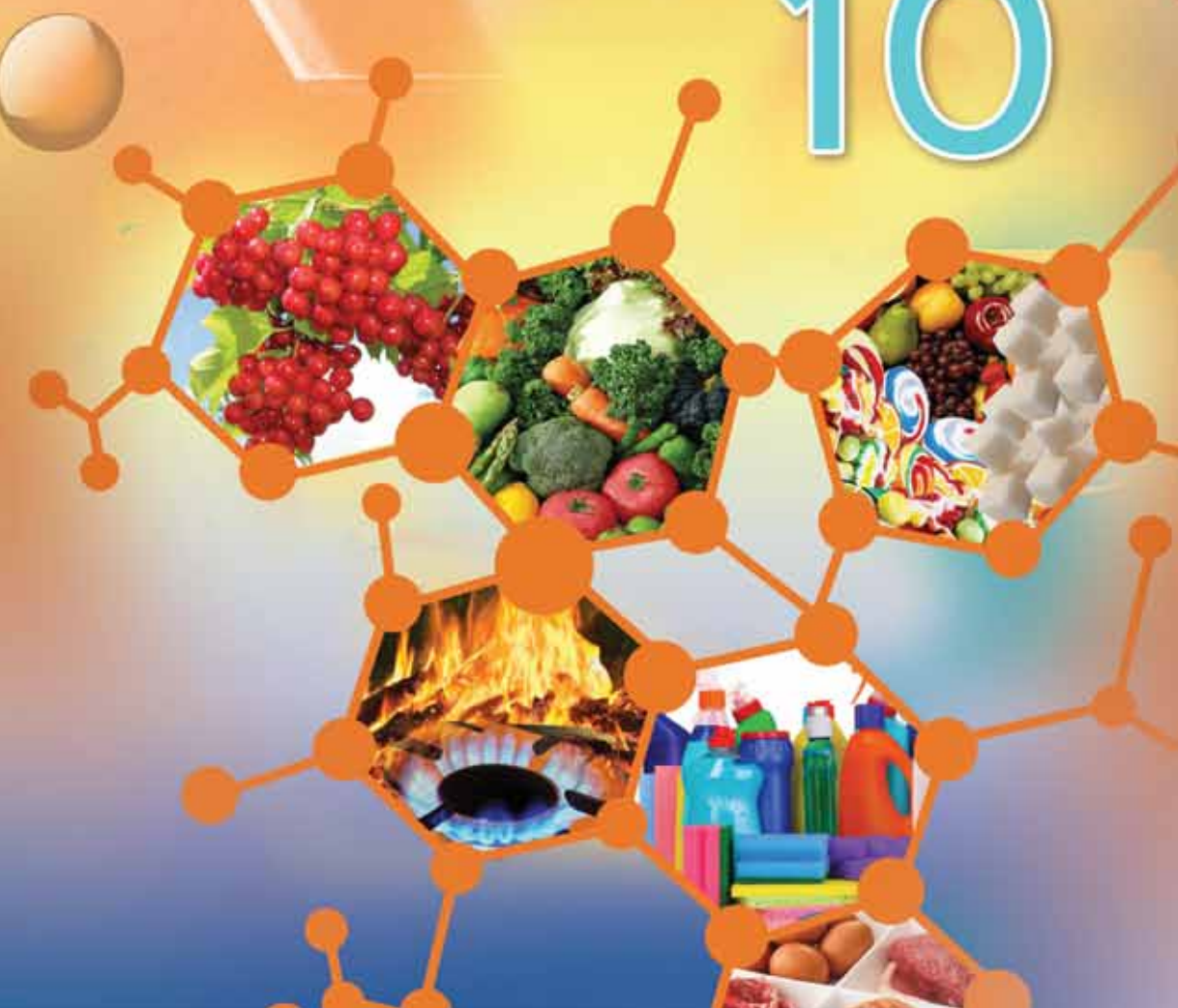


О. Г. Ярошенко

ХІМІЯ

Рівень стандарту

10

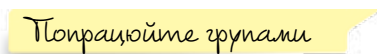
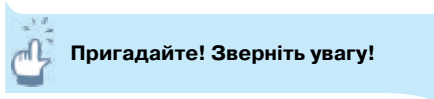
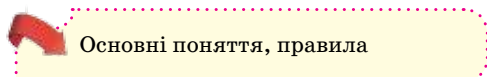


УДК 54(075.3)
Я77

*Рекомендовано Міністерством освіти і науки України
(наказ Міністерства освіти і науки України від 11.10.2018 р. № 1085)*

ВИДАНО ЗА РАХУНОК ДЕРЖАВНИХ КОШТІВ. ПРОДАЖ ЗАБОРОНЕНО

РУБРИКИ Й УМОВНІ ПОЗНАЧЕННЯ



Ярошенко О. Г.

Я 77 Хімія (рівень стандарту): підруч. для 10 кл. закладів загальної середньої освіти / О. Г. Ярошенко. — К. : УОБЦ «Оріон», 2018. — 208 с. : іл.

ISBN 978-617-7485-76-5.

УДК 54(075.3)

ISBN 978-617-7485-76-5

© О. Г. Ярошенко, 2018
© УОБЦ «Оріон», 2018

ДОРОГІ ДЕСЯТИКЛАСНИКИ І ДЕСЯТИКЛАСНИЦІ!

Цей підручник призначений для вивчення хімії на стандартному рівні. Як зазначено в навчальній програмі, **мета** навчання хімії на цьому рівні полягає в забезпеченні загальноосвітньої підготовки з предмета, що передбачає вміння пояснювати хімічні явища, робити обґрунтовані висновки про них, усвідомлювати вплив науки й технологій на зміну матеріального, інтелектуального й культурного середовищ.

Щоб сприяти вам у досягненні цієї мети, була обрана така структура підручника: **інформаційна довідка — текст параграфа — сторінка природодослідника — сторінка ерудита — стисло про основне — знаємо, розуміємо — застосовуємо**.

Навчальний матеріал, що узгоджується зі змістом програми для рівня стандарту, розкрито в основному тексті параграфів. Для кращого орієнтування параграфи поділено на окремі пункти. Правила, визначення, нові поняття й терміни виділено кольором.

Якщо для розуміння основного матеріалу параграфа необхідно отримати нові й пригадати попередньо засвоєні відомості, то тоді параграф розпочинається рубрикою «*Інформаційна довідка*», у якій стисло подано інформацію, вивчену вами в основній школі, а також матеріал, що не увійшов у програму, але без нього важко буде опанувати матеріал поточного параграфа.

Додаткову (не обов'язкову для опрацювання) інформацію, що розширює та доповнює основний навчальний матеріал, розміщено в рубриці «*Сторінка ерудита*». Ознайомлення з матеріалом цієї рубрики сприятиме розвитку вашого навчально-пізнавального інтересу до хімії.

Рубрика «*Хімія — це життя: сторінка природодослідника*» містить завдання, виконуючи які ви будете розвивати дослідницькі вміння, експериментальним шляхом здобувати й закріплювати нові знання.

«*Біографічна довідка*» містить короткі відомості про життя і наукову діяльність видатних учених-хіміків.

У рубриці «*Стисло про основне*» кількома реченнями узагальнено основний зміст параграфа.

У рубриці «*Знаємо, розуміємо*» розміщено запитання, складені з дотриманням державних вимог до очікуваних результатів вашої навчальної діяльності.

Запитання із зірочкою є обов'язковими й стосуються додаткового матеріалу рубрики «*Сторінка ерудита*».

У рубриці «*Застосовуємо*» запропоновано завдання для письмового виконання, що потребують практичного використання набутих знань у стандартних, змінених чи нових умовах, творчого підходу до їх застосування.

Завдання, що позначені зірочкою, не є обов'язковими й для їх розв'язання потрібно опрацювати додатковий матеріал зі «*Сторінки ерудита*» або довідкової літератури.

Успішному навчанню сприятимуть навички групової навчальної діяльності, які ви вдосконалюватимете на уроках. Для цього до тексту параграфів включено рубрику «*Попрацюйте групами*».

Ви завжди зможете самостійно здобути знання, скориставшись додатковими джерелами інформації, на які вас зорієнтує рубрика «*Працюємо з медійними джерелами*».

Для кращого сприймання та розуміння навчального матеріалу в текст параграфів уміщено малюнки, схеми, таблиці, використано шрифтові виділення.

Систематично працюючи з текстом підручника, виконуючи зазначені в ньому завдання і вправи, цікавлячись додатковою навчально-пізнавальною інформацією, ви неодмінно досягнете успіхів у вивченні органічних сполук. Задля збільшення ефективності вашої самостійної роботи в підручнику вміщено «*Предметний покажчик*».

У *Додатках* наведено відповіді до розрахункових задач та орієнтовні теми навчальних проектів, що становлять одну зі складових практичної частини програми з хімії для 10 класу. Ви можете обирати проекти із цього списку чи пропонувати й виконувати власні проекти або ті, про які йдеться в рубриках підручника.

Бажаю вам відмінних успіхів у вивченні хімії!

Авторка

ЗМІСТ

ПОВТОРЕННЯ ПОЧАТКОВИХ ПОНЯТЬ ПРО ОРГАНІЧНІ РЕЧОВИНИ..... 7

Тема 1 ТЕОРІЯ БУДОВИ ОРГАНІЧНИХ СПОЛУК..... 12

- § 1. Теорія будови органічних сполук..... 13
- § 2. Ковалентні карбон-карбонові зв'язки в молекулах органічних сполук.
Класифікація органічних сполук..... 19

Тема 2 ВУГЛЕВОДНІ..... 26

- § 3. Алкани. Структурна ізомерія й систематична номенклатура алканів... 27
- § 4. Хімічні властивості алканів..... 35
- § 5. Алкени. Систематична номенклатура й ізомерія алкенів..... 40
- § 6. Хімічні властивості етену та застосування алкенів..... 45
- § 7. Алкіни. Ізомерія, номенклатура, хімічні властивості алкінів..... 51
- § 8. Арени. Бензен..... 58
- § 9. Добування і взаємозв'язок вуглеводнів..... 62
- § 10. Виконання завдань різної складності..... 66

Тема 3 ОКСИГЕНОВМІСНІ ОРГАНІЧНІ СПОЛУКИ..... 70

- § 11. Спирти..... 71
- § 12. Хімічні властивості та добування насичених одноатомних спиртів..... 76
- § 13. Обчислення за хімічними рівняннями кількості речовини, маси або об'єму продукту реакції, реагент якої містить певну частку домішок... 81
- § 14. Фенол..... 84
- § 15. Альдегіди..... 88
- § 16. Карбонові кислоти..... 94
- § 17. Хімічні властивості й добування насичених одноосновних карбонових кислот. Поняття про естери..... 99
- § 18. Гідроліз естерів. Жири як представники естерів..... 105
- § 19. Вуглеводи. Глюкоза..... 112
- § 20. Сахароза, крохмаль і целюлоза..... 120

§ 21.	Практична робота 1. Розв'язування експериментальних задач	125
§ 22.	Виконання завдань різної складності	127

Тема 4 — **НІТРОГЕНОВМІСНІ ОРГАНІЧНІ СПОЛУКИ 131**

§ 23.	Насичені й ароматичні аміни	132
§ 24.	Амінокислоти. Пептиди	138
§ 25.	Білки	144
§ 26.	Біологічна роль амінокислот і білків	150
§ 27.	Виконання завдань різної складності	154

Тема 5 — **СИНТЕТИЧНІ ВИСОКОМОЛЕКУЛЯРНІ РЕЧОВИНИ І ПОЛІМЕРНІ МАТЕРІАЛИ НА ЇХ ОСНОВІ 157**

§ 28.	Полімери	158
§ 29.	Пластмаси	162
§ 30.	Каучуки, гума.	170
§ 31.	Волокна. Штучні й синтетичні волокна	177

§ 32. БАГАТОМАНІТНІСТЬ І ЗВ'ЯЗКИ МІЖ КЛАСАМИ ОРГАНІЧНИХ РЕЧОВИН 184

§ 33. ВІТАМІНИ Й ФЕРМЕНТИ 187

§ 34. РОЛЬ ОРГАНІЧНОЇ ХІМІЇ В РОЗВ'ЯЗАННІ СИРОВИННОЇ, ЕНЕРГЕТИЧНОЇ, ПРОДОВОЛЬЧОЇ ПРОБЛЕМ, СТВОРЕННІ НОВИХ МАТЕРІАЛІВ. 193

ПРЕДМЕТНИЙ ПОКАЖЧИК 198

ТЕРМІНОЛОГІЧНИЙ СЛОВНИК 200

ДОДАТКИ







Відповіді до розрахункових задач	206
--	-----

Орієнтовні теми навчальних проєктів	207
---	-----

Повторення початкових понять про органічні речовини

i

Інформаційна довідка

-  **Органічні речовини** — це сполуки Карбону з елементами-органогенами (Гідрогеном, Оксигеном, Нітрогеном, галогенами та деякими іншими), наприклад: C_3H_8 , C_2H_5OH , $C_6H_5NO_2$, CH_3Cl . Виняток становить невелика кількість сполук Карбону, що виявляють властивості неорганічних речовин. Вам ці сполуки відомі: наприклад, вуглекислий газ CO_2 , чадний газ CO , карбонатна кислота H_2CO_3 , її середні та кислі солі.
-  **Органічні речовини** мають здебільшого **молекулярну будову**. Цим пояснюються такі фізичні властивості органічних речовин, як невисокі температури плавлення і кипіння.
-  **Ковалентний зв'язок** — основний вид хімічного зв'язку в молекулах органічних сполук.
-  Кількісний та якісний склад молекули відображає молекулярна (емпірична) формула.
-  **Електролітична дисоціація** — це розпад речовин з йонним і ковалентним сильно полярним зв'язками на йони внаслідок впливу полярного розчинника (води) чи в розплаві.
-  Неорганічні, а також органічні кислоти у воді дисоціюють на катіони Гідрогену H^+ й аніони кислотних залишків. Наявність катіонів Гідрогену (кислотного середовища) в розчині можна виявити індикаторами: лакмус і метиловий оранжевий набувають червоного кольору.

Цей параграф допоможе вам пригадати й актуалізувати збережені в довготривалій пам'яті початкові поняття про органічні речовини. Ваше ознайомлення з ними розпочалося в 9 класі з *вуглеводнів*. Це численна група речовин, молекули яких складаються з атомів двох хімічних елементів — Карбону й Гідрогену. Розрізняють насичені (наприклад, етан) та ненасичені (наприклад, етен, етин) вуглеводні.

Органічні речовини схожого складу, будови і властивостей об'єднують в один *гомологічний ряд*.

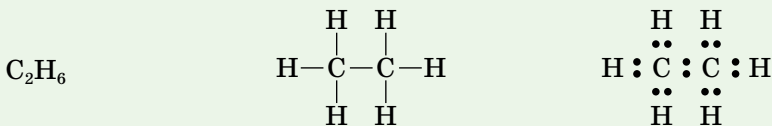
Гомологічний ряд — це ряд, у якому кожний наступний член відрізняється від попереднього на групу атомів CH_2 , яку називають гомологічна різниця.

Пригадати назви та формули десяти членів гомологічного ряду насичених вуглеводнів (алканів) вам допоможе таблиця 1, що на сторінці 8.

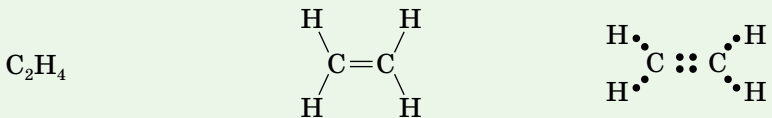
Гомологічний ряд насичених вуглеводнів

Назва	Молекулярна формула	Напівструктурна формула
Метан	CH ₄	CH ₄
Етан	C ₂ H ₆	CH ₃ —CH ₃
Пропан	C ₃ H ₈	CH ₃ —CH ₂ —CH ₃
Бутан	C ₄ H ₁₀	CH ₃ —CH ₂ —CH ₂ —CH ₃
Пентан	C ₅ H ₁₂	CH ₃ —CH ₂ —CH ₂ —CH ₂ —CH ₃
Гексан	C ₆ H ₁₄	CH ₃ —CH ₂ —CH ₂ —CH ₂ —CH ₂ —CH ₃
Гептан	C ₇ H ₁₆	CH ₃ —CH ₂ —CH ₂ —CH ₂ —CH ₂ —CH ₂ —CH ₃
Октан	C ₈ H ₁₈	CH ₃ —CH ₂ —CH ₂ —CH ₂ —CH ₂ —CH ₂ —CH ₂ —CH ₃
Нонан	C ₉ H ₂₀	CH ₃ —CH ₂ —CH ₂ —CH ₂ —CH ₂ —CH ₂ —CH ₂ —CH ₂ —CH ₃
Декан	C ₁₀ H ₂₂	CH ₃ —CH ₂ —CH ₂ —CH ₂ —CH ₂ —CH ₂ —CH ₂ —CH ₂ —CH ₂ —CH ₃

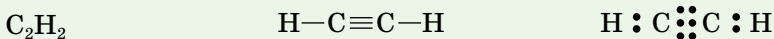
У молекулах насичених вуглеводнів максимально використані валентні можливості атомів Карбону для сполучення з атомами Гідрогену, а між двома атомами Карбону існує лише один ковалентний зв'язок. Він утворений однією спільною парою електронів, наприклад:



У молекулах ненасичених вуглеводнів чотиривалентний стан атомів Карбону досягається завдяки тому, що між двома сусідніми атомами Карбону утворюється два або три зв'язки, як в етену:

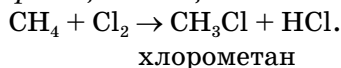


чи етину:

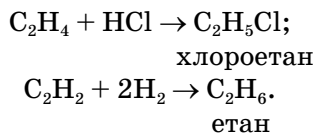


Розглянута відмінність хімічних зв'язків атомів Карбону зумовлює різні хімічні властивості етану й етену як представників насичених і ненасичених вуглеводнів.

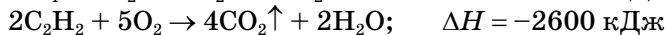
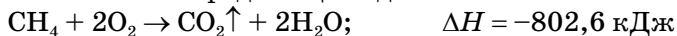
Пригадаймо, що насичені вуглеводні (алкани) не вступають у реакції приєднання, їм властиві *реакції заміщення*:



Для ненасичених вуглеводнів, навпаки, характерні *реакції приєднання*, наприклад:



Насичені й ненасичені вуглеводні мають спільну властивість — **горіння**, або **повне окиснення**. Продуктами горіння є вуглекислий газ і вода, а в навколишнє середовище виділяється значна кількість теплоти:



Унаслідок повного окиснення (горіння) вуглеводнів утворюються вуглекислий газ, вода й виділяється значна кількість теплоти.

ОКСИГЕНОВМІСНІ ОРГАНІЧНІ РЕЧОВИНИ. Якщо в молекулі органічної речовини, крім атомів Карбону й Гідрогену, є один чи більше атомів Оксигену, то така речовина належить до оксигеновмісних органічних речовин.

Працюйте з групами

1. Пригадайте відомі вам з 9 класу формули оксигеновмісних речовин. Накресліть у зошиті таблицю за зразком і заповніть її необхідною інформацією про метанол, етанол, гліцерол й етанову кислоту.

Назва речовини	Формули		
	Молекулярна	Структурна	Напівструктурна

2. Пересвідчіться, що структурні формули всіх цих речовин містять гідроксильні групи —ОН.

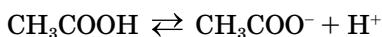
Порівнюючи структурні формули метанолу, етанолу й гліцеролу зі складом відповідного насиченого вуглеводню, можна дійти висновку, що в метанолу й етанолу гідроксильна група —ОН заміщує один з атомів Гідрогену в молекулі відповідного алкану. У гліцеролу гідроксильних груп — три, тому й атомів Гідрогену на три менше, ніж у пропану.

Продовживши порівняння, виявимо відмінності у фізичних властивостях насичених вуглеводнів і спиртів. Метан, етан — гази без запаху й погано розчинні у воді. Метанол і етанол — рідини зі специфічним запахом, добре розчинні у воді. Уживання цих речовин навіть у невеликій кількості є небезпечним для здоров'я людини й згубно впливає на її організм. Пам'ятайте про це завжди й бережіть своє здоров'я!

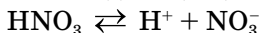
Групу атомів —ОН називають *характеристичною (функціональною) групою* оксигеновмісних речовин — спиртів. Наявність цієї групи атомів у складі молекул метанолу, етанолу й гліцеролу свідчить про те, що ці речовини належать до класу *спиртів*.

ЕТАНОВА КИСЛОТА. Невипадково друге слово в назві цієї органічної оксигеновмісної речовини, що дістала назву від етану (у її молекулі теж два атоми Карбону), — «кислота». Подібно до неорганічних кислот у водному розчині вона дисоціює на катіон Гідрогену й аніон кислот-

ного залишку. Особливість полягає в тому, що за наявності в молекулі етанової кислоти чотирьох атомів Гідрогену внаслідок електролітичної дисоціації утворюється лише один катіон Гідрогену H^+ . Це відбувається за такою схемою:



Порівняйте з електролітичною дисоціацією нітратної кислоти:

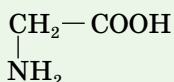


Дисоціація етанової кислоти з утворенням катіонів Гідрогену — одна зі спільних її властивостей з неорганічними кислотами. За ступенем електролітичної дисоціації етанова кислота належить до слабких електролітів, вступає в реакцію з активними металами, оксидами металічних елементів, лугами, солями тих кислот, ступінь електролітичної дисоціації яких менший, ніж у неї.

Працюйте з групами

1. Повторіть властивості етанової кислоти і складіть молекулярні рівняння реакцій між етановою кислотою й: а) магнієм; б) кальцій оксидом; в) калій гідроксидом; г) натрій карбонатом.
2. Складіть повні й скорочені йонні рівняння реакцій в) і г).

НІТРОГЕНОВМІСНІ ОРГАНІЧНІ РЕЧОВИНИ. У цю групу об'єднують органічні речовини, молекули яких містять атоми Нітрогену. Життєво важливими нітрогеновмісними речовинами є амінокислоти — без них неможливе існування білкових молекул. Наведена структурна формула аміоетанової кислоти



допоможе вам пригадати особливості складу її молекули. На відміну від спиртів чи етанової кислоти, ця речовина має дві характеристичні групи — карбоксильну $-COOH$ й аміногрупу $-NH_2$.

ЗАСТОСУВАННЯ ОРГАНІЧНИХ РЕЧОВИН. Величезна кількість видів організмів, а ще в рази більше представників кожного виду тварин населяють нашу планету. Живляться вони білками, жирами, вуглеводами, їхні тіла складаються з органічних речовин. Це є свідченням ролі й призначення органічних речовин у природі. Корисні копалини — природний газ, нафта, кам'яне вугілля — містять у своєму складі органічні речовини. Їх застосовують як сировину для виробництва інших речовин, а також теплової та світлової енергії.

Людство не обмежується використанням органічних речовин, що є в природі. Наукова спільнота працює над створенням речовин, відсутніх у природі, і досягає в цьому напрямі ве-



Пригадайте з 9 класу й наведіть приклади застосування органічних речовин.

ликих успіхів. Наприклад, в Інституті хімії високомолекулярних сполук у 1965 р. під керівництвом Т. Е. Ліпатової розпочались дослідження з виробництва та вивчення властивостей полімерів медичного призначення. Завдяки досягненням української наукової спільноти лікарі допомагають багатьом пацієнтам одужувати.

Працюйте групами

До наступного уроку підготуйте від кожної малої навчальної групи коротку презентацію про застосування речовин, що належать до однієї з груп органічних речовин.

Знаємо, розуміємо

1. Назвіть відомі вам вуглеводні, оксигеновмісні, нітрогеновмісні речовини та їхні формули.
2. Наведіть якомога більше прикладів використання відомих вам органічних речовин.
3. У чому полягає основна відмінність хімічних властивостей насичених вуглеводнів від ненасичених?
4. Опишіть хімічні властивості етанової кислоти.
5. Обґрунтуйте роль органічних сполук у живій природі.
6. Схарактеризуйте вплив метанолу й етанолу на здоров'я людини.

Застосовуємо

1. У переліку формул: C_3H_8 , $C_3H_5(OH)_3$, C_2H_5OH , C_2H_6 , CH_3NH_2 , NH_2CH_2COOH ...

А найменше формул вуглеводнів

Б найменше формул нітрогеновмісних речовин

В формул нітрогеновмісних й оксигеновмісних речовин порівну

Г формули оксигеновмісних речовин відсутні

2. Установіть відповідність між формулою речовини та групою органічних сполук.

Формула

Група органічних сполук

1 C_2H_4

А карбонова кислота

2 C_2H_6

Б насичений вуглеводень

3 CH_3COOH

В амінокислота

4 NH_2CH_2COOH

Г ненасичений вуглеводень

Д високомолекулярна сполука

3. З'ясуйте, за якою ознакою укладені ряди а), б), в) і додайте до кожного з них власний приклад:

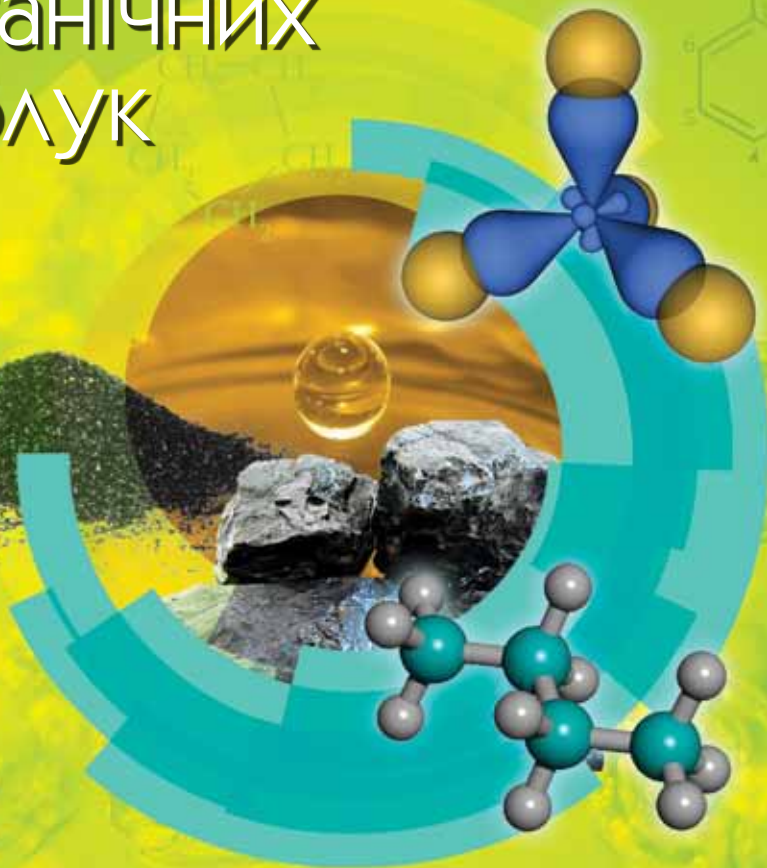
а) метан, пропан, пентан,...

б) метанол, гліцерол, етанова кислота,...

в) амоніак, гемоглобін, аміоетанова кислота,...

- 4*. Застосовуючи закон об'ємних відношень газів, розв'яжіть усно задачу: «Який об'єм водню знадобиться для перетворення етину об'ємом 100 л на насичений вуглеводень?». (Якщо всі виміри зроблено за однакових умов.)

Теорія будови органічних сполук



У цій темі ви дізнаєтеся про:

- ♦ теорію будови органічних речовин;
- ♦ явище ізомерії й ізомери;
- ♦ залежність властивостей речовин від складу і хімічної будови молекул;
- ♦ класифікацію органічних сполук.

Після засвоєння матеріалу теми ви зможете:

- ♦ **розрізняти** органічні сполуки різних класів за якісним складом;
- ♦ **розв'язувати задачі** на виведення молекулярної формули речовини за масовими частками елементів, обґрунтовуючи обраний спосіб розв'язання;
- ♦ **висловлювати судження** про значення теорії будови органічних сполук для розвитку органічної хімії;
- ♦ **робити висновки** про багатоманітність органічних сполук на основі теорії хімічної будови.



Теорія будови органічних сполук



Інформаційна довідка

- Існують різні форми наукових знань, зокрема факти, поняття, теорії.
- Факти** — це реальні події чи конкретні характеристики, достовірні дані, встановлені у процесі наукового пізнання.
- Поняття** є узагальненою думкою про тіла, речовини, явища тощо, що виникає на підставі багатьох фактів.
- Теорія** — це обґрунтоване і сприйняте науковою спільнотою наукове знання, що описує й пояснює факти, виконує функцію передбачення та інші важливі для науки функції.

Як бачимо з інформаційної довідки, теорія — більш розвинена й досконала форма наукових знань, ніж факти й поняття. Однак теорію не можна вважати повністю завершеною структурою. Як правило, нові факти та відкриття доповнюють і розширюють теорію, а буває й так, що доводять її неспроможність і хибність.

Факти слугують підґрунтям для створення теорії. Своєю чергою, у теорії факти знаходять пояснення. Таким чином, факти й теорія взаємозв'язані, невіддільні одне від одного. Що це дійсно так, вас переконає теорія будови органічних сполук.

КОРОТКІ ІСТОРИЧНІ ВІДОМОСТІ ПРО ПЕРЕДУМОВИ СТВОРЕННЯ ТЕОРІЇ БУДОВИ ОРГАНІЧНИХ СПОЛУК. До Олександра Михайловича Бутлерова будову органічних сполук не розглядали як чітко визначену й таку, що може бути встановлена дослідним шляхом. Тому одній і тій самій речовині могли приписувати кілька формул. Представники вченої спільноти відкривали речовини з однаковим кількісним і якісним складом, але відмінними властивостями. Причини цього та інших явищ до 60-х років XIX ст. не мали наукового пояснення. Тому в науці назріла потреба у створенні теорії, яка б пояснювала склад і властивості органічних речовин, упорядковувала множину відомих фактів, давала змогу прогнозувати відкриття чи створення нових сполук.

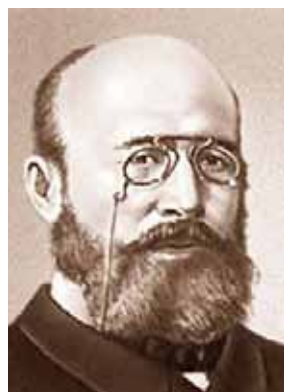
Окремі положення теорії будови органічних сполук були розроблені до О. М. Бутлерова. Так, англійському вченому Арчибальду Скотту Куперу належить положення про здатність атомів Карбону сполучатися не лише з атомами інших елементів, а й між собою. Німецький учений Фрідріх Августович Кекуле встановив, що Карбон в органічних сполуках чотири-

валентний. Але вчені не поєднували розрізнені факти в цілісну наукову теорію, яка б пояснювала залежність властивостей речовин від їхньої будови. Це здійснив російський хімік Олександр Михайлович Бутлеров. Відомі на той час факти й положення, висновки з власноруч проведених дослідів з добування деяких органічних речовин, вивчення їх властивостей він використав для розроблення теорії будови органічних сполук.



Біографічна довідка

Олександр Бутлеров. Народився 3 (15) вересня 1828 р. в Чистополі Казанської губернії. У шістнадцятирічному віці став студентом фізико-математичного відділення Казанського університету. У 1849 р. О. Бутлеров закінчив 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 Олександр Михайлович став професором хімії Казанського університету.



Під час закордонної поїздки (1857–1858 рр.) О. Бутлеров розпочав експериментальні дослідження, що пізніше стали підґрунтям теорії будови органічних сполук. Її головні положення він сформулював у доповіді «Про хімічну будову органічних речовин», прочитаній на 3'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, де працював з 1868 р. і до кінця життя (5 (17) серпня 1886 р.). У 1874 р. його обрано академіком Петербурзької академії наук. З 1878 по 1882 р. був Президентом і головою Відділення хімії Російського фізико-хімічного товариства.

Окрім хімії, О. Бутлеров багато уваги приділяв практичним питанням сільсько-го господарства, садівництва, бджільництва, а пізніше — вирощуванню чаю на Кавказі.

ХІМІЧНА БУДОВА І СТРУКТУРНІ ФОРМУЛИ МОЛЕКУЛ.

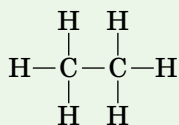
О. М. Бутлеров довів, що кожна молекула має певну хімічну будову, яка й визначає властивості речовини, а вивчення хімічних явищ допомагає її встановити.



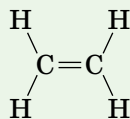
Під **хімічною будовою** розуміють порядок сполучення атомів у молекулі та характер зв'язків між ними.

Для зображення хімічної будови речовин використовують *структурні формули*. Під час написання структурних формул органічних речовин міркують так, що Карбон — чотиривалентний, а між його атомами може утворюватись один, два або три хімічних зв'язки.

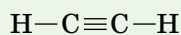
Розгляньте приклади структурних формул органічних речовин, з якими ви ознайомилися в основній школі.



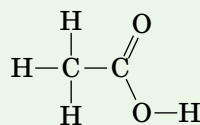
етан



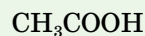
етен



етин



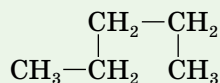
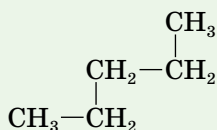
етанова кислота



Як бачите, у кожній структурній формулі атоми Карбону чотиривалентні, Оксигену — двовалентні, а Гідрогену — одновалентні. Це відповідає основному положенню теорії будови органічних речовин.

Атоми в молекулах органічних речовин сполучені між собою хімічними зв'язками в чітко визначеній послідовності відповідно до їх валентності.

Структурні формули відображають послідовність сполучення атомів у молекулі, але не передають розташування атомів у просторі. У цьому переконують наведені нижче записи структурної формули *n*-пентану C₅H₁₂:



Ви бачите, що обидва записи ідентичні, оскільки кожний з п'яти атомів Карбону в наведених формулах сполучений з іншими тими самими хімічними зв'язками і в однаковій послідовності. Чотиривалентний стан атомів Карбону в кожному випадку досягнуто за рахунок зв'язків його атомів з атомами одновалентного Гідрогену. Тому, незважаючи на різне розташування символів хімічних елементів один відносно одного, це формули однієї речовини.

Структурна формула — це формула речовини, що відображає послідовність сполучення атомів у молекулі. Її записують з дотриманням валентності хімічних елементів. Кожній речовині властива певна хімічна будова, а відповідно й одна структурна формула.

Установлюють хімічну будову речовин, здійснюючи різноманітні хімічні перетворення.

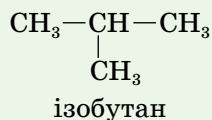
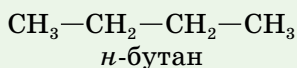
ВЗАЄМНИЙ ВПЛИВ АТОМІВ ЧИ ГРУП АТОМІВ У МОЛЕКУЛІ.

У розробленій О. Бутлеровим теорії знайшло обґрунтування положення про взаємний вплив атомів чи груп атомів у молекулі, який позначається на властивостях речовин. У цьому ви матимете змогу не раз пересвідчитись, вивчаючи властивості органічних речовин.

Явище ізомерії. За кілька десятиліть до створення теорії будови органічних сполук було відомо про існування речовин з однаковим якісним і кількісним складом молекул, але різними властивостями. Наукове пояснення цього явища О. Бутлеров пов'язав з хімічною будовою молекул.

Ізомерія — явище існування речовин з однаковими: хімічним складом, молекулярною формулою та відносною молекулярною масою, — але різних за будовою. Речовини з однаковим якісним і кількісним складом молекул, але різними властивостями, що зумовлені різною хімічною будовою, називають **ізомерами**.

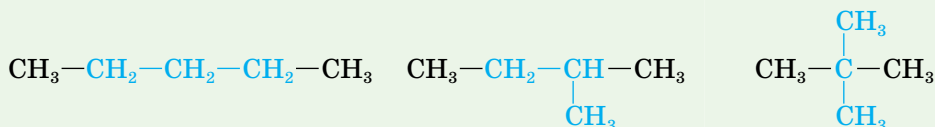
О. М. Бутлеров передбачив існування, крім *n*-бутану, ще однієї речовини з молекулярною формулою C_4H_{10} — ізобутану, та здійснив її синтез.



Явище ізомерії є досить поширеним в органічній хімії. Що довший карбоновий ланцюг молекули органічної речовини, то більше в неї ізомерів. Так, гомолог метану пентан C_5H_{12} має три ізомери, а декан $C_{10}H_{22}$ — сімдесят п'ять ізомерів.

Структурна ізомерія. Ви вже ознайомилися зі структурними формулами деяких органічних сполук і знаєте, що кожна риска між символами хімічних елементів передає одну одиницю валентності.

Нижче зображено три можливі структурні формули алкану з п'ятьма атомами Карбону.



Як бачимо, з дотриманням чотиривалентного стану атомів Карбону зроблено записи трьох структурних формул. Виділені кольором карбонові ланцюги в цих структурних формулах дають змогу зрозуміти, що будова молекул є різною. Безперечно, це формули ізомерів.

Ізомерію, спричинену різним порядком сполучення атомів Карбону в карбоновому ланцюзі, називають **структурною ізомерією**.

ЗНАЧЕННЯ І РОЗВИТОК ТЕОРІЇ БУДОВИ ОРГАНІЧНИХ СПОЛУК.

Створена О. Бутлеровим теорія будови органічних сполук пояснила залежність між властивостями органічної речовини та будовою її молекул, існування ізомерів, взаємного впливу атомів і груп атомів, що позначається на властивостях речовин. Теорія знайшла подальший розвиток у працях учнів і послідовників ученого й дотепер успішно функціонує. Сучасний етап у розвитку теорії будови органічних речовин ознаменувався доповненням її положенням про просторову будову речовин (стереобудову).

Завдяки теорії перед ученими відкрилися широкі можливості для вивчення властивостей і синтезу нових органічних речовин. У цьому напрямі багато і плідно працювала українська вчена спільнота: І. Я. Горбачевський, А. І. Кіпріанов, О. В. Кірсанов, С. М. Реформатський та багато інших. Нині в Україні функціонують науково-дослідні інститути, як-от: Інститут органічної хімії, Інститут біоорганічної хімії, де вчені здійснюють наукові дослідження будови й властивостей органічних речовин.

Стисло про основне

- ✓ Атоми в молекулах сполучаються в певній послідовності відповідно до їх валентності.
- ✓ Карбон у усіх органічних речовинах чотиривалентний.
- ✓ Хімічна будова — це ідентичність атомів і порядок їх сполучення (з відповідними вказівками на кратність зв'язків).
- ✓ *Ізомерія* — явище, що полягає в існуванні сполук, однакових за хімічним складом, але різних за будовою.
- ✓ *Ізомери* — речовини з однаковим кількісним і якісним складом молекули, але відмінними будовою і властивостями.
- ✓ У молекулі атоми і групи атомів взаємно впливають одне на одне, це позначається на хімічних властивостях речовин.
- ✓ Теорія хімічної будови виконує дві важливі функції — пояснювальну і прогностичну. Завдяки теорії стало можливим передбачення і створення нових речовин.

Сторінка ерудита

Важливими науковими поняттями є закони.

Закон — це твердження, яке за певних умов повністю справджується стосовно всієї сукупності досліджуваних властивостей і явищ.



Пригадайте відомі вам закони природничих наук, названих на честь представників ученої спільноти, які їх відкрили.

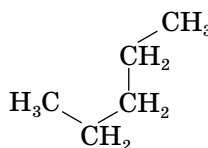
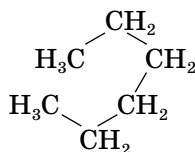
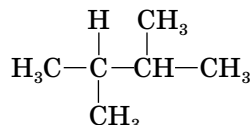
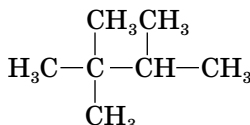
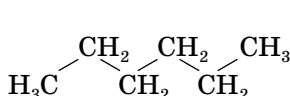
Закони не мають винятків. Так, усі хімічні елементи підпорядковані періодичному закону хімічних елементів. Відкриття законів — важливі події в науці. Саме тому багатьом законам присвоюють прізвиська їх відкривачів. Як і теорії, закони — це рушії науки.

Знаємо, розуміємо

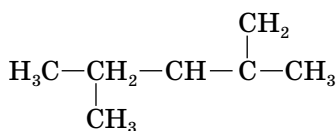
1. Сформулюйте відомі вам положення теорії хімічної будови.
2. Яку формулу називають структурною? Що вона відображає?
3. Поясніть явище ізомерії, наведіть приклади ізомерів.

Застосовуємо

1. Структурні формули скількох речовин зображено?



2. Знайдіть і виправте у записі структурної формули місця, де допущена невідповідність валентності окремих атомів.



3. Висловіть судження про значення теорії будови органічних сполук.
4. Зробіть висновки про багатоманітність органічних сполук на основі теорії хімічної будови.



Працюємо з медійними джерелами







Зберіть інформацію про внесок у розвиток органічної хімії української вченої спільноти, основні напрями наукових досліджень з органічної хімії одного з науково-дослідних інститутів НАН України. Підготуйте презентацію, що міститиме зібрану інформацію.



Ковалентні карбон-карбоніві зв'язки в молекулах органічних сполук. Класифікація органічних сполук



Інформаційна довідка

-  **Електронна формула атома** — запис розподілу електронів в атомі за енергетичними рівнями та підрівнями.
-  **Неспарений електрон** — електрон, що займає окрему орбіталь. У графічній електронній формулі його розміщують в енергетичній комірці без пари з іншим електроном \uparrow .
-  Два спарені електрони займають одну орбіталь. У графічній електронній формулі їх позначають в одній енергетичній комірці $\uparrow\downarrow$.
-  **Завершений зовнішній енергетичний рівень** (електронний шар) — це рівень з восьми спарених електронів (для Гідрогену, Гелію, Літію, Берилію — із двох).
-  **Електронегативність** — міра притягання атомом електронів, задіяних в утворенні ним хімічних зв'язків з іншими атомами.
-  **Хімічний зв'язок** — це сполучення між атомами, зумовлене взаємодією в молекулах і кристалах, що приводить до утворення структурних частинок речовини (молекул, йонів). Розрізняють ковалентний, йонний, металічний хімічні зв'язки.

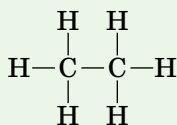
ХІМІЧНІ ЗВ'ЯЗКИ МІЖ АТОМАМИ КАРБОНУ В МОЛЕКУЛАХ.

Більшість органічних речовин мають ковалентний хімічний зв'язок.

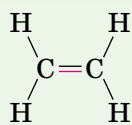
Ковалентний хімічний зв'язок — зв'язок за допомогою спільних електронних пар. Він поділяється на **полярний** (спільні пари електронів зміщені до більш електронегативного атома) і **неполярний** (без зміщення спільної електронної пари до одного з атомів).

Атоми Карбону і Гідрогену мало відрізняються за значенням електронегативності, тому ковалентний хімічний зв'язок С—Н у молекулах вуглеводнів має слабку полярність. Зв'язки атомів Карбону в карбонівому ланцюзі теж ковалентні неполярні чи слабкополярні (полярність виникає внаслідок взаємного впливу атомів чи груп атомів у молекулах).

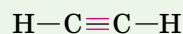
Залежно від кількості спільних електронних пар, між двома атомами Карбону може утворюватись одинарний, подвійний або потрійний ковалентний зв'язок.



одинарний (простий)



подвійний



потрійний

Зазначимо, що в подвійному і потрійному карбон-карбонових зв'язках зв'язки нерівноцінні. У складі подвійного зв'язку один із зв'язків міцніший, а інший — слабкіший. У реакціях слабкіший зв'язок легко розривається і відбувається реакція приєднання. Цим зумовлюється висока хімічна активність органічних речовин з подвійним зв'язком атомів Карбону.

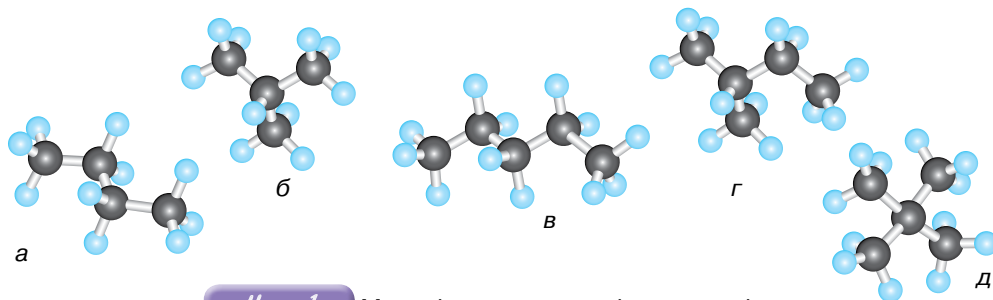
У потрійному зв'язку один зі зв'язків міцніший, а решта два — слабкіші. Ці два слабкіших зв'язки легко руйнуються під час хімічних реакцій. Саме тому органічні речовини з потрійним зв'язком атомів Карбону (наприклад, етин) легко вступають в реакції приєднання.

У молекулах органічної речовини утворення ще одного зв'язку зближує атоми Карбону, що сполучаються між собою. Найбільша довжина (як ви розумієте, вона вимірюється в нанометрах) одинарного (простого) хімічного зв'язку між атомами Карбону в алканах, дещо менша — подвійного зв'язку в алкенах, і ще менша — потрійного зв'язку в алкінах.

КЛАСИФІКАЦІЯ ОРГАНІЧНИХ СПОЛУК. Термін «класифікація» широко використовується в різних галузях наук.

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

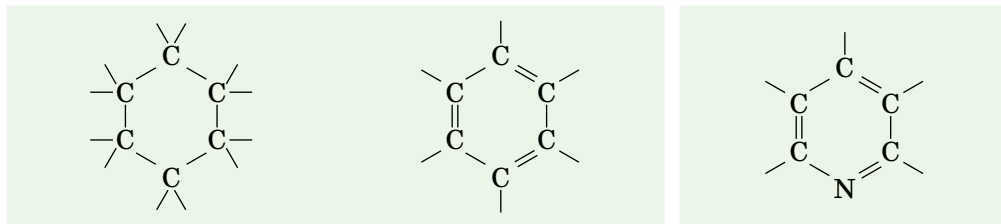
За такою ознакою, як будова карбон-карбонового ланцюга, розрізняють **ациклічні** та **циклічні** органічні речовини. Назва перших вказує на те, що молекули речовин мають незамкнутий ланцюг атомів Карбону, який може бути лінійним чи розгалуженим (мал. 1).



Мал. 1 Моделі молекул ациклічних органічних речовин: а, в — з лінійним ланцюгом атомів Карбону; б, г, д — з розгалуженим ланцюгом атомів Карбону

Циклічним органічним речовинам властива замкнена послідовність сполучених атомів Карбону між собою.

Циклічні органічні речовини поділяють на *карбоциклічні* (до циклу входять лише атоми Карбону) і *гетероциклічні* (замкнуті ланцюги, що, крім атомів Карбону, містять атоми інших хімічних елементів):



карбоциклічні ланцюги

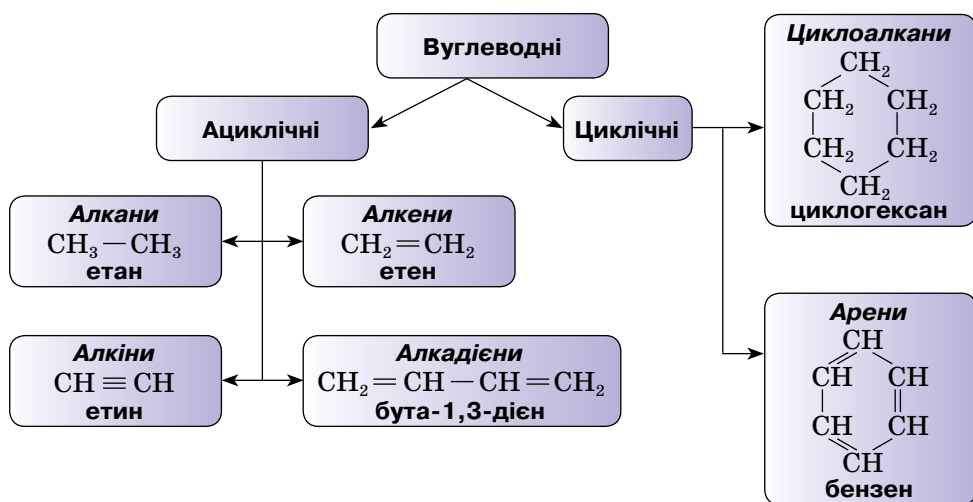
гетероциклічний ланцюг

КЛАСИФІКАЦІЯ ОРГАНІЧНИХ РЕЧОВИН ЗА ЇХ ЯКІСНИМ СКЛАДОМ. Це найбільш загальний поділ органічних речовин на групи. Залежно від того, атоми яких хімічних елементів входять до складу молекул, органічні речовини поділяють на вуглеводні (містять атоми Карбону С і Гідрогену Н), кисневомісні (містять атоми Карбону С, Гідрогену Н і Оксигену О), нітрогеномісні (містять атоми Карбону С, Гідрогену Н, Нітрогену N, а деякі ще й Оксигену О) та деякі інші сполуки.

У кожній із цих груп є сполуки ациклічної й циклічної будови, з лінійними й розгалуженими карбоновими ланцюгами.

У межах кожної з розглянутих груп речовин існують свої класифікації.

КЛАСИФІКАЦІЯ ВУГЛЕВОДНІВ. З тексту параграфа ви дізналися, що атоми Карбону можуть сполучатися між собою одинарним, подвійним і потрійним зв'язками, а також замикатися в коло (цикл). З урахуванням цих ознак створено класифікацію вуглеводнів, яка схематично показана на малюнку 2.



Мал. 2

Класифікація вуглеводнів

КЛАСИФІКАЦІЯ ОКСИГЕНОВМІСНИХ ОРГАНІЧНИХ РЕЧОВИН.

Основною класифікаційною ознакою цієї групи органічних речовин є *функціональні (характеристичні) групи*.

Функціональні (характеристичні) групи — групи атомів, що входять до складу молекул усіх представників одного гомологічного ряду речовин і визначають їх спільні властивості.

У загальних формулах, що виражають склад оксигеновмісних речовин, зазначають функціональну групу, а решту складу молекули позначають великою літерою R латинського алфавіту або деталізують його записом частини загальної формули класу сполук (таблиця 2).

Таблиця 2

Клас сполук	Функціональна група	Назва функціональної групи	Загальна формула	Приклади
Спирти (насичені одноатомні)	—OH	гідроксильна	R—OH, або $C_nH_{2n+1}OH$	CH ₃ —OH метанол C ₂ H ₅ —OH етанол
Карбонові кислоти (насичені одноосновні)	—COOH	карбоксильна	R—COOH, або $C_nH_{2n+1}COOH$	H—COOH метанова кислота CH ₃ —COOH етанова кислота

Попрацюйте з групами

- Для того щоб переконатися, що у спиртів більше ізомерів, ніж у відповідних їм алканів, складіть структурні формули всіх можливих ізомерів спирту з молекулярною формулою C₅H₁₁OH (їх має бути 6) та пентану.
- Складіть по одній молекулярній формулі гомологів: а) пропану; б) метану; в) етину.

Багатоманітність оксигеновмісних сполук не вичерпується наведеними прикладами. Адже спирти бувають не лише *одноатомні* (одна характеристична група), а й *багатоатомні*, наприклад трьохатомні, до яких належить гліцерол (гліцерин) та інші. Окрім того, карбоновий ланцюг може бути лінійним і розгалуженим, а характеристична група —OH розміщуватися в ньому біля будь-якого атома Карбону. Усе це значно збільшує кількість ізомерів у спиртів порівняно з відповідними вуглеводнями.

Наявність у молекулі відразу двох функціональних груп (наприклад, у вуглеводів) або утворення після реакції нового поєднання залишків різних функціональних груп (наприклад, в естерів) є наступними причинами багатоманітності оксигеновмісних речовин.

КЛАСИФІКАЦІЯ НІТРОГЕНОВМІСНИХ ОРГАНІЧНИХ СПОЛУК.

У молекулах сполук цієї групи обов'язково містяться атоми Нітрогену, Карбону, Гідрогену. Так, в *амінів* вуглеводневий замісник сполучений з одновалентною характеристичною *аміногрупою* —NH_2 , наприклад, етанамін $\text{C}_2\text{H}_5\text{—NH}_2$, бензенамін (анілін) $\text{C}_6\text{H}_5\text{—NH}_2$. Існує також характеристична група, утворена з атомів Нітрогену й Оксигену, — *нітрогрупа* —NO_2 , прикладом сполуки є нітробензен $\text{C}_6\text{H}_5\text{—NO}_2$. Атоми Нітрогену входять до складу амінокислот, білків, нуклеїнових кислот.

ВИВЕДЕННЯ МОЛЕКУЛЯРНОЇ ФОРМУЛИ РЕЧОВИНИ ЗА МАСОВИМИ ЧАСТКАМИ ЕЛЕМЕНТІВ. Під час розв'язування розрахункових задач цього типу у вас буде можливість застосувати набуті раніше знання про кількісний і якісний склад речовин, відносну густина газів, масову частку.

Масова частка елемента в складній речовині — це частка від ділення маси його атомів на масу всіх атомів у складі молекули.

Задача.

Виведіть формулу вуглеводню, масова частка Карбону в якому становить 80 %, а густина за воднем дорівнює 15.

Дано: $\omega(\text{C}) = 80\% \text{ або } 0,8$ $D(\text{H}_2) = 15$ $\text{C}_x\text{H}_y \text{ — ?}$	
--	--

Розв'язання

1. Використовуючи відомості про відносну густина речовини за воднем, обчислюємо її відносну молекулярну масу:

$$M_r(\text{C}_x\text{H}_y) = D(\text{H}_2) \cdot M_r(\text{H}_2) = 15 \cdot 2 = 30.$$

2. За масовою часткою обчислюємо масу атомів Карбону у відносній молекулярній масі сполуки:

$$30 \cdot 0,8 = 24.$$

3. Встановлюємо індекс Карбону (x) у формулі, знаючи, що відносна атомна маса цього хімічного елемента дорівнює 12:

$$24 : 12 = 2.$$

Отже, перша частина молекулярної формули цього вуглеводню C_2 .

4. Обчислюємо одним зі способів масу атомів Гідрогену в сполучці:

спосіб а) $30 - 24 = 6;$

спосіб б) $100\% - 80\% = 20\% \text{ або } 0,2, 30 \cdot 0,2 = 6.$

5. Встановлюємо індекс Гідрогену (y) у формулі, знаючи, що відносна атомна маса цього хімічного елемента дорівнює 1:

$$6 : 1 = 6.$$

Отже, друга частина молекулярної формули цього вуглеводню H_6 .

Відповідь: C_2H_6 .



Стисло про основне

- ✓ Для органічних речовин характерний ковалентний зв'язок.
- ✓ Між атомами Карбону в молекулах органічних речовин можуть утворюватись *одинарний (простий), подвійний і потрійний* хімічні зв'язки.
- ✓ Класифікацію органічних речовин здійснюють за різними ознаками.
- ✓ Залежно від будови карбонового ланцюга органічні речовини поділяють на *ациклічні й циклічні*.
- ✓ *Ациклічними* органічними сполуками називають сполуки з прямим чи розгалуженим ланцюгом атомів у молекулі.
- ✓ У молекулах *циклічних* органічних сполук ланцюг не має кінців, атоми замикають коло.
- ✓ За якісним складом молекул органічні речовини класифікують на *вуглеводні, оксигеновмісні й нітрогеновмісні* речовини.
- ✓ За кількістю ковалентних зв'язків між двома атомами Карбону ациклічні вуглеводні поділяють на *алкани, алкени, алкіни* та деякі інші.

Знаємо, розуміємо

1. Дайте визначення характеристичної групи.
2. Наведіть приклади:
 - а) вуглеводнів;
 - б) оксигеновмісних сполук;
 - в) нітрогеновмісних сполук;
 - г) органічних сполук із простими, подвійними, потрійними карбон-карбонними зв'язками;
 - д) ациклічних і циклічних сполук;
 - е) сполук з різними характеристичними групами.
3. Укажіть нітрогеновмісну органічну сполуку: HNO_3 , $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$, C_2H_6 , $\text{C}_2\text{H}_5\text{NH}_2$, CO_2 , NO_2 . Схарактеризуйте її кількісний і якісний склад.

Застосовуємо

1. Укажіть органічну сполуку, що має функціональну групу —ОН.
 - А бутан
 - Б натрій гідроксид
 - В етанол
 - Г метан

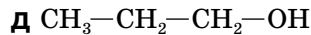
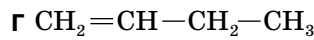
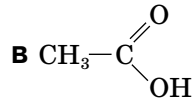
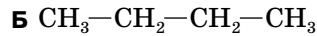
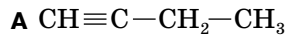


2. Установіть відповідність між класом і формулою органічних сполук.

Клас органічних сполук

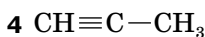
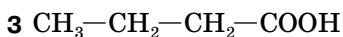
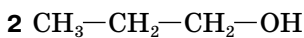
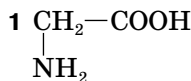
- 1 алкани
- 2 алкени
- 3 алкіни
- 4 спирти

Формула



3. Установіть відповідність між формулами речовин і класами органічних сполук, до яких вони належать.

Формула



Клас органічних сполук

A спирти

Б алкіни

В амінокислоти

Г карбонові кислоти

Д аміни

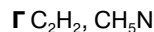
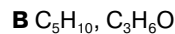
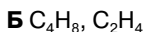
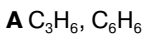
4. Виведіть формулу вуглеводню, масова частка Гідрогену в якому становить 20 %, а відносна густина за метаном дорівнює 1,875.

5. Виведіть формулу вуглеводню, масова частка Карбону в якому становить 0,8276, а відносна густина за повітрям дорівнює 2.

6. Вуглеводень має однакову відносну молекулярну масу з вуглекислим газом і містить 81,82 % Карбону. Виведіть формулу вуглеводню.

7. Виведіть формулу вуглеводню, масова частка Гідрогену в якому дорівнює 14,285 %, а густина його за азотом становить 2.

8. Укажіть рядки, утворені формулами органічних сполук з однаковою масовою часткою Карбону.



9. Укажіть правильні твердження.

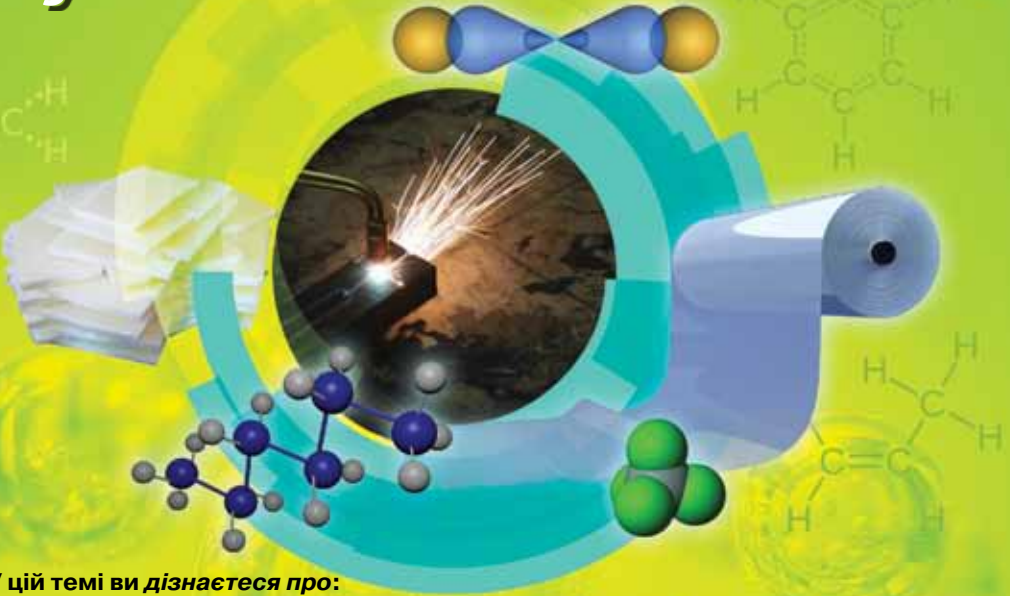
A Етен — ациклічний вуглеводень з одним подвійним зв'язком

Б Пропан — ізомер метану

В Етан — гомолог метану

Г Етанова кислота — нітрогеновмісна органічна сполука

Вуглеводні



У цій темі ви дізнаєтеся про:

- ◆ класифікацію вуглеводнів;
- ◆ загальні формули, структурну ізомерію та систематичну номенклатуру алканів, алкенів, алкінів, аренів;
- ◆ властивості алканів, алкенів, алкінів, аренів;
- ◆ методи одержання, застосування вуглеводнів;
- ◆ взаємозв'язки між гомологічними рядами вуглеводнів;
- ◆ застосування вуглеводнів та їхній вплив на довкілля.

Після засвоєння матеріалу теми ви зможете:

- ◆ **називати** алкани, алкени й алкіни за систематичною номенклатурою;
- ◆ **наводити приклади** насичених, ненасичених й ароматичних вуглеводнів, структурних формул їх ізомерів;
- ◆ **пояснювати суть** структурної ізомерії вуглеводнів, розпізнавати структурні ізомери певної речовини;
- ◆ **складати** на основі загальної формули молекулярні та структурні формули вуглеводнів певного гомологічного ряду;
- ◆ **складати** рівняння реакцій, які описують хімічні властивості вуглеводнів;
- ◆ **порівнювати** будову і властивості вуглеводнів;
- ◆ **розв'язувати задачі** на виведення молекулярної формули речовини за загальною формулою гомологічного ряду та густиною або відносною густиною; масою, об'ємом або кількістю речовини реагентів чи продуктів реакції, обґрунтовуючи обраний спосіб розв'язання;
- ◆ **робити висновки** щодо властивостей речовин на підставі їхньої будови та про будову речовин, з огляду на їхні властивості, на підставі цього **обґрунтовувати** застосування вуглеводнів;
- ◆ **утвердитись** у необхідності збереження довкілля під час одержання й застосування вуглеводнів;
- ◆ **оцінювати** пожежну небезпечність вуглеводнів й екологічні наслідки порушення технологій добування й застосування вуглеводнів та їхніх похідних.

§ 3.

Алкани. Структурна ізомерія й систематична номенклатура алканів



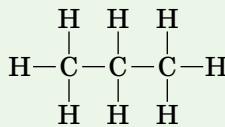
Інформаційна довідка



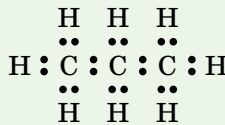
Алкани — загальна назва насичених вуглеводнів ациклічної будови. Їх молекули складаються з атомів двох хімічних елементів — Карбону й Гідрогену, наприклад: C_3H_8 (пропан), $C_{10}H_{22}$ (декан), $C_{20}H_{42}$ (ейкозан).



Валентні можливості кожного атома Карбону в молекулах алканів максимально використані для сполучення з атомами Гідрогену.



Алкани є сполуками з ковалентним зв'язком. Між атомами Карбону зв'язки одинарні неполярні, між атомами Карбону й Гідрогену — слабкополярні.



Алкани — речовини без кольору, нерозчинні у воді. За звичайних умов газоподібний агрегатний стан мають алкани з кількісним складом Карбону в молекулі від одного до чотирьох атомів (C_1-C_4), рідкий — від п'яти до п'ятнадцяти (C_5-C_{15}), решта — тверді речовини (мал. 3). Газоподібні алкани без запаху, рідкі — із запахом бензину.



Мал. 3. Використання алканів



Температура кипіння і плавлення алканів підвищується зі збільшенням їх молекулярної маси та довжини карбонового ланцюга. Що більш розгалуженим є карбоновий ланцюг алкану, то вища в нього температура кипіння та плавлення.

Працюйте групами

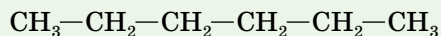
1. Переконайтеся, що молекулярні формули гомологів метану відповідають одній загальній формулі C_nH_{2n+2} , де n — кількість атомів Карбону в молекулі.

Виконуючи це завдання, спершу за загальною формулою C_nH_{2n+2} складіть молекулярні формули алканів з кількістю атомів Карбону в молекулі 2, 5, 7, 10, назвіть їх.

Звірте їх з формулами цих речовин у таблиці 1 на с. 8.

2. Складіть молекулярні формули алканів, що містять: а) 16 атомів Карбону; б) 32 атоми Гідрогену; в) на 4 атоми Карбону більше, ніж нонан; г) на шість атомів Гідрогену менше, ніж декан.

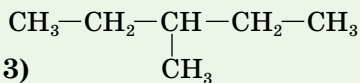
СТРУКТУРНА ІЗОМЕРІЯ АЛКАНІВ. Алканам, починаючи з бутану, властива структурна ізомерія, зумовлена різною послідовністю сполучення атомів Карбону в молекулі. Наприклад, у молекулі гексану C_6H_{14} шість атомів Карбону можуть мати п'ять різних розташувань. Отже, гексан може існувати у вигляді п'яти ізомерів:



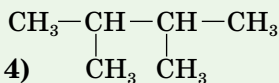
1)



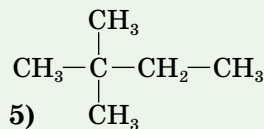
2) $\begin{array}{c} | \\ \text{CH}_3 \end{array}$



3) $\begin{array}{c} | \\ \text{CH}_3 \end{array}$



4) $\begin{array}{c} | \\ \text{CH}_3 \end{array} \quad \begin{array}{c} | \\ \text{CH}_3 \end{array}$



5) $\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ | \\ \text{CH}_3 \end{array}$

Карбон-карбонові ланцюги, як у першій напівструктурній формулі, називають *лінійними*. Решта ланцюгів — *розгалужені*.

НОМЕНКЛАТУРА АЛКАНІВ. У попередньому пункті параграфа наведені напівструктурні формули п'яти різних речовин і кожна має свою назву. Немає потреби вивчати їх напам'ять, достатньо знати й застосовувати правила номенклатури.

Номенклатура — це мова хімії, що використовується для передачі складу й будови речовин їхніми назвами.

Номенклатура алканів, як і всіх інших класів органічних речовин, склалася не одразу. І сьогодні в літературі трапляються три види номенклатури: тривіальна, раціональна й систематична. Остання нині є найбільш уживаною, її ми й будемо дотримуватись.

У таблиці 1 (с. 8) вказано напівструктурні формули десяти алканів з нерозгалуженими карбон-карбоновими ланцюгами.

Вуглеводні з нерозгалуженими карбон-карбоновими ланцюгами називають нормальними і в їхній назві зазначають про це літеру *n* (через дефіс) перед назвою сполуки. Наприклад: *n*-гексан $\text{CH}_3\text{—CH}_2\text{—CH}_2\text{—CH}_2\text{—CH}_2\text{—CH}_3$.

Назви насичених вуглеводнів розгалуженої будови складають з дотриманням зазначених нижче правил.

ПРАВИЛА НОМЕНКЛАТУРИ АЛКАНІВ. Щоб назвати алкан, вам потрібно виконати дії у наведеній нижче послідовності.

Примітка: розглядаючи кожне правило, знаходьте дії на його підтвердження в таблиці 4 на с. 31.

Дія 1. У структурній формулі алкану розгалуженої будови оберіть **головний карбоновий ланцюг**. Це найдовший з можливих суцільних карбонових ланцюгів, що містить найбільшу кількість найпростіших замісників.

Замісник — хімічна частинка з неспареним електроном. Прикладами таких частинок є *вуглеводневі замісники, характеристичні (функціональні) групи, атоми галогенів*. Вони можуть замінювати в головному ланцюзі один або кілька атомів Гідрогену.

Для одновалентних вуглеводневих замісників, утворених з відповідних насичених вуглеводнів, у назві використовують суфікс **-ил (-іл)**, замість **-ан** (табл. 3, с. 30).

Якщо у формулі алкану можна виділити кілька ланцюгів з однаковою кількістю атомів Карбону, то за головний оберіть той, у якого більше *замісників*.

Дія 2. Атоми Карбону головного ланцюга слід пронумерувати арабськими цифрами (за правилами систематичної номенклатури їх називають локанти).

Локант — цифра, що вказує на положення замісника, подвійного і потрійного зв'язків у молекулі.

Дотримуйтеся такої послідовності дій:

а) нумерацію починайте з того кінця, де Карбон, біля якого розташований замісник, матиме менший локант;

б) якщо різні замісники перебувають на однаковій відстані від обох кінців ланцюга, то нумерацію здійсніть звідти, де розташований простіший замісник;

в) якщо однакові замісники, що визначають нумерацію ланцюга, рівновіддалені від обох кінців ланцюга, то нумерацію почніть з того кінця, де більше замісників.

Алкани та відповідні їм одновалентні замісники

Алкан		Одновалентний замісник	
Назва	Формули	Назва	Формули
Метан	CH_4 $\begin{array}{c} \text{H} \\ \\ \text{H}-\text{C}-\text{H} \\ \\ \text{H} \end{array}$ $\begin{array}{c} \text{H} \\ \vdots \\ \text{H} : \text{C} : \text{H} \\ \vdots \\ \text{H} \end{array}$	Метил	$-\text{CH}_3$ $\begin{array}{c} \text{H} \\ \\ -\text{C}-\text{H} \\ \\ \text{H} \end{array}$ $\begin{array}{c} \text{H} \\ \vdots \\ \cdot \text{C} : \text{H} \\ \vdots \\ \text{H} \end{array}$
Етан	C_2H_6 $\begin{array}{c} \text{H} \quad \text{H} \\ \quad \\ \text{H}-\text{C}-\text{C}-\text{H} \\ \quad \\ \text{H} \quad \text{H} \end{array}$ $\begin{array}{c} \text{H} \quad \text{H} \\ \vdots \quad \vdots \\ \text{H} : \text{C} : \text{C} : \text{H} \\ \vdots \quad \vdots \\ \text{H} \quad \text{H} \end{array}$	Етил	$-\text{C}_2\text{H}_5$ $\begin{array}{c} \text{H} \quad \text{H} \\ \quad \\ -\text{C}-\text{C}-\text{H} \\ \quad \\ \text{H} \quad \text{H} \end{array}$ $\begin{array}{c} \text{H} \quad \text{H} \\ \vdots \quad \vdots \\ \cdot \text{C} : \text{C} : \text{H} \\ \vdots \quad \vdots \\ \text{H} \quad \text{H} \end{array}$
Пропан	C_3H_8 $\begin{array}{c} \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \\ \quad \quad \\ \text{H}-\text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{H} \\ \quad \quad \\ \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \end{array}$ $\begin{array}{c} \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \\ \vdots \quad \vdots \quad \vdots \\ \text{H} : \text{C} : \text{C} : \text{C} : \text{H} \\ \vdots \quad \vdots \quad \vdots \\ \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \end{array}$	Пропіл	$-\text{C}_3\text{H}_7$ $\begin{array}{c} \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \\ \quad \quad \\ -\text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{H} \\ \quad \quad \\ \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \end{array}$ $\begin{array}{c} \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \\ \vdots \quad \vdots \quad \vdots \\ \cdot \text{C} : \text{C} : \text{C} : \text{H} \\ \vdots \quad \vdots \quad \vdots \\ \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \end{array}$

Дія 3. Запишіть в алфавітному порядку назви замісників:

а) першими завжди пишуть локанти (номери) атомів Карбону головного ланцюга, біля якого (яких) є замісник (замісники). *Пам'ятайте!* Скільки однакових замісників має один атом Карбону, стільки разів записують його локант;

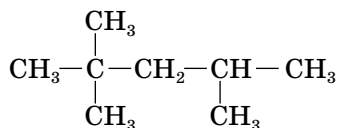
б) цифри, якими позначені локанти, відділяйте одну від одної комами, а після останньої (перед назвою замісника) ставте дефіс;

в) кількість однакових замісників зазначаєте перед його назвою префіксами («ди» — два, «три» — три, «тетра» — чотири);

г) перелік замісників здійснюйте в алфавітному порядку, не враховуючи їх складності.

Дія 4. Складіть повну назву речовини (без відступу від зробленого запису щодо замісників, запишіть назву алкану, обраного за головний ланцюг).

За таблицею 4 опрацюйте алгоритм складання за розглянутими правилами назви конкретного алкану зі структурною формулою:



Таблиця 4

Алгоритм складання назви алкану

№	Дія зі складання назви алкану	Результат дії	Запис
1	У формулі обирають головний ланцюг, з'ясовують, які замісники є в ньому	Найдовшим (із трьома замісниками) є ланцюг з п'яти томів Карбону; три однакові замісники —CH ₃	$ \begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ \\ \text{CH}_3 - \text{C} - \text{CH}_2 - \text{CH} - \text{CH}_3 \\ \qquad \quad \\ \text{CH}_3 \qquad \quad \text{CH}_3 \end{array} $
2	Нумерують ланцюг	Нумерацію здійснюємо зліва направо (хоча замісники розташовані і ліворуч, і праворуч біля другого атома Карбону, ліворуч їх більше)	$ \begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ \\ \overset{1}{\text{CH}_3} - \overset{2}{\text{C}} - \overset{3}{\text{CH}_2} - \overset{4}{\text{CH}} - \overset{5}{\text{CH}_3} \\ \qquad \quad \\ \text{CH}_3 \qquad \quad \text{CH}_3 \end{array} $
3	Записують частину назви алкану, що стосується замісників	Головний ланцюг має три замісники —CH ₃ (два розташовані біля другого атома Карбону й один біля четвертого), тож цифр має бути три: 2, 2, 4. Префікс теж «три». Назва кожного із трьох замісників — метил	2,2,4-триметил...
4	Складають повну назву речовини	Головним ланцюгом у цій сполуці є алкан з п'ятьма атомами Карбону в молекулі. Це пентан	2,2,4-триметилпентан

СКЛАДАННЯ СТРУКТУРНОЇ ФОРМУЛИ АЛКАНУ ЗА НАЗВОЮ.

Знання номенклатури дають змогу не лише називати органічні речовини, а й за їхніми назвами складати структурні формули.

З алгоритмом складання структурної формули алканів ознайомтесь на прикладі алкану 3-етил-2,4-диметилгексану (табл. 5, с. 32).

Алгоритм складання структурної формули алкану за його назвою

№	Дія	Результат
1	Як свідчить назва сполуки, її головний ланцюг утворений гексаном, тому записують і нумерують символи шести атомів Карбону, ставлячи між ними одну риску валентності. Примітка: напрям нумерації значення не має.	$\overset{1}{\text{C}} - \overset{2}{\text{C}} - \overset{3}{\text{C}} - \overset{4}{\text{C}} - \overset{5}{\text{C}} - \overset{6}{\text{C}}$
2	Біля третього атома Карбону пишуть замісник етил —C ₂ H ₅ , а біля другого й четвертого — по одному метильному заміснику —CH ₃	$\begin{array}{cccccc} & & \text{C}_2\text{H}_5 & & & \\ & & & & & \\ \overset{1}{\text{C}} & - & \overset{2}{\text{C}} & - & \overset{3}{\text{C}} & - & \overset{4}{\text{C}} & - & \overset{5}{\text{C}} & - & \overset{6}{\text{C}} \\ & & & & & & & & & & \\ & & \text{CH}_3 & & \text{CH}_3 & & & & & & \end{array}$
3	Допишують у головному ланцюзі атоми Гідрогену в кількості, що забезпечує кожному атому Карбону чотиривалентний стан	$\begin{array}{cccccc} & & \text{C}_2\text{H}_5 & & & \\ & & & & & \\ \overset{1}{\text{CH}_3} & - & \overset{2}{\text{CH}} & - & \overset{3}{\text{CH}} & - & \overset{4}{\text{CH}} & - & \overset{5}{\text{CH}_2} & - & \overset{6}{\text{CH}_3} \\ & & & & & & & & & & \\ & & \text{CH}_3 & & \text{CH}_3 & & & & & & \end{array}$

Складаючи назви насичених вуглеводнів, зазначають місце й назви атомів чи груп атомів, що замістили Гідроген у сполуці, та назву насиченого вуглеводню, що утворює головний ланцюг.

Працюйте групами

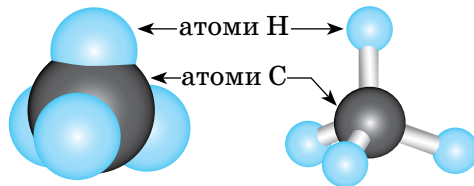
1. Назвіть за систематичною номенклатурою наведені на с. 28 в пункті «Структурна ізомерія алканів» цього параграфу ізомери гексану.
2. Складіть структурні формули:
 - а) 2,2,3,3-тетраметилпентану;
 - б) 3,3-диетилгептану.

Стихло про основне

- ✓ Алкани — насичені вуглеводні, склад молекул яких відповідає загальній формулі $\text{C}_n\text{H}_{2n+2}$.
- ✓ Назви всіх алканів закінчуються суфіксом **-ан**, а утворених з них одновалентних замісників — **-ил (-іл)**.
- ✓ Алканам властива структурна ізомерія. Вона зумовлена різною послідовністю сполучення атомів Карбону в карбоновому ланцюзі.
- ✓ Найпоширенішою сучасною номенклатурою алканів є систематична номенклатура.



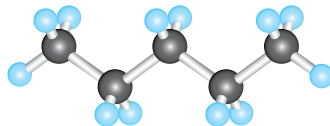
Просторова будова алканів. Просторове розташування атомів у молекулі метану (перший представник алканів) відображено за допомогою об'ємної (масштабної) і кулестрижневої моделей на малюнку 4.



Мал. 4

Моделі молекули метану: а — об'ємна (масштабна); б — кулестрижнева

Кут між напрямками хімічних зв'язків атома Карбону з атомами Гідрогену в молекулі метану дорівнює $109^{\circ}28'$. Для молекул алканів, що містять більше двох атомів Карбону, характерною є зигзагоподібна форма карбонового ланцюга, у якому також зберігається валентний кут $109^{\circ}28'$ між атомами Карбону (мал. 5).



Мал. 5

Кулестрижнева модель молекули *n*-пентану

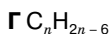
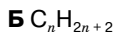
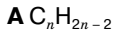
Валентний кут — кут між напрямками хімічних зв'язків атома в молекулах чи кристалах.

Знаємо, розуміємо

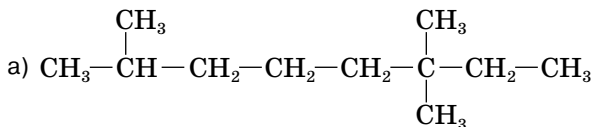
1. Назвіть загальну формулу алканів.
2. Сформулюйте основні правила систематичної номенклатури алканів.
3. Схарактеризуйте якісний склад алканів.
4. Який хімічний зв'язок атомів у молекулах алканів?

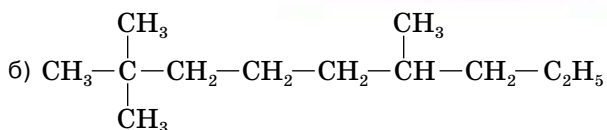
Застосовуємо

1. Укажіть загальну формулу гомологів метану.



2. Назвіть алкани за систематичною номенклатурою.





Чи належать ці речовини до ізомерів? Відповідь обґрунтуйте.

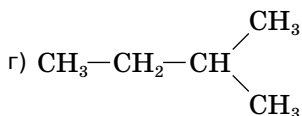
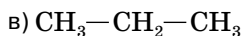
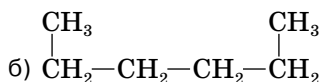
3. Складіть структурні формули речовин за назвами:

- а) 3,5-диетилгептан;
- б) 3-метил-5-пропілнонан;
- в) 2,2,5-триметилгептан;
- г) 2,3-диметилгептан.

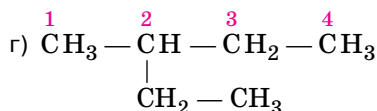
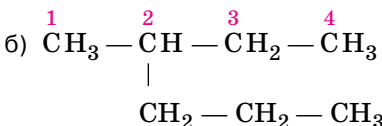
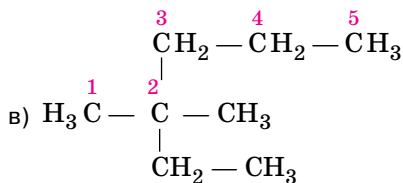
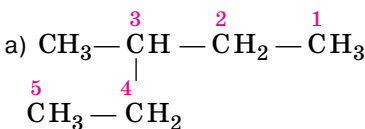
4. Укажіть, які з назв алканів не відповідають систематичній номенклатурі:

- а) 2,3-диметилбутан;
- б) 4-етилпентан;
- в) 2-етил-3-метилпропан.

5. Формули скількох речовин зображено? Назвіть ці речовини:



6. Укажіть, у яких випадках припустилися помилки в нумерації головного карбонового ланцюга:



Зробіть правильну нумерацію, назвіть сполуки за систематичною номенклатурою.


7. Виведіть молекулярну формулу вуглеводню, масова частка Карбону в молекулі якого дорівнює 80 %, а густина за повітрям становить 1,034.




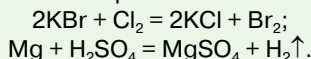
Хімічні властивості алканів





Інформаційна довідка

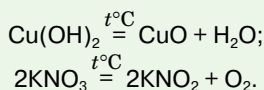
 **Хімічні явища, або хімічні реакції**, — це взаємоперетворення хімічних частинок, що супроводжуються руйнуванням одних і утворенням інших речовин.

 Реакцією заміщення називають взаємодію простої речовини зі складною. У неорганічній хімії її продуктами є нова проста й нова складна речовини, наприклад:



 Взаємодія речовини з киснем дістала назву реакції окиснення. Окиснення, що супроводжується виділенням світла й тепла, називають горінням. Речовини можуть горіти не лише в кисні (наприклад, залізо горить також у хлорі).

 **Реакція розкладу** — це реакція, внаслідок якої з однієї речовини утворюється кілька, наприклад:

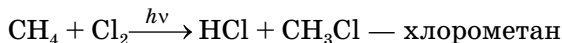


Для алканів, через насиченість хімічних зв'язків атомів Карбону, реакції приєднання неможливі. Як ви дізнаєтесь дещо пізніше, для ненасичених вуглеводнів вони є основними.

ГАЛОГЕНУВАННЯ — характерна реакція алканів.

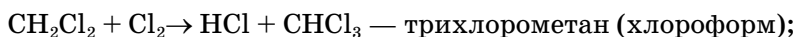
Алкани вступають у реакції заміщення з галогенами — фтором F_2 , хлором Cl_2 , бромом Br_2 , йодом I_2 . Під час цих реакцій атоми Гідрогену замінюються на атоми галогенів. Швидкість галогенування зменшується від фтору до йоду. Під час проведення цих реакцій створюють відповідні умови. Так, взаємодію з хлором проводять на світлі, з бромом — також, проте швидкість реакції порівняно з хлором менша.

На світлі за звичайних умов або в темряві при нагріванні чи в присутності каталізатора, у молекулі метану всі атоми Гідрогену послідовно замінюються атомами Хлору.



($h\nu$ — позначка кванта світла).

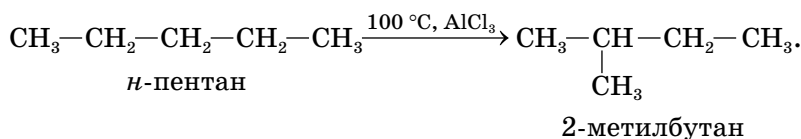
За достатньої кількості хлору реакція продовжується далі з утворенням продуктів заміщення решти атомів Гідрогену:



ІЗОМЕРИЗАЦІЯ. Алкани (починаючи з бутану) за відповідної температури й наявності каталізаторів ізомеризуються — утворюють ізомери.

Ізомеризація — хімічна реакція без зміни хімічного складу реагенту. Її продуктом є **ізомер** — речовина зі зміненим скелетним чи просторовим розташуванням атомів у молекулі. У цих реакціях беруть участь алкани, молекули яких містять не менше чотирьох атомів Карбону.

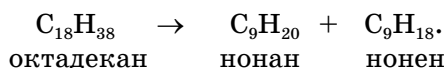
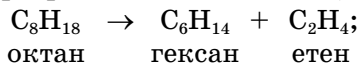
Наприклад, ізомеризація *n*-пентану в ізопентан (2-метилбутан) відбувається за температури 100 °С та наявності каталізатора алюміній хлориду AlCl₃:



Як бачимо, реагент і продукт цієї реакції мають однакову молекулярну формулу C₅H₁₂, але різну будову молекул. Вони є структурними ізомерами.

ТЕРМІЧНИЙ РОЗКЛАД АЛКАНІВ. Ці реакції відбуваються за високої температури й без доступу повітря. Залежно від умов утворюються різні продукти.

Термічний розклад з розривом С — С зв'язків (крекінг):

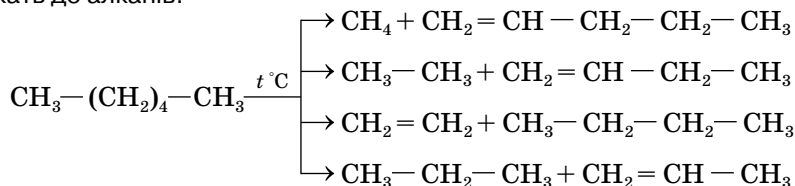


Продуктами крекінгу є суміш алканів і алкенів. Крекінг відбувається за температури 500–700 °С. У присутності каталізаторів температура нижча.

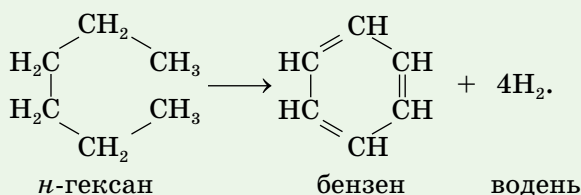
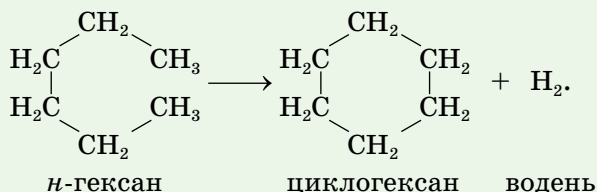
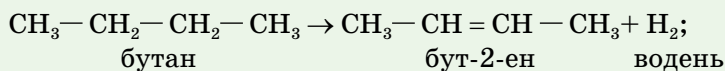
Розрив С — С зв'язку може статись у будь-якому місці карбонового ланцюга молекули.

Працюйте групами

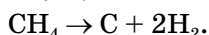
Розгляньте варіанти крекінгу *n*-гексану. Назвіть продукти реакцій, що належать до алканів.



Термічний розклад з розривом С — Н зв'язків. Розрив С — Н зв'язків відбувається за високої температури й за участю каталізаторів (платина, хром(III) оксид, алюміній оксид та ін.). Він завершується утворенням ненасичених або циклічних вуглеводнів і водню. Розглянемо приклади:



Термічний розклад метану з утворенням сажі й водню за температури 1000 °С відбувається за рівнянням:



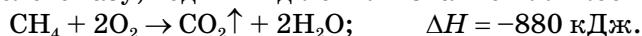
Так у промисловості одержують сажу (чистий вуглець) і водень.

Реакції розкладу, одним з продуктів яких є водень, мають загальну назву — реакції **дегідрогенізації**, або **дегідрування**.

ВЗАЄМОДІЯ НАСИЧЕНИХ ВУГЛЕВОДНІВ З ЛУГАМИ ТА КИСЛОТАМИ. Алкани стійкі до дії кислот, лугів. Що це насправді так, можна переконатись на такому досліді. Наліємо у дві пробірки по 2 мл розчину натрій гідроксиду, а ще у дві — по 2 мл розчину нітратної кислоти. Помістимо в першу пробірку 1 мл бензину (суміш рідких алканів), у другу — всипемо стружку парафіну (суміш твердих алканів). Вміст пробірок перемішаємо. Спостереження підтвердять, що хімічна реакція між насиченими вуглеводнями і лугом не відбувається. У третю і четверту пробірки (містять кислоту) також помістимо бензин і парафінову стружку відповідно. Наслідки спостереження будуть аналогічними з попереднім дослідом.

РЕАКЦІЇ ПОВНОГО ОКИСНЕННЯ АЛКАНІВ (ГОРІННЯ).

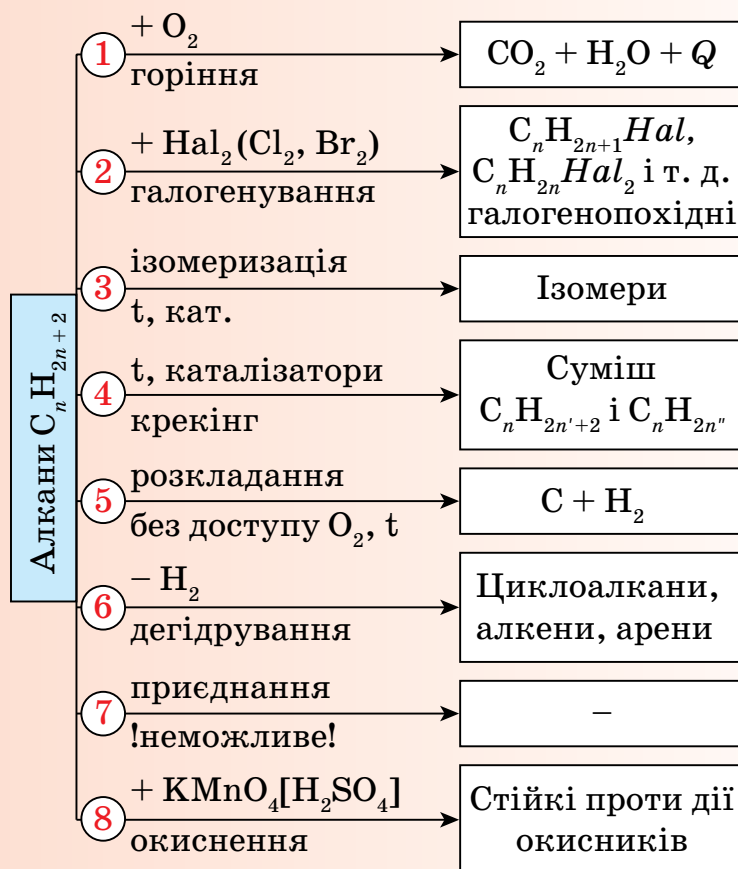
Алкани — горючі легкозаймисті речовини. Вони згорають з утворенням вуглекислого газу, води й виділенням значної кількості теплоти:



Процес горіння вуглеводнів широко використовується у двигунах внутрішнього згорання автомобілів, літаків, на теплових електростанціях, у побути — в газових плитах і котлах тощо.

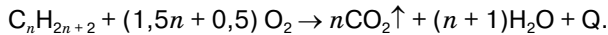
Стисло про основне

- ✓ Ізомеризація алканів починається з бутану. Її продуктом є ізомери — речовини, у яких відбулася зміна порядку сполучення атомів без зміни хімічного складу речовин.
- ✓ Дегідрування (дегідратація) алканів — реакція розкладу, одним з продуктів якої є водень.
- ✓ Алкани стійкі до дії кислот і лугів.
- ✓ Алкани будь-якого агрегатного стану — легкозаймісті речовини. Згорання алканів супроводжується виділенням у навколишнє середовище значної кількості теплоти, завдяки чому їх використовують як паливо.
- ✓ Алканам властиве галогенування — уведення атомів галогенів до складу органічної речовини. Відбувається реакція заміщення, проте серед її продуктів немає простої речовини.
- ✓ Хімічні властивості алканів:





Загальне рівняння реакції горіння алканів:



Розглянемо приклад використання цього рівняння для виведення молекулярної формули алкану.

Задача.

Алкан кількістю речовини 0,5 моль згорає без залишку в кисні об'ємом 123,2 л (н.у.). Виведіть молекулярну формулу речовини.

Дано:

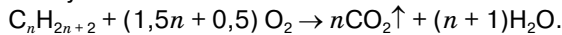
$$v(C_nH_{2n+2}) = 0,5 \text{ моль}$$

$$V(O_2) = 123,2 \text{ л (н.у.)}$$

$$n \text{ — ?}$$

Розв'язання

1. Використовуючи загальне молекулярне рівняння реакції, з'ясуємо кількісні відношення алкану й кисню:



$$1 \text{ моль } (1,5n + 0,5) \text{ моль}$$

2. Користуючись встановленим у дії 1 відношенням, з'ясуємо кількість речовини кисню, що витрачається під час горіння зазначеної в умові кількості алкану:

$$1 \text{ моль } C_nH_{2n+2} \quad (1,5n + 0,5) \text{ моль } O_2$$

$$0,5 \text{ моль } C_nH_{2n+2} \quad x \text{ моль } O_2$$

$$x = 0,5 \cdot (1,5n + 0,5) : 1 = (0,75n + 0,25) \text{ моль.}$$

3. Обчислюємо кількість речовини кисню в порції об'ємом 123,2 л. (н.у.):

$$123,2 : 22,4 = 5,5 \text{ моль.}$$

$$\text{Отже, } (0,75n + 0,25) = 5,5 \text{ (моль).}$$

4. Знаходимо n :

$$0,75n + 0,25 = 5,5;$$

$$0,75n = 5,5 - 0,25 = 5,25;$$

$$n = 5,25 : 0,75 = 7.$$

Відповідь: C_7H_{16} .



Розв'яжіть задачу: внаслідок спалювання алкану кількістю речовини 4 моль, утворилася вода кількістю речовини 20 моль. Виведіть молекулярну формулу речовини.

Знаємо, розуміємо

1. Назвіть типи хімічних реакцій, у які вступають алкани.
2. Поясніть, чому реакції приєднання для алканів неможливі.

Застосовуємо

1. Складіть рівняння реакції галогенування між етаном і бромом за умови, що кількість речовини кожного реагенту дорівнює 1 моль.
2. Обчисліть об'єм хлору (н.у.), необхідний для повного галогенування метану об'ємом 60 л. Усі виміри зроблено за однакових умов.
3. Який об'єм кисню (н. у.) витратиться на спалювання пропану кількістю речовини 4 моль? Який об'єм вуглекислого газу утвориться при цьому?
4. Обчисліть масу сажі, добутої термічним розкладом метану масою 80 кг.

§ 5.

Алкени. Систематична номенклатура й ізомерія алкенів



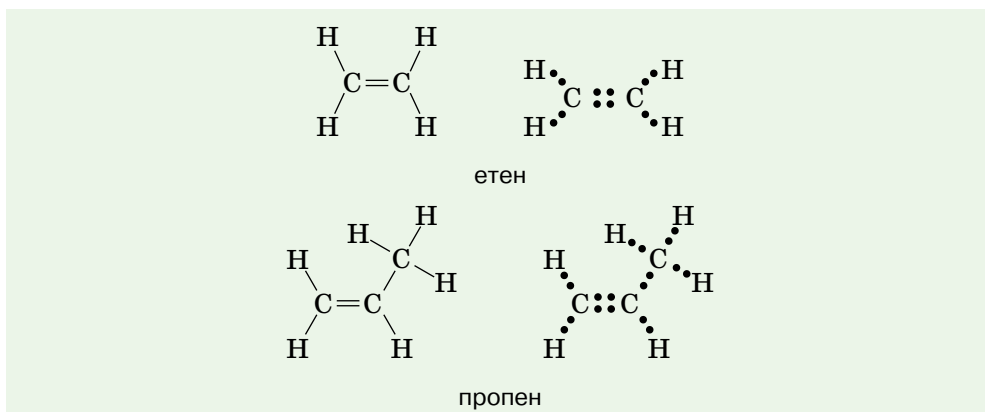
Інформаційна довідка

- Алкени** — ненасичені вуглеводні ациклічної будови з одним подвійним зв'язком атомів Карбону.
- Назви алкенів відповідають назвам алканів з такою ж кількістю атомів Карбону, лише суфікс **-ан** змінюється на **-ен**, наприклад, *етан* — *етен*.
- Етен C_2H_4 є першим представником гомологічного ряду алкенів. Він, а також його гомологи мають на два атоми Гідрогену менше, ніж відповідний їм алкан.

Працюйте з групами

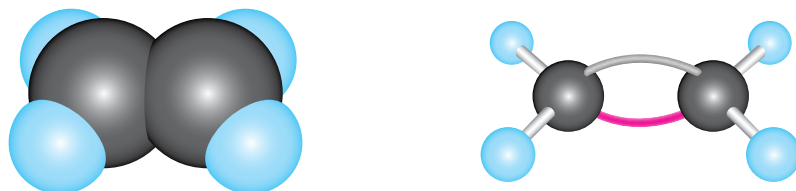
- Порівняйте молекулярні формули етану C_2H_6 й етену C_2H_4 , пропану C_3H_8 і пропену C_3H_6 .
- Скориставшись результатами порівняння та знаючи загальну формулу алканів, складіть загальну формулу алкенів.
- Укладіть гомологічний ряд алкенів з перших дев'яти представників, зазначивши назви та молекулярні формули речовин.

АЛКЕНИ, БУДОВА МОЛЕКУЛИ. Загальна формула алкенів — C_nH_{2n} . За зменшення кількісного складу молекул алкенів на два атоми Гідрогену порівняно з відповідними алканами чотиривалентний стан Карбону зберігається завдяки утворенню подвійного зв'язку:



Наведені структурна й електронна формули та масштабна й куле-стрижнева моделі етену (мал. 6) ілюструють наявність у молекулі етену шести ковалентних зв'язків. Чотири з них утворились між атомами Карбону й Гідрогену, два — між атомами Карбону. Позначення подвійного

зв'язку у структурній формулі двома однаковими рисками чи в електронній формулі двома однаковими парами електронів не означає, що ці зв'язки рівноцінні.



Мал. 6 Моделі молекули етену

У подвійному зв'язку один зв'язок міцніший, другий — слабкіший. Слабкіший зв'язок першим розривається в реакціях, тоді як міцніший зберігається. За місцем розриву відбувається приєднання інших атомів чи груп атомів. Це підтверджують хімічні властивості алкенів (§ 6).

Через утворення подвійного зв'язку зменшується відстань між ядрами атомів Карбону. Довжина подвійного зв'язку $C = C$ становить 0,133 нм, тоді як довжина одинарного зв'язку $C - C$ дорівнює 0,154 нм.

СИСТЕМАТИЧНА НОМЕНКЛАТУРА АЛКЕНІВ. У систематичній номенклатурі алкенів відображають порядок сполучення атомів Карбону в молекулі (аналогічно алканам) і місце подвійного зв'язку в карбоновому ланцюзі.

Загальні **правила** складання назв алкенів за систематичною номенклатурою такі.

1. Обирають головний ланцюг — найдовший карбоновий ланцюг з подвійним зв'язком.

2. Нумерацію головного ланцюга здійснюють за принципом найменшого локанта для атома Карбону, сполученого подвійним зв'язком з іншим атомом Карбону.

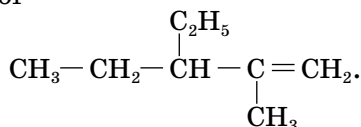
3. Назви алкенів утворюють від назв алканів з такою самою кількістю атомів Карбону, замінюючи суфікс *-ан* на *-ен*.

4. Перед суфіксом *-ен* записують локант подвійного зв'язку, виділяючи його з обох боків дефісами.

5. Повну назву складають у такій самій послідовності, що й для алканів, за винятком того, що перед суфіксом *-ен* додається локант подвійного зв'язку.

У разі необхідності ви можете пригадати послідовність складання назви алканів, звернувшись до тексту § 3.

Розглянемо складання назв алкенів (табл. 6, с. 42) на прикладі речовини, формула якої



Алгоритм складання назви алкену

№	Дія зі складання назви алкену	Результат дії	Запис
1	Обирають головний ланцюг, з'ясовують, якому алкену він належить	Найдовший ланцюг з подвійним зв'язком містить п'ять атомів Карбону	$C - C - C - C = C$ пентен
2	Нумерують головний ланцюг, визначають локант подвійного зв'язку, складають назву головного ланцюга	Нумерацію здійснюємо справа наліво, локант атома Карбону з подвійним зв'язком — 1	$\overset{5}{C} - \overset{4}{C} - \overset{3}{C} - \overset{2}{C} = \overset{1}{C}$...пент-1-ен
3	З'ясовують, які замісники є в карбоновому ланцюзі пент-1-ену й записують їх, дотримуючись алфавітного порядку та вказуючи локанти	Замісників два: метил з локантом 2 та етил з локантом 3	3-етил-2-метил...
4	Складають повну назву алкену	Розпочинаємо записом локантів, префіксів і назв замісників, а завершуємо назвою алкену	3-етил-2-метилпент-1-ен

Пам'ятайте, що між локантами кількох однакових замісників ставлять коми, а всі локанти (зокрема й подвійного зв'язку) відокремлюються від літер рисками.

Працюйте зупини

Знаючи номенклатуру алкенів, легко за назвами безпомилково складати структурні формули речовин цього класу.

1. Складіть структурні формули:

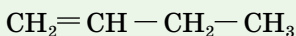
2,3-диметилгекс-1-ену;

3,4-диетил-2-метилгекс-1-ену.

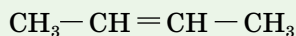
2. Знайдіть і виправте помилку в назві алкену, головний ланцюг якого складається із шести атомів Карбону: 2-етил-4,5-метилгекс-1-ен.

ІЗОМЕРІЯ АЛКЕНІВ. Неважко зрозуміти, що структурна ізомерія алкенів зумовлена не лише різним порядком зв'язку атомів Карбону (розташуванням замісників), а й положенням подвійного зв'язку в головному ланцюгу. Алкенам властива також просторова ізомерія (про неї можна дізнатися зі сторінки ерудита).

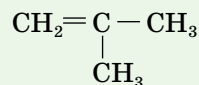
Якщо в алкану з молекулярною формулою C_4H_{10} існує два структурних ізомери, то в алкену з такою самою кількістю атомів Карбону їх три.



бут-1-ен



бут-2-ен



2-метилпроп-1-ен

1. Складіть структурні формули ізомерів пентену.
2. Назвіть речовини, формули яких ви склали.

ВИВЕДЕННЯ МОЛЕКУЛЯРНОЇ ФОРМУЛИ РЕЧОВИНИ ЗА ЗАГАЛЬНОЮ ФОРМУЛОЮ ГОМОЛОГІЧНОГО РЯДУ ТА ГУСТИНОЮ АБО ВІДНОСНОЮ ГУСТИНОЮ. Знання загальної формули гомологічного ряду допомагає встановлювати молекулярну формулу речовини. Розглянемо приклади задач.

Задача 1.

Виведіть молекулярну формулу газоподібного алкену, густина якого за нормальних умов дорівнює 1,875 г/л.

Розв'язання:

1. Обчислюємо масу, молярну та відносну молекулярну масу газоподібної речовини кількістю речовини 1 моль, урахувавши, що $V_m = 22,4$ л/моль.

$$m(C_nH_{2n}) = \rho \cdot V = 1,875 \text{ г/л} \cdot 22,4 \text{ л} = 42 \text{ г}$$

$$M(C_nH_{2n}) = 42 \text{ г/моль} \quad M_r(C_nH_{2n}) = 42$$

2. Визначаємо n :

$$M_r(C_nH_{2n}) = 12n + 2n = 42$$

$$14n = 42 \quad n = 3$$

Відповідь: C_3H_6 .

Задача 2.

Виведіть формулу алкану, відносна густина парів якого за повітрям дорівнює 2.

Розв'язання:

1. Обчислюємо молярну масу алкану:

$$D_{\text{пов}} = M : 29, \text{ звідси, } M = 29 D_{\text{пов}}$$

$$M(C_nH_{2n+2}) = 29 \cdot 2 = 58 \text{ (г/моль)}$$

2. Визначаємо n .

$$M_r(C_nH_{2n+2}) = 12n + 2n + 2 = 14n + 2;$$

$$14n + 2 = 58;$$

$$14n = 58 - 2 = 56; n = 56 : 14 = 4.$$

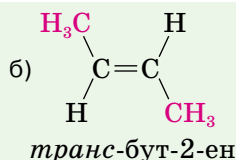
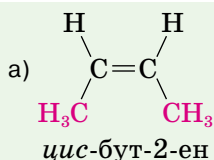
Відповідь: C_4H_{10} .

Сторінка ерудита



Стереоізомерія алкенів. Таку назву отримала ізомерія, зумовлена різним просторовим розташуванням однакових атомів відносно подвійного зв'язку.

Наприклад, групи CH_3 в молекулі бут-2-ену $CH_3 - CH = CH - CH_3$ можуть розташовуватися по один бік подвійного зв'язку в одному ізомері (а) й по різні — в іншому (б). У першому випадку утворюється *цис*-ізомер, а в другому — *транс*-ізомер.



Між цис- і транс-ізомерами існують відмінності за фізичними й навіть деякими хімічними властивостями.



Стисло про основне

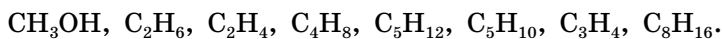
- ✓ Алкени — ненасичені вуглеводні з одним подвійним зв'язком у молекулі.
- ✓ Загальна формула алкенів — C_nH_{2n} .
- ✓ Алкенам властива структурна ізомерія.
- ✓ Складаючи назви алкенів, ураховують локанти й назви замісників, назву головного карбон-карбонового ланцюга та локант подвійного зв'язку.

Знаємо, розуміємо

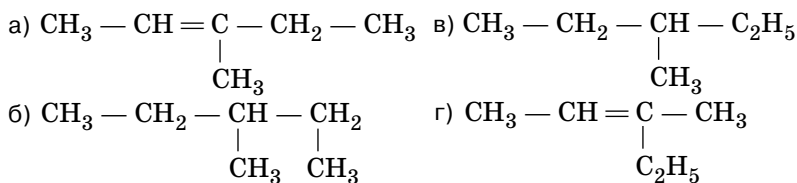
1. Які органічні речовини називають алкенами? Наведіть приклади представників гомологічного ряду алкенів.
2. Чому алкени належать до ненасичених вуглеводнів, а алкани — до насичених?
3. Який алгоритм складання назв алкенів за систематичною номенклатурою?
4. Алкан чи алкен з однаковим кількісним складом Карбону має більше ізомерів? Поясніть.

Застосовуємо

1. З наведеного списку формул органічних речовин виберіть формули алкенів і назвіть їх:



2. Розташуйте речовини за збільшенням кількості атомів Гідрогену в молекулі: гептен, пентан, гептан, пентен.
3. Назвіть речовини, формули яких наведено:



4. Складіть структурні формули сполук:
а) 2,2-диметилгекс-3-ен; б) 2,3-диметилпент-1-ен.
5. Складіть структурну і молекулярну формули сполуки 4-етил-3-метилгекс-2-ен.
6. Густина парів алкену за повітрям дорівнює 2,9. Виведіть формулу речовини.
7. Виведіть формулу алкану, відносна густина парів якого за гідроген флуоридом дорівнює 2,9.
8. Алкен і азот мають однакову густина за воднем. Виведіть формулу алкену.

§ 6.

Хімічні властивості етену та застосування алкенів



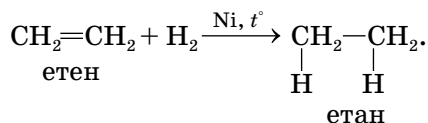
Інформаційна довідка

- Алкени хімічно активніші, ніж алкани. Причина — наявність у складі молекули подвійного зв'язку, утвореного двома ковалентними хімічними зв'язками різної міцності.
- Під час хімічних реакцій спільна електронна пара слабкішого зв'язку досить легко розривається, завдяки чому алкени легко вступають у реакції приєднання.
- Полімеризація** — реакція послідовного приєднання багатьох молекул низькомолекулярної речовини (мономера) з утворенням високомолекулярної сполуки (полімеру).
Пригадайте, з якими полімерами ви ознайомились у 9 класі.
- Мономер** — речовина, молекули якої здатні вступати в хімічну реакцію багаторазового приєднання з утворенням молекули полімеру.
- Полімер** — високомолекулярна сполука, що складається з багатьох однакових структурних ланок.
- Структурна ланка** — група атомів, що багаторазово повторюється у структурі полімеру.
- Ступінь полімеризації** — кількість структурних ланок у молекулі полімеру.

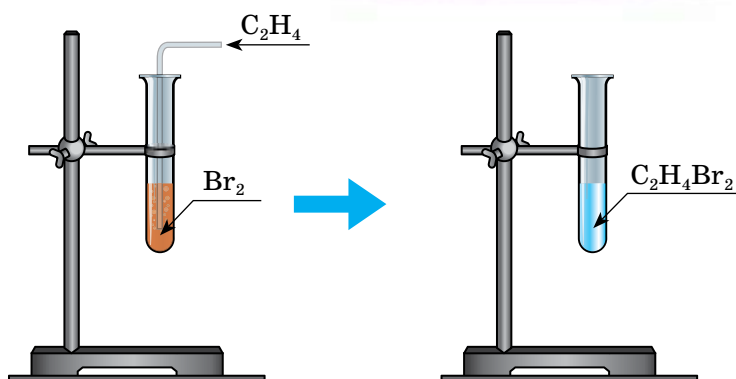
Розглянемо конкретні приклади хімічних властивостей алкенів.

РЕАКЦІЇ ПРИЄДНАННЯ.

1. Гідрування (гідрогенізація) — приєднання водню H_2 . Відбувається за нагрівання в присутності каталізаторів — металів платини Pt, паладію Pd чи нікелю Ni:

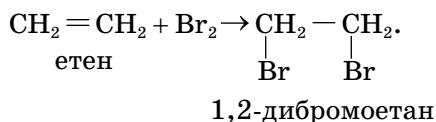


2. Галогенування. Етен вступає у реакції приєднання з галогенами: фтором F_2 , хлором Cl_2 , бромом Br_2 , йодом I_2 . Бром приєднується легко, за кімнатної температури й без каталізатора. Хлор реагує з етеном ще легше, ніж бром, а на світлі реакція супроводжується вибухом. Приєднання галогенів відбувається за місцем розриву подвійного зв'язку й завершується приєднанням до кожного атома Карбону по одному атому галогену. Розглянемо цю властивість етену на досліді з бромною водою (розчин броду Br_2 у воді, що має жовте забарвлення). Якщо безбарвний газ етен пропустити через бромну воду, то розчин швидко знебарвлюється (мал. 7, с. 46).

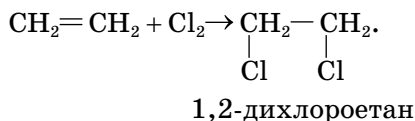


Мал. 7 Знебарвлення бромної води в реакції з етеном

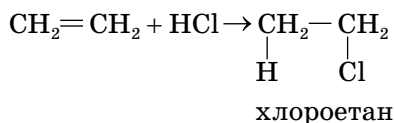
Це *якісна реакція* на речовини з подвійним карбон-карбоновим зв'язком:



Ще легше відбувається приєднання хлору:

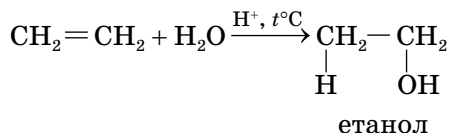


3. Приєднання галогеноводнів (гідроген галогенідів): гідроген флуориду **HF**, гідроген хлориду **HCl**, гідроген броміду **HBr**, гідроген йодиду **HI**.



Продуктами реакцій приєднання водню до етенів є алкани, галогенів — дигалогенопохідні алканів, гідроген галогенідів — моногалогенопохідні алканів.

4. Гідратація (приєднання води):



Гідратація етену відбувається в присутності ортофосфатної кислоти H_3PO_4 під час нагрівання.

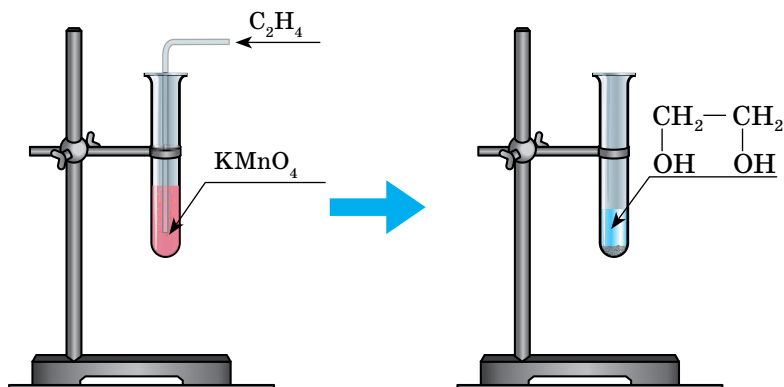
Унаслідок реакцій приєднання етен та його гомологи перетворюються на насичені речовини, у молекулах яких усі зв'язки між атомами Карбону — одинарні.

ОКИСНЕННЯ АЛКЕНІВ. Окиснення алкенів залежить від природи окисника та температури, тому в ході реакцій утворюються різні продукти.

1. Часткове окиснення етену зі збереженням одинарного зв'язку між атомами Карбону відбувається за кімнатної температури, наприклад з калій перманганатом KMnO_4 , розчиненим у воді (розчин має фіолетове забарвлення).



У процесі реакції фіолетовий розчин знебарвлюється. Ця взаємодія є ще однією якісною реакцією на алкени (мал. 8).



Мал. 8

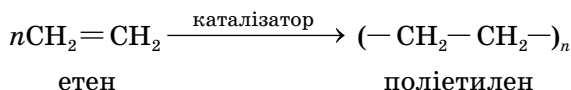
Окиснення етену розчином калій перманганату

2. Повне окиснення етену (горіння). Цю властивість етену ви вивчали в 9 класі й знаєте, що горіння супроводжується виділенням теплоти в довкілля, а продуктами реакції є вуглекислий газ і вода.



Пригадайте цю властивість і складіть рівняння горіння етену.

ПОЛІМЕРИЗАЦІЯ ЕТЕНУ. З полімеризацією етену ви також ознайомились у 9 класі. Тому запишемо лише схему реакції його полімеризації.



Як свідчить розглянутий приклад, реакція полімеризації етану — це також реакція приєднання з утворенням макромолекул полімеру, усі зв'язки атомів Карбону в яких — одинарні.

ЗАСТОСУВАННЯ ЗНАТЬ ПРО ХІМІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ РЕЧОВИН ДЛЯ ВИВЕДЕННЯ ЇХНІХ МОЛЕКУЛЯРНИХ ФОРМУЛ.

Перебіг реакції передають записом хімічного рівняння. Склавши його, за масою, об'ємом чи кількістю речовини реагентів або продуктів реакції встановлюють (виводять) молекулярні формули речовин. Розглянемо приклади.

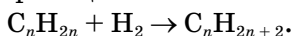
Задача 1.

Алкен масою 5,6 г приєднав водень об'ємом 2,24 л (н.у.). Виведіть формулу алкену.

$$\begin{array}{l} \text{Дано:} \\ m(\text{C}_n\text{H}_{2n}) = 5,6 \text{ г} \\ V(\text{H}_2) = 2,24 \text{ л (н.у.)} \\ \hline n \text{ — ?} \end{array}$$

Розв'язання

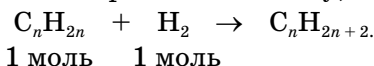
1. Складаємо рівняння реакції:



2. Обчислюємо кількість речовини водню за умовою задачі:

$$\nu(\text{H}_2) = V/V_m = 2,24 : 22,4 = 0,1 \text{ (моль)}$$

3. За рівнянням реакції аналізуємо кількісні відношення алкену й водню та встановлюємо кількість речовини алкену, що прореагував:



За рівнянням реакції кількість речовини алкену дорівнює кількості речовини водню. Отже, $\nu(\text{C}_n\text{H}_{2n}) = \nu(\text{H}_2) = 0,1$ моль.

4. Знаючи кількість речовини в порції алкену та її масу, обчислюємо молярну масу за формулою $M(\text{C}_n\text{H}_{2n}) = m : \nu$.

$$M = 5,6 : 0,1 = 56 \text{ г/моль}$$

5. Знаходимо n і виводимо формулу алкену

$$M_r(\text{C}_n\text{H}_{2n}) = 12n + 2n = 14n; \quad 14n = 56; \quad n = 4.$$

Складаємо молекулярну формулу алкену: C_4H_8 .

Відповідь: C_4H_8 .

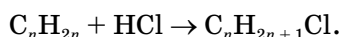
Задача 2.

Унаслідок приєднання гідроген хлориду кількістю речовини 0,2 моль до алкену утворився продукт реакції масою 15,7 г. Виведіть формулу алкену.

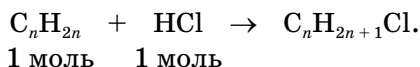
$$\begin{array}{l} \text{Дано:} \\ M(\text{C}_n\text{H}_{2n+1}\text{Cl}) = 15,7 \text{ г} \\ \nu(\text{HCl}) = 0,2 \text{ моль} \\ \hline n \text{ — ?} \end{array}$$

Розв'язання

1. Складаємо рівняння реакції:



2. За рівнянням реакції аналізуємо кількісні відношення алкену й гідроген хлориду:



Тобто $\nu(C_nH_{2n}) = \nu(HCl)$. Але поки що не відома маса порції алкену.
 З рівняння реакції бачимо, що маса утвореного продукту реакції приєднання є сумою мас алкену й гідроген хлориду. Тож маса алкену — це різниця мас продукту реакції та гідроген хлориду.

$$m(C_nH_{2n}) = m(C_nH_{2n+1}Cl) - m(HCl)$$

3. Обчислюємо масу гідроген хлориду кількістю речовини 0,2 моль:

$$m(HCl) = \nu \cdot M;$$

$$M_r(HCl) = 1 + 35,5 = 36,5;$$

$$M(HCl) = 36,5 \text{ г/моль};$$

$$m(HCl) = 0,2 \text{ моль} \cdot 36,5 \text{ г/моль} = 7,3 \text{ г}.$$

4. Обчислюємо масу порції алкену, що прореагував. Вона дорівнює різниці мас продукту реакції і приєднаного до алкену гідроген хлориду:
 $15,7 \text{ г} - 7,3 \text{ г} = 8,4 \text{ г}.$

5. Обчислюємо молярну масу алкену за формулою $M = \frac{m}{\nu}$.

$$8,4 : 0,2 = 42 \left(\frac{\text{г}}{\text{моль}} \right).$$

6. Знаходимо n і виводимо формулу алкену:

$$M_r(C_nH_{2n}) = 12n + 2n = 14n; \quad 14n = 42; \quad n = 42 : 14 = 3.$$

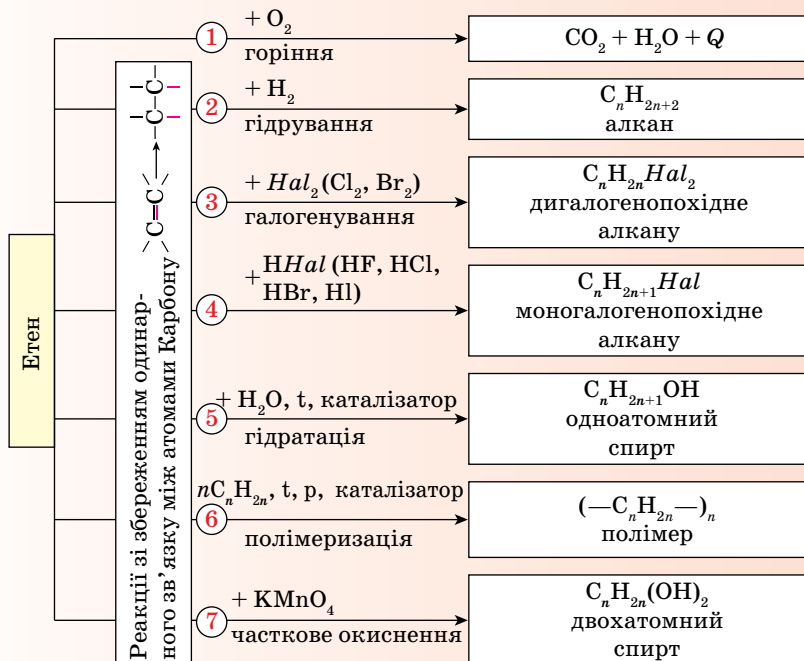
Складаємо молекулярну формулу алкену — C_3H_6 .

Відповідь: пропен C_3H_6 .

Стисло про основне



✓ Етен має високу хімічну активність:



Знаємо, розуміємо

1. За допомогою яких речовин можна виявити етен?
2. Перелічіть відомі вам хімічні властивості етену.
3. Етен чи етин знебарвить бромну воду? Відповідь обґрунтуйте.
4. Насиченими чи ненасиченими речовинами є продукти реакцій приєднання водню, галогенів, галогеноводнів до алкенів?
- 5*. Зробіть висновки щодо можливості перебігу реакцій приєднання для алканів та алкенів на підставі будови молекули етану й етену.
6. Які продукти можуть утворитися внаслідок повного й неповного окиснення етену?

Застосовуємо

1. Закінчіть молекулярні рівняння можливих реакцій.
 $C_2H_4 + HBr \rightarrow$
 $C_2H_6 + HI \rightarrow$
 $CH_4 + Br_2 \rightarrow$
 $C_2H_4 + Br_2 \rightarrow$
2. Унаслідок взаємодії алкену масою 28 г з бромом утворився продукт реакції, маса якого на 64 г більша за масу порції алкену. Виведіть молекулярну формулу алкену.
3. Складіть умову задачі на виведення хімічної формули алкену за масою, об'ємом або кількістю речовини реагенту чи продукту реакції.
- 4*. Унаслідок спалювання алкену кількістю речовини 0,6 моль виділився вуглекислий газ об'ємом 40,32 л (н.у.). Виведіть молекулярну формулу алкену.
5. Унаслідок приєднання хлору об'ємом 2,24 л (н.у.) до алкену утворився продукт реакції масою 14,1 г. Виведіть формулу алкену.
6. Розташуйте газоподібні речовини за збільшенням густини за повітрям
А хлор
Б водень
В хлороводень
Г етен
7. Алкен масою 5,6 г приєднав гідроген хлорид масою 7,3 г. Виведіть формулу алкену.
8. На спалювання якої органічної сполуки — етену чи етину — кількістю речовини 1 моль витрачається більший об'єм кисню (н.у.)?



Працюємо з медійними джерелами


Зберіть інформацію про застосування етену і презентуйте її в класі.

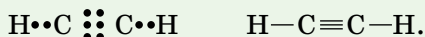



Алкіни. Ізомерія, номенклатура, хімічні властивості алкінів





Інформаційна довідка

 **Етин** (ацетилен) C_2H_2 — ненасичений вуглеводень з потрійним ковалентним зв'язком між атомами Карбону:



 **Етин** — безбарвна газоподібна, трохи легша за повітря речовина, що погано розчиняється у воді.

 Етин горить на повітрі й у кисні з виділенням великої кількості теплоти.

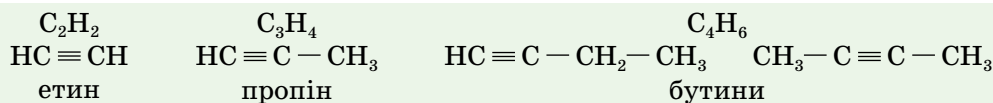
 Природних покладів алкінів не існує.

ПОНЯТТЯ ПРО АЛКІНИ. Таку назву має окремих клас вуглеводнів.

Алкіни — це ненасичені вуглеводні ациклічної будови, молекули яких містять один потрійний карбон-карбоновий зв'язок. Загальна формула алкінів — C_nH_{2n-2} .

Як бачимо із загальної формули, у молекулі алкінів на два атоми Гідрогену менше, ніж у молекулі відповідного алкену, і на чотири — ніж у відповідного алкану.

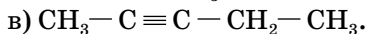
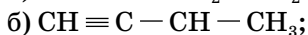
Назви всіх алкінів закінчуються суфіксами **-ин** або **-ін**, наприклад:



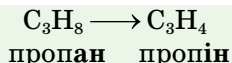
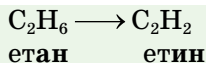
Гомологічний ряд алкінів починається етином. Серед гомологів етину трапляються гази, рідини і тверді речовини. За звичайних умов (температура $20^\circ C$ і тиск 760 мм рт. ст.) алкіни $C_2H_2 - C_4H_6$ — гази, $C_5H_8 - C_{16}H_{30}$ — рідини, починаючи з $C_{17}H_{32}$ — тверді речовини.

Температура кипіння і плавлення в алкінів вища, ніж у відповідних алкенів.

СТРУКТУРНА ІЗОМЕРІЯ АЛКІНІВ. Цей вид ізомерії, як і в алкенів, зумовлений різною послідовністю сполучення атомів Карбону в молекулі, а також різним положенням потрійного зв'язку в карбонівому ланцюзі. Наприклад, для алкіну з молекулярною формулою C_5H_8 можна скласти структурні формули трьох ізомерних алкінів:



СИСТЕМАТИЧНА НОМЕНКЛАТУРА АЛКІНІВ. За систематичною номенклатурою назви алкінів утворюють від назв алканів з такою самою кількістю атомів Карбону в молекулі, замінюючи в назві головного ланцюга суфікс **-ан** на **-ин(-ін)**. Наприклад:

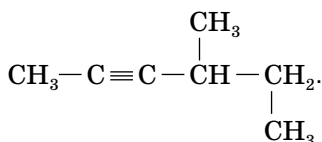


Решта правил номенклатури такі самі, як для алкенів (див. с. 43). Для алкінів інколи використовують тривіальні назви: етин — ацетилен.

За систематичною номенклатурою наведені вище формули алкіну з формулою C_5H_8 мають назви: а) пент-1-ин; б) 3-метилбут-1-ин, в) пент-2-ин.

Працюйте групами

1. Користуючись загальною формулою алкінів, укладіть гомологічний ряд (напишіть молекулярні формули перших дев'яти його представників). Дайте (усно) назви алкінам нерозгалуженої будови.
2. Для алкіну, до складу молекули якого входять шість атомів Карбону, складіть формули структурних ізомерів, назвіть їх за систематичною номенклатурою.
3. Складіть структурну формулу 5-етил-3,4,7,7-тетраметилокт-1-ину.
4. Назвіть за систематичною номенклатурою сполуку, формула якої



ХІМІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ ЕТИНУ. Потрійний зв'язок $\text{C} \equiv \text{C}$ утворений трьома спільними парами електронів: $\text{C} \text{:::} \text{C}$. Розглядаючи хімічні властивості етину, будемо користуватись інформацією, що в потрійному зв'язку присутні один міцніший і два слабкіші ковалентні хімічні зв'язки. У хімічних реакціях слабкіші зв'язки розриваються, тоді як міцніший зберігається й забезпечує цілісність карбонового ланцюга в молекулі продукту реакції приєднання, де всі зв'язки одинарні.

Хімічні властивості етину подібні до етену, що обумовлено ненасиченістю їх молекул атомами Гідрогену.

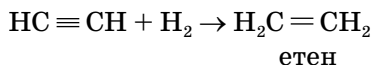
1. Реакції приєднання.

Вони відбуваються у дві стадії завдяки розриву двох зв'язків. Спершу розривається один, а потім другий слабкіший ковалентний зв'язок.

1.1. Гідрування. За присутності каталізаторів (платини Pt, нікелю Ni) і нагрівання етин приєднує водень.

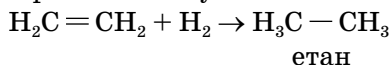
I стадія

У потрійному зв'язку розривається один слабкий зв'язок і приєднується молекула водню:



II стадія

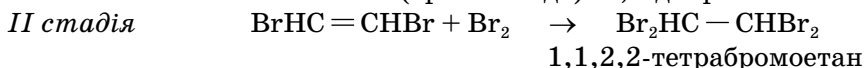
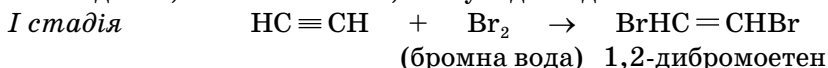
Етен, що утворився, взаємодіє далі з воднем за місцем розриву другого слабого зв'язку з утворенням етану:



Підбором каталізаторів досягають зупинки гідрування на стадії утворення алкенів.

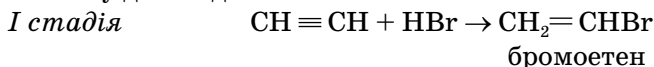
Під час приєднання водню до алкінів відбуваються перетворення за схемою: алкін → алкен → алкан.

1.2. Галогенування. Приєднання галогенів до алкінів відбувається теж постадійно, але повільніше, ніж у відповідних їм алкенів.



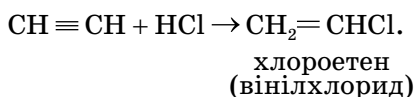
Знебарвлення бромної води є якісною реакцією на кратні (подвійний і потрійний) зв'язки.

1.3. Приєднання гідроген галогенідів (галогеноводнів). Реакція відбувається у дві стадії:



Зверніть увагу! В обох стадіях атоми галогену приєднуються до того самого атома Карбону.

Промислове значення має реакція:

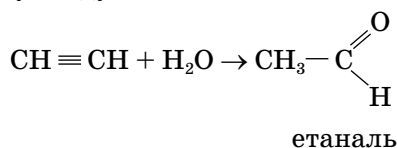


Хлороетен (вінілхлорид) є вихідною речовиною (мономером) у виробництві полівінілхлориду (ПВХ), з якого виготовляють водостійкі покриття, клейонку, плащі від дощу (дощовики) тощо. Виготовлена з полівінілхлориду харчова стретч-плівка використовується як пакувальний матеріал. Широке використання ця плівка здобула завдяки своїм якостям — прозорості, відсутності конденсату, стійкості до перепаду температур (мал. 9, с. 54).



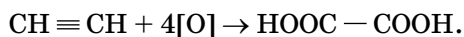
Мал. 9 Приклади виробів і матеріалів на основі етину

1.4. Гідратація. У присутності каталізатора (розчинних солей Меркурію Hg^{2+}) етин приєднує воду.



2. Окиснення етину.

2.1. Окиснення розчином калій перманганату. Етин окиснюється калій перманганатом з утворенням карбонової кислоти:



Знебарвлення розчину калій перманганату — якісна реакція на кратні (подвійний і потрійний) зв'язки.

2.2. Повне окиснення (горіння). З 9 класу вам відомо, що етин — легкозаймиста речовина, продуктами горіння якої є вуглекислий газ і вода, а температура горіння етину в кисні досягає близько 3200°C . Тому ацетиленово-кисневе полум'я використовують для різання і зварювання металів (мал. 10).



Пригадайте рівняння реакції горіння етину.



Мал. 10 Газозварювальні роботи за допомогою етину

Газозварник (газозварниця), так зветься ця професія, користується етином і киснем, що у стисненому стані містяться в сталевих балонах (мал. 11).



Мал. 11 Балони з етином і киснем



Мал. 12 Використання етину для нанесення захисного покриття на металевий виріб

Сучасною є технологія використання етину для газотермічного нанесення на металеві вироби антикорозійних, жаростійких, зносостійких покриттів (мал. 12).



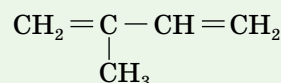
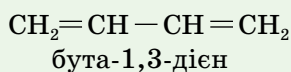
Пам'ятайте, що з повітрям і киснем етин утворює вибухонебезпечні суміші!

Сторінка ерудита



Загальну формулу C_nH_{2n-2} має ще один клас вуглеводнів — **алкадієни**.

Алкадієни — ненасичені вуглеводні, молекули яких містять два подвійних зв'язки. Наприклад,



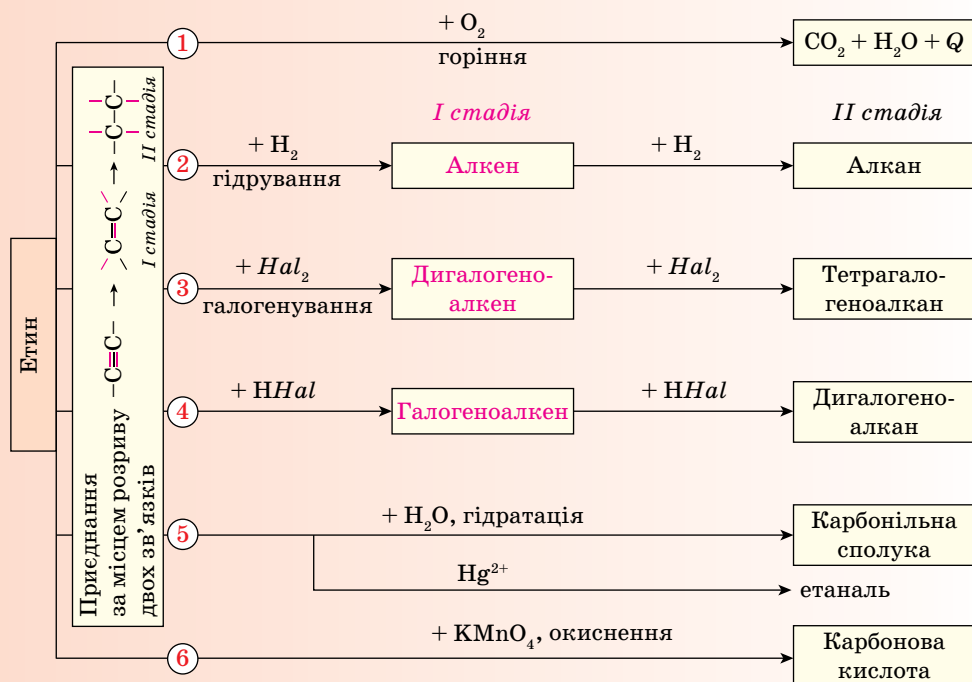
2-метилбута-1,3-дієн

Обидві речовини є сировиною для виробництва каучуку, з якого виготовляють гуму, а з неї — шини автомобілів, велосипедів тощо. Детальніше дізнайтесь із § 30.



Стисло про основне

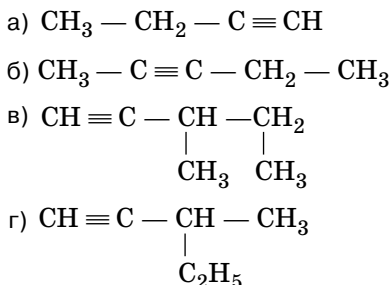
- ✓ **Алкіни** — ненасичені вуглеводні ациклічної будови, що відповідають загальній формулі C_nH_{2n-2} , їх молекули містять один потрійний зв'язок $-C \equiv C-$.
- ✓ Хімічні властивості етину



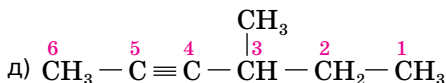
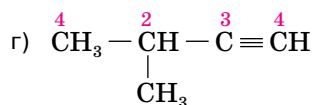
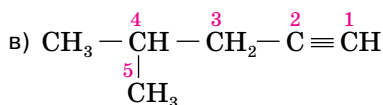
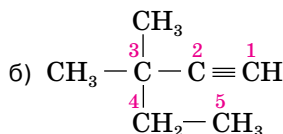
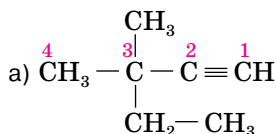
Знаємо, розуміємо

1. Яка загальна формула алкінів?
2. Назвіть хімічні властивості етину.
3. Що можна спостерігати, пропускаючи етин у бромну воду? Поясніть це явище.
4. До якого типу реакцій належить взаємодія етину з галогенами, воднем, гідроген галогенідами?
5. Які продукти реакції утворюються внаслідок:
 - а) повного окиснення етину;
 - б) неповного окиснення етину?

1. Запишіть структурні формули ізомерів бутину та їхні назви.
 2. Запишіть назви вуглеводнів за систематичною номенклатурою.

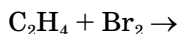
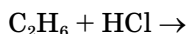
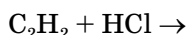


3. Укажіть, у яких випадках припустилися помилок у нумерації головного карбонового ланцюга:



Назвіть речовини за систематичною номенклатурою.

4. Закінчіть молекулярні рівняння можливих реакцій, назвіть продукти.



5. Розташуйте речовини за збільшенням їх густини за повітрям.

А етин

Б метан

В етен

Г етан

6. У якому випадку на повне окиснення зазначеної порції речовини витратиться найбільше кисню (н. у.):

а) пентан масою 3,6 г;

б) етен об'ємом 6,72 л (н. у.);

в) етин кількістю речовини 0,2 моль?

7. Алкін масою 54 г повністю прореагував з гідроген бромідом об'ємом 44,8 л (н.у.). Виведіть молекулярну формулу алкіну.

- 8*. Складіть умову задачі на виведення хімічної формули алкіну за масою, об'ємом чи кількістю речовини реагенту чи продукту реакції.

- 9*. Унаслідок повної взаємодії алкіну об'ємом 8,96 л (н. у.) з бромом добули 138,4 г продукту реакції. Виведіть молекулярну формулу алкіну.

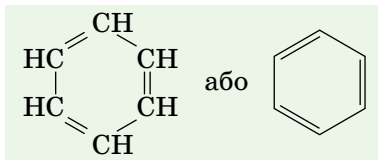


Арени. Бензен

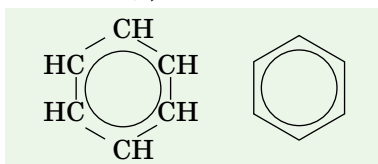
ПОНЯТТЯ ПРО АРЕНИ. За якісним складом арени належать до вуглеводнів і мають циклічну будову карбонового ланцюга.

Перший представник цього класу вуглеводнів — бензен C_6H_6 .

У структурній формулі бензену, запропонованій німецьким ученим Фрідріхом Августом Кекуле, шість атомів Карбону утворюють правильний шестикутник. Ще одним хімічним зв'язком кожний атом Карбону сполучений з атомом Гідрогену. Усі атоми розташовані в одній площині:



На перший погляд може видатись, що в молекулі бензену між атомами Карбону існують три подвійні і три одинарні ковалентні хімічні зв'язки. Але це не так, тому що бензен не знебарвлює ані бромну воду, ані розчин калій перманганату. Тобто не виявляє властивостей ненасичених вуглеводнів — алкенів чи алкінів. Пояснюється це тим, що в молекулі бензену існує особливий вид хімічного зв'язку — *ароматичний зв'язок*. Під час його утворення одна *p*-орбіталь кожного атома Карбону перекривається з такими самими двома *p*-орбіталами (по одній від кожного сусіднього атома Карбону). Тому всі зв'язки С—С у бензені однакові й мають довжину 0,140 нм. Ця відстань менша від відстані між атомами Карбону в алканів, але більша, ніж в алкенів. Тому точнішим є запис структурної формули бензену у вигляді правильного шестикутника з колом усередині нього (так зване бензенове кільце):



Формула Фрідріха Кекуле також досить часто використовується, але при цьому зважають, що вона лише умовно передає будову молекули бензену.

ФІЗИЧНІ ВЛАСТИВОСТІ АРЕНІВ. Бензен — безбарвна рідина з характерним запахом, нерозчинна у воді й легша за неї. Він добре розчиняється в

різних органічних розчинниках, і сам є розчинником багатьох органічних речовин. Бензен — дуже токсична речовина, вдихання навіть незначної кількості парів якої викликає запаморочення й головний біль. За більш високої концентрації бензену в повітрі людина може втратити свідомість. Бензен здатний проникати через шкіру. Так само небезпечні для довкілля викиди підприємств і смог, до складу яких входить бензен. У роботі з бензеном необхідно неухильно дотримуватися правил безпеки, усі досліди проводити під витяжкою, уникати потрапляння на відкриті ділянки шкіри.

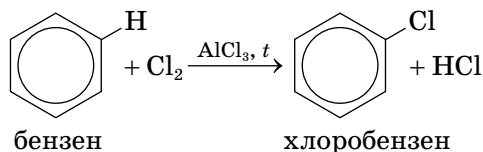
ХІМІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ БЕНЗЕНУ. Наявність особливого ароматичного хімічного зв'язку, в утворенні якого беруть участь відразу шість p -електронів, визначає хімічні властивості бензену та його гомологів.

Характерними для бензену є реакції, що відбуваються зі збереженням ароматичного зв'язку. Приклад — реакції заміщення атома Гідрогену атомом галогену.

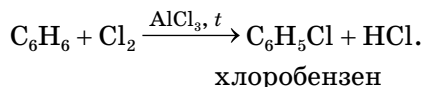
1. Реакції заміщення.

1.1. Галогенування. Ця реакція відбувається в присутності катализаторів.

Схема реакції хлорування бензену

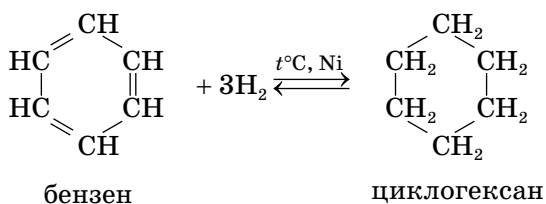


або

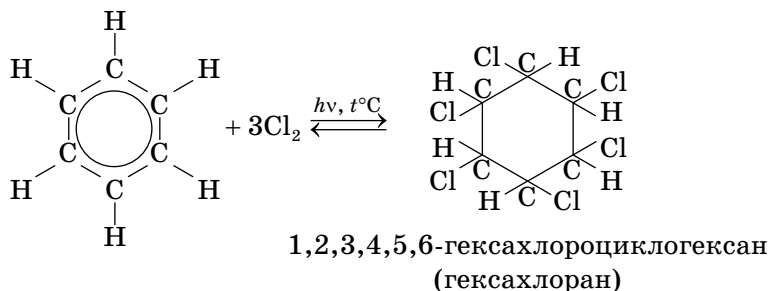


2. Реакції приєднання. Бензен вступає також у реакції приєднання, але важче, ніж алкени чи алкіни. У цих реакціях ароматичний зв'язок руйнується, внаслідок чого в молекулі з'являється шість (по одному біля кожного атома Карбону) неспарених електронів. Вони беруть участь в утворенні шести одинарних ковалентних хімічних зв'язків з атомами реагенту (водню чи галогену). Розглянемо це на прикладах.

2.1. Гідрування. Приєднання водню до бензену відбувається за підвищеної температури в присутності катализаторів.



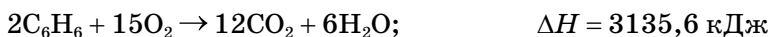
2.2. Приєднання галогенів. Як і приєднання водню, ця реакція відбувається за участю всіх атомів Карбону бензенового кільця завдяки розриву ароматичного зв'язку. Для її проведення реагенти опромінюють ультрафіолетом і нагрівають.



Хлорування бензену має практичне значення. Одержану речовину — гексахлоран — використовують у боротьбі з комахами (шкідниками полів і садів).

3. Окиснення бензену. Бензен стійкий до дії окисників і не знебарвлює розчин калій перманганату. Більш сильні окисники окиснюють його.

3.1. Горіння (повне окиснення) бензену. Бензен легкозаймистий на повітрі й згорає кіптявим полум'ям унаслідок високого вмісту Карбону в молекулі.



Проведіть обчислення та порівняйте вміст Карбону (у %) у гексані й бензені.

З повітрям і киснем бензен утворює вибухонебезпечні суміші.



Від будови молекули бензену залежать його властивості. У реакції заміщення він вступає легше, ніж алкани, у реакції приєднання — важче, ніж алкени.

Бензен використовують у виробництві пластмас, барвників, отрутохімікатів, лаків, вибухових речовин, синтетичних волокон, ліків та багатьох інших органічних речовин.



Сторінка ерудита

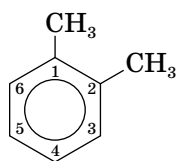
Назва аренів за систематичною номенклатурою складається з назви вуглеводневого замісника (префікс) і слова *бензен* (корінь).

$\text{C}_6\text{H}_5-\text{CH}_3$
метилбензен
(толуол)

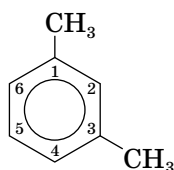
$\text{C}_6\text{H}_5-\text{C}_2\text{H}_5$
етилбензен

$\text{C}_6\text{H}_5-\text{C}_3\text{H}_7$
пропілбензен

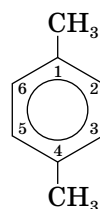
Якщо замісників два чи більше, положення кожного зазначають номером атома, з яким він зв'язаний. Нумерацію кільця проводять так, щоб локанти замісників були найменшими. Наприклад:



1,2-диметилбензен



1,3-диметилбензен



1,4-диметилбензен

Стисло про основне

- ✓ Бензен C_6H_6 — найпростіший представник вуглеводнів класу арени.
- ✓ Молекула бензену має особливий ковалентний хімічний зв'язок, утворений одночасним перекриванням електронних хмар шести p -електронів. Тому, незважаючи на різницю в кількісному складі молекул гексену й бензену, якісні реакції з бромною водою та розчином калій перманганату для бензену не властиві.
- ✓ Для бензену більш характерні реакції заміщення зі збереженням бензенного кільця, ніж приєднання з його розривом.

Знаємо, розуміємо

1. Назвіть молекулярну формулу бензену, напишіть відомі вам структурні формули цієї речовини.
2. Перелічіть фізичні й хімічні властивості бензену, про які ви довідалися з параграфу.
3. Які речовини є продуктами горіння, галогенування, гідрування бензену?

Застосовуємо

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

Вуглеводень

Клас речовин

1 Гексин

A Алкани

2 Гексен

B Арени

3 Бензен

B Алкіни

4 Гексан

Г Алкадієни

Д Алкени

2. Укажіть правильне твердження щодо фізичних властивостей бензену.

A важчий за воду

B темно-бурого кольору

B має специфічний запах

Г розчинний у воді

3. Проаналізуйте твердження.

I. Бензен і бутан мають однаковий якісний склад.

II. Гідрування бензену належить до реакцій розкладу.

III. Бензен — оксигеновмісна органічна речовина.

IV. Бензен — отруйна речовина.

Правильні з-поміж них лише...

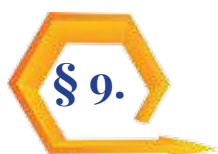
A і III

B і IV

B і III

Г і IV

4. Розташуйте речовини за збільшенням кількості атомів Гідрогену в молекулі.
А етен **Б** пропан **В** бензен **Г** етин
5. Обчисліть кількість теплоти, що виділяється в навколишнє середовище внаслідок згорання бензену кількістю речовини 6 моль.
6. Який об'єм вуглекислого газу виділиться внаслідок згорання достатньої кількості бензену в кисні об'ємом 300 л (н.у.)?
- 7*. Установіть причиново-наслідкові зв'язки між складом і будовою бензену.



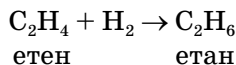
Добування і взаємозв'язок вуглеводнів

і Інформаційна довідка

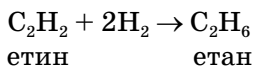
- Різні вуглеводні добувають у промислових масштабах з природного газу, нафти, кам'яного вугілля.
- Природний газ** на 80–98 % (залежить від родовища) складається з метану CH_4 . Решту становлять етан C_2H_6 , пропан C_3H_8 , бутан C_4H_{10} та деякі інші речовини.
- Нафта** — природне джерело рідких вуглеводнів, цінна сировина для виробництва багатьох речовин. Наприклад, перегонкою нафти одержують суміші вуглеводнів, відомі вам з 9 класу, — бензин, лігроїн, гас, газойль.
- Кам'яне вугілля** — природна суміш вуглецю (майже 10 %), органічних сполук складної будови (майже 80 %), води та неорганічних домішок. Його переробкою отримують сотні речовин, зокрема метан та етен.

ДОБУВАННЯ АЛКАНІВ.

1. Гідрування алкенів.

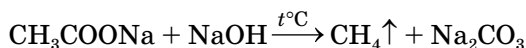


2. Гідрування алкінів.



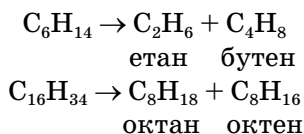
Ці два способи не використовують для промислового добування алканів, оскільки існують природні джерела вуглеводнів.

3. У шкільній лабораторії *метан можна добути з натрій етаноату* CH_3COONa .



4. Крекінг алканів.

Цим способом добувають алкани з коротшим карбоновим ланцюгом, ніж у реагенту:

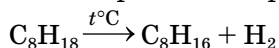


Як бачимо з цих рівнянь реакцій, ще одним продуктом крекінгу є алкени.

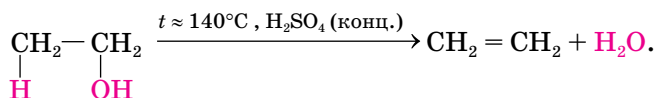
ДОБУВАННЯ АЛКЕНІВ (НА ПРИКЛАДІ ЕТЕНУ). У природі алкени трапляються рідко і в невеликій кількості (наприклад, у складі нафти). Для промислових потреб використовують різні способи добування алкенів.

1. Розглянутий приклад *крекінгу алканів*, що є у складі нафти (див. приклад 4 добування алканів), є одночасно й способом добування алкенів.

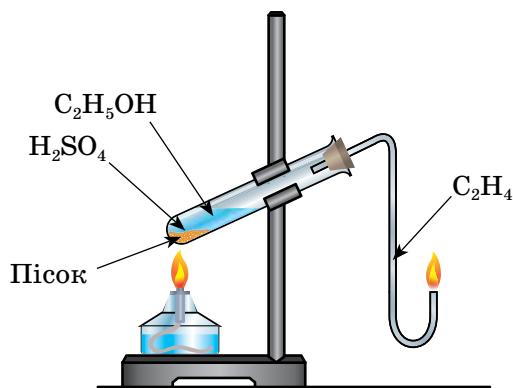
2. *Дегідрування алканів* за нагрівання в присутності каталізатора:



3. *Дегідратація спиртів* (відщеплення води) за температури близько 140 °С у присутності концентрованої сульфатної кислоти:



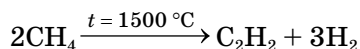
Таким способом можна одержати етен в лабораторії (мал. 13).



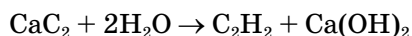
Мал. 13 Добування і спалювання етену в лабораторії

ДОБУВАННЯ ЕТИНУ. За відсутності природних джерел етину потреби промисловості в цій речовині забезпечують дегідруванням (термічним розкладом) метану та гідролізом кальцій ацетиленіду (кальцій карбіду) CaC_2 .

1. *Дегідрування метану.*



2. *Гідроліз кальцій ацетиленіду CaC_2 .*

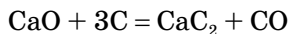


Реакція відбувається швидко за звичайних умов. І все ж промислове добування етину цим способом економічно менш вигідне, ніж із метану, через відсутність покладів кальцій ацетиленіду у природі. Щоб його одер-

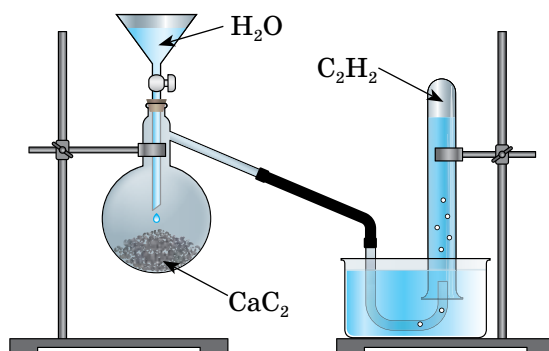
жати, спершу за температури близько 1000 °С проводять термічний розклад кальцій карбонату (природною сировиною служить вапняк):



Утворений кальцій оксид CaO за температури близько 2000 °С сплавляють з коксом:



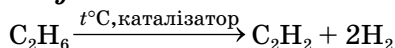
У шкільній лабораторії етин теж добувають з кальцій ацетиленіду (мал. 14).



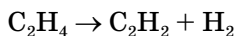
Мал. 14 Добування етину

Поміркуйте, чи вигідно у промислових масштабах добувати етин способом дегідрування етену.

3. Дегідрування етану.



4. Дегідрування етену.

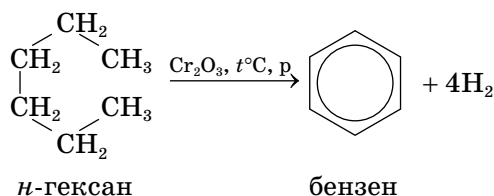


ДОБУВАННЯ БЕНЗЕНУ. Для промислових потреб бензен та його гомологи добувають з кам'яного вугілля та нафти.

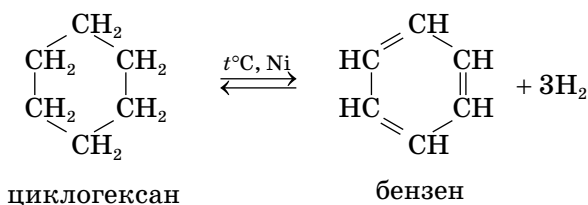
1. Коксування кам'яного вугілля.

Одним із продуктів коксування вугілля (термічного його розкладу без доступу повітря за температури 1000 °С близько 10 годин) є кам'яновугільна смола, до складу якої входять бензен та його гомологи.

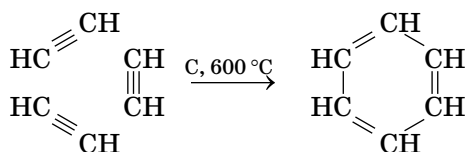
2. Дегідрування та циклізація (дегідроциклізація) алканів у присутності каталізатора.



3. Дегідрування циклоалканів.



4. Тримеризація етину над активованим вугіллям.

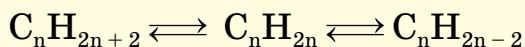


Вуглеводні здебільшого застосовують для одержання енергії та як сировину для добування багатьох органічних речовин. Сучасні будівельні й конструкційні матеріали, одяг, взуття, ліки, гума, штучна шкіра, синтетичні волокна й багато інших речовин та матеріалів виробляють з вуглеводневої сировини.

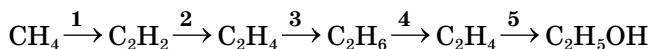
ВЗАЄМОЗВ'ЯЗОК МІЖ ВУГЛЕВОДНЯМИ. Зверніть увагу, що в реакціях добування вуглеводнів реагентами були представники інших класів вуглеводнів. Це доводить взаємозв'язок і можливі перетворення одних вуглеводнів на інші.

Взаємозв'язок алканів, алкенів, алкінів можна зобразити схематично:

алкан \rightleftharpoons алкен \rightleftharpoons алкін.



Знання хімічних властивостей вуглеводнів, способів їх добування, взаємозв'язку між класами дають змогу складати рівняння реакцій за схемами перетворень, наприклад:



1. $2\text{CH}_4 \rightarrow \text{C}_2\text{H}_2 + 3\text{H}_2$
2. $\text{C}_2\text{H}_2 + \text{H}_2 \rightarrow \text{C}_2\text{H}_4$
3. $\text{C}_2\text{H}_4 + \text{H}_2 \rightarrow \text{C}_2\text{H}_6$
4. $\text{C}_2\text{H}_6 \rightarrow \text{C}_2\text{H}_4 + \text{H}_2$
5. $\text{C}_2\text{H}_4 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$



Стисло про основне

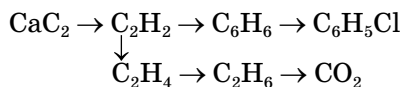
- ✓ Ненасичені й циклічні сполуки можна добувати дегідруванням алканів.
- ✓ Насичені вуглеводні добувають гідруванням ненасичених вуглеводнів.
- ✓ У лабораторії етен добувають з етанолу, етин — з кальцій ацетиленіду.
- ✓ Між гомологічними рядами вуглеводнів існують взаємозв'язки.

Знаємо, розуміємо

1. Схарактеризуйте способи одержання алканів, етену, етину, бензену.
2. Як змінюються хімічні зв'язки між атомами Карбону за перетворення: а) етану на етен; б) етину на етан?

Застосовуємо

1. Складіть схему взаємозв'язків між різними класами вуглеводнів, скориставшись їхніми загальними формулами.
2. Складіть рівняння реакцій, що відбуваються за схемою:



3. Гідруванням етину можна добути етан. Чи вистачить 100 л водню для одержання 100 л етану, якщо всі виміри зроблено за однакових умов? Який об'єм водню (н.у.) прореагує з етином масою 130 г, якщо продуктом реакції є етен?



Працюємо з медійними джерелами

Виконайте навчальні проекти (кожна група свій), що стосуються застосування вуглеводнів різних класів. Підготуйте цікаві презентаційні матеріали, зробіть колекції, фотографії тощо.

Поцікавтеся професіями людей, які працюють на заводах з переробки вуглеводневої сировини та виробництва з неї інших речовин.



Виконання завдань різної складності

Виконання запропонованих у параграфі завдань, допоможе вам перевірити особисті результати формування хімічної компетентності з теми «Вуглеводні».

Завдання 1.

Укажіть, скільки названих речовин належать до алканів: циклобутан, *n*-нонан, 2,2-диметилпропан, 3-етилпент-1-ен.

А одна

Б дві

В три

Г чотири

Завдання 2.

Масова частка Карбону найбільша в...

А метану

Б етену

В бензену

Г бутану

Завдання 3.

У переліку речовин: *n*-нонан, пент-2-ен, пропін, 2-метилпропан, 3-етил-2-метилгексан, бензен, 3,3-диметилпент-1-ен переважають...

А алкани

Б алкени

В алкіни

Г арили

Завдання 4.

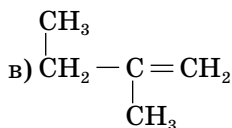
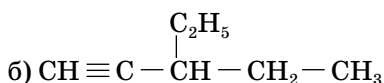
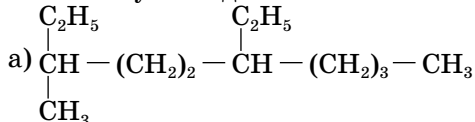
Складіть структурні формули вуглеводнів:

а) 3,4-диметилгекс-2-ен;

б) 3-етил-4-пропілгепт-1-ин.

Завдання 5.

Назвіть вуглеводні за систематичною номенклатурою:



Завдання 6.

Установіть відповідність між формулою речовини і класом сполук, до якого вона належить.

Речовина

1 2,3,3-триметилгексан

2 бут-1-ин

3 пропен

4 бензен

Клас сполук

А арили

Б алкіни

В алкани

Г алкени

Д дієни

Завдання 7.

Укажіть, скільки речовин відповідає молекулярній формулі C_6H_{14} .

- А три Б чотири В п'ять Г шість

Завдання 8.

Укажіть рядок, у якому зазначені назви речовин, обидві з яких знебарвлюють бромну воду.

- А метан і етан В бензен і етин
Б етен і пропан Г етин і етен

Завдання 9.

Укажіть формулу ненасиченого вуглеводню.

- А C_6H_6 В C_6H_{14}
Б C_2H_6 Г C_2H_2

Завдання 10.

Розташуйте вуглеводні за збільшенням відносної густини за повітрям.

- А 2-метилпропан В пропін
Б пропан Г пропен

Завдання 11.

У рівнянні реакції горіння гептану коефіцієнт перед киснем дорівнює...

- А 9 Б 11 В 13 Г 15

Завдання 12.

Розташуйте речовини за збільшенням суми всіх коефіцієнтів у рівнянні реакції горіння.

- А метан В бут-2-ин
Б етан Г етен

Завдання 13.

Виведіть молекулярну формулу вуглеводню, масова частка Карбону в якому дорівнює 85,71 %, а маса 1 л (н. у.) становить 1,12 г.

Завдання 14.

Густина парів вуглеводню за киснем дорівнює 2,44. Виведіть його молекулярну формулу якщо масова частка Карбону в ньому становить 92,31 %.

Завдання 15.

Виведіть молекулярну формулу вуглеводню, густина парів якого за повітрям дорівнює 3,19, а масові частки елементів у сполуці такі: 51,89 % Карбону, 38,38 % Хлору, 9,73 % Гідрогену.

Завдання 16.

Чи вистачить води кількістю речовини 4 моль для гідратації етену об'ємом 112 л (н.у.)? Відповідь підтвердіть обчисленнями.

Завдання 17.

Обчисліть масу продукту реакції етину об'ємом 44,8 л (н.у.) з надлишком броду.

Завдання 18.

Який об'єм хлору (н.у.) необхідний для добування тетрахлорометану кількістю речовини 4 моль?

Завдання 19.

На повне гідрування якої речовини витратиться більший об'єм водню (н.у.): а) етину масою 130 г; б) пропену об'ємом 112 л?

Завдання 20.

Який об'єм етину (н. у.) можна добути із кальцій карбїду масою 19,2 г? Який об'єм метану знадобиться для добування цього самого об'єму етину (н. у.)?

Завдання 21.

Обчисліть масову частку етину у складі суміші з воднем, якщо після реакції гідрування її об'єм зменшився на 40 л, а водень прореагував повністю.

Завдання 22.

Алкен масою 4,2 г приєднав хлор масою 7,1 г. Назвіть алкен.

Завдання 23.

Етан-етенова суміш об'ємом 1344 л згорає без залишку у кисні об'ємом 4368 л. Обчисліть об'ємний склад суміші, якщо всі виміри проведено за однакових умов.

Завдання 24.

Який об'єм вуглекислого газу утвориться внаслідок спалювання суміші метану з етаном об'ємом 100 л, об'ємна частка етану в якій дорівнює 20 %? Усі виміри зроблено за однакових умов.

Завдання 25.

Де найбільше молекул:

- а) у порції метану об'ємом 112 л (н. у.);
- б) у порції етену кількістю речовини 5 моль;
- в) у порції етину масою 130 г?

Оксигеновмісні органічні сполуки



У цій темі ви ознайомитесь із такою інформацією про оксигеновмісні речовини:

- ◆ класифікація оксигеновмісних органічних сполук, склад і будова їхніх молекул, ізомерія й систематична номенклатура, фізичні та хімічні властивості;
- ◆ добування й застосування оксигеновмісних органічних речовин.

Після засвоєння матеріалу теми ви зможете:

- ◆ **називати** загальні формули, характеристичні (функціональні) групи оксигеновмісних речовин;
- ◆ **наводити** приклади спиртів, альдегідів, карбонових кислот, естерів, вуглеводів; складати назви оксигеновмісних органічних сполук за систематичною номенклатурою;
- ◆ **пояснювати** вплив характеристичної (функціональної) групи на фізичні і хімічні властивості оксигеновмісних органічних сполук;
- ◆ **наводити** приклади поширення оксигеновмісних органічних сполук у природі та харчових продуктах;
- ◆ **складати** молекулярні і структурні формули оксигеновмісних сполук; рівняння реакцій, які описують хімічні властивості вивчених речовин;
- ◆ **розрізняти** насичені й ненасичені жири, моно-, ди-, полісахариди; реакції естерифікації;
- ◆ **класифікувати** оксигеновмісні органічні сполуки за характеристичними групами; порівнювати будову і властивості сполук з різними характеристичними групами;
- ◆ **установлювати** генетичні зв'язки між оксигеновмісними органічними сполуками;
- ◆ **виявляти** альдегіди, карбонові кислоти, глюкозу;
- ◆ **прогнозувати** хімічні властивості оксигеновмісних органічних сполук на основі знань про властивості характеристичних (функціональних) груп;
- ◆ **установлювати** причиново-наслідкові зв'язки між складом, будовою, властивостями, застосуванням і впливом на довкілля оксигеновмісних органічних сполук;
- ◆ **обчислювати** за хімічними рівняннями кількість речовини, масу або об'єм за кількістю речовини, масою або об'ємом реагенту, що містить певну частку домішок, обґрунтовуючи обраний спосіб розв'язання;
- ◆ **розв'язувати** експериментальні задачі, обґрунтовуючи обраний спосіб розв'язання;
- ◆ **висловлювати судження** щодо впливу продуктів органічного синтезу на здоров'я людини й екологічний стан довкілля.



Спирти

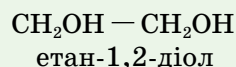
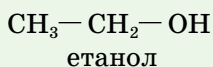
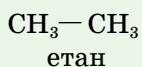


Інформаційна довідка

- Органічні сполуки, молекули яких містять Оксиген, об'єднали у групу оксигеновмісних органічних сполук; спирти — один із класів цих сполук.
- Спільною ознакою спиртів є наявність однієї чи кількох характеристичних груп атомів OH (гідроксильна група) у молекулі. Ця група атомів одновалентна.
- Вам уже відомі окремі представники спиртів: метанол CH_3OH , етанол $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$, молекули яких мають по одній гідроксильній групі, а також гліцерол $\text{C}_3\text{H}_5(\text{OH})_3$, молекула якого містить три гідроксильні групи.
- Метанол і етанол — отруйні й дуже небезпечні для людини речовини.

ПОНЯТТЯ ПРО ХАРАКТЕРИСТИЧНУ ГРУПУ. Вивчаючи оксигеновмісні й нітрогеновмісні речовини, ми будемо зважати на наявність у складі їхніх молекул характеристичних (функціональних) груп атомів. Завдяки їм речовини одного класу виявляють спільні хімічні властивості.

Гідроксильна група OH — один зі складників молекул спиртів. Другим складником є вуглеводневий замісник. Тож спирти можна розглядати як похідні вуглеводнів, молекули яких складаються з вуглеводневого замісника й однієї або кількох гідроксильних груп, сполучених з ним, наприклад:



Залежно від кількості характеристичних гідроксильних груп OH у молекулі спирти поділяють на *одноатомні* й *багатоатомні* (інколи з уточненням: двохатомні, трьохатомні тощо).

Спирти — органічні сполуки, що містять одну або кілька характеристичних (функціональних) гідроксильних груп OH, сполучених з вуглеводневим замісником.

ЗАГАЛЬНА ФОРМУЛА ТА ГОМОЛОГІЧНИЙ РЯД НАСИЧЕНИХ ОДНОАТОМНИХ СПИРТІВ. З назви легко зрозуміти, що це оксигеновмісні речовини, молекули яких складаються з вуглеводневого замісника, яким є залишок алкану, й однієї характеристичної гідроксильної групи OH.

Загальна формула насичених одноатомних спиртів $\text{C}_n\text{H}_{2n+1}\text{OH}$ або $\text{R}-\text{OH}$. Метанол CH_3OH , етанол $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ — їх представники.

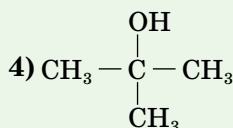
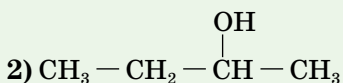
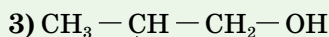
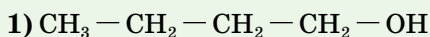
У наведених прикладах назви спиртів утворені від назв відповідних алканів з додаванням суфікса **-ол**. Так само утворюють назви інших насичених одноатомних спиртів з карбоновим ланцюгом нерозгалуженої будови, зазначаючи в ній локант характеристичної групи.

Працюйте групами

1. Користуючись загальною формулою насичених одноатомних спиртів, запишіть молекулярні формули перших десяти представників цього гомологічного ряду й назвіть їх.
2. Складіть структурні формули першого, другого і третього членів гомологічного ряду насичених одноатомних спиртів.
3. З'ясуйте, однакова чи різна кількість атомів Карбону у вуглеводневих залишках спиртів і відповідних їм алканів.

ІЗОМЕРІЯ І СТРУКТУРНІ ФОРМУЛИ НАСИЧЕНИХ ОДНОАТОМНИХ СПИРТІВ. Ізомерія насичених одноатомних спиртів зумовлена порядком сполучення атомів Карбону та місцем розташування характеристичної групи в молекулі.

Розглянемо це на прикладі напівструктурних формул насиченого одноатомного спирту з молекулярною формулою C_4H_9OH .



Як бачимо, існує чотири ізомерних насичених одноатомних спирти з вуглеводневим замісником C_4H_9- , тоді як у бутану C_4H_{10} — два ізомери.

НОМЕНКЛАТУРА НАСИЧЕНИХ ОДНОАТОМНИХ СПИРТІВ. За систематичною номенклатурою назви насичених одноатомних спиртів складають із дотриманням наведених нижче правил.

1. Обирають головний ланцюг — найдовший карбоновий ланцюг з характеристичною групою OH .

2. Нумерують головний ланцюг за принципом найменших локантів для характеристичної групи.

3. Визначають локанти й назви замісників, якщо вони наявні в головному ланцюзі.

4. Складають повну назву спирту, записуючи її в такій послідовності:

Локанти
замісника (-ів)

назва
замісника (-ів)

назва
алкану

локант групи OH
і суфікс **-ол**

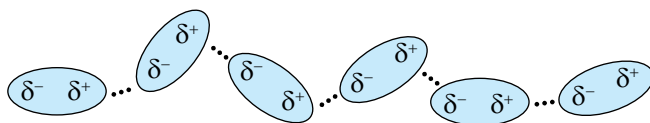
Примітка. Локант характеристичної групи, як і локант подвійного чи потрійного зв'язків у назвах ненасичених вуглеводнів, виділяють дефісами.

За цими правилами речовина з напівструктурною формулою 1) (с. 72) має назву *бутан-1-ол*, а з формулою 4) — *2-метилпропан-2-ол*.



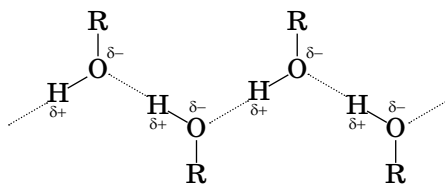
Складіть самостійно назви речовин з напівструктурними формулами 2) і 3).

ВОДНЕВИЙ ЗВ'ЯЗОК, ЙОГО ВПЛИВ НА ФІЗИЧНІ ВЛАСТИВОСТІ СПИРТІВ. Серед спиртів немає газів. Пояснюється це наявністю водневого зв'язку між молекулами спирту. Пригадайте з 9 класу, що цей вид зв'язку існує між дипольними молекулами води, чим і зумовлений її рідкий агрегатний стан за кімнатної температури (мал. 15).



Мал. 15 Схема утворення водневого зв'язку між молекулами води

Водневий зв'язок між молекулами води утворюється внаслідок сил притягання між атомом Гідрогену (має частковий позитивний заряд δ^+) однієї молекули й атомом Оксигену іншої, що має частковий негативний заряд δ^- і дві неподілені з іншими атомами електронні пари. Як вам відомо, електронегативність Гідрогену незначна, тоді як Оксиген — «чемпіон» з електронегативності (друге місце після Флуору). Тому в характеристичній гідроксильній групі OH спільна електронна пара між атомами Гідрогену й Оксигену, зміщена до Оксигену. Внаслідок цього на атомі Оксигену виникає частковий негативний заряд, а на атомі Гідрогену — частковий позитивний. Взаємне притягання різнойменних часткових зарядів двох молекул спирту забезпечує утворення міжмолекулярного водневого зв'язку (мал. 16).



Мал. 16 Схема утворення міжмолекулярного водневого зв'язку в спиртах

ФІЗИЧНІ ВЛАСТИВОСТІ. Спирти суттєво відрізняються від вуглеводнів за властивостями через наявність у їхніх молекулах характеристичної групи OH, а між молекулами — водневого зв'язку.

Так, насичені одноатомні спирти від C_1 до C_{10} за звичайних умов мають рідкий агрегатний стан і специфічний запах. Усі інші насичені одноатомні спирти — тверді речовини без запаху.

Густина спиртів менша від одиниці, тобто вони легші за воду. Наявність водневих зв'язків сприяє розчинності спиртів у воді, тоді як усі алкани — в ній нерозчинні.

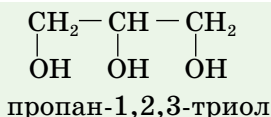
Асоціація молекул спиртів за рахунок виникнення водневих зв'язків є причиною того, що навіть нижчі спирти — рідини з порівняно високою температурою кипіння.

Порівняйте: температура кипіння етану дорівнює $-88,3\text{ }^{\circ}\text{C}$, а етанолу $+78,5\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Здатність спиртів розчинятися у воді зменшується зі збільшенням вуглеводневого замісника. Так спирти від C_1 до C_3 змішуються з водою в будь-яких відношеннях, спирти від C_4 до C_{10} погано розчиняються у воді.

ПОНЯТТЯ ПРО БАГАТОАТОМНІ СПИРТИ НА ПРИКЛАДІ ГЛІЦЕРОЛУ.

Ця речовина вам відома з хімії та біології 9 класу. За складом молекул гліцерол належить до насичених трьохатомних спиртів. Його карбоновий ланцюг утворений пропаном, у молекулі якого три атоми Гідрогену заміщені на три характеристичні гідроксильні групи OH . Важливо те, що біля одного атома Карбону (через малі розміри його радіуса) може втримуватися лише одна гідроксильна група. Тому характеристичні групи в молекулі гліцеролу розташовані біля різних атомів Карбону.



Гліцерол — в'язка, безбарвна, солодкувата на смак, добре розчинна у воді рідина. Поглинає вологу з повітря (до 40 % за масою), тому гліцерол зберігають у щільно закритих ємкостях.

Стисло про основне

- ✓ Спирти — похідні вуглеводнів, молекули яких містять одну або кілька характеристичних гідроксильних груп — OH .
- ✓ За кількістю гідроксильних груп спирти поділяють на одноатомні (одна характеристична група) та багатоатомні (дві та більше характеристичних груп).
- ✓ Систематична номенклатура спиртів ураховує будову карбонового ланцюга й місце розташування характеристичної групи в ньому.
- ✓ Властивості спиртів зумовлені наявністю характеристичної групи OH і міжмолекулярного водневого зв'язку.
- ✓ Відсутність серед спиртів газоподібних речовин, розчинність перших представників гомологічного ряду спиртів у воді — наслідок впливу міжмолекулярного водневого зв'язку.

1. Дайте визначення спиртів, назвіть їх характеристичну групу.
2. Наведіть приклади насичених одноатомних спиртів, запишіть їх загальну формулу.
3. Назвіть відому вам класифікацію спиртів, наведіть приклади речовин.
4. Поясніть утворення водневого зв'язку між молекулами спирту.

Застосовуємо

1. Рідкий агрегатний стан етанолу за звичайних умов зумовлений його...

А кількісним складом **В** водневим зв'язком
Б якісним складом **Г** ковалентним зв'язком

2. Установіть відповідність між формулами та назвами речовин.

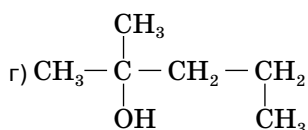
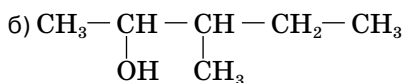
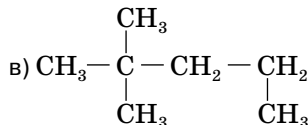
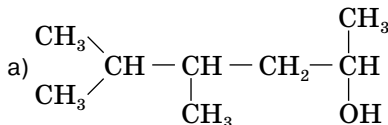
Формула	Назва
1 $\text{CH}_3\text{—OH}$	А пропанол
2 $\text{C}_3\text{H}_5(\text{OH})_3$	Б пропен
3 C_2H_6	В метанол
4 C_3H_6	Г гліцерол
	Д етан

3. Однакова чи різна кількість атомів Карбону в молекулах:

а) гептан-1-олу;
 б) 2,3,3-триметилбутан-1-олу;
 в) 3,4-диметилпентан-2-олу?

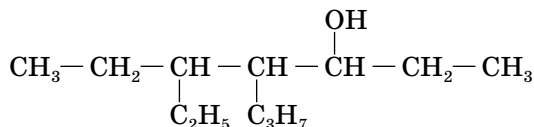
4. Порівняйте масові частки Карбону в метані й метанолі.

5. Назвіть за систематичною номенклатурою речовини, формули яких:



6. Складіть структурну формулу 4-етил-3-метилгексан-2-олу.

7. Знайдіть і виправте помилки в назві спирту: 5-пропіл-4-етилгептан-2-ол, який має таку структурну формулу.



- 8*. Однакову з етанолом молекулярну формулу має органічна речовина диметилловий етер. Він газоподібний, погано розчинний у воді. Спробуйте пояснити ці відмінності.

§ 12.

Хімічні властивості та добування насичених одноатомних спиртів

Завдяки наявності характеристичної групи ОН, полярних зв'язків між атомом Оксигену і Карбону, Оксигену і Гідрогену спирти легко вступають у різні хімічні реакції.

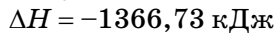
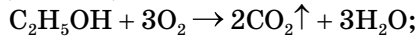


Мал. 17 Горіння етанолу

ХІМІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ ЕТАНОЛУ

1. Повне окиснення, або горіння.

Етанол — легкозаймиста речовина, згорає швидко, синім полум'ям з виділенням теплоти (мал. 17).

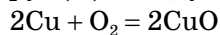


2. Часткове окиснення.

Продуктом часткового окиснення етанолу є альдегід (вивченню альдегідів присвячений § 15).

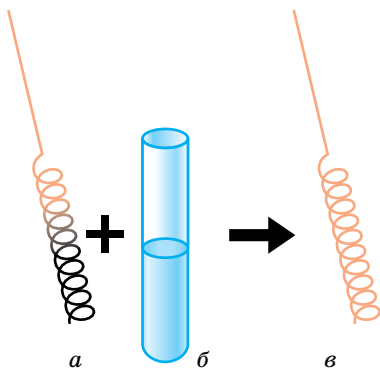
Окиснення етанолу калій перманганатом відбувається за кімнатної температури. Якщо окисником буде купрум(II) оксид, то потрібно нагрівання.

Як вам відомо, купрум(II) оксид має чорний колір, а мідь — рожево-червоний. Для проведення реакції у пробірку наливають етанол (мал. 18, б). Беруть мідну дротину, скручують у вигляді спіралі й прожарюють на полум'ї. Вона стає чорного кольору (мал. 18, а), оскільки відбувається окиснення міді й спіраль покривається тонким шаром купрум(II) оксиду:

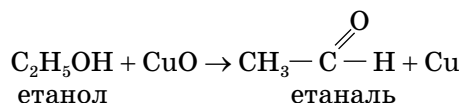


мідь купрум(II)
 оксид

Не охолоджуючи, спіраль обережно опускають у пробірку зі спиртом й відразу чорний колір зникає, а розчин у пробірці залишається прозорим (мал. 18, в). Видимих змін із вмістом пробірки не спостерігається, проте з'являється запах, відмінний від запаху етанолу. Зміна кольору і запаху свідчать про перебіг хімічної реакції:



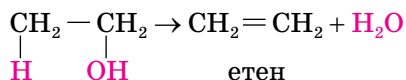
Мал. 18 Окиснення етанолу купрум(II) оксидом



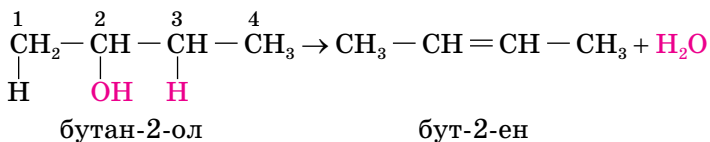
3. Дегідратація.

Насиченим одноатомним спиртам властиві два види дегідратації (відщеплення води) — *внутрішньомолекулярна* й *міжмолекулярна*.

Внутрішньомолекулярна дегідратація відбувається в присутності концентрованої сульфатної кислоти і за нагрівання вище 140 °С:

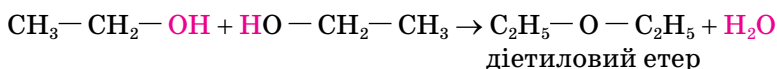


У тих випадках, коли можливі два напрями внутрішньомолекулярної дегідратації, Гідроген відщеплюється від менш гідрогенізованого атома Карбону. Наприклад, під час дегідратації бутан-2-олу Гідроген відщеплюється від Карбону з локантом 3, а не 1.



Міжмолекулярна дегідратація. Відщеплення води відбувається від двох молекул спирту за температури 130–140 °С. Утворюється оксигеновмісна органічна речовина класу *етерів* (*простих ефірів*).

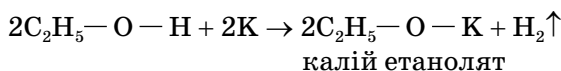
Етерами (простими ефірами) називають органічні речовини, у молекулах яких два вуглеводневі залишки сполучені між собою атомом Оксигену. Загальна формула етерів $\text{R} - \text{O} - \text{R}'$, де R і R' можуть бути різного або однакового складу.



За сучасною номенклатурою назва цього етеру — **етоксиетан**.

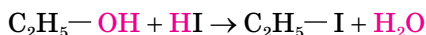
4. Взаємодія з активними металами.

Насичені одноатомні спирти реагують з активними металами (наприклад, натрієм Na, калієм K):



5. Взаємодія з гідроген галогенідами.

Спирти легко реагують з гідроген галогенідами. Ця реакція відрізняється від попередньої тим, що на атом галогену заміщується характеристична група OH. Реакція каталізується концентрованою сульфатною кислотою H_2SO_4 і найактивніше відбувається з гідроген йодидом.

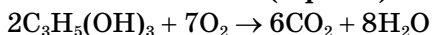


6*. Взаємодія з кислотами.

Спирти вступають у реакції з неорганічними й органічними кислотами, утворюючи *естери* (складні ефіри). Про це ви дізнаєтесь, вивчаючи хімічні властивості карбонових кислот (§ 82).

ХІМІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ ГЛІЦЕРОЛУ

1. Повне окиснення (горіння). Його продуктами є вуглекислий газ і вода.



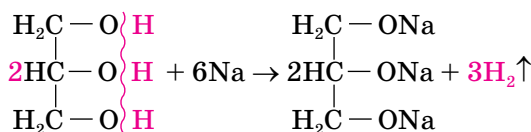
Порівняйте малюнок 19 з малюнком 17, що на сторінці 76, (горіння етанолу) і спробуйте пояснити, чому забарвлення полум'я різне.



Мал. 19 Горіння гліцеролу

2. Взаємодія з лужними металами.

Реакція відбувається аналогічно насиченим одноатомним спиртам. Заміщуватись можуть від одного до трьох атомів Гідрогену гідроксильних груп.



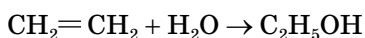
Повне окиснення, взаємодія з лужними металами — спільні властивості гліцеролу з насиченими одноатомними спиртами. Однак наявність трьох характеристичних груп впливає на властивості гліцеролу. На відміну від пропанолу чи інших насичених одноатомних спиртів, він взаємодіє із свіжоодержаним купрум(II) гідроксидом. Цю якісну реакцію на гліцерол ви розглядали й виконували в 9 класі.

Якісною реакцією на гліцерол і багатоатомні спирти є взаємодія із свіжоодержаним осадом купрум(II) гідроксиду. Блакитний осад зникає, натомість з'являється інтенсивно синє забарвлення рідини.

ДОБУВАННЯ ЕТАНОЛУ. Існують різні способи добування етанолу.

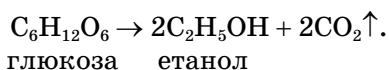
1. Гідратація етену.

Це промисловий спосіб одержання етанолу. Реакцію проводять за температури 300 °С і тиску 7 МПа за участю каталізатора ортофосфатної кислоти.



2. Спиртове бродіння глюкози.

Це також промисловий спосіб виробництва етанолу. Реагент для бродіння отримують з різної сировини (залежить від подальшого використання етанолу). Для технічних цілей сировиною служить деревина, для харчових і медичних — харчова сировина (зерно пшениці, кукурудзи, плоди винограду тощо). Добування етанолу з харчової сировини — це біохімічна реакція (мал. 20), для якої потрібні дріжджі (одноклітинні гриби). Під впливом ферментів, які виділяють дріжджі, відбувається реакція:



Спиртове бродіння — процес анаеробний, за наявності кисню він пригнічується.



Мал. 20

Бродіння глюкози в лабораторних умовах

Сторінка ерудита



Упродовж десятиріч спирти використовують у різних галузях. Відносно новим є використання метанолу й етанолу як автомобільного палива. Як вам відомо з географії, нафта, газ, вугілля — невідновні джерела енергії. З роками їх стає менше, а потреби в них, навпаки, зростають. Тож закономірно, що нині актуальності набуває спиртова паливна енергетика. Сировинною базою для неї є солома, кукурудзяні відходи, відходи деревообробної промисловості (тирса) тощо.

Сучасні технології дають змогу збагачувати бензин на 5–15 % метанолом. Він, як і етанол, підвищує детонаційну стійкість бензину (опірність його суміші з повітрям вибуховому самозайманню за стиснення), має високу теплоту згорання і не призводить до забруднення навколишнього середовища. Тому в ряді країн ці технології набувають поширення.

Стисло про основне



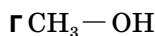
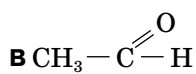
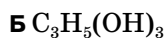
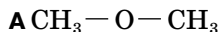
- ✓ Насичені одноатомні спирти — хімічно активні речовини. Вони вступають у реакції окиснення (повного й часткового), взаємодіють з активними металами й іншими речовинами.
- ✓ Наявність трьох характеристичних груп у молекулі гліцеролу впливає на його хімічні властивості: на відміну від етанолу, він реагує з купрум(II) гідроксидом (якісна реакція на гліцерол та інші багатоатомні спирти).
- ✓ Етанол виробляють у промислових масштабах. Для його добування використовують нехарчову й харчову сировину.

Знаємо, розуміємо

1. Дайте характеристику хімічних властивостей одноатомних насичених спиртів.
2. Які хімічні властивості гліцеролу вам відомі?
3. У чому полягає суть добування етанолу реакцією бродіння? Як ще добувають етанол?

Застосовуємо

1. Укажіть формулу насиченого одноатомного спирту.



2. Установіть відповідність між речовиною та класифікаційною ознакою.

Речовина

Класифікаційна ознака

1 етан

A ненасичений вуглеводень

2 гліцерол

B насичений вуглеводень

3 етанол

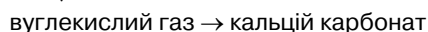
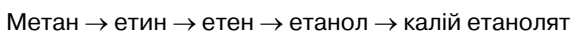
B багатоатомний спирт

4 хлороетан

Г галогенопохідне алкану

Д одноатомний спирт

3. Складіть рівняння реакцій за схемою перетворень.



4. Етанол добували: а) з етену об'ємом 112 л (н.у.); б) із глюкози масою 360 г. У якому з дослідів добуто більше етанолу?

5. У якому випадку виділиться більший об'єм водню (н. у.):

а) під час взаємодії натрію з етанолом масою 9,2 г;

б) під час взаємодії натрію з гліцеролом масою 9,2 г.

Відповідь підтвердьте розрахунком.

6. Окисненням етанолу купрум(II) оксидом добули етаналь кількістю речовини 4 моль. Обчисліть масу етанолу, що прореагував.

- 7*. Під час взаємодії насиченого одноатомного спирту масою 40,8 г з надлишком натрію виділився водень об'ємом 4,48 л (н.у.). Виведіть молекулярну формулу цього спирту.







Працюємо з медійними джерелами

Користуючись різними інформаційними джерелами, дізнайтеся більше про використання спиртів.



Обчислення за хімічними рівняннями кількості речовини, маси або об'єму продукту реакції, реагент якої містить певну частку домішок

i Інформаційна довідка

-  **Суміш** — система, що складається з кількох компонентів.
-  Компонентами суміші речовин є окремі речовини, до яких ще застосовують терміни *основна речовина* і *домішки*.
-  Між структурними частинками компонентів суміші відсутні хімічні зв'язки, тому індивідуальні властивості речовин у складі суміші за конкретних умов зберігаються протягом тривалого часу.
-  Із суміші компоненти можна виділити фізичними методами.

Під основною речовиною суміші розуміють деяку чисту речовину. Вам відомо, що чиста речовина не містить інших структурних частинок, окрім тих, з яких вона складається. Проте у природі, техніці, побуті чистих речовин не знайти, бо завжди присутній певний відсоток домішок.

Домішками називають речовини, які відмінні за складом і властивостями від основної речовини, з якою вони входять до складу суміші.

Маса суміші дорівнює сумі мас основної речовини і домішок:

$$m_1 \text{ (основної речовини)} + m_2 \text{ (домішок)} = m_3 \text{ (суміші)}.$$

Звідси, маса домішок дорівнює різниці мас суміші й основної речовини:

$$m_2 \text{ (домішок)} = m_3 \text{ (суміші)} - m_1 \text{ (основної речовини)}.$$

Уміст домішок визначають у частках одиниці або у відсотках. Тобто

$$\omega \text{ чистої речовини} + \omega \text{ домішок} = 1 \text{ або } 100 \%,$$

де ω — масова частка.

Звідси $\omega \text{ домішок} = 1 \text{ (100 \%)} - \omega \text{ (}\omega \text{ \%)} \text{ чистої речовини}$.

Домішки — своєрідний баласт, що не бере участі в реакції, яка відбувається з основною речовиною. Через це вихід продукту реакції залежить лише від умісту основної речовини. Тому, розв'язуючи задачі, за умовами яких реагент містить домішки, виконують математичні дії в такій послідовності:

— за відомою масовою часткою домішок обчислюють їх масу чи об'єм (для газоподібних сумішей);

— обчислену масу чи об'єм домішок віднімають від загальної маси чи об'єму суміші;

— обчислюють кількість речовини, масу або об'єм основної речовини (реагенту).

Після цього здійснюють обчислення за хімічними рівняннями кількості речовини, маси або об'єму продуктів реакції за кількістю речовини, масою або об'ємом основної речовини.

Розглянемо приклад.

Задача.

Обчисліть кількість речовини, об'єм (н.у.) і масу етену, який можна добути з етанолу масою 1 кг, уміст домішок у якому дорівнює 8 %.

Дано:

m етанолу = 1 кг або 1000 г

ω домішок = 8 % або 0,08

ν етену — ?

V етену — ?

m етену — ?

Розв'язання

1. Обчислимо масу основної речовини (етанолу) в суміші масою 1 кг.

Обчислення можна провести двома способами.

Перший спосіб. Обчислюємо масу домішок і віднімаємо її від маси суміші:

$$m_{\text{домішок}} = 1000 \text{ г} \cdot 0,08 = 80 \text{ г};$$

$$m_{\text{етанолу}} = 1000 \text{ г} - 80 \text{ г} = 920 \text{ г}.$$

Другий спосіб. Цей самий результат одержимо, якщо спершу обчислимо масову частку етанолу, а з її використанням установимо його масу:

$$\omega = 100 \% - 0,08 \% = 92 \% \text{ або } 0,92;$$

$$m_{\text{етанолу}} = 1000 \text{ г} \times 0,92 = 920 \text{ г}.$$

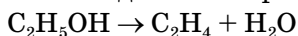
2. Обчислимо кількість речовини етанолу:

$$M_r(\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}) = 12 \cdot 2 + 1 \times 5 + 16 + 1 = 46;$$

$$M(\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}) = 46 \text{ г/моль};$$

$$\nu = 920 : 46 = 20 \text{ моль}.$$

3. Запишемо рівняння реакції добування етену з етанолу та з'ясуємо кількісні відношення речовин у ньому:



1 моль 1 моль

За рівнянням реакції кількості речовини етену й етанолу однакові.

Тобто

$$\nu(\text{C}_2\text{H}_4) = \nu(\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}) = 20 \text{ моль}.$$

4. Обчислимо об'єм (н.у.) утвореного етену:

$$V(\text{C}_2\text{H}_4) = V_m \cdot \nu;$$

$$V(\text{C}_2\text{H}_4) = 22,4 \cdot 20 = 448 \text{ л}.$$

5. Обчислимо масу утвореного етену:

$$M_r(\text{C}_2\text{H}_4) = 12 \cdot 2 + 1 \cdot 4 = 28;$$

$$M(\text{C}_2\text{H}_4) = 28 \text{ г/моль};$$

$$m(\text{C}_2\text{H}_4) = M \cdot \nu;$$

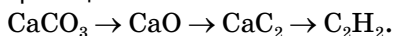
$$m(\text{C}_2\text{H}_4) = 28 \text{ г/моль} \cdot 20 \text{ моль} = 560 \text{ г}.$$

Відповідь: 20 моль, 448 л, 560 г.

Працюйте групами

Як вам відомо, один зі способів одержання етину — це карбідний. Сировиною для добування кальцій ацетиленіду (кальцій карбіду) є вапняк.

1. Складіть рівняння реакцій за схемою:



2. Обчисліть, який об'єм етину (н.у.) можна добути за наведеною схемою із вапняку масою 5 т, масова частка некарбонатних домішок у якому дорівнює 20 %.

Стисло про основне



- ✓ **Домішки** — це речовини, відмінні за складом і властивостями від основної речовини.
- ✓ Вміст домішок визначають у відсотках або частках одиниці від маси суміші.
- ✓ Маса домішок дорівнює різниці мас суміші й основної речовини:
$$m_{\text{домішок}} = m_{\text{суміші}} - m_{\text{чистої речовини}}$$
- ✓ Обчислюючи кількість речовини, масу чи об'єм продуктів реакції, враховують, що вони утворюються з основної речовини, а не з домішок.

Знаємо, розуміємо

1. Чим суміш відрізняється від чистої речовини?
2. Що слід розуміти під домішкою, розв'язуючи задачі на добування речовин?
3. Наведіть приклади природних сумішей речовин різного агрегатного стану.

Застосовуємо

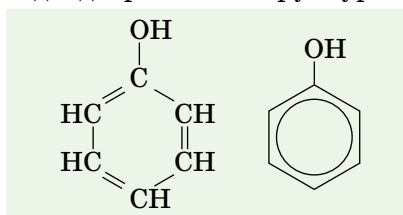
1. Який об'єм етину (н.у.) можна добути з природного газу об'ємом 93 м³ (н.у.), що містить 3,6 % домішок?
2. Обчисліть кількість речовини етанолу й об'єм вуглекислого газу (н.у.), добутих унаслідок бродіння глюкози масою 395,6 г, що містить 9 % домішок.
3. Складіть умову задачі на добування речовини з реагенту, що містить домішки, і розв'яжіть її.

§ 14.

Фенол

Фенол — органічна сполука, у молекулах якої гідроксильна група OH сполучена безпосередньо з бензеновим кільцем. Він є першим представником оксигеновмісних органічних сполук з такою самою назвою.

СКЛАД І БУДОВА МОЛЕКУЛИ ФЕНОЛУ. Молекулярна формула фенолу — $\text{C}_6\text{H}_5\text{OH}$. Вона свідчить про наявність у молекулі речовини залишку молекули бензену C_6H_5 , що зветься феніл, і характеристичної гідроксильної групи —OH . Цей склад відображають структурні формули:



Зробіть висновок про кількісний і якісний склад молекули фенолу.



Фенол можна розглядати як похідне бензену, у молекулі якого один атом Гідрогену заміщений на гідроксильну групу.

ФІЗИЧНІ ВЛАСТИВОСТІ ФЕНОЛУ. Фенол — безбарвна кристалічна речовина з характерним запахом. Контактуючи з повітрям, безбарвні кристали окиснюються й набувають рожевого забарвлення (мал. 21).



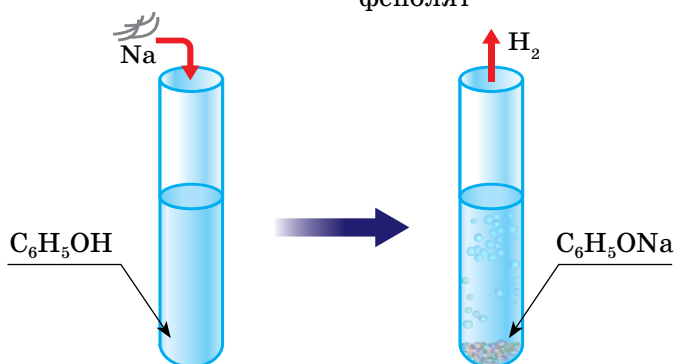
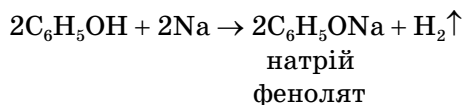
Мал. 21 Кристали фенолу

Фенол — отруйна речовина. Мінімальна доза фенолу може спричинити чхання, кашель, головний біль. Отруєння фенолом призводить до ураження нервової системи людини. Тому неприпустиме потрапляння фенолу в середину організму. У хімічних лабораторіях з фенолом працюють у захисних рукавицях та у витяжній шафі.

Розчинність фенолу у воді обмежена, проте збільшується за нагрівання. Він добре розчиняється в багатьох органічних розчинниках, має антисептичні й дезінфікувальні властивості.

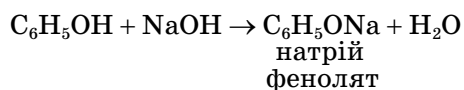
ХІМІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ ФЕНОЛУ. Наявність характеристичної групи ОН зумовлює подібність властивостей фенолу і спиртів. Але фенол виявляє більшу реакційну здатність завдяки підвищеній рухливості Гідрогену характеристичної групи.

1. Взаємодія з лужними металами (мал. 22). Ця реакція, як і у спиртів, завершується заміщенням атома Гідрогену гідроксильної групи металічним елементом.



Мал. 22 Реакція фенолу з натрієм

2. Взаємодія з лугами. На відміну від насичених одноатомних спиртів, фенол взаємодіє з лугами. Це спричинено впливом бензенового кільця на гідроксильну групу. Таким чином підтверджується положення теорії будови органічних сполук про взаємний вплив атомів і груп атомів у молекулі: завдяки впливу бензенового кільця атом Гідроген у характеристичній групі ОН фенолу рухливіший, ніж у молекулах спиртів.



Зверніть увагу, що ця реакція нагадує реакцію нейтралізації кислоти лугом. Тож фенол поводить себе як кислота. Звідси походить його тривіальна назва — карболова кислота.

3. Взаємодія з бромною водою. Також фенолу властиві реакції за участю бензенового кільця. Взаємодія з бромом, розчиненим у воді (мал. 23, с. 86), відбувається за кімнатної температури з утворенням білого осаду 2,4,6-трибромфенолу (якісна реакція на фенол).



реагенти



продукт реакції

Мал. 23

Взаємодія фенолу з бромною водою

За правилами систематичної номенклатури атому Карбону, сполученому з гідроксильною групою, присвоюється локант 1. Далі нумерація продовжується за годинниковою стрілкою.



Повторіть взаємодію бензену з галогенами (§ 8) і встановіть відмінності взаємодії з бромом фенолу та бензену.

На основі цього правила названо продукт взаємодії фенолу з бромною водою — 2,4,6-трибромофенол.

Розглянута реакція заміщення відрізняється від реакції заміщення між бензеном і бромом. По-перше, умовами проведення, по-друге, продуктом реакції.



Сторінка ерудита

Фенол та його гомологи застосовують як антисептичні й бактерицидні засоби, що зумовлено їхньою здатністю викликати денатурацію білків, створювати несприятливі умови для розвитку хвороботворних мікроорганізмів. Для дезінфекції предметів домашнього й лікарняного вжитку, хірургічних інструментів застосовують водні розчини з масовою часткою фенолу 3–5 %. Як антисептик фенол уперше використали в хірургії 150 років тому. Нині в аптеках відпускають ліки з вмістом фенолу — «Орасепт» і «Фукорцин», ними лікують захворювання горла, спричинені хвороботворними мікроорганізмами. Похідні фенолу входять до складу парацетамолу. Його пігулки призначають для лікування грипу та застуди.

Фенол убиває не лише шкідливі мікроорганізми. Потрапляння фенолу в довкілля згубно діє на флору й фауну. Тому необхідно охороняти природу від промислових відходів, що містять фенол.

Працюйте з групами

Виконайте навчальний проект на тему «Екологічна безпека застосування й одержання фенолу».

Стисло про основне



- ✓ Фенол C_6H_5OH — представник окремого класу оксигеновмісних сполук — фенолів, у молекулах яких гідроксильна група сполучена з атомом Карбону бензенowego кільця.
- ✓ Фенол — це тверда безбарвна речовина, що має характерний запах й обмежено розчиняється у воді.
- ✓ Фенол у хімічних реакціях активніший за спирти. Завдяки взаємному впливу бензенowego кільця й гідроксильної групи атоми Гідрогену бензенowego кільця й гідроксильної групи стають більш рухливими й більш реакційно здатними в хімічних реакціях.
- ✓ Як і спирти, фенол вступає в реакцію заміщення з металічним натрієм та іншими лужними металами.
- ✓ Вплив бензенowego кільця на характеристичну групу OH приводить до послаблення зв'язку між атомами Оксигену й Гідрогену, і фенол виявляє кислотні властивості, зокрема реагує з лугами.

Знаємо, розуміємо

1. Який склад і будову має молекула фенолу?
2. Що спільного та чим відрізняється склад молекули етанолу та фенолу?
3. Порівняйте властивості одноатомних спиртів і фенолу.
4. Поясніть взаємний вплив атомів у молекулі фенолу на його хімічні властивості.

Застосовуємо

1. Складіть рівняння реакцій фенолу з літієм та літій гідроксидом. Назвіть утворені сполуки.
2. Обчисліть масу фенолу, що прореагував із бромною водою масою 300 мл і масовою часткою броду 2 %.
3. З натрієм взаємодіють: а) фенол масою 9,4 г; б) етанол масою 9,2 г. У якій з реакцій виділиться більший об'єм водню (н.у.)?

Працюємо з медійними джерелами



Поцікавтеся:

- до складу яких лікарських препаратів входить фенол, для лікування яких захворювань вони використовуються;
- які матеріали виробляються з використанням фенолу, де в побуті ви з ними маєте справу.

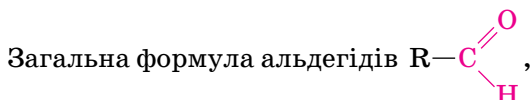
§ 15.

Альдегіди

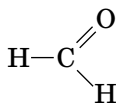
СКЛАД І БУДОВА МОЛЕКУЛ. Молекули альдегідів складаються з атомів трьох хімічних елементів — Карбону, Гідрогену, Оксигену. Отже, вони — оксигеновмісні органічні сполуки. Наприклад, кількісний склад молекули альдегіду етаналю — два атоми Карбону, чотири Гідрогену й один Оксигену, його молекулярна формула — C_2H_4O .

На основі набутих знань про спирти та фенол ви можете передбачити, що цей клас сполук має характеристичну гідроксильну групу, адже атом Оксигену в молекулі один. Чи так це насправді? Скільки б ви не намагалися скласти структурну формулу етаналю зі збереженням гідроксильної групи та дотриманням чотиривалентного стану Карбону, двовалентного — Оксигену й одновалентного — Гідрогену, вам це не вдасться. А все тому, що в альдегідів своя, відмінна від інших класів органічних сполук, характеристична група, яка називається *альдегідною*.

Альдегіди — оксигеновмісні органічні сполуки, похідні вуглеводнів, молекули яких містять характеристичну групу $\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{—C} \\ | \\ \text{H} \end{array}$ або —CHO , яку називають альдегідною групою.



де R — вуглеводневий залишок, тому загальну формулу насичених альдегідів можна записати ще таким чином: $C_nH_{2n+1}CHO$. Винятком є метаналь, у молекулі якого замість вуглеводневого залишку розміщений атом Гідрогену:



Приклади спиртів і відповідних їм альдегідів наведено в таблиці 7.

Таблиця 7

Спирт		Альдегід	
Назва	Формула	Назва	Формула
Метанол	CH_3OH	Метаналь	$\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{H—C} \\ \\ \text{H} \end{array}$

Спирт		Альдегід	
Назва	Формула	Назва	Формула
Етанол	C_2H_5OH	Етаналь	$CH_3-C \begin{matrix} \nearrow O \\ \searrow H \end{matrix}$
Бутанол	C_4H_9OH	Бутаналь	$C_3H_7-C \begin{matrix} \nearrow O \\ \searrow H \end{matrix}$
Гексанол	$C_6H_{13}OH$	Гексаналь	$C_5H_{11}-C \begin{matrix} \nearrow O \\ \searrow H \end{matrix}$

Як бачимо, у молекулах альдегідів обидві валентності атома Оксигену використані на сполучення з атомом Карбону.

СИСТЕМАТИЧНА НОМЕНКЛАТУРА АЛЬДЕГІДІВ. Наведені приклади ілюструють складання назв насичених альдегідів нерозгалуженої будови: до назви алкану з відповідною кількістю атомів Карбону в молекулі додається суфікс *-аль*. Зверніть увагу, що при цьому враховують атом Карбону альдегідної групи, і що альдегідна група не може розміщуватися в середині ланцюга. Решта правил систематичної номенклатури альдегідів, зокрема й ті, що стосуються замісників та їх локантів, збігаються з уже відомими вам правилами систематичної номенклатури.

Щоб назвати альдегід:

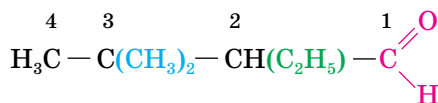
- обирають головний (найдовший) карбоновий ланцюг, до складу якого входить альдегідна група;
- локант 1 у головному ланцюзі присвоюють атому Карбону альдегідної групи;
- з'ясовують, які є замісники та їх локанти;
- називають сполуку за алгоритмом.

Локанти і назви замісників

алкан головного ланцюга

-аль

Наприклад,



2-етил-3,3-диметилбутаналь

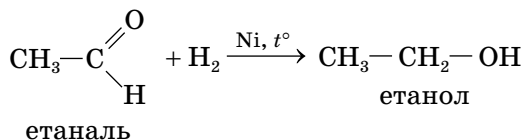
Працюйте зупинитися

1. Потренуйтеся у складанні формул і назв насичених альдегідів.
2. Порівняйте кількість атомів:
 - а) Карбону — у молекулах пентанолу й пентаналю;
 - б) Гідрогену — у молекулах пентанолу й пентаналю;
 - в) Карбону — у молекулах пропанолу й пропаналю;
 - г) Гідрогену — у молекулах пропанолу й пропаналю.
3. За результатами порівняння зробіть висновки щодо кількісного складу молекул альдегідів і відповідних їм спиртів, а також кількісного складу їх вуглеводневих залишків.
4. Складіть структурні формули альдегідів:
 - а) 2,2-диметилпентаналь;
 - б) 3-етил-2,3-диметилпентаналь.

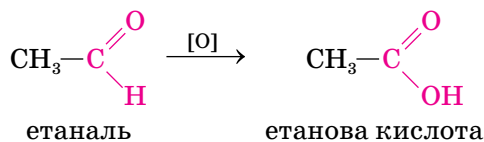
ФІЗИЧНІ ВЛАСТИВОСТІ АЛЬДЕГІДІВ. У молекулах альдегідів відсутні атоми Гідрогену, здатні до утворення міжмолекулярних водневих зв'язків. Тому температури кипіння цих речовин нижчі, ніж у відповідних спиртів. Перший представник гомологічного ряду альдегідів — метаналь — отруйна (викликає подразнення очей і дихальних шляхів) газоподібна речовина з різким специфічним запахом, добре розчиняється у воді. Зі збільшенням вуглеводневого залишку розчинність у воді речовин цього класу зменшується.

ХІМІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ ЕТАНАЛЮ.

Відновлення етаналю воднем. За нагрівання у присутності нікелевого катализатора альдегіди сполучаються з воднем і перетворюються на спирти.



Реакції часткового окиснення. Альдегіди легко окиснюються й перетворюються на відповідні карбонові кислоти.

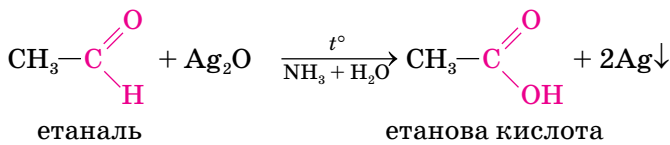


Окиснювачами можуть бути кисень повітря, аргентум(I) оксид, купрум(II) гідроксид. За окиснення кількість атомів Карбону у вуглеводневому залишку не змінюється.

Якщо для окиснення альдегіду використати амоніачний розчин аргентум(I) оксиду Ag_2O і провести реакцію в скляній, чисто вимитій пробірці чи колбі за незначного нагрівання, то на внутрішніх стінках посудини з'явиться тонкий шар срібла (мал. 24).



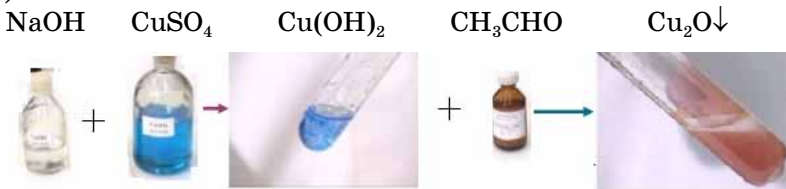
Мал. 24 Реакція «срібного дзеркала»: а, б — проведення; в — посріблена колба



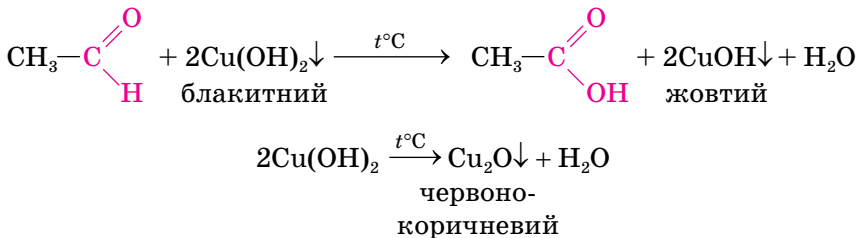
Розглянуту реакцію називають реакцією «срібного дзеркала» й використовують для якісного визначення альдегідів (альдегідної групи).

Виявляти альдегіди можна також за допомогою свіжоодержаного купрум(II) гідроксиду за нагрівання.

Перетворення речовин у цій реакції супроводжується зміною забарвлення в такій послідовності: блакитний колір осаду купрум(II) гідроксиду $\text{Cu}(\text{OH})_2$ → жовтий колір проміжної речовини купрум(I) гідроксиду CuOH → червоно-коричневий колір купрум(I) оксиду Cu_2O (мал. 25).



Мал. 25 Ілюстрація до реакції альдегіду з купрум(II) гідроксидом



Як видно з рівняння, унаслідок реакції етаналь перетворюється на етанову кислоту.

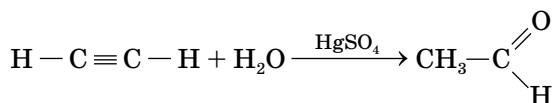
Взаємодія альдегідів з купрум(II) гідроксидом — ще одна якісна реакція для виявлення альдегідів (альдегідної групи).

У реакціях приєднання водню альдегіди відновлюються до спиртів, у разі часткового окиснення — окиснюються до карбонових кислот. Взаємодія з амоніачним розчином аргентум(I) оксиду та свіжоодержаним купрум(II) гідроксидом — якісні реакції на альдегідну групу.

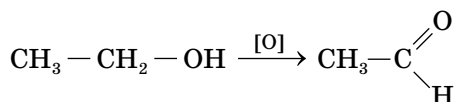
ДОБУВАННЯ ЕТАНАЛЮ

1. Гідратація етину.

Етаналь добувають приєднанням води до етину (ацетилену) за наявності солей Меркурію(II).



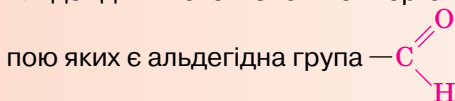
2. Окиснення етанолу.



Окиснення етанолу більш детально розглядалось під час вивчення хімічних властивостей спиртів (§ 12).

Стисло про основне

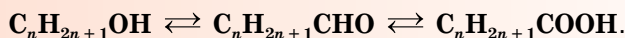
- ✓ Альдегіди — оксигеновмісні органічні сполуки, характеристичною групою яких є альдегідна група



- ✓ Загальна формула альдегідів $\text{R} - \overset{\text{O}}{\underset{\text{H}}{\text{C}}}$ або $\text{R} - \text{CHO}$.

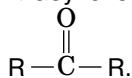
- ✓ Систематичні назви альдегідів утворюють від назв відповідних алканів з додаванням суфікса **-аль**.

- ✓ Між спиртами, альдегідами та карбоновими кислотами існує взаємний зв'язок, який відображає схема:



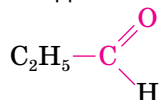
Сторінка ерудита

Крім пропаналю, молекулярну формулу $\text{C}_3\text{H}_6\text{O}$ має диметилкетон, або ацетон, — відомий багатьом з вас як розчинник фарб. Це вже представник іншого класу оксигеновмісних органічних речовин — **кетонів**. Їхня загальна формула



Характеристична група кетонів $\text{—}\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}\text{—}$ має назву *карбонільна група*.

Вона двовалентна. До речі, її можна виділити й у складі альдегідів, наприклад:



Акцентуючи увагу на карбонільній групі, альдегіди можна назвати оксигеновмісними органічними сполуками, у молекулах яких карбоніль-

на група $\text{—}\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}\text{—}$ сполучена однією валентністю з вуглеводневим залишком, а другою — з Гідрогеном. Кетони відрізняються за властивостями від альдегідів, зокрема, вони не вступають у реакцію «срібного дзеркала».

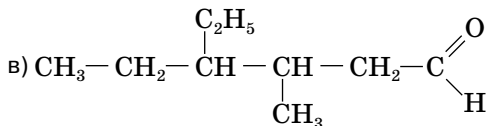
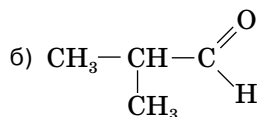
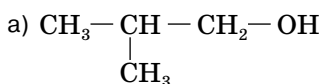
Альдегіди й кетони — це ще одне підтвердження положення теорії хімічної будови органічних сполук: властивості речовин залежать від їхньої хімічної будови.

Знаємо, розуміємо

1. Які сполуки належать до альдегідів? Наведіть приклади.
2. Схарактеризуйте склад молекул альдегідів, порівняйте його з відповідними спиртами.
3. Скільки атомів Карбону містить вуглеводневий залишок молекули гептаналу?
4. Перелічіть фізичні властивості альдегідів.
5. Назвіть реакції, які використовують для розпізнавання альдегідів.

Застосовуємо

1. Складіть молекулярну й структурну формули пропаналу.
2. Назвіть речовини за систематичною номенклатурою.



3. Чи вистачить водню, добутого взаємодією достатньої кількості цинку з хлоридною кислотою масою 200 г з масовою часткою гідроген хлориду 7,3 %, на відновлення етаналу масою 11 г? Відповідь підтвердьте розрахунком.
4. Напишіть рівняння реакцій за схемою перетворень:

етан → етен → етанол → етаналь → етанова кислота.

5*. У воді об'ємом 340 мл розчинили метаналь об'ємом 112 л (н.у.). Обчисліть масову частку розчиненої речовини у виготовленому розчині.



Працюємо з медійними джерелами

Поцікайтесь інформацією про використання альдегідів. Для тих, хто хоче стати лікарем, електриком, аграрієм, інформація про метаналь буде професійно значущою.



Карбонові кислоти

i Інформаційна довідка

Електроліти — речовини, які у водних розчинах чи розплавах проводять електричний струм. Кислоти у водних розчинах дисоціюють з утворенням катіонів Гідрогену H^+ й аніонів кислотних залишків, наприклад, $HCl \rightleftharpoons H^+ + Cl^-$.

З неорганічних кислот сильними електролітами є сульфатна H_2SO_4 , нітратна HNO_3 , хлоридна HCl кислоти, електролітом середньої сили — ортофосфатна кислота H_3PO_4 , слабким електролітом — карбонатна кислота H_2CO_3 .

Молекули кислот складаються з атомів Гідрогену та кислотних залишків, валентність кислотного залишку дорівнює кількості атомів Гідрогену, наприклад:



Атоми Гідрогену здатні заміщуватись на йони металічних елементів, продукт заміщення належить до класу солей.

Існують різні класифікації кислот. За однією з них розрізняють одноосновні й багатоосновні кислоти. Основність кислоти визначають за кількістю атомів Гідрогену в молекулі, наприклад, хлоридна кислота HCl — одноосновна, ортофосфатна кислота H_3PO_4 — трьохосновна.

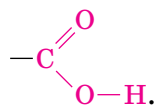
Кислоти в розчині виявляють індикаторами: лакмусом, метиловим оранжевим.

КАРБОНОВІ КИСЛОТИ. Ви вже мали змогу пригадати відомості про етанову кислоту та її властивості. Ця сполука є одним із представників оксигеновмісних речовин — *карбонових кислот*.

Карбонові кислоти — органічні сполуки, що містять одну або біль-

ше характеристичних карбоксильних груп $\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{C} \\ \diagup \quad \diagdown \\ \text{O} \quad \text{H} \end{array}$, сполучених з вуглеводневим залишком.

Зверніть увагу! Карбоксильна група складається з двох функціональних груп — карбонільної ($-C=O$) і гідроксильної ($-OH$), які зв'язані одна з одною в зображеній послідовності:



Звідси походить назва характеристичної групи — карбоксильна група.

ПОШИРЕННЯ ОРГАНІЧНИХ КИСЛОТ У ПРИРОДІ. Органічні кислоти входять до складу рослин, їх виділяють організми окремих тварин (мал. 26).



метанова кислота



лимонна кислота



яблучна кислота



щавлева кислота



саліцилова кислота

Мал. 26 Органічні кислоти в природі

Кислу реакцію мають отрути бджоли, медузи, оси. Це варто пам'ятати, і якщо вжалить оса чи бджола, то місце укусу слід змочити розчином соди, щоб нейтралізувати кислотне середовище.

Органічні кислоти життєво необхідні організму людини, тому важливо, щоб вони надходили до нього з продуктами харчування. Окрім свіжих овочів і фруктів, це можуть бути консервовані соки, компоти, квашена капуста, кисломолочні продукти (йогурт, кефір), оцет тощо.

КЛАСИФІКАЦІЯ КАРБОНОВИХ КИСЛОТ.

Карбонові кислоти класифікують за різними ознаками.

1. За кількістю карбоксильних груп кислоти поділяють на:

- одноосновні (монокарбонові);

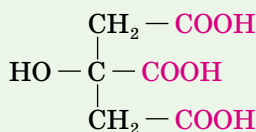
$\text{H}-\text{COOH}$
метанова кислота

CH_3-COOH
етанова кислота

- багатоосновні (дикарбонові, трикарбонові тощо).



малонова кислота



лимонна кислота

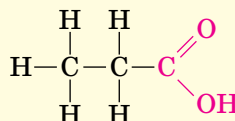
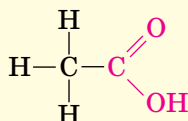
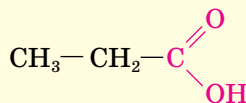
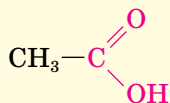
2. За будовою вуглеводневого залишку кислоти бувають:

- насичені (залишок має лише одинарні зв'язки);
- ненасичені (у залишку наявний один чи кілька подвійних зв'язків);
- ароматичні (вуглеводневий залишок містить бензенове кільце).

3. За кількістю атомів Карбону в молекулі кислоти поділяють на нижчі (до 10 атомів Карбону) і вищі (понад 10 атомів Карбону).

СКЛАД, БУДОВА МОЛЕКУЛ НАСИЧЕНИХ ОДНООСНОВНИХ КАРБОНОВИХ КИСЛОТ. Сама назва цієї групи карбонових кислот вказує на їх складники — вуглеводневий залишок насиченого вуглеводню (алкану) й одна характеристична гідроксильна група COOH .

Насичені одноосновні карбонові кислоти мають загальну формулу $\text{R} - \text{COOH}$ або $\text{C}_n\text{H}_{2n+1}\text{COOH}$. Наприклад, CH_3COOH , $\text{C}_2\text{H}_5\text{COOH}$ або



СИСТЕМАТИЧНА НОМЕНКЛАТУРА НАСИЧЕНИХ ОДНООСНОВНИХ КАРБОНОВИХ КИСЛОТ. Назви кислот утворюють із двох слів. Перше — це повна назва відповідного алкану з додаванням закінчення *-ова*, другим є слово **кислота**. Пригадайте, CH_3COOH — етан**ова** кислота.

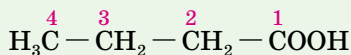
Зверніть увагу, що вуглеводневим залишком етанової кислоти є метил, а не етил. Це тому, що, як і в альдегідів, один атом Карбону перебуває у складі характеристичної групи. Усього ж атомів Карбону в молекулі етанової кислоти два, тому їй відповідає етан. Метановій кислоті відповідає метан, тому до складу її молекули входить один атом Карбону, і він розташований у карбоксильній групі. З'ясувавши це, перейдемо до ознайомлення з гомологічним рядом нижчих насичених одноосновних карбонових кислот. Для них (для вищих кислот також) інколи використовують тривіальні назви. Приклади нижчих насичених одноосновних кислот та їх назв наведено в таблиці 8 (у дужках зазначені *тривіальні назви*).

Формула кислоти	Відповідний алкан	Систематична і тривіальна назви кислоти
HCOOH	Метан CH ₄	метанова (<i>мурашина</i>) кислота
CH ₃ COOH	Етан C ₂ H ₆	етанова (<i>оцтова</i>) кислота
C ₂ H ₅ COOH	Пропан C ₃ H ₈	пропанова (<i>пропіонова</i>) кислота
C ₃ H ₇ COOH	Бутан C ₄ H ₁₀	бутанова (<i>масляна</i>) кислота
C ₄ H ₉ COOH	Пентан C ₅ H ₁₂	пентанова (<i>валеріанова</i>) кислота
C ₅ H ₁₁ COOH	Гексан C ₆ H ₁₄	гексанова (<i>капронова</i>) кислота

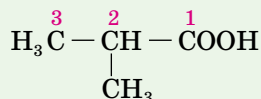
ВИЩІ КАРБОНОВІ КИСЛОТИ. Серед вищих насичених одноосновних карбонових кислот поширеними у природі (у складі жирів) є: пентадеканова (*пальмітинова*) кислота C₁₅H₃₁COOH, або CH₃–(CH₂)₁₄–COOH; гептадеканова (*стеаринова*) кислота C₁₇H₃₅COOH, або CH₃–(CH₂)₁₆–COOH.

Прикладом ненасичених вищих карбонових кислот є *олеїнова кислота* C₁₇H₃₃COOH, або CH₃–(CH₂)₇–CH=CH–(CH₂)₇–COOH. У напівструктурній формулі видно місце розташування подвійного зв'язку.

ІЗОМЕРІЯ КАРБОНОВИХ КИСЛОТ. Структурна ізомерія карбонових кислот розпочинається з бутанової кислоти. Карбоновий ланцюг нумерують з атома Карбону характеристичної групи.



бутанова кислота



2-метилпропанова кислота

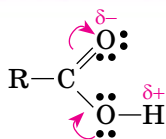
Як бачите, щодо замісників і їх локантів правила систематичної номенклатури лишаються незмінними.

ФІЗИЧНІ ВЛАСТИВОСТІ КАРБОНОВИХ КИСЛОТ. Перші три представники гомологічного ряду насичених одноосновних кислот (метанова, етанова, пропанова) — безбарвні рідини з гострим подразливим запахом, добре розчинні у воді, змішуються з нею в будь-яких співвідношеннях. Кислоти від бутанової до нонанової — маслянисті рідини з неприємним запахом (запахом згірклого вершкового масла). Їх розчинність у воді зменшується зі збільшенням молярної маси. Деканова й решта кислот — без запаху, нерозчинні у воді парафіноподібні речовини.

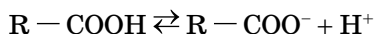
Сторінка ерудита



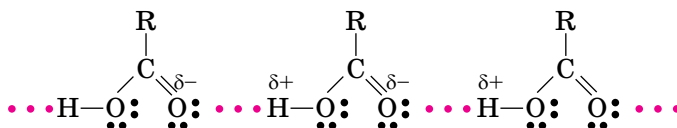
Будова карбоксильної групи. Дві функціональні групи — карбонільна та гідроксильна, що утворюють карбоксильну групу, взаємно впливають одна на одну. Результатом цього впливу є зміщення електронної густини, як показано нижче.



Унаслідок такого зміщення зв'язок у гідроксильній групі поляризується, і Гідроген набуває здатності відщеплюватись. Цим зумовлена дисоціація карбонових кислот на йони у водному розчині.



Відсутність серед кислот газоподібних речовин пояснюється наявністю міжмолекулярного водневого зв'язку.



Двохосновна щавлева (етандіова) кислота $HOOC-COOH$ особлива тим, що в її молекулах відсутній вуглеводневий залишок. Ця кислота у вільному стані та в складі солей досить поширена в природі (міститься в грибах, лишайниках, входить до клітинного соку рослин). У тілі людини під час обміну речовин утворюються важкорозчинні у воді її солі з Кальцієм — оксалати. У патологічних випадках вони скупчуються в нирках або сечовому міхурі, утворюючи оксалатні камені.



Стисло про основне

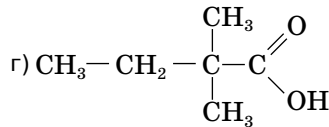
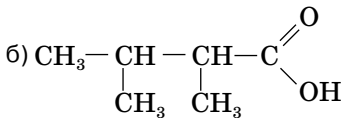
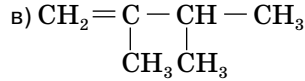
- ✓ Одноосновні карбонові кислоти — оксигеновмісні органічні речовини, молекули яких складаються з вуглеводневого залишку й карбоксильної групи $-COOH$.
- ✓ До складу карбоксильної групи увійшли дві характеристичні групи — карбонільна й гідроксильна.
- ✓ Нижчі карбонові кислоти — це кислоти з вмістом атомів Карбону від одного до десяти. Решта кислот належать до вищих карбонових кислот.
- ✓ За систематичною номенклатурою карбонові кислоти називають двома словами: алкан + ова та «кислота».

Знаємо, розуміємо

1. Назвіть загальні формули й характеристичні групи карбонових кислот.
2. Наведіть приклади нижчих і вищих одноосновних карбонових кислот, їхні назви за систематичною номенклатурою і тривіальні назви.
3. Наведіть приклади формул вищих карбонових кислот.
4. Як складають назви карбонових кислот за систематичною номенклатурою?

1. Побудуйте схему класифікації карбонових кислот.
2. Складіть молекулярні й напівструктурні формули насичених одноосновних карбонових кислот, до складу молекул яких входять:
 - а) сім атомів Карбону;
 - б) дев'ять атомів Карбону;
 - в) дванадцять атомів Гідрогену.

3. Назвіть речовини за систематичною номенклатурою.



4. Складіть структурні формули ізомерів пентанової кислоти, назвіть їх.
5. Укажіть правильні твердження.

- А зі збільшенням молекулярної маси розчинність карбонових кислот у воді зменшується
- Б характеристична карбоксильна група складається з карбонільної й гідроксильної груп
- В стеаринова кислота належить до нижчих карбонових кислот
- Г етанол та етанова кислота мають однакові вуглеводневі залишки



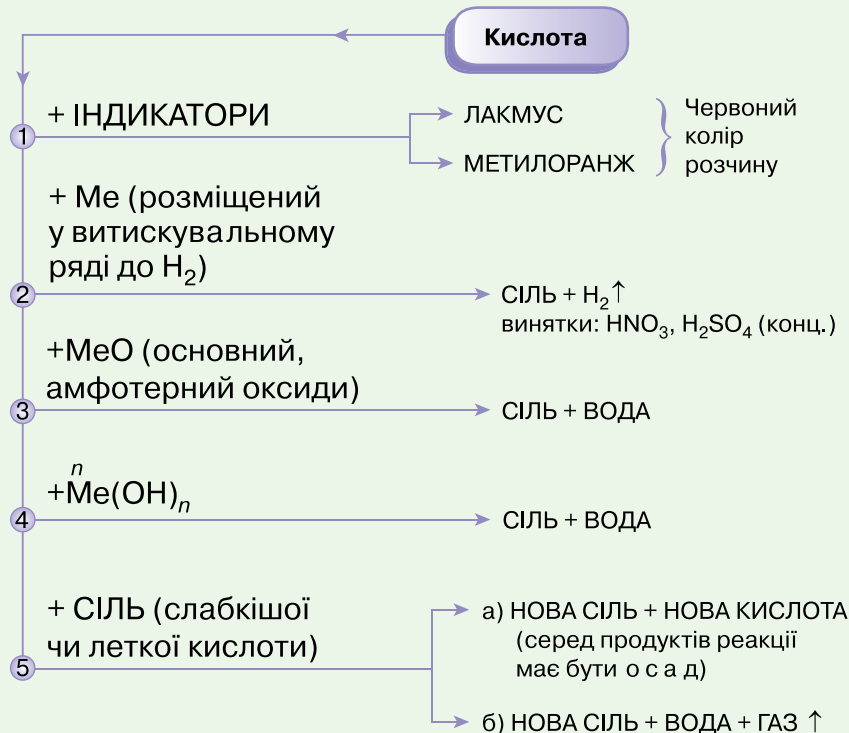
Хімічні властивості й добування насичених одноосновних карбонових кислот. Поняття про естери

і Інформаційна довідка

- Необоротні реакції** — реакції, що відбуваються в одному напрямі й закінчуються повним перетворенням реагентів на продукти реакції.
- Оборотні реакції** — реакції, у яких одночасно відбувається взаємодія реагентів (пряма реакція) і продуктів реакції (зворотна реакція).
- Водневий показник (pH)** — числовий показник концентрації катіонів Гідрогену в розчині. Розчини з водневим показником менше 7 мають кислотну реакцію. Приблизну кислотність розчину можна визначити універсальним індикатором.



Загальні хімічні властивості неорганічних кислот ви вивчали раніше. Наведена схема допоможе вам актуалізувати цей навчальний матеріал.

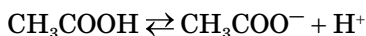


Наявність карбоксильних груп зумовлює високу реакційну здатність карбонових кислот. Вони вступають у реакції з різними неорганічними та органічними речовинами. Сукупність цих реакцій можна класифікувати за трьома групами:

- ◆ реакції за участю Гідрогену гідроксильної групи;
- ◆ реакції за участю гідроксильної групи;
- ◆ реакції за участю вуглеводневого залишку.

РЕАКЦІЇ, ЩО ВІДБУВАЮТЬСЯ ЗА УЧАСТЮ ГІДРОГЕНУ ГІДРОКСИЛЬНОЇ ГРУПИ.

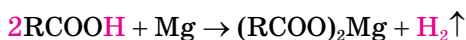
1. Електролітична дисоціація.



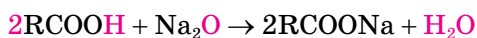
За ступенем електролітичної дисоціації етанова кислота належить до слабких електролітів.

2. Реакції з утворенням солей:

а) взаємодія з металами:



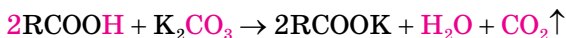
б) взаємодія з основними та амфотерними оксидами:



в) взаємодія з основами та амфотерними гідроксидами:



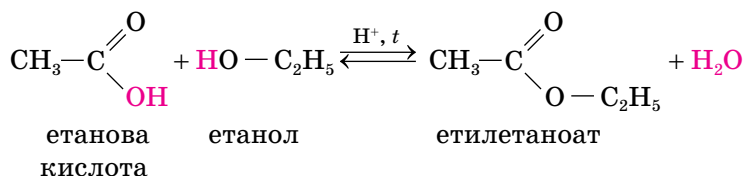
г) взаємодія із солями слабкіших кислот:



У розглянутих реакціях руйнувався зв'язок між атомом Гідрогену й атомом Оксигену, що утворюють гідроксильну групу.

РЕАКЦІЇ, ЩО ВІДБУВАЮТЬСЯ ЗА УЧАСТЮ ГІДРОКСИЛЬНОЇ ГРУПИ. Існують реакції, коли в молекулах карбонових кислот руйнується зв'язок між карбонільною і гідроксильною групами. Одна з них дістала назву реакції естерифікації.

Реакція естерифікації — це реакція між кислотою і спиртом. Продуктами реакції естерифікації є естер і вода.



Реакція відбувається в присутності каталізатора концентрованої сульфатної кислоти за нагрівання. Оскільки реакція оборотна, то концентрована сульфатна кислота сприяє також утворенню естеру за рахунок поглинання води.

Зверніть увагу, що в реакції естерифікації вода утворюється з гідроксильної групи кислоти й атома Гідрогену гідроксильної групи спирту. До складу утвореної органічної сполуки увійшли два вуглеводневі залишки й група атомів — COO — . Звідси можна записати загальну формулу естерів: R' — COO — R'', де R' і R'' — вуглеводневі залишки.

Естери — органічні продукти реакції між кислотою і спиртом.

Загальна формула естерів R' — COO — R'' або $\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{R}'-\text{C} \\ \backslash \\ \text{O}-\text{R}'' \end{array}$

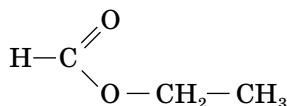
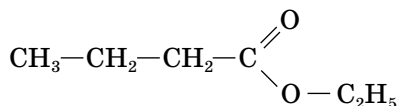
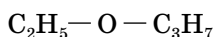
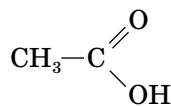
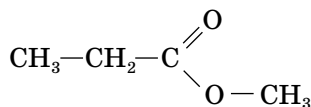
СИСТЕМАТИЧНА НОМЕНКЛАТУРА ЕСТЕРІВ.

Назва естеру складається з одного слова, утвореного в такій послідовності:

- назва вуглеводневого залишку спирту (наприклад, метил, етил тощо);
- назва алкану, що відповідає кислоті (наприклад, метан, якщо кислота метанова);
- суфікс **-оат**.

Працюйте з групами

1. Перегляньте складену за цими правилами назву продукту розглянутої на с. 101 реакції естерифікації між етановою кислотою й етанолом.
2. Серед запропонованих формул виберіть формули естерів і назвіть їх за систематичною номенклатурою.



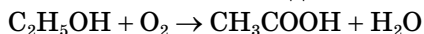
3. Складіть формули пропілметаноату, метилбутаноату.

ДОБУВАННЯ ЕТАНОВОЇ КИСЛОТИ.

Найважливішими способами добування етанової кислоти є такі.

1. Окиснення етанолу (біохімічне окиснення).

Під дією бактерій етанол окиснюється до етанової кислоти.



У такий спосіб етанову кислоту добувають у харчовій промисловості.

2. Окиснення етанолу.

Основним промисловим способом добування етанової кислоти є окиснення етанолу. Цю реакцію ви розглядали в §13. Сировиною служить метан — головна складова частина природного газу. З нього добувають етин, а з етину — етаналь, який і окиснюють до етанової кислоти.

Хімія — це життя: сторінка природодослідника

Лабораторний дослід 1 Виявлення органічних кислот у харчових продуктах

Для проведення дослідів вам знадобляться: хімічні стакани, пробірки, штатив для пробірок, універсальний індикатор, харчові продукти.







Не забувайте про правила безпечної роботи в хімічному кабінеті й дотримуйтеся їх!

Завдання 1. Перевірте харчові продукти (наприклад, кефір, молоко, яблучний або інший фруктовий сік, сік квашеної капусти, сирі картоплі тощо) на наявність кислотного середовища.

Завдання 2. Порівняйте забарвлення індикатора в усіх випробуваннях з рН-шкалою, щоб виявити продукти з високою кислотністю.

ФІЗИЧНІ ВЛАСТИВОСТІ ЕСТЕРІВ. Естери з умістом Карбону не більше восьми атомів у молекулі (утворені з нижчих карбонових кислот і найпростіших одноатомних спиртів) — легкозаймісті з невисокими температурами кипіння рідини, що мають фруктові запахи. Приклади естерів, що зумовлюють запахи деяких фруктів, наведено в таблиці 9.

Таблиця 9

Назва естеру	Формула естеру	Запах естеру
Пентилметаноат	$\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{H}-\text{C} \\ \diagdown \\ \text{O}-(\text{CH}_2)_4-\text{CH}_3 \end{array}$	
3-метилбутилетаноат	$\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{CH}_3-\text{C} \\ \diagdown \\ \text{O}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\underset{\text{CH}_3}{\text{CH}}-\text{CH}_3 \end{array}$	
Бутилбутаноат	$\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{C} \\ \diagdown \\ \text{O}-(\text{CH}_2)_3-\text{CH}_3 \end{array}$	
Пентилбутаноат	$\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{C} \\ \diagdown \\ \text{O}-(\text{CH}_2)_4-\text{CH}_3 \end{array}$	
Етил-3-метилбутаноат	$\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{CH}_3-\underset{\text{CH}_3}{\text{CH}}-\text{CH}_2-\text{C} \\ \diagdown \\ \text{O}-\text{CH}_2-\text{CH}_3 \end{array}$	
Октилетаноат	$\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{CH}_3-\text{C} \\ \diagdown \\ \text{O}-(\text{CH}_2)_7-\text{CH}_3 \end{array}$	

Естери ароматичних спиртів зумовлюють запахи квітів.

Бджолиний віск теж належить до естерів. До його складу входять вищі карбонові кислоти. Розчинність естерів у воді гірша, ніж у кислот і спиртів, з яких вони утворені. Естери добре розчиняються в органічних розчинниках (спиртах, ацетоні) й самі є розчинниками лаків і фарб.

Запахові субстанції парфумерної й харчової продукції, деякі ліки (наприклад, валідол) виготовляють з використанням естерів. Естери використовують у виробництві гербіцидів та інсектицидів, у просочуванні шкіри й паперу.

Ароматичні харчові есенції, які додають до молочних коктейлів, морозива, цукерок, штучних фруктових вод — це теж естери.

Естерами є жири. Про них ітиметься в наступному параграфі.



Стисло про основне

- ✓ Етанова кислота, як і неорганічні кислоти, дисоціює у водному розчині, взаємодіє з металами, оксидами й гідроксидами металічних елементів, солями.
- ✓ Естерифікація — реакція між кислотою та спиртом, органічним продуктом якої є естер.
- ✓ Серед естерів багато запашних речовин.
- ✓ Окисненням етанолу чи етанолу можна добути етанову кислоту.

Знаємо, розуміємо

1. Схарактеризуйте хімічні властивості етанової кислоти.
2. Порівняйте будову й хімічні властивості насичених одноосновних карбонових і неорганічних кислот.
3. Назвіть відомі вам способи добування етанової кислоти.
4. Як в лабораторних умовах виявити наявність карбонових кислот у харчових продуктах?

Застосовуємо

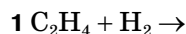
1. Для метанової кислоти складіть рівняння відомих вам хімічних реакцій.
2. Складіть рівняння реакції естерифікації між пропановою кислотою й пропанолом. Назвіть органічний продукт реакції за систематичною номенклатурою.
3. Складіть структурні формули ізомерних естерів з молекулярною формулою $C_7H_{14}O_2$ і назвіть їх за систематичною номенклатурою.

Для одного з них обчисліть масу обох реагентів, необхідних для добування естеру кількістю речовини 0,5 моль.

4. Установіть відповідність між напівсхемою та назвою реакції.

Напівсхема реакції

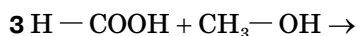
Назва реакції



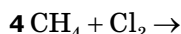
А галогенування



Б естерифікації



В окиснення



Г гідрування

Д гідратація

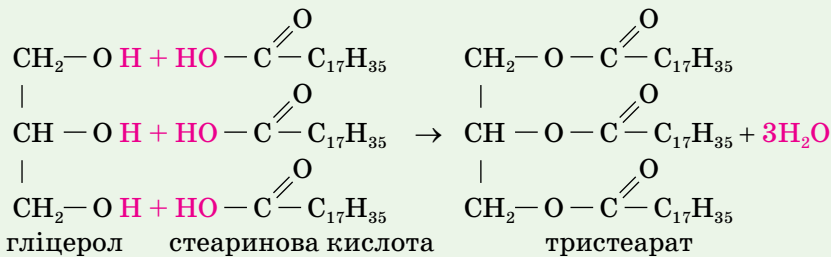
5. Для розпушування тіста інколи вдаються до «гасіння» харчової соди оцтом. Який об'єм вуглекислого газу (н.у.) виділиться, якщо з оцтом прореагує харчова сода масою 4,2 г?
6. Обчисліть масу кислоти і спирту, з яких було добуто метилпропаноат кількістю речовини 5 моль.
- 7*. Ви знаєте, що реакція «срібного дзеркала» — це якісна реакція на альдегіди. Тоді чому ця реакція відбувається з метановою кислотою? Знайти відповідь вам допоможе аналіз структурної формули метанової кислоти.

§ 18.

Гідроліз естерів. Жири як представники естерів

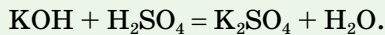
Інформаційна довідка

Жири — оксигеновмісні органічні речовини. Їх можна розглядати як похідні трьохатомного спирту гліцеролу, у гідроксильних групах якого Гідроген заміщений залишками вищих карбонових кислот, наприклад:

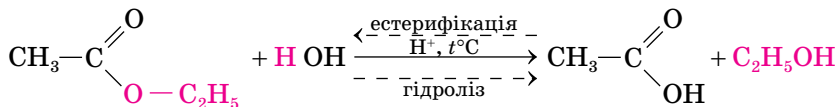


У природі трапляються тверді жири, вони переважно тваринного походження, і рідкі — їх виробляють рослинні організми.

Нейтралізація — реакція між лугом і кислотою з утворенням солі, наприклад:

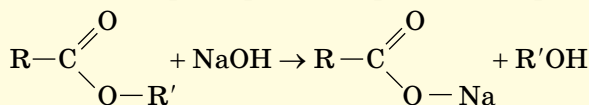


РЕАКЦІЯ ГІДРОЛІЗУ ЕСТЕРІВ. Основною хімічною властивістю естерів є гідроліз (взаємодія з водою).

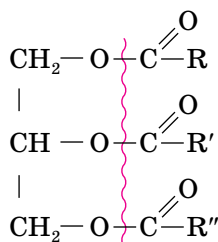


Ця реакція — зворотна реакції естерифікації. Щоб вона відбулася з утворенням кислоти і спирту, до реагентів потрібно додати розчин луку. Кислота, що утворюється, нейтралізується лугом, а утворена сіль не реагує зі спиртом.

Гідроліз естеру — зворотній реакції естерифікації процес його розкладу під дією води з утворенням карбонової кислоти і спирту. Щоб він відбувався в одному напрямі, реакцію проводять у присутності луку:



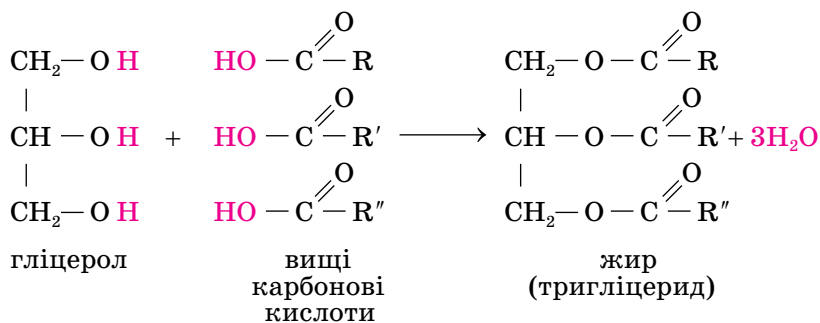
ПОНЯТТЯ ПРО ЖИРИ. На основі знань про естери і загальної формули жирів:



де R, R', R'' — залишки вищих карбонових кислот, робимо висновок, що жири належать до цього класу органічних сполук.

Жири — це естери трьохатомного спирту гліцеролу і вищих одноосновних карбонових кислот.

Утворення жирів можна записати, скориставшись загальними формулами кислот і жиру, так:



До складу жирів найчастіше входять залишки пальмітинової $\text{C}_{15}\text{H}_{31}\text{COOH}$, стеаринової $\text{C}_{17}\text{H}_{35}\text{COOH}$, олеїнової $\text{C}_{17}\text{H}_{33}\text{COOH}$ кислот.

До вищих карбонових кислот, що входять до складу жирів, інколи застосовують загальну назву — жирні кислоти.

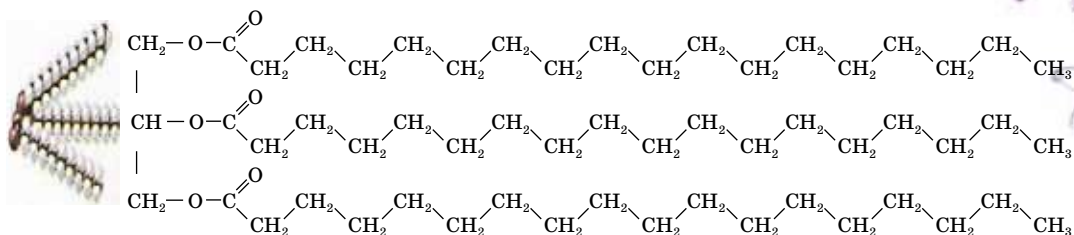
Укажіть серед них насичені й ненасичені карбонові кислоти.

ВІДМІННОСТІ СКЛАДУ РОСЛИННИХ І ТВАРИННИХ ЖИРІВ.

Природні жири за походженням поділяють на тваринні й рослинні.

Жири тваринного походження (свинячий, яловичий, баранячий жир, вершкове масло) містять залишки насичених вищих карбонових кислот і є переважно твердими (виняток — риб'ячий жир). Досить поширені в їх складі залишки пальмітинової $\text{C}_{15}\text{H}_{31}\text{COOH}$, маргаринової $\text{C}_{16}\text{H}_{33}\text{COOH}$, стеаринової $\text{C}_{17}\text{H}_{35}\text{COOH}$ та деяких інших кислот.

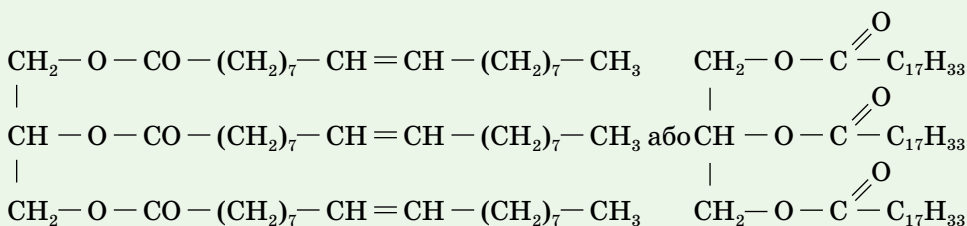
На малюнку 27 зображено модель і записано структурну формулу тристеарату із зазначенням будови вуглеводневого залишку стеаринової кислоти.



Мал. 27 Модель і структурна формула тристеарату

Жири рослинного походження називають *олями*. вони мають переважно рідкий агрегатний стан (наприклад, соняшникова, кукурудзяна, оливкова). Хоча існують серед них і тверді жири (пальмове, кокосове масла).

Розгляньте формулу рослинного жиру триолеату:



Зверніть увагу, що до його складу входить вуглеводневий залишок $-\text{C}_{17}\text{H}_{33}$ ненасиченого вуглеводню з одним подвійним зв'язком, тобто алкену.

Тверді жири — переважно тваринного походження, їх молекули містять залишки насичених вищих карбонових кислот (пальмітинової $\text{C}_{15}\text{H}_{31}\text{COOH}$, маргаринової $\text{C}_{16}\text{H}_{33}\text{COOH}$, стеаринової $\text{C}_{17}\text{H}_{35}\text{COOH}$). До складу молекул **олій** входять переважно залишки ненасичених вищих карбонових кислот (олеїнової $\text{C}_{17}\text{H}_{33}\text{COOH}$, лінолевої $\text{C}_{17}\text{H}_{31}\text{COOH}$, ліноленової $\text{C}_{17}\text{H}_{29}\text{COOH}$).

Соняшникова, горіхова олії на 30–50 % складаються з тригліцеридів лінолевої кислоти, решту становить олеїнова кислота.

ДОВЕДЕННЯ НЕНАСИЧЕНОГО ХАРАКТЕРУ РІДКИХ ЖИРІВ.

Переконайтеся, що рослинні олії містять ненасичені вищі карбонові кислоти, можна дослідним шляхом. У дві пробірки поміщають по 1 мл рослинного і тваринного жиру. У кожну з пробірок додають стільки ж бромної води чи розчину калій перманганату. Вміст пробірок енергійно перемішують і спостерігають за змінами. Лише у пробірці з рослинним жиром відбувається знебарвлення бромної води чи розчину калій перманганату.

ФІЗИЧНІ ВЛАСТИВОСТІ ЖИРІВ. Серед жирів є тверді й рідкі за звичайних умов речовини. Жири легші за воду й не розчиняються в ній (це вам відомо з практики), але вони добре розчинні в органічних розчинниках.

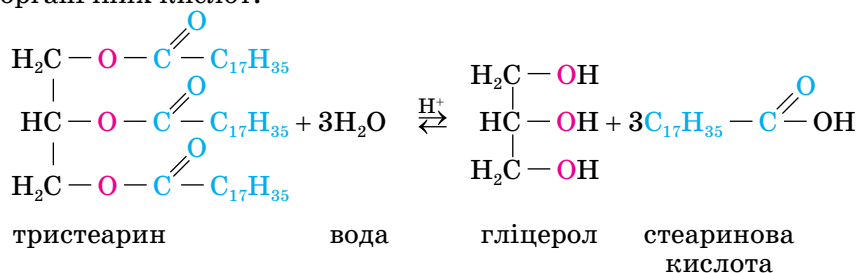
Температура плавлення твердих жирів залежить від складу й будови карбонових ланцюгів. Але загалом вони — легкоплавкі речовини. Температури кипіння жирів невисокі. У середньому температура кипіння нерафінованої соняшникової олії дорівнює 120–150 °С (залежить від району вирощування й сорту рослини, погодних умов тощо), а рафінованої — 150–200 °С. Про це слід пам'ятати, готуючи страви.

ХІМІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ ЖИРІВ. Характерними хімічними властивостями жирів є *гідроліз* і *гідрування* (для олій).

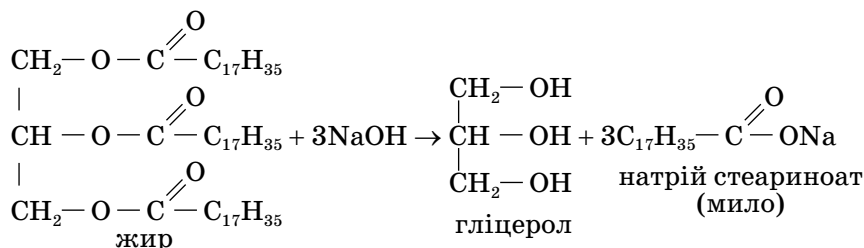
Оскільки жири належать до естерів, то їм також властивий гідроліз. Гідролізу піддаються всі жири, гідруванню — ті, що містять залишки ненасичених вищих карбонових кислот.

1. Гідроліз жирів. Це оборотна реакція жирів з водою. Розрізняють кислотний і лужний гідроліз жирів.

Кислотний гідроліз жирів — реакція оборотна і протікає в присутності неорганічних кислот.

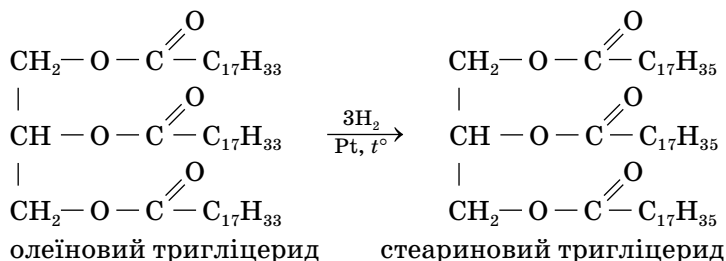


Лужний гідроліз жирів (омилення) — реакція необоротна. Її проводять у присутності лугу. Утворюються солі жирних кислот — **мила**:



Мила — солі вищих карбонових кислот і лужних металічних елементів. Натрієві солі вищих карбонових кислот — тверді мила, калієві — рідкі.

2. Гідрування жирів. Залишки ненасичених вищих карбонових кислот, що входять до складу рідких жирів, здатні приєднувати водень.



У такий спосіб у промисловості рідкі жири перетворюють на тверді й виготовляють **маргарин** — харчовий продукт, що складається із суміші гідрогенізованих олій (соняшникової, кукурудзяної, оливкової та ін.), тваринних жирів, молока і смакових добавок (солі, цукру, вітамінів тощо).

БІОЛОГІЧНА РОЛЬ ЖИРІВ. Жири належать до біологічно активних речовин. Це основне джерело енергії в живій природі. Тому жири — обов'язковий компонент продуктів харчування людини. Організм людини з продуктами харчування отримує жири як рослинного, так і тваринного походження. За вмістом жиру розрізняють п'ять груп харчових продуктів (табл. 10).

Таблиця 10

Назва групи	Вміст жирів, (г/100 г продукту)	Приклади харчових продуктів
Продукти з дуже високим вмістом жиру	понад 80	рослинна олія й вершкове масло, маргарин, сало
Продукти з високим вмістом жиру	від 20 до 80	майже всі види сиру, вершки, сметана від 20 % жирності, м'ясо качки, м'ясо гуски, свинина, ковбаси всіх видів, молочні сосиски, шпроти, тістечка, шоколад, халва
Продукти з середнім вмістом жиру	від 10 до 19,9	жирний сир, яйця, баранина й курятина, яловичі сардельки, чайна та дієтична ковбаси, ікра, жирні сорти риби (сьомга, осетер, сайра)
Продукти з низьким вмістом жиру	від 3 до 9,9	молоко, жирний кефір, напівжирний сир, яловичина, пісна баранина, нежирна здоба, помадні цукерки, ставрида, скумбрія, горбуша
Продукти з незначним вмістом жиру	менше 3	квасоля, крупи, білкове молоко, знежирений сир, хліб, тріска, хек, щука

Однією з основних біологічних функцій жирів є енергетична, за окиснення 1 г жиру виділяється вдвічі більше енергії, ніж за окиснення такої самої порції білка.

Водночас жири виконують й інші функції: захищу (підшкірний шар жиру у тварин захищає їхній організм від переохолодження); транспортну (транспортують жиророзчинні вітаміни); резервну (деяким організмам, наприклад верблюдам, властиве відкладання жирів «про запас» із подальшим їх використанням у разі відсутності корму й води); структурну (входять до складу клітинних мембран).

Жири служать джерелом незамінних жирних кислот. Річ у тім, що серед ненасичених кислот є замінні (ті, що можуть утворюватися в організмі людини) й незамінні (організм їх не виробляє, але вони життєво необхідні для нього). Олеїнова $C_{17}H_{33}COOH$ і пальмітинова $C_{15}H_{31}COOH$ кислоти належать до замінних. До незамінних кислот для організму людини належать ліолева $C_{17}H_{31}COOH$, ліоленова $C_{17}H_{29}COOH$, арахідонова $C_{19}H_{31}COOH$ та інші. У медицині та косметичі значну увагу приділяють омега-3 й омега-6 кислотам. Поцікавившись ними, ви з'ясуєте, що це — ненасичені жирні кислоти. Усі вони забезпечують здоровий стан шкіри й волосся, виконують регуляторні функції, зокрема нормалізують жировий обмін, допомагають зниженню ваги. За їх гострої нестачі уповільнюється ріст, виникають дерматити (захворювання шкіри). Незамінні кислоти організм людини отримує, споживаючи рибу (сардина, лосось), горіхову, оливкову, лляну, ріпакову, соняшникову олії.

Добова потреба організму людини в незамінних кислотах дорівнює 2–6 г. До речі, кілька чайних ложок соняшникового насіння задовольняють добову потребу людини в ліолевій кислоті.

Достатня кількість жирів у харчовому раціоні людини — запорука стійкого імунітету, злагодженої роботи нервової системи. Надмірне споживання жирів може спричинити розлади в обміні речовин і призвести до різних захворювань.



Сторінка ерудита

Унаслідок **гідрування жирів** можуть утворюватися транс-ізомери жирних кислот (про цис- і транс-ізомери йшлося на «Сторінці ерудита» § 5). Це пов'язано з тим, що атоми або групи атомів (замісники), що сполучені з атомами карбону, між якими є подвійний зв'язок, можуть розташовуватися по різні боки його площини. Жири, які у своєму складі містять транс-ізомери жирних кислот, називають транс-жирами, або трансгенними жирами. Багато їх міститься у фритюрних жирах і продуктах, одержаних на їх основі. Наприклад, чіпси містять 30 % транс-ізомерів, а картопля фрі — близько 40 %. У маргарині може бути до 24 % транс-ізомерів, після смаження цей показник істотно збільшується.

Дослідження показали, що надмірне вживання транс-ізомерів жирних кислот призводить до відкладання холестеринових бляшок на стінках кровонесних судин, провокує розвиток атеросклерозу.

Окиснення жирів. Унаслідок тривалого зберігання рослинні й тваринні жири, жиромісні продукти псуються, набувають неприємного смаку й запаху. Під впливом кисню повітря, світла, вологи, ферментів у них відбувається накопичення шкідливих для організму людини продуктів окиснення (згіркнення) жирів — спир-

тів, альдегідів, кетонів, кислот з карбоновими ланцюгами меншої довжини, ніж у складі жиру.

Окиснення (згіркнення) жирів — результат складних хімічних і біохімічних процесів, які відбуваються в жирах під час тривалого зберігання, і зумовлені дією кисню, світла, вологи тощо.

Ось чому важливо правильно зберігати жири й жировмісні продукти, пам'ятати про терміни їх зберігання.

Стисло про основне

- ✓ За складом молекули жирів належать до класу оксигеновмісних речовин естерів.
- ✓ Серед жирів бувають тверді й рідкі (олії) речовини.
- ✓ Особливість олій полягає в тому, що до складу їхніх молекул входять залишки ненасичених вищих карбонових кислот.
- ✓ Основними хімічними властивостями жирів є гідроліз, а олій — гідроліз і гідрування.
- ✓ Жири — біологічно активні, життєво необхідні людині речовини.

Знаємо, розуміємо

1. За яких умов відбувається гідроліз естерів? Які продукти цієї реакції?
2. Які речовини називають жирами?
3. Наведіть приклади поширення жирів у природі.
4. Назвіть відомі вам фізичні й хімічні властивості жирів.
5. Оцініть біологічне значення жирів.

Застосовуємо

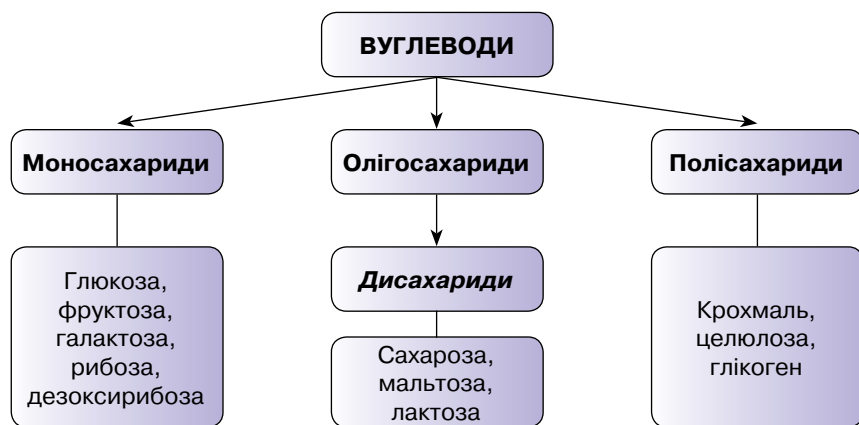
1. Однаковими чи різними будуть продукти реакцій гідролізу метилетаноату й етилметаноату? Відповідь підтвердьте рівняннями реакцій.
2. Який об'єм водню (н.у.) витратиться на гідрування жиру кількістю речовини 4 моль, молекула якого містить один залишок стеаринової і два залишки олеїнової кислот?
3. Господарче мило добувають із твердих жирів тваринного походження. Скільки кілограмів натрієвого мила можна добути, гідролізуючи 1980 кг жиру, молекула якого містить три залишки стеаринової кислоти?
4. Як з етену добути етилетаноат? Складіть рівняння відповідних реакцій.
- 5*. Як ви вважаєте, що обходиться дешевше — одержання рослинного чи тваринного жиру? Знайдіть в інформаційних джерелах підтвердження правильності вашої думки.

§ 19.

Вуглеводи. Глюкоза

ПОНЯТТЯ ПРО ВУГЛЕВОДИ. Як ви вже знаєте, унаслідок фотосинтезу з вуглекислого газу й води на світлі за участю хлорофілу утворюється глюкоза $C_6H_{12}O_6$. Ця сполука належить до класу оксигеновмісних органічних речовин із загальною назвою *вуглеводи*. Спочатку цей термін стосувався сполук із формулою $C_n(H_2O)_n$, тому загальна назва цих речовин утворена зі слів «вуглець» і «вода». У подальшому були відкриті вуглеводи, що не відповідають цій формулі, однак загальна назва збереглася.

КЛАСИФІКАЦІЯ ВУГЛЕВОДІВ.



Моносахариди — вуглеводи, які не здатні розкладатися з утворенням ще простіших вуглеводів. Представниками моносахаридів є глюкоза, фруктоза, рибоза, дезоксирибоза та інші.



Пригадайте з біології, у чому полягає біологічна роль рибози та дезоксирибози.

За кількістю атомів Карбону в молекулі моносахариди об'єднують у групи, наприклад, *пентози* (п'ять атомів Карбону), *гексози* (шість атомів Карбону). Найпоширенішими пентозами є рибоза $C_5H_{10}O_5$ і дезоксирибоза $C_5H_{10}O_4$, що містяться в ядрах клітин і відіграють важливу біологічну роль.

До найпоширеніших гексоз (мають загальну формулу $C_6(H_2O)_6$) належать глюкоза (виноградний цукор), фруктоза (фруктовий цукор), галактоза (молочний цукор).

Олігосахариди — здатні вступати в реакцію гідролізу з утворенням моносахаридів. Молекули олігосахаридів містять від двох до десяти залишків молекул моносахаридів. Найпростішими олігосахаридами є дисахариди, які складаються із залишків молекул двох моносахаридів. Наприклад, сахароза $C_{12}H_{22}O_{11}$ містить залишок глюкози й залишок фруктози.

Полісахариди — природні полімери, у молекулах яких міститься від 10 до 5000 залишків молекул глюкози. Представниками полісахаридів є крохмаль, целюлоза, глікоген. Склад їх молекул передає загальна формула $(C_6H_{10}O_5)_n$. Усі вони утворені із залишків молекул глюкози, які відрізняються сполученням один з одним і ступенем полімеризації.

ПОШИРЕННЯ ВУГЛЕВОДІВ У ПРИРОДІ. Вуглеводи входять до складу клітин усіх організмів (мал. 28). Разом з білками і жирами, вуглеводи — важлива складова частина харчування людини й тварин, сировина багатьох виробництв.

Високим є вміст вуглеводів у фруктах та овочах. Буряковий чи тростинний цукор $C_{12}H_{22}O_{11}$ входить до коренеплодів цукрового буряка, стебла цукрової тростини. Мед майже цілком складається з вуглеводів. Крохмаль входить до складу картоплі й зернівок злаків (пшениця, рис, кукурудза, жито та ін.). Целюлоза (клітковина) — основна частина деревини. Вата й папір майже повністю складаються із целюлози.



Мал. 28 Поширення вуглеводів у природі

Найпоширенішими представниками вуглеводів є глюкоза $C_6H_{12}O_6$, фруктоза $C_6H_{12}O_6$, сахароза $C_{12}H_{22}O_{11}$, крохмаль $(C_6H_{10}O_5)_n$, целюлоза $(C_6H_{10}O_5)_n$.

Вуглеводи використовуються людиною безпосередньо, а також для синтезу необхідних у побуті, медицині, сільському господарстві й техніці речовин і матеріалів.

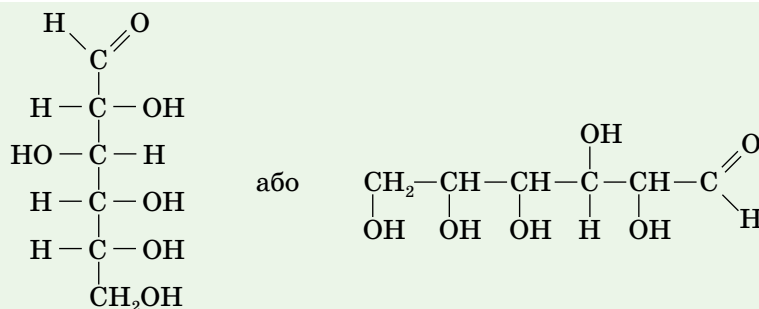
ВМІСТ ВУГЛЕВОДІВ У ХАРЧОВИХ ПРОДУКТАХ. Залежно від вмісту вуглеводів у харчових продуктах їх поділяють на групи (табл. 11).

Таблиця 11

Назва групи	Вміст вуглеводів, (г/100 г продукту)	Приклади харчових продуктів
Продукти з дуже високим вмістом вуглеводів	Понад 65	кондитерські вироби, цукор, випічка, фініки, родзинки, макаронні вироби, варення, мед, джем, мармелад, сухофрукти
Продукти з високим вмістом вуглеводів	40–60	майже всі сорти хліба, бобові культури, халва, шоколад
Продукти із середнім вмістом вуглеводів	20–40	картопля, буряк, соя, деякі фрукти (виноград, яблука), фруктові соки
Продукти з низьким вмістом вуглеводів	Менше 10	дині, кавуни, груші, персики, абрикоси, мандарини, апельсини, кабачки, гарбуз, морква, капуста
Продукти з незначним вмістом вуглеводів	Менше 3	молочні продукти (кефір, сметана, сир, молоко), гриби, зелень, овочі та фрукти (помідори, листові овочі, лимони)

ФІЗИЧНІ ВЛАСТИВОСТІ ТА СТРУКТУРНА ФОРМУЛА ГЛЮКОЗИ (ВІДКРИТА ФОРМА). Глюкоза $C_6H_{12}O_6$ — безбарвна кристалічна речовина, солодка на смак, добре розчинна у воді. Це найпоширеніший моносахарид, що у вільному стані в природі міститься в рослинах (плодах, ягодах), а залишки його молекул також входять до складу ди- та полісахаридів. У крові людини вміст глюкози дорівнює 0,08–0,11 %.

Структурна формула глюкози (її відкрита форма) свідчить, що молекула цієї речовини містить одну альдегідну й п'ять гідроксильних груп.



Через це глюкозу інколи називають багатоатомним альдегідо-спиртом.

ХІМІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ ГЛЮКОЗИ. Маючи у своєму складі дві різні характеристичні групи, глюкоза виявляє хімічні властивості двох класів сполук — альдегідів і спиртів (якщо точніше, то багатоатомних спиртів), а також інші, не властиві альдегідам і багатоатомним спиртам.

1. Реакція за участю гідроксильних груп (на прикладі взаємодії з купрум(II) гідроксидом).

Наявність у молекулі глюкози п'яти гідроксильних груп забезпечує їй властивості багатоатомного спирту. Вона, як і гліцерол, взаємодіє зі свіжоодержаним осадом купрум(II) гідроксиду.

Спершу в пробірку наливають 2–3 мл розчину натрій гідроксиду й додають декілька краплин розчину купрум(II) сульфату. Спостерігається утворення блакитного осаду купрум(II) гідроксиду. До осаду додають розчин глюкози й збовтують суміш. Осад зникає, а розчин стає яскравосинім (мал. 29).



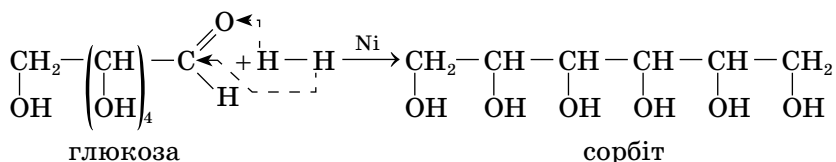
Мал. 29 Результат взаємодії розчину глюкози зі свіжоодержаним осадом купрум(II) гідроксиду

Утворення синього розчину внаслідок взаємодії глюкози зі свіжоодержаним осадом купрум(II) гідроксиду доводить, що глюкоза — багатоатомний спирт.

2. Реакції за участю альдегідної групи.

2.1. Відновлення воднем.

За наявності каталізатора нікелю альдегідна група глюкози відновлюється воднем до спиртової групи. Утворюється шестиатомний спирт — сорбіт:



Його використовують для промислового синтезу вітаміну С, а також як замітник цукру для людей, хворих на цукровий діабет.

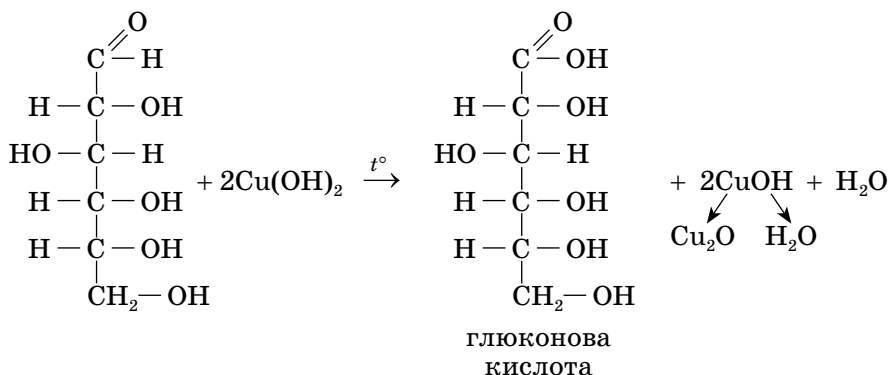


Мал. 30

Результат взаємодії розчину глюкози зі свіжоотриманим купрум(II) гідроксидом за нагрівання

2.2. Часткове окиснення купрум(II) гідроксидом.

Якщо реакцію глюкози зі свіжоотриманим купрум(II) гідроксидом проводити за нагрівання, то замість синього розчину одержимо осад — купрум(I) оксиду оранжевого кольору (мал. 30). Це результат часткового окиснення глюкози — прояву нею альдегідних властивостей. Продуктом окиснення є глюконова кислота.

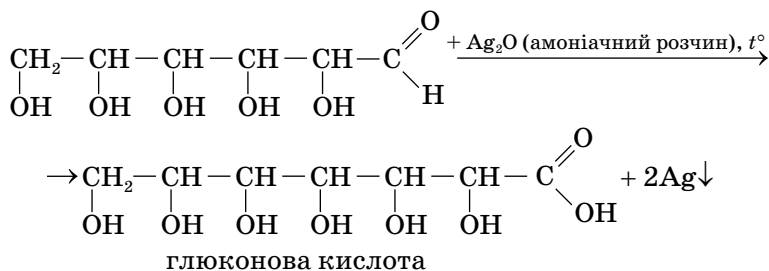


Як бачите, у формулі продукту реакції — глюконовій кислоті — є одна карбоксильна група (характеристична група карбонових кислот) і п'ять гідроксильних (характеристичних груп багатоатомних спиртів).

2.3. Часткове окиснення аргентум(I) оксидом (реакція «срібного дзеркала»).

Глюкоза, як і альдегіди, окиснюється амоніачним розчином аргентум(I) оксиду, внаслідок чого виділяється срібло й утворюється глюконова кислота.

Спрощено рівняння реакції можна записати так:



Цю реакцію проводять так. У пробірку наливають розчин аргентум(I) нітрату й додають до нього по краплинах розчин амоніаку до повного розчинення осаду, який спочатку утворюється. До отриманої суміші доливають розчин глюкози та нагрівають пробірку в стакані з гарячою водою. На стінках пробірки спостерігається осідання металічного срібла (мал. 31).



Мал. 31 Посрібнення пробірок унаслідок проведеної в них реакції «срібного дзеркала»

Взаємодію глюкози за нагрівання зі свіжоодержаним купрум(II) гідроксидом і амоніачним розчином аргентум(I) оксиду використовують як якісну реакцію для її виявлення.

Хімія — це життя: сторінка природодослідника

Лабораторний дослід 2 Окиснення глюкози свіжоодержаним купрум(II) гідроксидом

Для проведення досліду вам знадобляться: пробірки, штатив для пробірок, спиртівка чи інший нагрівний прилад, тримач для пробірок, розчини купрум(II) сульфату, натрій гідроксиду і глюкози, гаряча вода, хімічний стакан.

Не забувайте про правила безпечної роботи в хімічному кабінеті й дотримуйтеся їх!

Завдання 1. У пробірці добудьте осад купрум(II) гідроксиду, як було описано в параграфі.

Завдання 2. До осаду купрум(II) гідроксиду долейте розчин глюкози й перемішайте вміст пробірки струшуванням. Що спостерігаєте?

Завдання 3. Пробірку з результатом виконаного завдання злегка нагрійте, зануливши її в стакан з гарячою водою. Спостерігайте за змінами в пробірці, поясніть їх.

Завдання 4. Сформулюйте **ВИСНОВОК** про те, як можна виявити глюкозу.

3. Бродіння глюкози. Нагадаємо, що під дією ферментів, які виробляються мікроорганізмами, молекули глюкози здатні розщеплюватися. Цю реакцію називають бродінням. Залежно від природи ферменту розрізняють кілька видів бродіння.

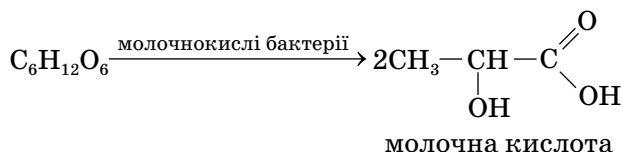


Пригадайте й складіть рівняння цієї реакції.

3.1. Спиртове бродіння відбувається під дією ферментів дріжджових грибів. У результаті реакції утворюється етанол та вуглекислий газ. Ви про це дізналися, вивчаючи добування етанолу (§ 12).

За виготовлення виробів із дріжджового тіста має місце спиртове бродіння глюкози.

3.2. Молочнокисле бродіння відбувається під впливом ферментів молочнокислих бактерій, продуктом реакції є молочна кислота:



Зверніть увагу, що молочна кислота є гетерофункціональною сполукою (має карбоксильну та гідроксильну групи). Молочнокисле бродіння відбувається в процесі скисання молока, квашення капусти, огірків, силосування кормів для свійських тварин тощо.



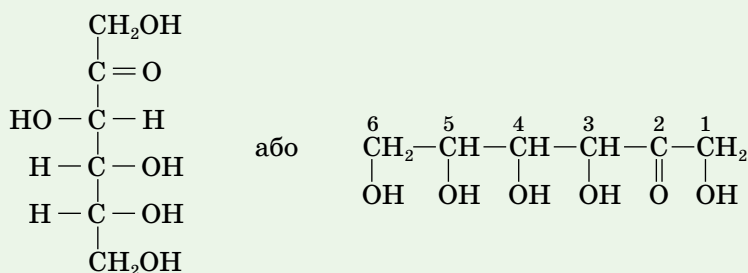
Стисло про основне

- ✓ Вуглеводи — оксигеновмісні органічні сполуки, їх класифікують на моносахариди, олігосахариди та полісахариди.
- ✓ Вуглеводи широко представлені в живій природі й відіграють важливу біологічну роль.
- ✓ Глюкоза за складом характеристичних груп є гетерофункціональною сполукою, до складу її молекули входить характеристична альдегідна група та п'ять характеристичних гідроксильних груп.
- ✓ Глюкоза відновлюється воднем до шестиатомного спирту сорбіту, а частково окиснюється аргентум(I) оксидом і свіжоодержаним купрум(II) гідроксидом до глюконової кислоти.
- ✓ Реакції часткового окиснення глюкози аргентум(I) оксидом і купрум(II) гідроксидом є якісними реакціями на цю речовину.
- ✓ Під впливом ферментів відбувається бродіння глюкози. Розрізняють спиртове й молочнокисле бродіння глюкози.



Сторінка ерудита

Фруктоза (плодовий або фруктовий цукор). Фруктоза — біла кристалічна речовина, значно солодша за глюкозу, добре розчинна у воді. Молекулярна формула фруктози така сама, як і глюкози $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$, вони є ізомерами.



У вільному стані фруктоза міститься в багатьох фруктах і плодах, меді (близько 40 % від загальної маси).

Фруктоза добре засвоюється в організмі, її можуть споживати хворі на цукровий діабет як замітник цукру.

Знаємо, розуміємо

1. Які речовини належать до класу вуглеводів?
2. Яку класифікацію вуглеводів ви знаєте?
3. Дайте визначення й наведіть приклади моносахаридів, олігосахаридів та полісахаридів.
4. Розкажіть про поширення вуглеводів у природі та їх вміст у харчових продуктах.
5. Які вуглеводи — моносахариди, олігосахариди чи полісахариди — вступають у реакцію гідролізу?

Застосовуємо

1. Укажіть вуглевод, який належить до моносахаридів.

А сахароза	В глюкоза
Б крохмаль	Г целюлоза
2. Установіть відповідність між назвою оксигеновмісної органічної речовини та її молекулярною формулою.

Речовина	Формула
1 гліцерол	А $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_7$
2 глюкоза	Б $\text{C}_6\text{H}_{14}\text{O}_6$
3 глюконова кислота	В $\text{C}_3\text{H}_8\text{O}_3$
4 сорбіт	Г $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$
	Д $\text{C}_2\text{H}_4\text{O}_2$
3. За рівнянням фотосинтезу $6\text{CO}_2 + 6\text{H}_2\text{O} = \text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 + 6\text{O}_2$ обчисліть, на скільки літрів зменшиться об'єм вуглекислого газу в повітрі (н.у.), якщо внаслідок фотосинтезу утвориться 540 г глюкози.
4. Обчисліть масу продукту молочнокислого бродіння глюкози, що входить до складу розчину масою 200 г з масовою часткою розчиненої речовини 30 %.

Працюємо з медійними джерелами

Підготуйте презентацію про використання глюкози в медицині, промисловості, кондитерському виробництві та рекомендації щодо правильного споживання вуглеводів.

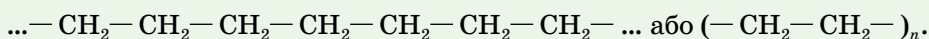


Сахароза, крохмаль і целюлоза



Інформаційна довідка

Полімери — високомолекулярні речовини, що складаються з великих молекул, утворених багатьма структурними ланками (грец. «полі» — багато та «мерос» — частина). Наприклад, **поліетилен**, одержаний полімеризацією етену $\text{CH}_2=\text{CH}_2$, складається зі структурних ланок $-\text{CH}_2-\text{CH}_2-$:



Молекула полімеру називається **макромолекулою** (від грец. «макрос» — великий, довгий).

Молекулярна маса макромолекул може становити від кількох десятків до сотень тисяч (і навіть мільйонів) атомних одиниць.

Гідроліз — реакція обміну речовин з водою.

САХАРОЗА $\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$ (БУРЯКОВИЙ АБО ТРОСТИННИЙ ЦУКОР). Це вуглевод, молекули якого складаються із залишків молекул двох моносахаридів — глюкози й фруктози, з'єднаних один з одним за рахунок взаємодії гідроксильних груп. Фруктоза є ізомером глюкози, отже, вони мають однакову молекулярну формулу $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$, але різну будову (про це йшлося в тексті «Сторінки ерудита» § 19). Порівнявши кількісний склад сахарози із сумарним складом глюкози й фруктози, виявимо, що в сумі в молекулах цих двох речовин

12 атомів Карбону, проте Гідрогену на два, а Оксигену — на один атом більше. Тобто за утворення молекули сахарози «зайвою» виявляється молекула води. І справді, ці два моносахариди сполучаються за рахунок відщеплення атома Гідрогену від молекули однієї речовини й гідроксильної групи — від молекули іншої.

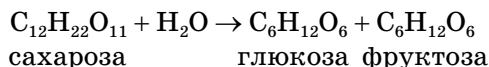
ФІЗИЧНІ ВЛАСТИВОСТІ САХАРОЗИ. Сахароза — безбарвна, кристалічна, добре розчинна у воді, солодка на смак речовина. Температура плавлення сахарози $+185^\circ\text{C}$.

ПОШИРЕННЯ В ПРИРОДІ. Сахароза — найпоширеніший у природі дисахарид, міститься в плодах, овочах, соках рослин. Особливо багато її в стеблах цукрової тростини (до 26 %) і коренеплодах цукрових буряків (до 20 %), які є основною сировиною для виробництва цукру (мал. 32).

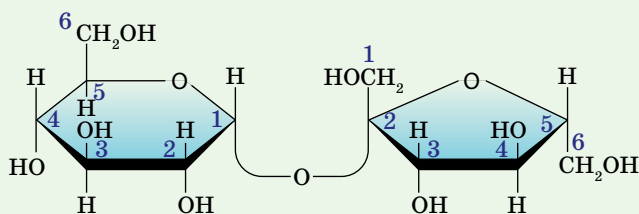


Мал. 32 Природна сировина з високим умістом сахарози та результат її промислової обробки — цукор

ГІДРОЛІЗ САХАРОЗИ. Загальна хімічна властивість сахарози — реакція гідролізу. За нагрівання і наявності розбавлених розчинів хлоридної HCl або сульфатної H₂SO₄ кислот вона гідролізується на моносахариди, залишки молекул яких входять до складу її молекул:



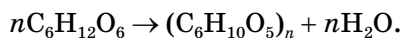
Сахароза виявляє також властивості багатоатомних спиртів. Під час її взаємодії зі свіжоодержаним купрум(II) гідроксидом утворюється яскраво-синій розчин. Подальше його нагрівання не приводить, як в альдегідів, до утворення червоно-коричневого осаду. Це свідчить про те, що в молекулі сахарози альдегідні групи відсутні, а є лише гідроксильні групи, причому не одна. Адже описаний дослід з його результатами — це якісна реакція на багатоатомні спирти. На зображеній нижче структурній формулі сахарози (наведено для ознайомлення, а не запам'ятовування) поррахуйте кількість гідроксильних груп у її молекулі.



Після підрахунку вам стане зрозумілим скорочений запис молекулярної формули сахарози C₁₂(OH)₈H₁₄O₃. Маючи вісім гідроксильних груп у молекулі, вона, як і багатоатомні спирти, взаємодіє зі свіжоодержаним купрум(II) гідроксидом.

ПОЛІСАХАРИДИ — ПРИРОДНІ ПОЛІМЕРИ. Серед представників полісахаридів найбільше значення мають крохмаль, целюлоза, глікоген (тваринний крохмаль). Усі ці полісахариди побудовані із залишків молекул одного моносахариду — глюкози, склад їх молекул позначається однаковою молекулярною формулою — (C₆H₁₀O₅)_n.

Молекулярне рівняння реакції утворення полісахаридів:

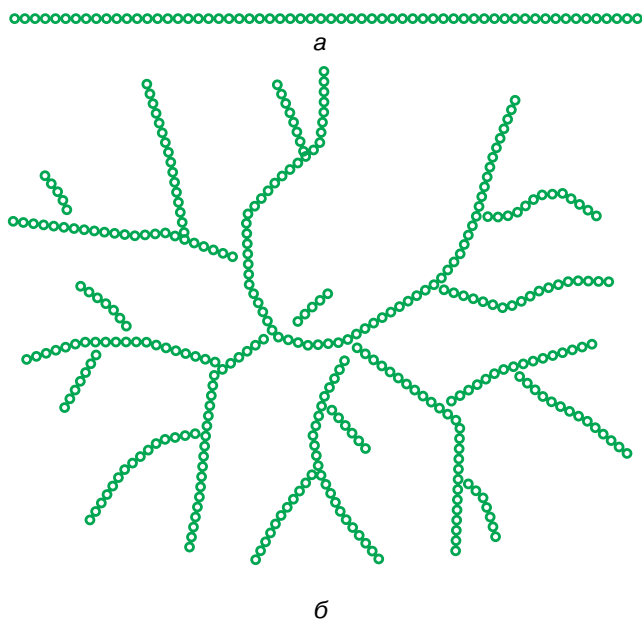


У складі молекули полісахаридів може бути від одинадцяти до тисячі й більше залишків молекул моносахаридів, що утворюють структурні ланки —C₆H₁₀O₅—. Проте це різні речовини, що відрізняються просторовою будовою та ступенем полімеризації.

Полісахариди — вуглеводи, молекули яких містять понад десять моносахаридних залишків, сполучених між собою в лінійні або розгалужені ланцюги. Крохмаль, целюлоза, глікоген — представники полісахаридів.

Крохмаль ($C_6H_{10}O_5)_n$ — білий аморфний хрусткий порошок, нерозчинний у холодній воді. У гарячій воді він набухає з утворенням крохмального клейстеру.

До складу крохмалю входять молекули лінійної будови (мають назву амілоза) та розгалуженої (амілопектин) (мал. 33). У більшості рослин крохмаль містить приблизно 25 % амілози й 75 % амیلпектину. Середня молекулярна маса амілози 30 000–160 000, амیلпектину — 100 000–1 000 000. Амілоза розчиняється в гарячій воді, амілопектин лише набухає.



Мал. 33 Схеми будови молекул: а — амілози; б — амілопектину

Якісною реакцією на крохмаль є добре вам відома ще з уроків природознавства взаємодія з йодом.

Якщо на крохмаль чи крохмалевмісний продукт харчування капнути спиртовим розчином йоду, то з'явиться синє забарвлення. Цю властивість використовують для визначення вмісту крохмалю в харчових продуктах.

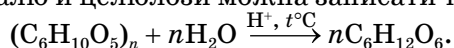
Крохмаль — цінний харчовий продукт, разом із сахарозою вони є основними джерелами вуглеводів для організму людини. Значна кількість крохмалю міститься в насінинах кукурудзи, пшениці (до 70 %), рису (до 80 %), бульбах картоплі (до 20 %). Високий вміст крохмалю у хлібі, крупах, макаронних і кондитерських виробках.

Целюлоза (клітковина) — біла, тверда, нерозчинна у воді й органічних розчинниках речовина. Молекули целюлози мають лише лінійну (нерозгалужену) будову, тому вона легко утворює волокна. Целюлоза більш поширена в природі, ніж крохмаль. Цей біополімер має велику механічну міцність і служить будівельним матеріалом оболонок рослинних клітин. Волокна бавовни, льону, конопель складаються, головним чином, із целюлози. У деревині її вміст сягає близько 50 %, у траві й зелених листках дерев — до 25 %. Зразками майже чистої целюлози є вата й фільтрувальний папір, отримані з очищеної бавовни.

В організмі людини й багатьох тварин немає ферменту, який би каталізував гідроліз целюлози, тому вона, на відміну від крохмалю, не засвоюється ними й не може бути продуктом харчування. Проте у шлунку жуйних тварин (наприклад, корови, вівці), а також кролів гідроліз целюлози відбувається. Тому влітку їх годують травною, а на зиму заготовляють сіно, силос.

Відмінності в будові молекул крохмалю й целюлози зумовлюють значні відмінності у властивостях цих природних полімерів. Крохмаль — продукт харчування людини, целюлоза для цієї мети не придатна.

ГІДРОЛІЗ ЯК ОСНОВНА ВЛАСТИВІСТЬ ПОЛІСАХАРИДІВ. Крохмаль порівняно легко піддається гідролізу під дією ферментів або під час нагрівання з кислотами. Залежно від умов, гідроліз крохмалю може відбуватися ступінчато, з утворенням різних проміжних продуктів. Целюлоза також піддається гідролізу в присутності розчинів неорганічних кислот і кінцевим продуктом реакції є глюкоза. Сумарне рівняння реакції гідролізу крохмалю й целюлози можна записати так:



Найважливіша спільна хімічна властивість целюлози й крохмалю — гідроліз, кінцевим продуктом якого є глюкоза, а перебіг у промислових і лабораторних умовах відбувається у присутності розчинів неорганічних кислот (хлоридної, сульфатної) і за нагрівання, а в організмі людини — під дією ферментів.

Для того щоб покращити процес засвоєння крохмалю, харчові продукти піддають тепловій кулінарній обробці, наприклад, варіння й смаження картоплі, випікання хліба тощо.



Пригадайте з біології, що вам відомо про ферменти.

ВУГЛЕВОДИ ЯК ПРОДУКТИ ХАРЧУВАННЯ ЛЮДИНИ. Вуглеводи — основний енергетичний матеріал клітин. У травній системі відбувається гідроліз вуглеводів з утворенням моносахаридів, які кров постачає клітинам, де вони окиснюються з виділенням енергії, та утворенням вуглекислого газу й води.

Потреба у вуглеводах залежить від віку, способу життя, професії, стану здоров'я людини тощо. Та за будь-яких умов добове споживання вуглеводів людиною у 4–5 разів перевищує споживання жирів і білків.

Більшу частину добової норми вуглеводів організм людини отримує з рослинною їжею у вигляді крохмалю (картопля, хліб, крупи, макарони), меншу — у вигляді глюкози (соки, фрукти) і сахарози (цукор). З м'ясом надходить невелика кількість глікогену — полісахариду тваринного походження.

Клітковина, або целюлоза, для людини не має харчової цінності, оскільки стійка проти дії ферментів і в організмі не піддається гідролізу. Проте її по праву можна зарахувати до рослинних компонентів їжі, адже вживання клітковини нормалізує роботу кишечника, сприяє виведенню з організму шкідливих речовин. Основне джерело клітковини для організму людини — фрукти й овочі. Крім того, на клітковину багаті висівки, з яких випікають висівковий хліб спеціально для збільшення надходження клітковини в організм людини.

ВИРОБНИЦТВО САХАРОЗИ ТА КРОХМАЛЮ. Сахароза й крохмаль у значній кількості містяться в рослинній сировині. Тому у промислових масштабах їх виділення з природної сировини здійснюють фізичними методами (відстоюванням, фільтруванням). Сахарозу добувають з коренеплодів цукрового буряку та стебел цукрової тростини. За виробництвом і експортом цукру Україна є світовим лідером. Крохмаль добувають з бульб картоплі, зерен пшениці, кукурудзи, рису.



Стисло про основне

- ✓ Сахароза $C_{12}H_{22}O_{11}$ (буряковий або тростинний цукор) за складом молекул належить до олігосахаридів і є дисахаридом.
- ✓ Сахароза утворена із залишків молекул двох моносахаридів — глюкози та фруктози. Це найпоширеніший дисахарид у природі.
- ✓ Крохмаль і целюлоза — важливі природні полімери, побудовані із залишків молекул одного моносахариду — глюкози. Крохмаль і целюлоза мають однакову молекулярну формулу $(C_6H_{10}O_5)_n$, але різні властивості.
- ✓ Відмінності у властивостях крохмалю й целюлози зумовлені особливостями їхньої просторової будови та різним ступенем полімеризації.
- ✓ Основна хімічна властивість сахарози, крохмалю та целюлози — гідроліз.

Знаємо, розуміємо

1. Чому сахарозу відносять до олігосахаридів, а крохмаль і целюлозу — до полісахаридів?
2. Як ви поясните те, що, маючи однакову молекулярну формулу, крохмаль і целюлоза істотно відрізняються за фізичними й хімічними властивостями?
3. Що вам відомо про поширення вивчених оксигеновмісних органічних сполук у природі й харчових продуктах?
4. Які способи одержання сахарози, крохмалю й целюлози вам відомі?

1. Для приготування чаю часто на одну склянку води беруть 1,5 чайної ложки цукру (близько 15 г). Обчисліть масу глюкози, яка утвориться внаслідок повного гідролізу такої порції сахарози.
2. Обчисліть масу кукурудзяних зерен з масовою часткою крохмалю 70 %, необхідного для добування спирту масою 115 кг.
- 3*. Складіть рівняння реакцій, що відбуваються з вуглекислим газом, починаючи з фотосинтезу й завершуючи диханням людини.

Сторінка ерудита



Частину глюкози організм людини засвоює відразу, а надлишок перетворюється на **глікоген** (тваринний крохмаль). Глікоген також складається із залишків глюкози, але має більш розгалужену структуру. Це білий аморфний порошок, добре розчиняється навіть у холодній воді й, на відміну від крохмалю, не утворює за охолодження клейстеру.

Глікоген є запасним полісахаридом в організмі людини й найбільшим джерелом енергії. У періоди між уживанням їжі глікоген розщеплюється й постачає в організм людини глюкозу. Він міститься в усіх клітинах організму, проте найбільше його в печінці (до 20 %). Під час роботи м'язів відбувається розщеплення глікогену, вміст якого в клітинах м'язів становить близько 4 %. Якщо кількість відкладеного про запас глікогену досягає 50–60 г на 1 кг тканини, наступні порції глюкози перетворюються на жир, а це може спричинити ожиріння.

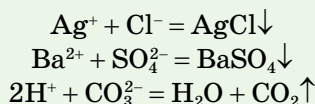


Розв'язування експериментальних задач



Інформаційна довідка

- Експериментальні задачі** — задачі, що не потребують здійснення математичних обчислень, а розв'язуються за допомогою хімічного експерименту.
- У процесі розв'язування експериментальних задач виявляють і розпізнають речовини, встановлюють їхній якісний склад, добувають речовини.
- У неорганічній хімії хлорид-іони виявляють за допомогою катіонів Аргентуму(I), сульфат-аніони — катіонів Барію, карбонат-аніони — катіонів Гідрогену:



- Наявність луку в розчині виявляють індикаторами (лакмусом, метиловим оранжевим і фенолфталеїном), наявність кислоти — лакмусом, метиловим оранжевим. Забарвлення універсального індикатора в лужному й кислому середовищах збігається з відповідним забарвленням у них лакмусу.

Практична робота 1

Розв'язування експериментальних задач

Виконання цієї практичної роботи сприятиме розвитку ваших умінь проводити хімічний експеримент, спостерігати за хімічними перетвореннями, застосовувати на практиці теоретичні знання.

Не забувайте про правила безпечної роботи в хімічному кабінеті й дотримуйтеся їх!

Застосуйте набуті знання про органічні та неорганічні речовини й розв'яжіть задачі.

Завдання 1. У трьох пробірках без етикеток містяться розчини гліцеролу, етанової та сульфатної кислот. Дослідним шляхом виявіть наявність цих речовин.

У звіті зазначте номер пробірки з конкретною речовиною, послідовність проведення дослідження, спостережувані зміни, складіть рівняння реакцій.

Завдання 2. Дослідним шляхом розпізнайте: а) глюкозу й сахарозу; б) гліцерол і глюкозу. У звіті зазначте номери пробірок та спостережувані зміни.

Завдання 3. Дослідним шляхом виявіть наявність домішок етанової кислоти в етанолі. У звіті зазначте спостережувані зміни.

Завдання 4. Дослідним шляхом доведіть, що етанова кислота є сильнішим електролітом, ніж карбонатна кислота.

У звіті зазначте хід проведення досліді, спостережувані зміни, рівняння реакцій у молекулярно-йонній формі.

Завдання 5. На основі знань про розчинність у воді мила й вищих карбонових кислот розпізнайте зовні схожі стружки мила та стеарину (суміш вищих карбонових кислот, здебільшого стеаринової, використовується у виготовленні стеаринових свічок). У звіті опишіть послідовність дослідження та результати спостереження.

Завдання 6. Експериментальним шляхом доведіть, що в бульбах картоплі є крохмаль. У звіті опишіть хід виконання досліді та результати спостереження.

Завдання 7. Експериментальним шляхом доведіть, що жири розчиняються в органічних розчинниках і не розчиняються у воді. У звіті опишіть хід виконання досліді та результати спостереження.

Зробіть загальний **висновок** про властивості оксигеновмісних органічних речовин, значення експерименту й спостереження як методів досліджень у хімії.



Виконання завдань різної складності

Виконання, запропонованих у параграфі завдань, допоможе вам перевірити особисті результати формування хімічної компетентності з теми «Оксигеновмісні органічні сполуки».

Завдання 1.

Установіть відповідність між органічною речовиною і класом сполук.

<i>Речовина</i>	<i>Клас сполук</i>
1 пропілметаноат	А алкени
2 етаналь	Б альдегіди
3 бутан-2-ол	В естери
4 пропен	Г алкіни
	Д спирти

Завдання 2.

Укажіть рядок, у якому зазначені назви речовин, обидві з яких вступають у реакцію «срібного дзеркала».

А метан, глюкоза	В етаналь, глюкоза
Б метаналь, етанол	Г метилетаноат, сахароза

Завдання 3.

Укажіть нерозчинні у воді речовини: гліцерол, етанол, стеаринова кислота, целюлоза, етанова кислота.

Завдання 4.

Взаємодію карбонових кислот зі спиртами називають реакцією...

А гідратації	В естерифікації
Б гідролізу	Г ізомеризації

Завдання 5.

Укажіть речовину, між молекулами якої відсутній водневий зв'язок.

А етанол	В вода
Б метанова кислота	Г етаналь

Завдання 6.

Характеристичною групою яких органічних сполук є гідроксильна група?

А спиртів і алканів	В естерів і вуглеводів
Б фенолів і спиртів	Г альдегідів і карбонових кислот

Завдання 7.

Укажіть рядок, у якому зазначені назви речовин, обидві з яких вступають у реакцію гідролізу.

А крохмаль, сахароза

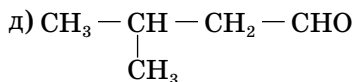
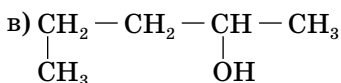
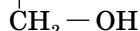
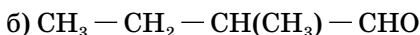
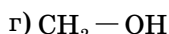
В етанова кислота, целюлоза

Б метилпропаноат, метаналь

Г гліцерол, пропен

Завдання 8.

Назвіть речовини за систематичною номенклатурою, укажіть серед них ізомери.

**Завдання 9.**

Заповніть колонки таблиці відповідними формулами, скориставшись переліком речовин: 2-метилпропан-1-ол; 2-метилпропаналь; метилметаноат; метанова кислота; бутаналь; гліцерол; глюкоза; стеаринова кислота; сахароза; крохмаль; целюлоза; олеїнова кислота; 3,4-диметилпентан-2-ол.

<i>Клас сполук</i>	<i>Формули речовин</i>
Спирти	
Альдегіди	
Кислоти	
Природні полімери	
Вуглеводи	
Естери	

Завдання 10.

Скільки речовин відповідає молекулярній формулі $\text{C}_5\text{H}_{11}\text{OH}$? Складіть їх структурні формули і назвіть за систематичною номенклатурою.

Завдання 11.

Складіть формули можливих ізомерів, що мають молекулярну формулу $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_2$. Назвіть речовини за систематичною номенклатурою.

Завдання 12.

Жири — це...

А алкани

В естери

Б альдегіди

Г спирти

Завдання 13.

Які з назв складені не за систематичною номенклатурою:

- а) триметилпропанова кислота;
- б) триметилпропан-3-ол;
- в) 2,3,3,4-тетраметилгексаналь? Знайдіть і виправте помилки.

Завдання 14.

Глюкоза виявляє хімічні властивості, характерні для...

- А альдегідів і кислот
- В насичених і ароматичних вуглеводнів
- В альдегідів і насичених одноатомних спиртів
- Г альдегідів і насичених багатоатомних спиртів

Завдання 15.

Речовиною А в ланцюжку перетворень: сахароза → А → етанол буде...

- А крохмаль
- В етанова кислота
- Б глюкоза
- Г етаналь

Завдання 16.

Складіть рівняння реакцій, за допомогою яких можна із метану добути етилетаноат.

Завдання 17.

Складіть рівняння хімічних реакцій за схемою:

Етен → етанол → етаналь → етанова кислота → метилетаноат → етанова кислота → натрій етаноат.

Завдання 18.

Обчисліть кількість речовини органічного продукту реакції бутанолу масою 29,6 г з бромоводнем.

Завдання 19.

Унаслідок взаємодії насиченого одноатомного спирту масою 180 г з достатньою кількістю гідроген хлориду утворилась вода масою 54 г. Який спирт було взято для реакції?

Завдання 20.

Взаємодією етанолу з етановою кислотою масою 45 г добули естер масою 61,6 г. Обчисліть масу неактивних домішок у складі етанової кислоти.

Завдання 21.

Якою стала масова частка етанової кислоти в розчині масою 160 г з масовою часткою розчиненої речовини 25 % після розбавлення його водою об'ємом 40 мл.

Завдання 22.

Насичена одноосновна кислота масою 9,2 г прореагувала з магнієм масою 2,4 г. Виведіть формулу кислоти.

Завдання 23.

Взаємодією насиченої одноосновної кислоти масою 2,96 г з калій гідрогенкарбонатом добули газ об'ємом 896 мл (н.у.). З якою кислотою проводили реакцію?

Завдання 24.

Обчисліть об'єм розчину натрій гідроксиду з масовою часткою розчиненої речовини 40 % і густиною 1,43 г/мл, необхідного для повного гідролізу жиру масою 353,6 г, молекула якого містить три залишки олеїнової кислоти.

Завдання 25.

Фенол масою 28,2 г прореагував без залишку з розчином калій гідроксиду з масовою часткою розчинної речовини 20 %. Обчисліть масу розчину лугу.

Завдання 26.

Бром масою 6 г прореагував без залишку з водним розчином фенолу масою 23,5 г. Обчисліть масову частку фенолу в розчині.

Завдання 27.

Обчисліть об'єм продукту внутрішньомолекулярної дегідратації бутан-1-олу масою 14,8 г.

Завдання 28.

Між насиченою одноосновною карбоною кислотою масою 6 г й етанолом масою 4,6 г відбулася реакція естерифікації. Виведіть формулу кислоти.

Завдання 29.

Спирт масою 12 г прореагував без залишку з гідроген бромідом масою 16,2 г. Виведіть формулу спирту.

Завдання 30.

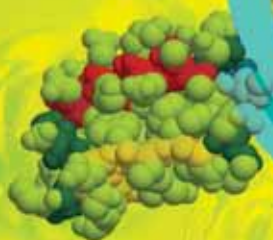
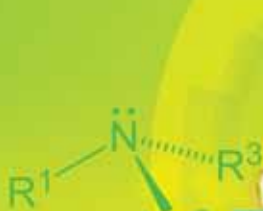
Під час спиртового чи молочнокислого бродіння глюкози масою 90 г утвориться більше органічного продукту реакції?

Завдання 31.

У реакції насиченого одноатомного спирту масою 19,2 г з натрієм виділився водень, якого вистачило для гідрування пропену об'ємом 6,72 л (н.у.). Виведіть формулу спирту.

Нітрогеновмісні органічні сполуки

Тема 4



У цій темі ви ознайомитесь з такою інформацією про нітрогеновмісні речовини:

- ◆ склад, будова молекул і назви найпростіших за складом насичених і ароматичних амінів, будова аміногрупи;
- ◆ хімічні властивості метанаміну, аніліну, одержання аніліну;
- ◆ склад, будова молекул, загальні і структурні формули, характеристичні (функціональні) групи, систематична номенклатура амінокислот;
- ◆ пептидна група і пептиди;
- ◆ хімічні властивості аміноетанової кислоти;
- ◆ білки як високомолекулярні сполуки;
- ◆ хімічні властивості білків (без запису рівнянь реакцій).

Після засвоєння матеріалу теми ви зможете:

- ◆ **обґрунтовувати** обраний спосіб розв'язання задачі;
- ◆ **називати** загальні формули та характеристичні (функціональні) групи амінів та амінокислот;
- ◆ **пояснювати** структурні формули амінів та амінокислот; амфотерність амінокислот;
- ◆ **наводити приклади** амінів, амінокислот, білків;
- ◆ **розрізняти** насичені й ароматичні аміни;
- ◆ **складати** молекулярні та структурні формули амінів і амінокислот за назвами й загальними формулами, рівняння реакцій, які описують хімічні властивості вивчених нітрогеновмісних речовин;
- ◆ **класифікувати** нітрогеновмісні органічні сполуки за характеристичними (функціональними) групами;
- ◆ **прогнозувати** хімічні властивості амінокислот, зумовлені особливостями будови їхніх молекул;
- ◆ **характеризувати** біологічну роль амінокислот, білків;
- ◆ **висловлювати** судження про вплив окремих нітрогеновмісних органічних сполук на організм людини.



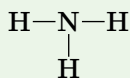
Насичені й ароматичні аміни



Інформаційна довідка

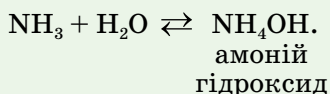
Амоніак NH_3 — летка сполука Нітрогену з Гідрогеном.

Зв'язок у молекулі амоніаку ковалентний полярний. Його структурна формула:

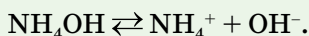


Електронна формула амоніаку: $\text{H} : \overset{\cdot\cdot}{\underset{\cdot\cdot}{\text{N}}} : \text{H}$. Вона ілюструє той факт, що атом Нітрогену в молекулі амоніаку має три спільні електронні пари з атомами Гідрогену й одну неподілену електронну пару.

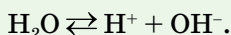
Амоніак добре розчинний у воді, його водний розчин має лужне середовище. Пояснюється це тим, що між амоніаком і водою відбувається взаємодія, яку можна описати таким молекулярним рівнянням реакції:



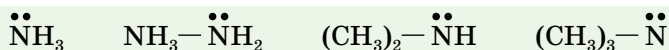
Амоній гідроксид належить до слабких електролітів, його дисоціація відбувається за рівнянням:



Вода є дуже слабким електролітом, але в рідкому агрегатному стані дуже незначна частина її молекул дисоціює на катіони Гідрогену й гідроксид-аніони:



ПОНЯТТЯ ПРО АМІНИ, ЇХ СКЛАД І БУДОВУ. За якісним складом — це нітрогеновмісні органічні сполуки, молекули яких містять атоми Карбону, Гідрогену й Нітрогену. Карбон входить до складу вуглеводневого залишку, Нітроген — до складу характеристичної аміногрупи $-\text{NH}_2$, Гідроген — до обох складових частин молекули. Назва «аміни» утворена від назви «амоніак». Цей клас сполук розглядають як похідні амоніаку NH_3 , у молекулі якого один, два або три атоми Гідрогену заміщені вуглеводневими залишками, наприклад, метанамін CH_3-NH_2 , метилметанамін $(\text{CH}_3)_2-\text{NH}$, диметилметанамін $(\text{CH}_3)_3-\text{N}$. У всіх амінів, подібно до амоніаку, в атома Нітрогену є вільна електронна пара.



Завдяки вільній електронній парі аміни вступають у реакції з водою й кислотами.

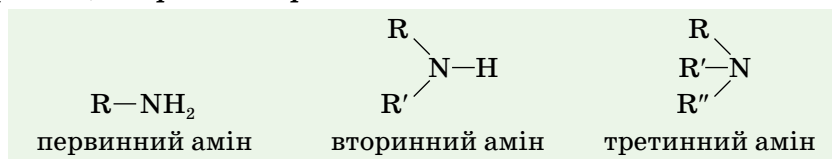
Аміни — нітрогеновмісні органічні речовини, похідні амоніаку, молекули яких складаються з вуглеводневого залишку й характеристичної аміногрупи —NH₂.

У разі наявності в молекулі аміну двох вуглеводневих залишків, у складі характеристичної групи залишається один атом Гідрогену. Якщо вуглеводневих залишків три, то Гідроген у характеристичній групі відсутній.

КЛАСИФІКАЦІЯ Й ЗАГАЛЬНІ ФОРМУЛИ АМІНІВ. Залежно від природи вуглеводневих замісників розрізняють *насичені аміни* (аміногрупа сполучена із залишком алкану) й *ароматичні аміни* (аміногрупа сполучена із залишком арену), наприклад:

C_6H_{14} гексан	$C_6H_{13}-NH_2$ гексамін (насичений амін)	C_6H_6 бензен	$C_6H_5-NH_2$ феніламін (ароматичний амін)
-----------------------	--	--------------------	--

Кількість вуглеводневих залишків у молекулі служить ще однією класифікаційною характеристикою амінів, за якою їх поділяють на *первинні*, *вторинні* й *третинні*:



Зображені формули є загальними формулами насичених амінів.

НОМЕНКЛАТУРА НАСИЧЕНИХ ПЕРВИННИХ АМІНІВ, ІЗОМЕРІЯ.

За систематичною номенклатурою назва аміну складається з одного слова. Воно починається з повної назви відповідного алкану, а до неї додається назва класу сполук «амін». Наприклад:

CH₃NH₂ — метанамін;

CH₃CH₂NH₂ — етанамін.

Для того щоб назвати насичений первинний амін з розгалуженим вуглеводневим замісником, дотримуються таких **правил**.

1. Обирають головний (найдовший) карбоновий ланцюг, у якому один з атомів Карбону сполучений з аміногрупою.

2. Нумерують головний ланцюг за принципом найменшого локанта аміногрупи.

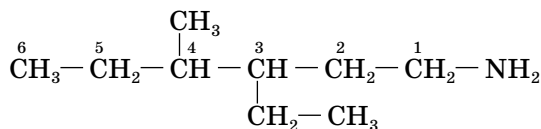
3. З'ясовують наявність у головному ланцюзі вуглеводневих замісників і їх назви.

4. Складають назву речовини в такій послідовності:

➤ називають в алфавітному порядку вуглеводневі замісники (у разі їх наявності в головному ланцюзі), указуючи перед назвами їх локанти, які виділяють дефісами. До однакових замісників уживають множинні префікси ди-, три-, тетра-;

- називають алкан головного ланцюга;
- після назви головного ланцюга записують, виділяючи з обох боків дефісами, локант аміногрупи;
- додають назву класу цих сполук — «амін».

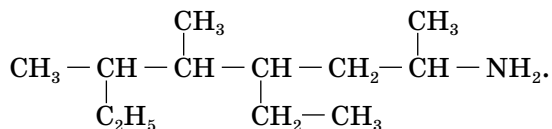
Наприклад, за систематичною номенклатурою амін зі структурною формулою



має назву 3-етил-4-метилгексан-1-амін.

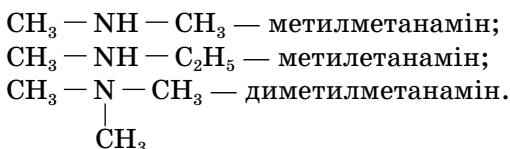
Працюйте зупини

1. Опануйте правила номенклатури насичених первинних амінів, скориставшись розглянутою вище структурною формулою аміну та його назвою.
2. Назвіть амін, формула якого:



3. Складіть формулу 4,5-диметил-3-пропілоктан-2-аміну.

Вторинні й третинні аміни симетричної будови прийнято називати так:



ІЗОМЕРІЯ НАСИЧЕНИХ ПЕРВИННИХ АМІНІВ. Як ви вже зрозуміли з виконаних у групі завдань, номенклатура цих сполук залежить від будови карбонового ланцюга та місця розташування аміногрупи. Законно-мірно, що аміни мають більше ізомерів, ніж відповідні їм алкани. Наприклад, у бутану один ізомер, у бутанаміну — три.

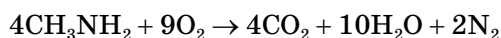


Складіть самостійно формули ізомерних амінів бутанаміну.

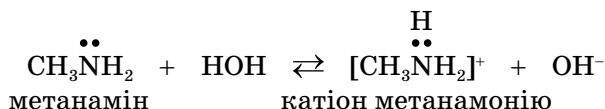
ФІЗИЧНІ ВЛАСТИВОСТІ ДЕЯКИХ АМІНІВ. За звичайних умов метанамін, метилметанамін і диметилметанамін — гази із запахом амоніаку. Аміни з умістом атомів Карбону $\text{C}_4 - \text{C}_{15}$ — рідини із запахом оселедцю, решта — тверді речовини без запаху.

ХІМІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ НАСИЧЕНИХ АМІНІВ НА ПРИКЛАДІ МЕТАНАМІНУ.

1. Горіння амінів. Аміни згорають у повітрі з утворенням азоту, карбон(IV) оксиду та води:

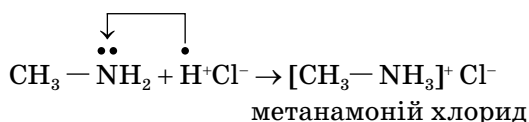


2. Взаємодія з водою. Подібно до амоніаку, розчинні у воді аміни виявляють основні властивості. Так, під час реакції з водою до аміну приєднується протон H^+ і вивільнюється аніон OH^- , утворений унаслідок електролітичної дисоціації води. Це відбувається за рахунок вільної електронної пари атома Нітрогену:



Варто зазначити, що метанамін є сильнішою основою, ніж амоній гідроксид NH_4OH . І в цьому разі підтверджується положення теорії будови органічних сполук про взаємний вплив атомів і груп атомів у молекулі.

3. Взаємодія з хлоридною кислотою. Ця взаємодія також базується на приєднанні протону від кислоти до вільної пари електронів атома Нітрогену:



Метанамоній хлорид належить до солей.

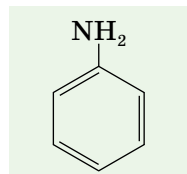
Водні розчини амінів містять у надлишку гідроксид-аніони OH^- і мають лужне середовище. Завдяки цьому та здатності утворювати солі з неорганічними кислотами їх називають органічними основами.

Властивості амінів як основ залежать від природи вуглеводневого залишку. Насичені первинні аміни — найсильніші основи серед амінів.

АНІЛІН, АБО ФЕНІЛАМІН. Це ароматичний амін з молекулярною формулою $\text{C}_6\text{H}_5\text{NH}_2$.

Його називають феніламін за назвою замісника $-\text{C}_6\text{H}_5$. Молекулярна формула цієї речовини вказує на те, що аміногрупа сполучена з атомом Карбону бензенового кільця (у бензені відбулася заміна одного атома Гідрогену на одновалентну аміногрупу).

Анілін (мал. 34) — безбарвна (темніє на світлі й у повітрі) оліїста речовина, що важко розчиняється у воді, має специфічний запах. Пари аніліну отруйні.

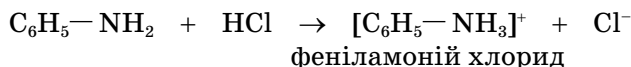


Мал. 34
Анілін

ХІМІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ АНІЛІНУ. Порівняно з метанаміном анілін дуже слабка основа, що не діє на індикатори.

Для аніліну характерні дві групи реакцій: за участю аміногрупи (приклад 1) і за участю бензенового кільця (приклад 2).

1. Взаємодія аніліну з хлоридною кислотою.



2. Взаємодія аніліну з бромною водою. Вам відомо, що бензен не реагує з бромною водою. Але подібно до фенолу анілін за участю бензенового кільця вступає в реакцію заміщення з бромною водою, внаслідок чого утворюється 2,4,6-трибромоанілін (2,4,6-трибромофеніламін) — жовтувато-білий осад (мал. 35).

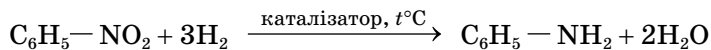


Мал. 35

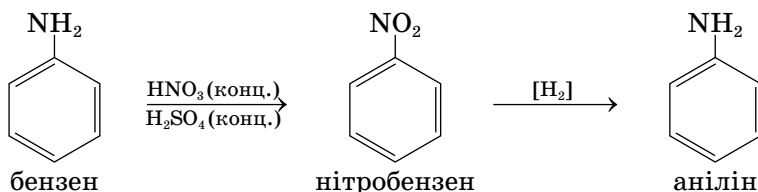
Ілюстрація взаємодії аніліну з бромною водою

Заміщення Гідрогену бензенового кільця в трьох положеннях є результатом впливу аміногрупи на бензенове кільце.

ДОБУВАННЯ АНІЛІНУ. У промисловості анілін добувають відновленням нітробензену $\text{C}_6\text{H}_5\text{—NO}_2$ за допомогою водню у присутності нікелевого чи мідного каталізаторів за нагрівання:



Нітробензен добувають з бензену. Нижче наведено схему цих перетворень:



ЗАСТОСУВАННЯ АНІЛІНУ. Понад 150 років анілін виробляють у великій кількості, тому що ця речовина — основа синтезу анілінових барвників, які використовують для фарбування тканин у різні яскраві кольори (мал. 36).

Анілінові барвники можна придбати у вигляді порошку або рідини й за потреби використати в домашніх умовах.

Водночас у разі перевищення допустимих норм використання, вплив аніліну та його похідних для довкілля негативний.

Анілін — сировина для синтезу ліків, наприклад стрептоциду, який має ефективну антимікробну дію; фунгіцидів (препаратів для боротьби з грибовими захворюваннями рослин) та ін.



Мал. 36

Анілінові барвники

Стисло про основне

- ✓ Аміни — похідні амоніаку, у молекулах яких атоми Гідрогену заміщені вуглеводневими залишками.
- ✓ Аміногрупа NH_2 — характеристична група амінів.
- ✓ Залежно від замісника аміни бувають насиченими й ароматичними, а від кількості заміщених в амоніаці атомів Гідрогену — первинні, вторинні й третинні.
- ✓ Водні розчини амінів мають лужну реакцію і взаємодіють з неорганічними кислотами. Через це їх ще називають органічними основами.
- ✓ Анілін — ароматичний амін. Взаємний вплив бензенового кільця й аміногрупи виявляється в тому, що ця речовина взаємодіє з бромною водою, відбувається заміщенням трьох атомів Гідрогену з утворенням 2,4,6-трибромофеніламіну.
- ✓ Анілін у великих кількостях виробляють з нітробензену (його одержують з бензену) й використовують у виробництві барвників, лікарських засобів тощо.

Знаємо, розуміємо

1. Назвіть характеристичну групу й наведіть приклади амінів.
2. Назвіть загальні формули амінів.
3. Які класифікації амінів вам відомі? Що покладено в основу кожної з них?
4. Яка відмінність існує між первинними, вторинними, третинними насиченими й ароматичними амінами?
5. Про які хімічні властивості метанаміну й аніліну ви дізнались?
6. Як добувають анілін? Де його використовують?

Застосовуємо

1. Складіть структурну формулу 3-етил-2,4-диметилгептан-1-аміну.
2. Установіть відповідність між формулою та речовиною.

Формула	Речовина
1 C_6H_5OH	А нітробензен
2 $C_6H_5NH_2$	Б анілін
3 C_6H_6	В фенол
4 $C_6H_5NO_2$	Г бензен
	Д сорбіт
3. Складіть рівняння реакції етанаміну із хлоридною кислотою. Назвіть продукт реакції.
4. Обчисліть, яку масу аніліну можна одержати відновленням нітробензену кількістю речовини 4 моль.
5. Обчисліть об'єм вуглекислого газу та азоту, що утворяться внаслідок спалювання етанаміну в кисні об'ємом 33,6 л (н.у.).



Амінокислоти. Пептиди

і Інформаційна довідка

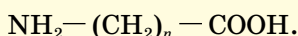
- Нітроген належить до елементів-органогенів, він входить до складу амінокислот, білків, нуклеїнових кислот.
- Амфотерна сполука** — це сполука, яка здатна реагувати і як кислота, і як основа (залежить від другого реагенту).
- У неорганічній хімії амфотерні властивості мають алюміній гідроксид $Al(OH)_3$, цинк гідроксид $Zn(OH)_2$, плумбум(II) гідроксид $Pb(OH)_2$, хром(III) гідроксид $Cr(OH)_3$ та деякі інші.
- Гідроксиди, що виявляють амфотерні властивості, об'єднують у групу амфотерних гідроксидів. Між двома амфотерними гідроксидами взаємодія не відбувається.

СКЛАД І БУДОВА МОЛЕКУЛ АМІНОКИСЛОТ. З молекулярної формули аміноетанової кислоти $C_2H_5O_2N$ можна дізнатися лише про кількісний та якісний склад її молекул і зробити висновок, що це нітрогеновмісна органічна сполука. Молекулярними формулами амінокислот користуються рідко.

Назва класу амінокислот відображає наявність у молекулі речовин аміногрупи NH_2 (характеристична група амінів) і карбоксильної групи (характеристична група карбонових кислот). Напівструктурна формула аміноетанової кислоти $NH_2 - CH_2 - COOH$ підтверджує це.

Подовжуючи карбоновий ланцюг та розміщуючи аміногрупу біля різних атомів Карбону або записуючи кілька аміногруп чи карбоксильних груп, дістанемо формули різних амінокислот. У природі їх існує понад 100.

Амінокислоти — це органічні кислоти, що містять одну чи кілька аміногруп. Наявність у молекулах амінокислот аміногрупи $-\text{NH}_2$ та карбоксильної групи $-\text{COOH}$ визначає їхні властивості як амінів і кислот. Загальна напівструктурна формула амінокислот:



Побудуємо гомологічний ряд моноамінокарбонових кислот — похідних насичених одноосновних карбонових кислот (табл. 12).

Таблиця 12

Карбонова кислота	Амінокислота	Напівструктурна формула амінокислоти
Етанова	Аміоетанова	$\text{NH}_2 - \text{CH}_2 - \text{COOH}$
Пропанова	Аміопропанова	$\text{NH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{COOH}$ або $\text{NH}_2 - (\text{CH}_2)_2 - \text{COOH}$
Бутанова	Аміобутанова	$\text{NH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{COOH}$ або $\text{NH}_2 - (\text{CH}_2)_3 - \text{COOH}$
Пентанова	Аміопентанова	$\text{NH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{COOH}$ або $\text{NH}_2 - (\text{CH}_2)_4 - \text{COOH}$
Гексанова	Аміогексанова	$\text{NH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{COOH}$ або $\text{NH}_2 - (\text{CH}_2)_5 - \text{COOH}$

Структурні формули амінокислот у таблиці 12 складено таким чином, що аміногрупа розміщена на протилежному від карбоксильної групи кінці ланцюга атомів Карбону. Але вона може бути й біля інших його атомів. Що довшим є ланцюг, то більше можливих положень в аміногрупі. До того ж, сам карбоновий ланцюг буває не лише лінійним, а й розгалуженим.

У таблиці 12 у назвах амінокислот не зазначено положення аміногрупи, тому кожен з вас може за назвою «аміопентанова кислота» скласти ще чотири формули. Ось чому важливо знати й використовувати систематичну номенклатуру амінокислот.



Попрацюйте з таблицею 12 і переконайтеся, що всі амінокислоти названі з додаванням префіксу «аміно» до назви відповідної карбонової кислоти. Наведіть власні приклади.

СИСТЕМАТИЧНА НОМЕНКЛАТУРА АМІНОКИСЛОТ. В аміоетановій кислоті немає потреби вказувати локант аміногрупи, тому що вуглеводневий залишок має лише один атом Карбону. Починаючи з аміопропанової кислоти, з'являються ізомери — аміногрупа може розташовуватись біля різних атомів Карбону. Щоб правильно назвати речовини, знадобляться наведені нижче **правила** систематичної номенклатури амінокислот.

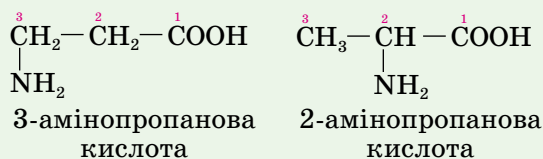
1. Обирають головний ланцюг кислоти, його нумерацію розпочинають з атома Карбону карбоксильної групи. (Найвні в карбоновому ланцюзі вуглеводневі замісники на порядок нумерації ланцюга не впливають.)

2. У назві речовини перед префіксом «аміно» записують локант (локанти) аміногрупи (аміногруп, якщо їх кілька).

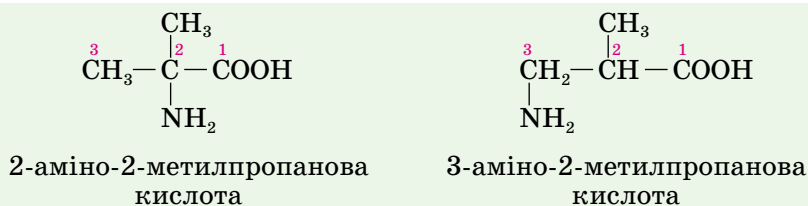
3. Складаючи назву амінокислоти, вуглеводневі залишки та аміногрупу називають в алфавітному порядку.

Розглянемо приклади.

Приклад 1. Структурні формули й назви за систематичною номенклатурою ізомерів амінопропанової кислоти.



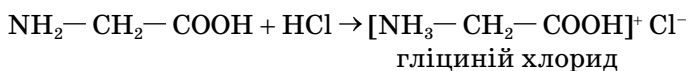
Приклад 2. Структурні формули й назви амінокислот з розгалуженим карбоновим ланцюгом.



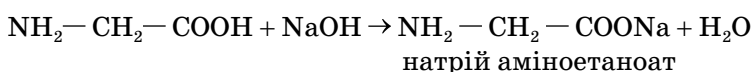
Амінокислотам властива ізомерія карбонового ланцюга й ізомерія положення аміногрупи.

АМФОТЕРНІ ВЛАСТИВОСТІ АМІНОЕТАНОВОЇ КИСЛОТИ. Найвність двох протилежних за властивостями характеристичних груп зумовлює амфотерні властивості амінокислот. Отже, вони взаємодіють і з кислотами, і з лугами.

1. Взаємодія з кислотами. Реакція відбувається за участю аміногрупи, утворюється сіль хлоридної кислоти:



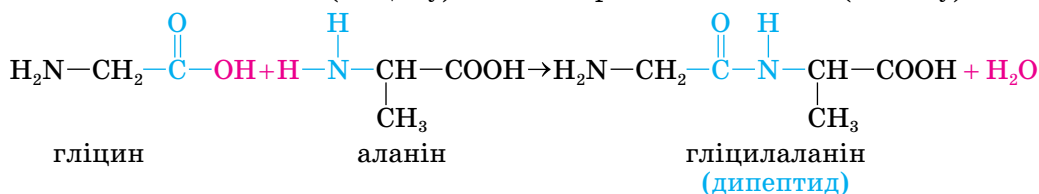
2. Взаємодія з лугами. Реакція відбувається за участю карбоксильної групи:



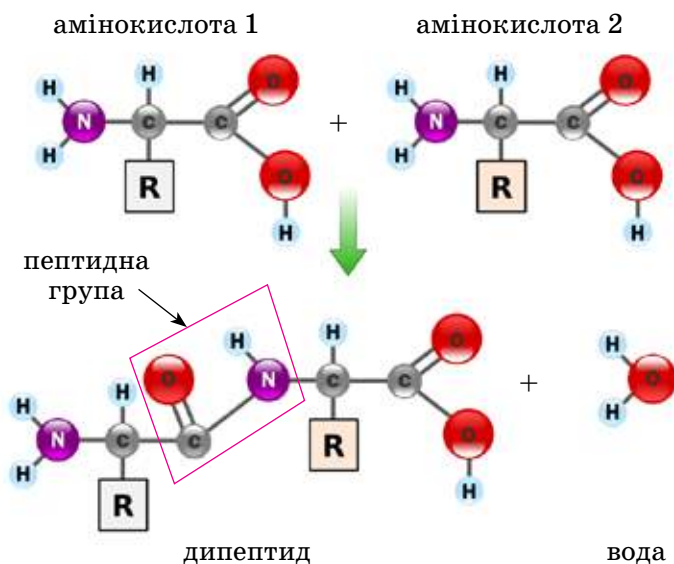
Завдяки наявності двох різних характеристичних груп амінокислоти взаємодіють з лугами та кислотами, тобто виявляють амфотерні властивості.

3. Взаємодія амінокислот між собою.

На відміну від амфотерних неорганічних сполук, амінокислоти взаємодіють між собою. Відбувається реакція між аміногрупою однієї молекули й карбоксильною групою іншої. При цьому відщеплюється молекула води. Продукт реакції має загальну назву дипептид. Розглянемо це на прикладі аміноетанової кислоти (гліцину) й 2-амінопропанової кислоти (аланіну).



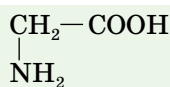
Утворення дипептидів ілюструє схема на малюнку 37:



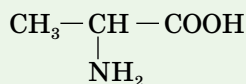
Мал. 37 Схема утворення дипептиду

Зв'язок між амінокислотами здійснюється за рахунок $-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\overset{\text{H}}{\text{N}}-$ групи, яку називають *пептидною групою*.

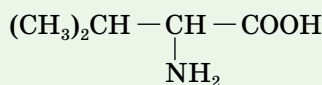
З наведеного вище рівняння бачимо, що дипептид ще містить вільні аміно- та карбоксильну групи й може реагувати з новою амінокислотою з утворенням трипептиду, який далі може перетворитись на тетрапептид, і т. д.



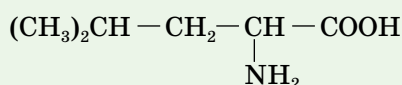
гліцин



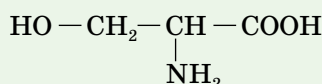
аланін



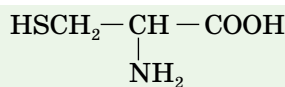
валін



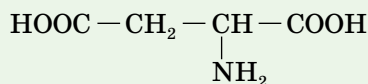
лейцин



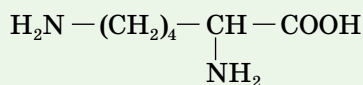
серин



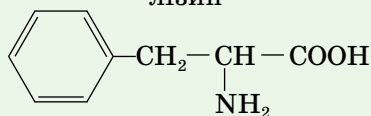
цистеїн



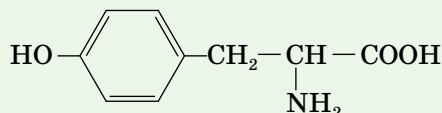
аспарагінова кислота



лізин



фенілаланін



тирозин

Як бачите, амінокислоти можуть містити як по одній, так і по кілька карбоксильних та аміногруп, а також деякі інші групи, наприклад $-\text{OH}$, $-\text{SH}$.

Тривіальні назви амінокислот найчастіше вказують на їх особливі властивості або на джерело виділення. Так, перша амінокислота — *гліцин*, або як її іноді називають *глікокол* (грец. *glycus* — солодкий, *colla* — клей), дістала назву через свій солодкий смак. *Цистеїн* (грец. *kystis* — міхур) було виділено з утворених у сечовому міхурі каменів.

Знаємо, розуміємо

1. Назвіть загальні формули та характеристичні групи амінокислот, наведіть приклади цих сполук.
2. Як складають назви амінокислот за систематичною номенклатурою?
3. Чому амінокислоти називають амфотерними органічними сполуками?
4. Поясніть особливості амфотерних властивостей амінокислот порівняно з властивостями амфотерних гідроксидів.
5. Що ви дізналися про утворення і склад пептидної групи, її роль у синтезі білків?

Застосовуємо

1. Укажіть назви речовин, які взаємодіють з натрій гідроксидом.

А етаналь	В метанамін
Б аміноетанова кислота	Г пропанова кислота
2. Складіть рівняння реакції утворення трипептиду аміноетанової кислоти.

3. Обчисліть кількість речовини аміноетанової кислоти, що прореагувала з утворенням дипептиду і води масою 90 г.
4. Складіть рівняння взаємодії аміноетанової кислоти з: а) калій гідроксидом; б) хлоридною кислотою. У якому випадку маса добутої солі буде більшою: а) внаслідок взаємодії аміноетанової кислоти з розчином калій гідроксиду масою 200 г і масовою часткою лугу 11,2 %; б) внаслідок взаємодії аміноетанової кислоти з хлоридною кислотою масою 100 г і масовою часткою гідроген хлориду 7,3 %?



Білки

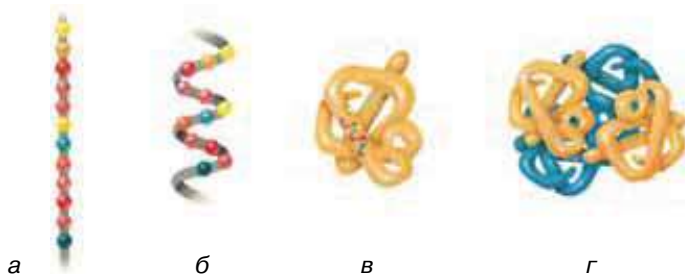
Білки належать до природних полімерів, мономерами яких є α -амінокислоти. Білки потрапляють в організм разом з їжею, більшість із них, у разі нестачі, можуть синтезуватись в організмі. Але деякі амінокислоти організм людини синтезувати не може. Вони потрапляють у її організм лише з їжею, тому називаються *незамінні кислоти*. Дізнатися про них більше можете зі «Сторінки ерудита».

БІЛКИ ЯК ВИСОКОМОЛЕКУЛЯРНІ СПОЛУКИ. За допомогою пептидної групи можуть сполучатися не дві, а багато молекул амінокислот у різній послідовності. Ця унікальна властивість амінокислот забезпечила існування в природі найскладніших і найважливіших біополімерів — *білків*. Як і в розглянутій у попередньому параграфі взаємодії двох молекул амінокислот, процес утворення білкових макромолекул супроводжується утворенням молекул води. Білки різноманітні за складом і властивостями. Так, білки шерсті, нігтів, рогів, пір'я, шовку — нерозчинні у воді волокна. Білки крові, лімфи та інші — колоїдні розчини. У живій природі налічується понад 10^{10} різних білків.

Порівняно з молекулами інших речовин молекули білків бувають таких розмірів, що їх можна побачити в електронний мікроскоп.

Білки — це природні полімери, мономерами яких є α -амінокислоти. Структурні ланки в білковій молекулі з'єднані пептидними групами в поліпептидний ланцюг. Сполуки з умістом від 10 до 100 α -амінокислотних залишків прийнято називати *пептидами*, понад 100 — *білками*.

Є й інша причина різноманітності білків — чотирирівнева організація структури білкових молекул (мал. 39).



Мал. 39 Структурна організація білків: *а* — первинна структура; *б* — вторинна структура; *в* — третинна структура; *г* — четвертинна структура

Первинна структура білкових молекул — це послідовність чергування залишків α -амінокислот у поліпептидному ланцюзі (мал. 39, *а*). Більшість білкових молекул складається з 300–500 амінокислотних залишків, хоча може бути й 1500.

Вторинна структура білкових молекул — це форма поліпептидного ланцюга, що може бути ниткоподібною, спіралеподібною (мал. 39, *б*) та іншої форми. Спіралеподібна форма підтримується завдяки утворенню водневих зв'язків між пептидними групами, розміщеними на різних витках спіралі.

Третинна структура білкових молекул — це їх просторова конфігурація (мал. 39, *в*), досягнута завдяки взаємодії різних функціональних груп, які не брали участі в утворенні первинної та підтримці вторинної структур.

Четвертинна структура білкових молекул — поєднання у просторі кількох макромолекул, що дістало назву *глобула* (мал. 39, *г*).

Ви вже знаєте, що в крохмалю й целюлози відносна молекулярна маса приблизна, тому що ступінь полімеризації їх молекул буває різним. Відносні молекулярні маси білків чітко визначені. Так, поліпептидний ланцюг молекули гемоглобіну складається зі 141 амінокислотного залишку та гему — небілкової складової частини, до якої входять атоми Феруму. Відносна молекулярна маса гемоглобіну дорослої людини дорівнює 64 900 і є сумою відносних атомних мас 3032 атомів Карбону, 4816 атомів Гідрогену, 780 атомів Нітрогену, 872 атомів Оксигену, 8 атомів Сульфуру та 4 атомів Феруму.

Особливість білків полягає в тому, що відносна молекулярна маса кожного білка незмінна, мономерами однієї молекули можуть бути до двадцяти різних α -амінокислот.

З'ясування будови білків — визначне досягнення хімічної науки. Думку про утворення білкових макромолекул з α -амінокислот одним з перших висловив наш співвітчизник академік Іван Якович Горбачевський.



Біографічна довідка



Іван Горбачевський
(1854–1942)



Пам'ятник І. Горбачевському біля
Тернопільського державного медичного
університету, якому присвоєно ім'я вченого

Дитячі роки вченого пройшли на Україні, він навчався в Тернопільській гімназії. Вищу освіту здобув за кордоном, де І. Горбачевський також здійснював багатогранну наукову й педагогічну діяльність, залишаючись відданим патріотом України.

Наукова діяльність вченого в галузі хімії стосувалась органічної хімії й біохімії. Він уперше синтезував сечову кислоту, з'ясував, як вона утворюється в організмі. Це відкриття вченого сприяло розвитку діагностики захворювань людини. Передбачив, що білки складаються із залишків амінокислот, першим виділив нуклеїнові кислоти в чистому вигляді. Працював професором хімії й ректором Українського вільного університету в Празі. У 1924 р. українською мовою опублікував підручники «Неорганічна хімія», «Органічна хімія», «Фізіологічна хімія». Плідно працював над розробленням української хімічної термінології.

ХІМІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ БІЛКІВ. Найважливішою хімічною властивістю білків є гідроліз.

1. Гідроліз білків.

У клітинах організмів він відбувається за участю ферментів, більшість з яких — білкового походження. У лабораторних умовах гідроліз білків здійснюють нагріваючи їх із сильними кислотами або лугами. Продуктами гідролізу є суміш амінокислот.



Гідроліз білкових молекул призводить до повної втрати ними всіх структур.

2. Денатурація (зсідання) білків.

Таку назву дістала втрата білками природних властивостей під впливом температури, кислот, лугів. Пригадайте приготування яєчні, смаження м'яса чи риби. Це приклади денатурації білків. Під час денатурації первинна структура білкових макромолекул зберігається, а решта — руйнуються. Наслідки денатурації мають незворотний характер для їх вторинної, третинної та четвертинної структур.

Проведемо дослід з денатурації білків. Для цього візьмемо білок курячого яйця та виготовимо його колоїдний водний розчин. Наповнимо пробірку на третину цим розчином та проведемо нагрівання. Досить швидко у пробірці відбудуться зміни. Білок зсядеться (денатурує), і прозорий колоїдний розчин перетвориться на білувату суспензію (мал. 40).



Мал. 40 Денатурація білка курячого яйця

Більшість білків, зокрема білки клітин організму людини, не витримують нагрівання до високих температур. Ось чому під час різних захворювань людини температура тіла, що перевищує 40°C , є небезпечною для життя.

3. Кольорові реакції білків.

Білки серед інших речовин можна виявити за допомогою якісних реакцій — *біуретової* та *ксантопротеїнової*. Ці реакції також називають кольоровими реакціями на білки, оскільки їх ознаками є зміна кольору.

Біуретова реакція — це якісна реакція на пептидну групу. У лужному середовищі розчин білка за доливання розчину купрум(II) сульфату набуває синьо-фіолетового забарвлення (мал. 41).

Ксантопротеїнова реакція — це реакція на білки, які у своєму складі містять залишки ароматичних амінокислот. Розчин білка в присутності концентрованої нітратної кислоти набуває жовтого забарвлення (мал. 42).



Мал. 41 Результат біуретової реакції



Мал. 42 Результат ксантопротеїнової реакції

Фіолетове забарвлення колоїдного розчину білка в результаті дії лугу і купрум(II) сульфату та жовте забарвлення внаслідок дії на білок концентрованої нітратної кислоти — **кольорові реакції білків**.

Виконайте дослід, описані в рубриці «Хімія — це життя: сторінка природодослідника», та опануйте вміннями проводити розглянуті кольорові реакції білків.

Лабораторний дослід 3 Кольорові реакції білків

Для проведення дослідів вам знадобляться: водний розчин білка курячого яйця, клаптики вовняної чи шовкової тканин, пір'їна, розчин лугу, розчин купрум(II) сульфату, концентрована нітратна кислота, м'ясний бульйон, пробірки, тримач для пробірок, спиртівка чи сухе пальне, сірники, підставки з вогнетривкого матеріалу, металеві щипці.

Не забувайте про правила безпечної роботи в хімічному кабінеті й дотримуйтеся їх!

Завдання 1. Проведіть якісне визначення білкових молекул у розчині білка курячого яйця за допомогою розчинів купрум(II) сульфату та лугу.

Налийте в пробірку 1 мл розчину білка курячого яйця, додайте стільки ж розчину лугу та кілька крапель розчину купрум(II) сульфату. Спостерігайте за змінами у пробірці. Про що вони свідчать?

Завдання 2. Проведіть якісне визначення білкових молекул у розчині за допомогою концентрованої нітратної кислоти.

Налийте в пробірку 1 мл розчину білка курячого яйця, додайте кілька крапель концентрованої нітратної кислоти. Спостерігайте за утворенням білого осаду. Злегка нагрівайте його, доки у пробірці не з'явиться жовтий осад. Дайте пояснення появі жовтого осаду.

Завдання 3. Перевірте наявність білків у м'ясному бульйоні за допомогою однієї з кольорових реакцій на білок за особисто розробленим планом дослідження.

Завдання 4. Перевірте, яке з волокон (тканин) має білкове походження, а яке — ні.

Знайте, що під час спалювання матеріалів білкового походження (нитки, тканини) відчувається запах паленого пір'я. Після згорання такого матеріалу залишається небагато розсипчастого попелу. Інші наслідки має спалювання синтетичних волокон — запах зовсім не схожий на запах паленого пір'я, після горіння залишається чорна тверда кулька.

Передусім спаліть пір'їну в полум'ї сірника та відчуйте характерний запах, після цього проведіть спалювання виданих клаптиків тканин чи ниток волокон різного походження та знайдіть серед них ті, що мають білковий склад. Спалювання здійснюйте на підставці з вогнетривкого матеріалу або тримаючи пір'їну чи клаптик тканини у тримачі для пробірок або металевих щипцях.

Сформулюйте загальний **висновок** про те, як можна довести наявність білкових молекул у розчині чи у складі матеріалів.



- ✓ Речовини, які складаються із залишків амінокислот, називають поліпептидами. Поліпептиди, утворені з понад 100 залишків α -амінокислот, дістали назву білки. Білкова молекула може складатися з одного або кількох поліпептидних ланцюгів.
- ✓ Білки — природні полімери, мономерами яких є α -амінокислоти. У білкових молекулах структурні ланки сполучені пептидними групами.
- ✓ Розрізняють первинну, вторинну, третинну й четвертинну структури білків.
- ✓ Білкам властиві гідроліз, продуктами якого є суміші α -амінокислот, і денатурація — втрата вторинної, третинної та четвертинної структур.
- ✓ Виявити білки можна за допомогою ксантопротеїнової й біуретової якісних реакцій.

Сторінка ерудита



Для організму дорослої людини із 20 α -амінокислот, що є мономерами білків, 12 замінні, а 8 — незамінні. Коли в їжі бракує незамінних амінокислот, це негативно позначається на синтезі білкових молекул, властивих тілу людини. Ось чому так важливо, щоб харчування було збалансоване.

Таблиця 13 ознайомить вас із назвами α -амінокислот — мономерів білків та їх поділом на замінні й незамінні.

Таблиця 13

Замінні	Незамінні
Аланін	Валін
Аргінін	Ізолейцин
Аспарагін	Лейцин
Аспарагінова кислота	Лізін
Гістидін	Метіонін
Глютамін	Треонін
Глютамінова кислота	Триптофан
Гліцин	Фенілаланін
Пролін	
Серин	
Тирозин	
Цистеїн	

Знаємо, розуміємо

1. Чому білки належать до полімерів? Які речовини є їх мономерами?
2. Чим білки відрізняються від інших природних полімерів, наприклад, целюлози?
3. Що вам відомо про структурну організацію білків?
4. Схарактеризуйте відомі вам хімічні властивості білків.
5. За яких умов може відбуватися гідроліз білків? Яке значення ця реакція має для організму людини?

Застосовуємо

1. Як розпізнати розчини: а) гліцеролу; б) глюкози; в) білків?
2. Складіть рівняння реакції гідролізу трипептиду, утвореного аміноетановою кислотою.



Працюємо з медійними джерелами

З різних інформаційних джерел дізнайтеся про продукти харчування, що є джерелами незамінних амінокислот і про те, як їх нестача позначається на організмі людини. Результати пошукової діяльності повідомте на уроці.



Біологічна роль амінокислот і білків

БІОЛОГІЧНА РОЛЬ АМІНОКИСЛОТ. Амінокислоти беруть участь в обміні речовин, синтезі білків, входять до складу нуклеїнових кислот.

Біологічна роль амінокислот полягає в підтримці на постійному рівні рН клітинного соку. Деякі амінокислоти беруть участь у процесах біосинтезу глікогену й гормонів.

У загальному розумінні біологічна роль амінокислот полягає в тому, що це — «будівельний матеріал» для найскладніших у природі речовин — білків. Білкова їжа в органах травлення тварин і людини піддається гідролізу, утворені амінокислоти всмоктуються через стінки тонкого кишечника в кров та розносяться по всьому тілу. У клітинах тканин з амінокислот, які надійшли, синтезуються білки, властиві конкретному живому організму. З 20 α -амінокислот утворюються молекули різних білків, до того ж кожний організм на нашій планеті має особистий неповторний їх набір.

БІОЛОГІЧНА РОЛЬ БІЛКІВ. Хоча в організмі людини на білки припадає лише 1/4 маси тіла, а добова потреба в цих сполуках у дорослої людини становить близько 70–80 г, значення білків велике.

Складність і різноманітність білкових макромолекул забезпечили цій групі речовин, порівняно з іншими органічними сполуками, виконання таких функцій: структурної, каталітичної, транспортної, захисної, резервної, енергетичної, скорочувальної.

Білки — будівельний матеріал організмів людей і тварин. Структурні білки (керотин, колаген та інші) є основним матеріалом цитоплазми та оболонки кожної клітини, входять до складу сполучної та кісткової тка-

нин. Структура і властивості шкіри, пір'я, рогових покривів, нігтів, волосся, м'язів зумовлені наявними в них білками.

Як було зазначено у § 25 на «Сторінці ерудита», мономері білкових макромолекул — α -амінокислоти — поділяють на *замінні* та *незамінні*. Нагадаємо, що замінні α -амінокислоти організми людей і тварин здатні синтезувати самі, тоді як незамінні надходять в організм лише завдяки споживанню білкової їжі. Відсутність незамінних амінокислот призводить до припинення росту, втрати ваги, навіть до загибелі організму. Про це потрібно пам'ятати та виважено ставитися до різних дієт, дотримуватися збалансованого харчування й задовольняти потребу організму в постійному відновленні запасів білків.

Працюйте зупами

1. За таблицю 14 ознайомтеся з приблизним вмістом (у грамах) білків у продуктах харчування.

Таблиця 14

Продукти харчування	Вміст білків (г/100 г продукту)	Маса засвоєних білків (г/100 г продукту)
Яйця	12,7	12,7 (в одному яйці 5–7 г)
Кефір (нежирний)	3	3
М'який сир (нежирний)	17	17
Молоко (нежирне)	2,8	2,8
Твердий сир	25	25
Риба (горбуша)	21	18,9
М'ясо курки	20,8	18,7
Яловичина	18,9	17
Свинина (нежирна)	16,4	10,3
Квасоля	22,3	15,2
Горох	23	15,4
Гречка	12,6	8,3
Вівсяні пластівці	11,9	6,8
Арахіс	26,3	13,7

2. Зважаючи на добову норму білків у 70–80 г, обчисліть, скільки білків, що засвоюються організмом людини, кожен з вас у середньому споживає за добу.

Зробіть **висновки** про важливість збалансованого харчування для задоволення потреби власного організму в різноманітних амінокислотах і білках.

Унікальним є той факт, що за нормальної температури й атмосферного тиску в організмі людини одночасно відбуваються тисячі реакцій, більшість з яких — каталітичні. Каталізаторами служать білки, або ферменти. В організмі людини виробляється та діє близько 2 тисяч видів ферментів, наприклад, пепсин, ліпаза. Завдяки їм відбувається більшість хімічних реакцій, якими супроводжується обмін речовин та енергії

в організмі людини. Малі кількості ферменту здатні каталізувати перетворення великої кількості речовин.

Ферменти — це переважно білкові сполуки, що прискорюють хімічні реакції в організмах. Тому їх ще називають біологічними каталізаторами.

Ферменти активні в чітко визначеному інтервалі температур. За підвищення температури їхня дія уповільнюється через денатурацію.

Прикладом білка, що виконує транспортну функцію в більшості хребетних тварин і в організмі людини, є білок крові — гемоглобін. Цей білок транспортує кисень і вуглекислий газ.

Завдяки захисним білкам, які ще називають антитілами, організм захищає себе від впливу шкідливих бактерій і вірусів, виробляє *імунітет* — несприйнятливість до збудників хвороб та деяких отрут. Трапляється, що через білкову несумісність організм реагує на введення чужорідного білка утворенням антитіл. Вони поступово розщеплюють уведений білок. Це створює проблеми під час пересадки органів і тканин.

Для багатьох рослин і тварин на початковій стадії розвитку організму особливо важлива резервна функція білків. Наприклад, насіння бобових, яйця птахів, ікринки риб і земноводних містять значний запас білків, які слугують джерелом енергії та поживних речовин для молодого організму.

Білки, як жири та вуглеводи, є джерелом енергії для організмів. Так, унаслідок розщеплення в клітині 1 г білка вивільнюється близько 17,2 кДж енергії.

Скорочувальна функція білків полягає в тому, що тіла людей і багатоклітинних тварин приводяться в рух завдяки білкам *актину* й *міозину*, що містяться в м'язовій тканині. Особливо стежать за білковим складом їжі культуристи, аби якнайшвидше наростити м'язову масу.

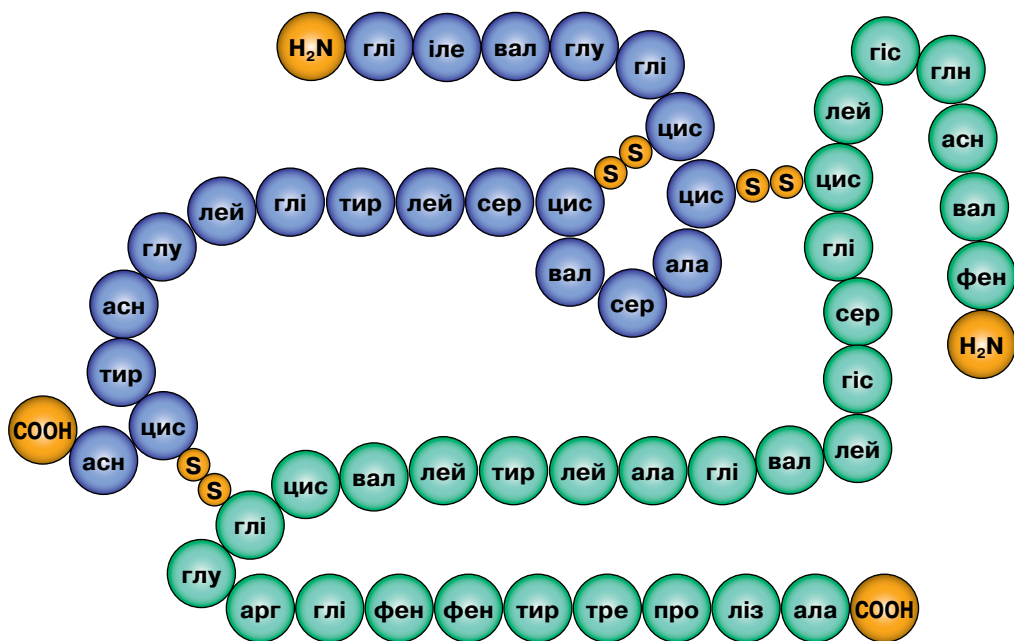
ДОСЛІДЖЕННЯ ВЧЕНИМИ СКЛАДУ, ВЛАСТИВОСТЕЙ І РОЛІ БІЛКІВ. Важливість й унікальність білків спонукають учених до вивчення будови молекул окремих білків та розроблення методів штучного їх одержання.

Німецький учений Еміль Герман Фішер у 1902 р. отримав Нобелівську премію за дослідження здатності амінокислот сполучатися між собою та проведення синтезу пептиду з вісімнадцятих α -амінокислот.

Проте, наскільки це складна справа, свідчить хоча б той факт, що англійський учений Фредерік Сенгер 10 років працював над встановленням послідовності амінокислотних залишків і вивченням структури інсуліну — білкової сполуки, через нестачу якої порушується обмін вуглеводів в організмі людини й розвивається тяжка недуга — цукровий діабет. Учений встановив, що до складу молекули інсуліну входить 51 амінокислотний залишок. Розміщені вони у двох поліпептидних ланцюгах, з'єднаних між собою дисульфідними містками (мал. 43).

У 1958 р. за наукові досягнення у вивченні білків Ф. Сенгер був удостоєний Нобелівської премії.

Для того щоб синтезувати інсулін у лабораторії, знадобилося ще три роки. Його добування лабораторним способом ґрунтується на проведенні 223 хімічних реакцій. Нині в Києві працює завод з виробництва штучного інсуліну, і його продукція дає змогу рятувати життя багатьом хворим на цукровий діабет.



Мал. 43

Схема будови молекули інсуліну

Вагомим є внесок українських учених у дослідження біологічної ролі білків та інших органічних речовин. Центром наукових досліджень став Інститут біохімії ім. О. В. Палладіна НАН України (заснований у 1925 р.). Інститут славиться своїми науковими школами: біохімії нервової системи (О. В. Палладін, В. К. Лішко), біосинтезу й біологічних властивостей білків і ліпідів (М. Ф. Гулий, Д. О. Мельничук), структури й функції білка (В. О. Беліцер, Т. В. Варецька), біохімії ферментів (О. С. Циперович, С. О. Кудінов), біохімії м'язів (Д. Л. Фердман, С. О. Костерін) та ін.

Стисло про основне

- ✓ Амінокислоти й білки — важливі в живій природі речовини.
- ✓ Амінокислоти виконують різні функції в живій природі, зокнайперше — це мономери для синтезу білкових молекул.
- ✓ Біологічна роль білків багатогранна, тому вони є носіями життя.

- ✓ Білки їжі — джерело амінокислот для творення власних білків організму тварини чи людини.
- ✓ Встановлення будови білкових молекул, їх синтез — визначні наукові досягнення світового рівня.
- ✓ Важлива роль білків у живій природі спонукає вчених до невпинних досліджень складу й будови цих природних полімерів.
- ✓ Українські вчені успішно досліджують склад і властивості білків.

Знаємо, розуміємо

1. У чому полягає біологічна роль амінокислот?
2. Які функції в живій природі виконують білки?
3. З досягненнями яких українських і зарубіжних учених ви ознайомились?
4. Чому, на вашу думку, важливо проводити дослідження амінокислот і білків?

Застосовуємо

1. Поясніть, чому дітям і спортсменам рекомендується споживати багато білків.
2. Серед пральних засобів трапляються такі, що містять ферменти (про це свідчить напис на упаковці — «з додаванням ензимів», тобто ферментів). За якої температури ви будете їх використовувати? Чому?
3. Зробіть висновок про причину різноманітності функцій білків.
4. Чи вплинуть здобуті знання про білки та інші природні полімери на ваше харчування? Яким чином?



Працюємо з медійними джерелами

У складі малих груп підготуйте повідомлення про досягнення українських учених у вивченні будови і функцій білків, їх синтезу і застосування.

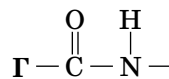
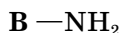
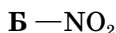
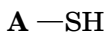


Виконання завдань різної складності

Виконання, запропонованих у параграфі завдань, допоможе вам перевірити особисті результати формування хімічної компетентності з теми «**Нітрогеновмісні органічні сполуки**».

Завдання 1.

Укажіть характеристичну групу амінів.



Завдання 2.

Установіть відповідність між органічною речовиною та класом сполук.

Органічна речовина

1 бензен

2 анілін

3 глюкоза

4 бутаналь

Клас сполук

А вуглеводи

Б ацени

В аміни

Г альдегіди

Д спирти

Завдання 3.

Укажіть формулу органічної сполуки, що виявляє основні властивості.

А CH_3COOH

Б $\text{C}_6\text{H}_5\text{NH}_2$

В $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$

Г CH_3CHO

Завдання 4.

Укажіть органічну сполуку, що виявляє амфотерні властивості.

А бензенамін

Б етанова кислота

В аміноетанова кислота

Г метилетаноат

Завдання 5.

Проаналізуйте твердження й оберіть правильний варіант відповіді.

Твердження 1. Феніламін — тверда, добре розчинна у воді речовина.

Твердження 2. У молекулах білків структурні ланки сполучаються пептидними групами.

А правильне лише твердження 1

Б правильне лише твердження 2

В правильні обидва твердження

Г неправильні обидва твердження

Завдання 6.

Проаналізуйте твердження й оберіть правильний варіант відповіді.

Твердження 1. Унаслідок денатурації в молекулах білків руйнуються всі структури, окрім первинної.

Твердження 2. Ароматичні аміни відрізняються від насичених наявністю бензенового кільця.

А правильне лише твердження 1

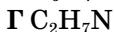
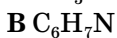
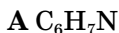
Б правильне лише твердження 2

В правильні обидва твердження

Г неправильні обидва твердження

Завдання 7.

Укажіть молекулярну формулу метилметанаміну.



Завдання 8.

Укажіть нітрогеновмісну неорганічну речовину, що утворюється як результат спалювання метанаміну.

А амоніак

Б азот

В нітроген(II) оксид

Г нітроген(IV) оксид

Завдання 9.

Укажіть речовини, продукт взаємодії яких належить до пептидів.

А метанамін, хлоридна кислота

Б аміноетанова кислота, 2-амінобутанова кислота

В нітробензен, водень

Г аміноетанова кислота, натрій гідроксид

Завдання 10.

Укажіть розчинну у воді органічну сполуку.

А аміноетанова кислота

Б бензен

В бензенамін

Г целюлоза

Завдання 11.

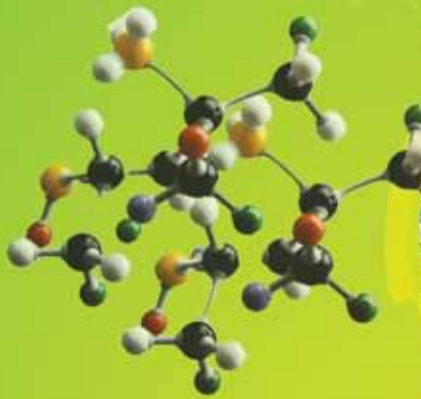
Обчисліть масу продукту взаємодії феніламіну масою 9,78 г, масова частка домішок в якому дорівнює 5 %, з достатньою кількістю бромю.

Завдання 12.

У якій реакції маса утвореного органічного продукту буде більшою:

а) аміноетанова кислота прореагувала з розчином натрій гідроксиду масою 200 г з масовою часткою розчиненої речовини 20 %;

б) аміноетанова кислота кількістю речовини 0,4 моль прореагувала з достатньою кількістю хлоридної кислоти?



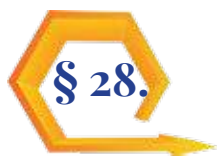
Синтетичні високомолекулярні речовини і полімерні матеріали на їх основі

У цій темі ви дізнаєтеся про:

- ♦ полімери, реакції полімеризації та поліконденсації;
- ♦ пластмаси;
- ♦ каучуки й гуму;
- ♦ найпоширеніші полімери та сфери їхнього використання;
- ♦ вплив полімерних матеріалів на здоров'я людини і довкілля;
- ♦ проблеми утилізації полімерів і пластмас;
- ♦ синтетичні волокна, їх фізичні властивості і застосування.

Після засвоєння матеріалу теми ви зможете:

- ♦ **пояснювати суть** реакцій полімеризації та поліконденсації як способів добування полімерів;
- ♦ **наводити приклади** синтетичних високомолекулярних речовин і полімерних матеріалів на їх основі, рівнянь реакцій полімеризації і поліконденсації;
- ♦ **розрізняти** реакції полімеризації і поліконденсації; пластмаси, каучуки, гуму та синтетичні волокна;
- ♦ **описувати** властивості полімерних матеріалів;
- ♦ **порівнювати** природні, штучні й синтетичні волокна, пластмаси;
- ♦ **установлювати** причинно-наслідкові зв'язки між складом, будовою, властивостями та застосуванням полімерів;
- ♦ **дотримуватися** правил безпечного поводження із синтетичними матеріалами;
- ♦ **обґрунтовувати** значення полімерів для створення нових матеріалів і синтетичних волокон.



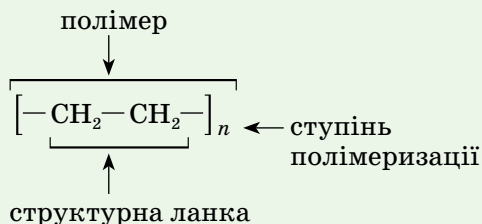
§ 28.

Полімери



Інформаційна довідка

- Термін «*полімерія*» був уведений у науку Йенсом Берцеліусом ще в 1833 р. для позначення особливого виду ізомерії, за якої речовини (полімери) з однаковим якісним складом мають різну молекулярну масу, наприклад етен C_2H_4 і бутен C_4H_8 , кисень O_2 й озон O_3 . Полімери в сучасному сенсі не були на той час відомі, але термін зберігся дотепер.
- Макромолекула** — молекула з високою відносною молекулярною масою (понад кілька тисяч), що структурно складається з багатократно повторюваних ланок.
- Макромолекул стосуються терміни: *мономер*, *структурна ланка*, *ступінь полімеризації*, *відносна молекулярна маса*.
- Мономер** — речовина з низькою відносною молекулярною масою, її молекули беруть участь в утворенні макромолекули полімеру.
- Структурна ланка** — група атомів, що багаторазово повторюється у структурі полімеру.
- Ступінь полімеризації (n)** — кількість структурних ланок у молекулі полімеру.
- На прикладі поліетилену структурні елементи полімеру показує запис:



- Відносна молекулярна маса полімеру** — величина приблизна (є винятки, наприклад, білки).

РІЗНОМАНІТНІСТЬ ПОЛІМЕРІВ. Дослівно з грецької: *poli* — це багато, *meros* — частина.

Вивчаючи етен, крохмаль, целюлозу, ви з'ясували, що полімер — ключове поняття хімії високомолекулярних речовин. Воно стосується всіх сполук, молекули яких складаються із багатьох, хімічно зв'язаних між собою, структурних ланок.

Молекулярна маса полімерів приблизна, вона може становити від кількох тисяч до кількох мільйонів.

Полімери бувають *природні й синтетичні*.

До відомих вам **природних полімерів** належать крохмаль, целюлоза, білок та деякі інші. Їх синтез здійснюється у клітинах живих істот. За допомогою різних методів полімери виділяють з рослинної чи тваринної сировини.

Синтетичні полімери (синтетичні високомолекулярні речовини) добувають на заводах, використовуючи відповідні низькомолекулярні реагенти в якості мономерів. Прикладами синтетичних полімерів є поліетилен, поліпропілен, синтетичний каучук.

За походженням полімери поділяються на природні (біополімери) й синтетичні. До природних полімерів належать крохмаль, целюлоза, білки, нуклеїнові кислоти. **Синтетичні полімери** — це продукція хімічної промисловості (пластмаси, каучуки, синтетичні волокна).

ХІМІЗМ ДОБУВАННЯ ПОЛІМЕРІВ. Полімери утворюються внаслідок реакцій *полімеризації* чи *поліконденсації*.

Полімеризація — процес перетворення мономера або суміші мономерів на полімер шляхом послідовного приєднання молекул мономерів до ланцюга, що збільшується, з утворенням високомолекулярної сполуки.

Тобто під час полімеризації всі атоми, що входили до складу молекул мономера (мономерів), переходять у склад макромолекули полімеру. Утворення поліетилену — приклад реакції полімеризації.

Поліконденсація — це процес утворення високомолекулярних сполук за рахунок взаємодії функціональних груп молекул мономера (мономерів), внаслідок чого утворюються полімер і низькомолекулярна речовина, наприклад, вода.

Тобто під час поліконденсації не всі атоми, що входять до складу молекул мономера (мономерів), переходять у склад полімеру. Частина з них утворює ще одну речовину — низькомолекулярний продукт реакції. Утворення крохмалю й целюлози — приклади реакцій поліконденсації: із молекул глюкози утворюється крохмаль чи целюлоза й вода.



Пригадайте схему утворення цих полісахаридів.

ФОРМА МАКРОМОЛЕКУЛ ПОЛІМЕРІВ. Вона буває: лінійною, розгалуженою, сітчастою. Про сітчасту дізнаєтесь, вивчаючи каучуки.

Лінійними називають полімери, які складаються з макромолекул, що не мають розгалужень або мають дуже малі розгалуження. З ними ви вже

ознайомились, вивчаючи поліетилен і целюлозу. Полімери лінійної будови здатні утворювати високоміцні волокна і плівки.

Розгалуженими називають полімери, макромолекули яких мають великі розгалуження, наприклад крохмаль (в амілопектині). До *сітчастих* відносять полімери, у яких між макромолекулами існують хімічні зв'язки. Їх можуть забезпечувати атоми іншої речовини, як це відбувається в гуми.

ЯК РЕАГУЮТЬ ПОЛІМЕРИ НА ПІДВИЩЕННЯ ТЕМПЕРАТУРИ.

На полімери по-різному впливає підвищення температури. За цією характеристикою їх поділяють на *термопластичні (термопласти)* та *терморезистивні (реактопласти)*.

Властивість тіл змінювати форму в нагрітому стані і зберігати її після охолодження називають **термопластичністю**.

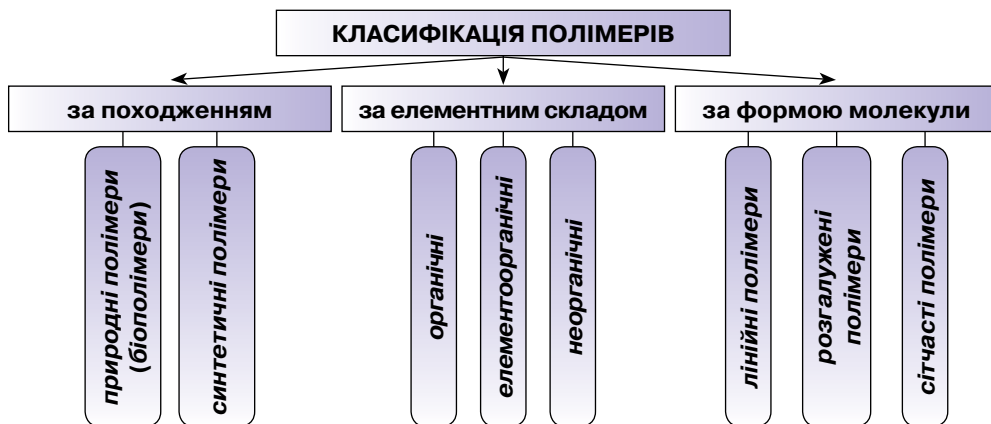
Термопластичні полімери або термопласти можна багаторазово розм'якшувати нагріванням і виготовляти з них вироби іншої форми. Після охолодження набута форма зберігається. До термопластів (термопластичних пластмас) належать поліетилен, поліпропілен, полівінілхлорид, полістирен та інші.

На відміну від термопластичних, терморезистивні полімери за нагрівання не розм'якшуються і не плавляться. Під впливом температури відбувається необоротне руйнування їх молекул. Прикладом реактопластів (терморезистивних пластмас) є фенолформальдегідні смоли.

Поміркуйте, до фізичних чи хімічних явищ належить виготовлення виробів із пластмас.

СИРОВИННА БАЗА ВИРОБНИЦТВА СИНТЕТИЧНИХ ВИСОКОМОЛЕКУЛЯРНИХ РЕЧОВИН. Сучасне виробництво цієї групи полімерів здійснюється з використанням продуктів переробки нафти, попутного й природного газу. Частка вуглеводневої сировини в їх виробництві найбільша. Сировиною слугують також продукти переробки вугілля, рослини чи окремі їх частини.

Узагальнимо інформацію про полімери у такій схемі:

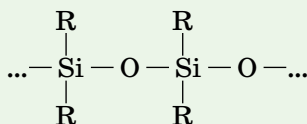




Елементоорганічні полімери. Ці сполуки в головному ланцюзі містять атоми, що не належать до елементів-органогенів, — це Силіцій, Титан, Алюміній та інші. Їх ланцюги містять вуглеводневі замісники.

Прикладом елементоорганічних полімерів є представник силіційорганічних полімерів — *силікон*. Головний ланцюг макромолекули цього полімеру складається з атомів Силіцію й Оксигену, в якому до атомів Силіцію приєднані вуглеводневі замісники: етил, метил, феніл.

Тобто атоми Карбону теж присутні, але вони входять до складу бічних ланцюгів полімеру. У наведеному фрагменті силіційорганічної речовини силікону вуглеводневі замісники позначені літерою R:



Через широке застосування в техніці, електроніці, пластичній хірургії, харчовій промисловості й багатьох інших галузях силікон називають матеріалом XXI століття.

Існують полімери й серед неорганічних речовин. Прикладами природних неорганічних полімерів є пластична сірка, чорний і червоний фосфор, силіцій(IV) оксид, силікати, поліфосфати, азбест (його ще називають гірський льон).

Стисло про основне



- ✓ Полімери — високомолекулярні сполуки, що утворюються з низькомолекулярних сполук під час реакцій полімеризації чи поліконденсації.
- ✓ Залежно від умов ступінь полімеризації може варіювати у значних межах.
- ✓ За формою основного ланцюга полімери бувають лінійні, розгалужені, сітчасті.
- ✓ За реакцією на збільшення температури полімери класифікують на термoplastичні й терморективні.
- ✓ Полімери поширені в природі, а також виробляються у великій кількості хімічною промисловістю. Основною сировинною для виробництва синтетичних високомолекулярних речовин служать вуглеводні.

Знаємо, розуміємо

1. Поясніть суть понять: полімер, мономер, структурна ланка, ступінь полімеризації.
2. Що спільного і чим відрізняються реакції полімеризації й поліконденсації?
3. Наведіть приклади природних і синтетичних високомолекулярних сполук.
4. Який із біополімерів — крохмаль чи білок — має постійну відносну молекулярну масу?

Застосовуємо

1. Укажіть природну високомолекулярну сполуку.
А поліетилен
Б глюкоза
В сахароза
Г целюлоза
2. Укажіть синтетичну високомолекулярну сполуку.
А етен
Б поліетилен
В гліцерол
Г крохмаль
3. Макромолекули полімерів є продуктом реакцій...
А заміщення
Б поліконденсації
В полімеризації
Г розкладу
4. Продуктом реакції поліконденсації є...
А поліетилен
Б глюкоза
В етанол
Г білок
5. Поліетилен добувають реакцією...
А полімеризації
Б поліконденсації
В гідратації
Г ізомеризації
6. Проаналізуйте твердження 1 і 2 та виберіть правильний варіант відповіді.
Твердження 1. Термопластичні полімери розкладаються за нагрівання.
Твердження 2. Під час реакції поліконденсації утворюються полімер і низькомолекулярна речовина.
А правильні обидва твердження
Б правильне лише твердження 1
В правильне лише твердження 2
Г неправильні обидва твердження



Пластмаси

ОРГАНІЧНІ РЕЧОВИНИ ЯК ОСНОВА СУЧАСНИХ МАТЕРІАЛІВ.

Розглядаючи білки, жири, вуглеводи, ми акцентували увагу на їх біологічній ролі. Але органічні речовини відіграють у житті людини й інші функції. Зокрема, їх широко використовують як *матеріали*.

Матеріали — речовини чи їх суміші, з яких будують дороги, будинки, мости, виготовляють різні предмети (машини, посуд, меблі, одяг) тощо.

Матеріали людина використовувала здавна. Спершу вони були природного походження (шкіра, деревина, камінь, глина). Завдяки розвитку хімії та хімічної промисловості нині створено багато сучасних синтетич-

них матеріалів, які мають важливі для людини властивості, але не існують у природі. Нині зростання їхнього виробництва набагато випереджає зростання виробництва металів. Важливими представниками полімерних матеріалів є *пластмаси, каучуки, волокна*.

ПОНЯТТЯ ПРО ПЛАСТМАСИ. За масштабами виробництва серед полімерних матеріалів *пластмаси* посідають перше місце.

Пластмаси — матеріали на основі полімерів, які здатні за нагрівання набувати заданої форми та зберігати її після охолодження.

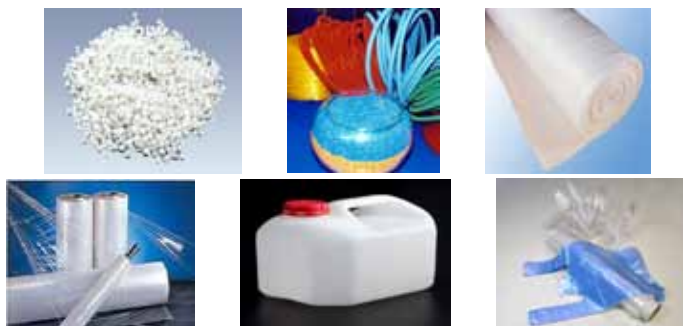
Основою пластмас є високомолекулярна сполука — *полімер*. Крім нього, до складу пластмас входять *стабілізатори* (антиоксиданти, світлостабілізатори), які сприяють зберіганню властивостей пластмас у процесі їх переробки й використання; *пластифікатори*, що підвищують еластичність і знижують крихкість пластмас; *барвники*, які надають матеріалу забарвлення; *наповнювачі* (деревне та кварцове борошно, тканина, скловолокно, азбест, папір, мелена слюда тощо). Наповнювачі поліпшують механічні властивості матеріалу й роблять його промислове виробництво дешевшим. Зокрема, використовуючи скловолокно, одержують матеріали, що за механічною міцністю не поступаються сталі. Наповнення повітрям або азотом робить пластмаси легким теплоізоляційним матеріалом.

Молекули полімерів можуть мати лінійну, розгалужену й сітчасту (зшити у площині чи просторі) будову. Це позначається на властивостях пластмас, зокрема на термопластичності й термореактивності.

НАЙПОШИРЕНІШІ ПЛАСТМАСИ.

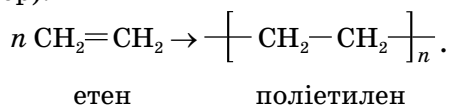
Поліетилен $\left[\text{CH}_2 - \text{CH}_2 \right]_n$ — продукт полімеризації етену C_2H_4 ;

це тверда, напівпрозора, термопластична, дещо жирна на дотик (нагадує парафін) речовина. Поліетилен горить ледь блакитним тьмяним полум'ям, без запаху, він легший за воду, не розчиняється в ній, нетоксичний. Як матеріал може бути будь-якого кольору за рахунок доданих барвників (мал. 44).



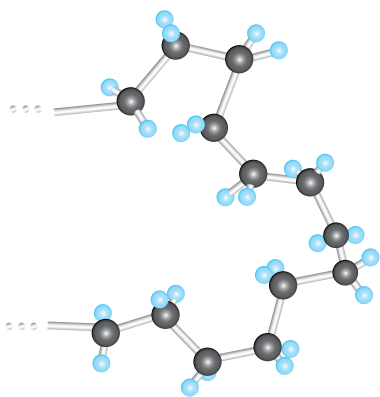
Мал. 44 Поліетилен і вироби з нього

З-поміж відомих полімерів поліетилен має найпростішу будову. Його добувають полімеризацією етену, створюючи відповідні умови (тиск, температура, каталізатор):



Як бачимо з рівняння реакції, утворення макромолекули поліетилену відбулося за рахунок розриву подвійних зв'язків у молекулах мономера етену. Тому в макромолекулі полімеру присутні лише одинарні зв'язки, і за хімічною будовою поліетилен належить до насичених сполук.

Вам відомо, що насичені вуглеводні від ненасичених можна відрізнити за допомогою якісних реакцій. Так, ненасичені вуглеводні за звичайних умов вступають у реакції приєднання та окиснення, насичені — ні. Поліетилен не приєднує бром і не змінює забарвлення його водного розчину, не окиснюється розчином калій перманганату, тому забарвлення розчину залишається незмінними. Це доводить насичений характер поліетилену.



Мал. 45 Кулестрижнева модель фрагмента макромолекули поліетилену

Попрацуйте з малюнком 45, на якому зображено кулестрижневу модель фрагмента полімерного ланцюга поліетилену, і переконайтесь, що подвійні зв'язки відсутні, усі зв'язки одинарні, що характерно для насичених сполук.

Щоб з'ясувати, до термопластичних чи термореактивних пластмас належить поліетилен, можна виконати такий *дослід*. Шматок зразка поліетилену помістити на предметне скло й нагрівати. Через деякий час спробувати скляною паличкою змінити форму зразка — і це легко вдасться. Після охолодження набута форма залишиться. Робимо висновок, що поліетилен належить до термопластичних пластмас.

Поліетилен горить. Щоб дослідити горіння поліетилену, закріпимо шматок поліетиленового зразка та підпалимо його (мал. 46). Спостерігатимемо, як поліетилен швидко спалахує і горить світним полум'ям без кіптяви.



Мал. 46 Згорання поліетиленового виробу

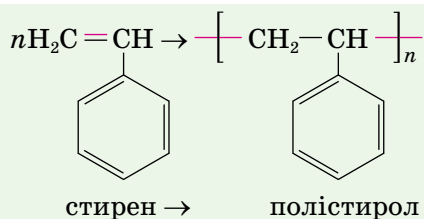
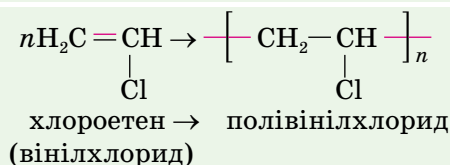
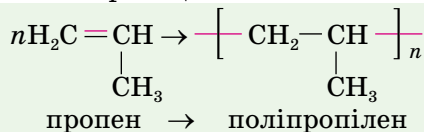
Поліетилен, як і всі насичені сполуки, стійкий до дії кислот і лугів, тому з нього виготовляють ємкості для зберігання і транспортування цих речовин. Однак гаряча концентрована нітратна кислота руйнує його.

Поліетилен, на відміну від свого мономера етену, — стійка до дії кислот, лугів, окисників високомолекулярна речовина, що належить до пластмас.

Стійкість поліетилену за кімнатної температури до дії органічних розчинників забезпечує йому широке використання у виготовленні посуду, труб. Майже половина всього поліетилену використовується у виробництві поліетиленової плівки та як пакувальний матеріал. Завдяки нетоксичності поліетилен використовують як матеріал для виготовлення водопровідних труб, зручних виробів домашнього вжитку. Високі діелектричні показники поліетилену дають змогу використовувати його для ізоляції дротів.

Широке застосування поліетилену забезпечують його властивості: легкість, простота переробки, висока хімічна стійкість, термопластичність, відсутність електропровідності.

ІНШІ ТЕРМОПЛАСТИ ТА ЇХ ВЛАСТИВОСТІ. Такі полімери, як *поліпропілен*, *полівінілхлорид* та *полістирен* утворюються за схожою з етенем схемою полімеризації. З'ясувати їх утворення допоможуть наведені нижче схеми реакцій полімеризації.



З наведених схем стає зрозуміло, що головний ланцюг цих полімерів побудований з однакових груп атомів $-\text{CH}_2-\text{CH}-$, а відрізняються вони лише замісниками.



Зважаючи на хімічну будову поліпропілену, поліхлорвінілу, полістирену, спрогнозуйте, якою буде їхня реакція на підвищення температури, дію розчинів кислот, лугів, окисників.

Поліпропілен $\left[\text{CH}_2 - \underset{\text{CH}_3}{\text{CH}} \right]_n$ — твердий, жирний на дотик, молочно-

білого кольору, термопластичний, легший за воду, нерозчинний у ній. Поліпропілен також характеризується високою стійкістю до дії кислот, лугів, розчинів солей та інших агресивних середовищ. Горить кіптявим полум'ям.

Вироби з поліпропілену витримують нагрівання до вищих температур, ніж поліетиленові. Велика стійкість до численних згинань і стирання забезпечує високу міцність поліпропіленових канатів, сіток, технічних тканин. Крім того, його застосовують у виробництві взуття й одягу, іграшок, гребінців, футлярів тощо (мал. 47).



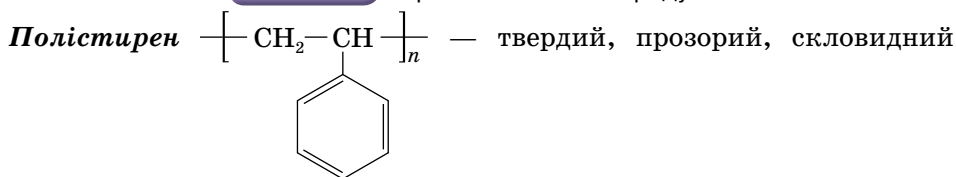
Мал. 47 Вироби з поліпропілену

Полівінілхлорид $\left[\text{CH}_2 - \underset{\text{Cl}}{\text{CH}} \right]_n$ — білий порошок, стійкий до дії

кислот і лугів, легко фарбується, діелектрик, не горить, проте порівняно легко розкладається за нагрівання, виділяючи гідроген хлорид. Застосовується як ізолятор електричного дроту, у виробництві лінолеуму, штучної шкіри для взуття, металопластикових вікон, клейонки, деталей хімічної апаратури, труб, акумуляторних банок (мал. 48). З полівінілхлориду виготовляють плащі від дощу тощо.



Мал. 48 Вироби з полівінілхлориду



матеріал. Він досить стійкий до дії лугів і кислот, окрім гарячої нітратної кислоти; розчиняється в багатьох органічних розчинниках. Полістирен розм'якшується за температури 85 °С і, на відміну від уже розглянутих полімерів, за нагрівання досить легко деполімеризується, тобто розкладається з утворенням молекул мономера. Полістирен легко займається і горить на повітрі з виділенням великої кількості кіптяви.

Як досить термопластичний матеріал полістирен легко піддається формуванню виробів, що не потребують великих механічних навантажень, наприклад, декоративно-оздоблювальні матеріали, облицювальна плитка тощо (мал. 49, с. 168). Полістирен — нетоксичний матеріал, його використовують для виготовлення посуду, галантерейних виробів, іграшок, освітлювальної апаратури і т. д. Оскільки полістирен — діелектрик, то з нього виготовляють деталі електро- і радіоапаратури, кабельну ізоляцію.

Різновидом полістирену є *пінополістирен*, або *пінопласт*. Кожний з вас його добре знає, варто лише нагадати, що побутову техніку (телевізор, холодильник тощо) ми купуємо запакованими у пінопласт. У процесі виготовлення цього матеріалу до полістирену додають спінювачі, зокрема повітря, від чого полістирен набуває структури застиглої піни із закритими порами. Такий матеріал дуже легкий, міцний, стійкий до деформацій.

На сьогодні полістирен — ефективний та універсальний тепло-, звукоізоляційний, а також пакувальний матеріал (мал. 49, с. 168).



Мал. 49

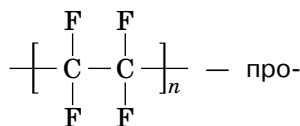
Полістирен та вироби з нього

ПЛАСТМАСИ І ДОВКІЛЛЯ. Пластмаси є довговічним матеріалом. З одного боку, це добре — пластмасові вироби служать нам тривалий час. З іншого, пластмасова тара — це ще й сміття, якого з роками стає дедалі більше і більше. У населених пунктах почали використовувати окремі контейнери для відпрацьованих пластмасових пакувальних матеріалів, пластмасових пляшок, посуду тощо. Обов'язково викидайте туди вироби з полімерних матеріалів, ніколи не спалюйте їх. Цим ви збережете повітря від забруднення, а виробництво збагатите вторинною сировиною.



Сторінка ґрунта

Політетрафлуороетен (тефлон, фторопласт-4)



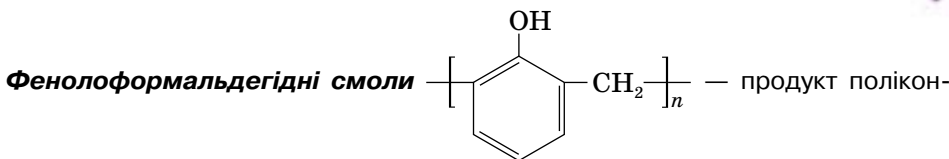
дукт полімеризації тетрафлуороетену $\begin{array}{c} \text{F} \quad \text{F} \\ | \quad | \\ \text{C} = \text{C} \\ | \quad | \\ \text{F} \quad \text{F} \end{array}$. Порівняно з розглянутими

полімерами випускається у менших кількостях, проте здобув широке визнання завдяки своїм властивостям — високій температурі плавлення, великій твердості, термічній і хімічній стійкості, низькому коефіцієнту тертя. На нього не діють органічні розчинники, розчини гарячих концентрованих кислот, лугів тощо. Що більше, не існує жодного розчинника, у якому б політетрафлуороетен хоча б набухав. Специфічна структура молекул зумовлює унікальні фізичні й хімічні властивості фторопластів, які відсутні в інших матеріалах. Ці властивості забезпечили полімеру широке застосування в авіації, радіотехніці, харчовій, фармацевтичній промисловості. Інертність тефлону до кислот і жирів дає змогу виготовляти з нього посуд для зберігання харчових продуктів і лікарських препаратів (мал. 50). Тефлон не впливає на фізіологічні процеси, тому застосовується у виготовленні штучних хрящів і кісток.



Мал. 50

Вироби з тефлону



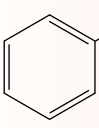
денсації відразу двох мономерів — фенолу $\text{C}_6\text{H}_5\text{OH}$ і формальдегіду (метаналу) HCHO . Характер взаємодії речовин залежить від їх кількісного співвідношення й від природи каталізатора. Може утворитися полімер лінійної будови, а може бути тривимірний полімер. Просторова структура робить полімер термореактивним.

Фенолоформальдегідні смоли і пластмаси на їх основі — одні з найпоширеніших термореактивних пластмас.

Стисло про основне



- ✓ Сучасний науково-технічний прогрес неможливий без виробництва і застосування пластмас.
- ✓ Широке використання пластмас і матеріалів на їх основі зумовлене їхніми властивостями: легкістю; міцністю; термопластичністю чи термореактивністю; стійкістю до дії окисників, кислот і лугів; газонепроникністю та нерозчинністю у воді.
- ✓ Найпоширеніші пластмаси:

Мономер		Полімер	
Формула	Назва	Формула	Назва
$\text{CH}_2 = \text{CH}_2$	Етен	$\left[-\text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \right]_n$	Поліетилен
$\text{CH}_2 = \text{CH} = \text{CH}_2$	Пропен (пропілен)	$\left[\begin{array}{c} -\text{CH} - \text{CH}_2 - \\ \\ \text{CH}_3 \end{array} \right]_n$	Поліпропілен
$\text{CH}_2 = \text{CH} - \text{Cl}$	Хлороетен (вінілхлорид)	$\left[\begin{array}{c} -\text{CH} - \text{CH}_2 - \\ \\ \text{Cl} \end{array} \right]_n$	Полівінілхлорид
$\begin{array}{c} \text{F} \quad \text{F} \\ \quad \\ \text{C} = \text{C} \\ \quad \\ \text{F} \quad \text{F} \end{array}$	Тетра- флуороетен	$\left[\begin{array}{c} \text{F} \quad \text{F} \\ \quad \\ -\text{C} - \text{C}- \\ \quad \\ \text{F} \quad \text{F} \end{array} \right]_n$	Політетра- флуороетан (тефлон, фторопласт-4)
 $\text{CH} = \text{CH}_2$	Стирен	$\left[\begin{array}{c} -\text{CH} - \text{CH}_2 - \\ \\ \text{C}_6\text{H}_5 \end{array} \right]_n$	Полістирен

Знаємо, розуміємо

1. Назвіть відомі вам пластмаси.
2. За допомогою яких дослідів можна підтвердити властивості пластмас?
3. Наведіть приклади полімерів:
 - а) що підлягають повторній переробці;
 - б) що не підлягають повторній переробці.
4. Поясніть, завдяки яким властивостям пластмас їх широко застосовують.

Застосовуємо

1. Розташуйте мономери пластмас за збільшенням відносної молекулярної маси структурної ланки.

А пропен	В стирен
Б етен	Г тетрафлуороетен
- 2*. Порівняйте хімічний склад поліетилену й полістирену, масові частки Карбону в їх молекулах. На основі результатів порівняння поясніть, чому поліетилен згорає тьмяним полум'ям, тоді як горіння полістирену супроводжується утворенням кіптяви.
3. З'ясуйте, як застосовуються у вашому побуті пластмаси та матеріали на їх основі.
4. Якби вам довелося вирішувати, якими трубами — металевими чи пластмасовими — підвести воду в дім, то якому з цих матеріалів ви б віддали перевагу? Поясніть чому.
5. Обчисліть ступінь полімеризації полівінілхлориду з відсноною молекулярною масою 170 000.
6. Обчисліть відносну молекулярну масу полістирену зі ступенем полімеризації 2500.



Каучуки, гума

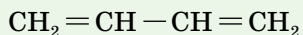


Інформаційна довідка

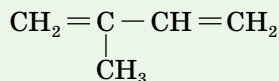
- До вуглеводнів належать також **алкадієни** — дієнові вуглеводні.
- Алкадієни** — ненасичені вуглеводні ациклічної будови, молекули яких містять два подвійних зв'язки. Мають загальну формулу C_nH_{2n-2} .
- Два подвійні зв'язки у молекулах дієнових вуглеводнів можуть бути розташовані біля одного атома Карбону $-C=C=C-$ або біля різних $-C=C-C=C-$.
- $$\begin{array}{ccccccc} | & & | & & | & & | \\ -C=C=C- & \text{або} & -C=C-C=C- & & & & \end{array}$$
- Алкадієни здатні вступати в реакції полімеризації. Найбільше у промисловості використовують дієни, у яких подвійні зв'язки розміщені через один одинарний.

У складанні назв дієнових вуглеводнів дотримуються таких загальних правил: головний ланцюг молекули повинен містити обидва подвійні зв'язки. Нумерацію атомів Карбону в ланцюзі здійснюють так, щоб подвійні зв'язки одержали найменші локанти. Назву алкадієну утворюють від назви відповідного алкану, у якій суфікс **-ан** замінюють на **-дієн**, а перед ним записують локанти подвійних зв'язків. Якщо є замісники, то їх називають першими, назви передують їхнім локантам.

Наприклад:



бута-1,3-дієн

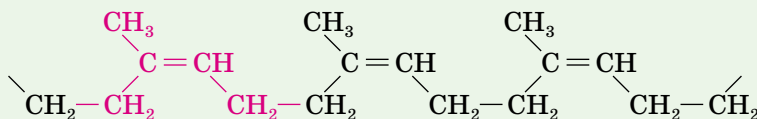


2-метилбута-1,3-дієн (ізопрен)

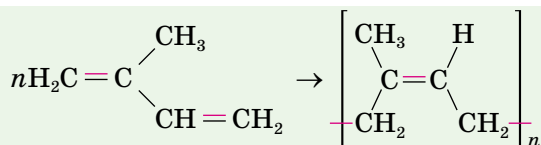
Бута-1,3-дієн та 2-метилбута-1,3-дієн є сировиною для виробництва полімерів із загальною назвою **каучуки**.

НАТУРАЛЬНИЙ АБО ПРИРОДНИЙ КАУЧУК. Корінні жителі Південної Америки вже у XVII ст. уміли виділяти *природний каучук* з молочного соку (латексу) тропічної рослини *гевеї*, просочували ним тканини, взуття, після чого ті не пропускали воду, виготовляли м'ячі.

Натуральний (природний) каучук — це високомолекулярна ненасичена сполука з відносною молекулярною масою 15 000–500 000, мономером якої є дієновий вуглеводень *2-метилбута-1,3-дієн* C_5H_8 . Тривіальна назва цієї сполуки — *ізопрен*. Фрагмент його макромолекули (кольором виділено структурну ланку) такий:



Реакцію полімеризації ізопрену відображає така схема:



Як бачимо, кожна структурна ланка каучуку містить один подвійний зв'язок.

На відміну від пластмас, **каучуки** — ненасичені високомолекулярні сполуки. Їхні макромолекули мають лінійну структуру, хоча й закручені в клубок. Це робить каучук *еластичним*.

Еластичність, або *пружність*, — властивість твердого тіла повертати свої попередні форму й розміри після деформації.

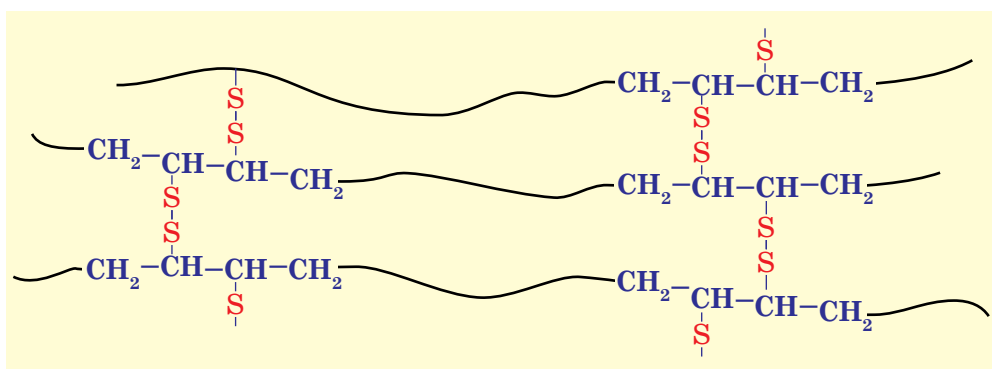
Щоразу під впливом фізичних навантажень макромолекули каучуку розкручуються, а після припинення дії сили повертаються у попередній

стан. Каучук не розчиняється у таких поширених розчинниках, як вода, спирт, ацетон, однак у деяких інших розчинниках, наприклад скипидарі, він розчиняється з утворенням в'язкої маси, яку використовують як клей.

До 1823 р. для європейців каучук був заморською дивиною, доки в Англії не започаткували виробництво плащів від дощу, тканину для яких обробляли натуральним каучуком. Такі плащі були придатні до використання за прохолодної дощової погоди, проте у спеку вони ставали липкими, а в холод втрачали пластичність.

Широке використання натурального каучуку забезпечило винайдення способу поліпшення його властивостей, що дістав назву **вулканізація**.

ВУЛКАНІЗАЦІЯ КАУЧУКУ. ГУМА. *Вулканізація* — процес «зшивання» полімерних ланцюгів каучуку сіркою або іншими, зазвичай сульфуровмісними, сполуками (вулканізаторами), який робить матеріал міцнішим та еластичнішим. Поліпшення властивостей каучуку шляхом його вулканізації пояснюється тим, що лінійний полімер набуває тривимірної структури. Атоми Сульфуру вступають у реакцію з макромолекулами каучуку за місцем розриву подвійних зв'язків і «зшивають» їх сульфідними місточками (мал. 51).



Мал. 51 Схема будови гуми

Зі схеми бачимо, що після скріплення атомами Сульфуру лінійні молекули каучуку перетворюються на сітчастий полімерний матеріал — **гуму**.

З'ясуємо, навіщо потрібно вулканізувати каучук. Невулканізований каучук, як усі ненасичені речовини, виявляє значну хімічну активність. Так, під впливом атмосферного кисню він втрачає еластичність, стає крихким. Вулканізований каучук має більшу механічну міцність і твердість, еластичність, стійкий до дії розчинників. Жодний із природних матеріалів не має такої еластичності, як гума. Гумову пластинку можна тисячі разів згинати й розгинати, гумовий шланг скручувати й розкручувати, і вони не деформуються. Гума стійка до стирання. Так, шини автомобіля втрачають близько 80–100 г гуми після того, як подолають відстань у 1000 км. А деякі сорти гуми стираються менше, ніж сталь.

Вулканізацію проводять здебільшого за помірного нагрівання, заповнюючи спеціальні форми сумішшю каучуку, сірки, наповнювача (здебільшого сажі), інколібарвників та інших добавок. Одночасно з вулканізацією формується і сам виріб. Як ви знаєте, шини автомобілів, мотоциклів, скутерів, велосипедів мають чорний колір. Це колір наповнювача — сажі.

Вулканізація поліпшує фізичні характеристики каучуку, робить його придатним для тривалого використання. Додавання в каучук наповнювачів збільшує його міцність і зменшує зношуваність.

До речі, м'яка гумка, якою ви користуєтеся для стирання надписів, виготовлена з каучуку, що містить 3–4 % Сульфуру. Гума автомобільних шин містить 5–6 % Сульфуру. А якщо до каучуку додати сірку з розрахунку понад 30 % від його маси, то вулканізація завершиться утворенням твердого, нееластичного й неелектропровідного матеріалу — *ебоніту*. Його застосовують як ізолятор в електротехніці.

СИНТЕТИЧНІ КАУЧУКИ. Спершу природної сировини вистачало, аби задовольняти потреби у натуральному каучуку різних виробництв. Та з роками попит на каучук зростав, збільшувався перелік виробів з нього. У зв'язку зі стрімким розвитком промислового застосування натурального каучуку, і передусім в автомобіле- та літакобудуванні, натурального каучуку забракло. Бо для добування 1 тонни натурального каучуку потрібно впродовж 5 років збирати сік з 270 дерев гевеї, засівати десятки гектарів полів трав'янистими каучуконосами, наприклад кок-сагізом. До того ж рослини-каучуконоси ростуть не всюди, а лише в умовах жаркого й вологого клімату. Тому постала гостра необхідність розробити способи заміни натурального каучуку *синтетичним*.

Десятки років накова спільнота різних країн прагнула знайти заміну натуральному каучуку синтетичною речовиною-відповідником з доступними способами її виробництва. Першому розв'язати цю проблему вдалося колективу вчених на чолі з академіком С. В. Лебедєвим.

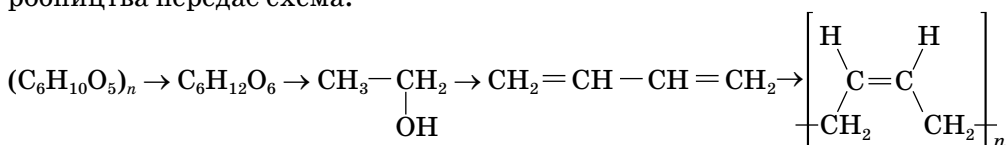
Біографічна довідка



Сергій Лебедєв (1874 – 1934) — видатний учений-хімік ХХ ст. Увійшов в історію хімії як основоположник розроблення промислового способу добування синтетичного каучуку. Народився в Польщі, навчався у Варшавській гімназії, на відмінно закінчив Петербурзький університет. Його основні наукові праці присвячені полімеризації, ізомеризації, гідруванню ненасичених сполук. Цими дослідженнями він розвивав основні положення теорії хімічної будови речовин. У 1925 р. з групою вчених С. В. Лебе-

дев розпочав роботу над пошуком заміників природного каучуку й досяг успіху. У 1930 р. було розпочато будівництво першого у світі заводу з виробництва синтетичного каучуку із бута-1,3-дієну (дивінілу), який одержували з етанолу. Дослідницька лабораторія, створена одночасно з будівництвом заводу, існує дотепер як Науково-дослідний інститут синтетичного каучуку імені С. В. Лебедева.

Синтетичний каучук у промислових масштабах за розробленою С. В. Лебедевим технологією було вироблено в колишньому Радянському Союзі у 1932 р. Полімеризацію бута-1,3-дієну здійснювали в присутності каталізатора — металічного натрію, за температури 40–60 °С і тиску 6–8 атм. Спершу сировиною служили харчові продукти (зерно), етапи виробництва передає схема:



крохмаль → глюкоза → етанол → бута-1,3-дієн → каучук

Зараз бута-1,3-дієн одержують із нехарчової сировини.

Синтетичний каучук є тим матеріалом, з якого виробляють велику кількість гуми, що йде на виготовлення шин і багатьох інших виробів. З року в рік зростає потреба в цьому матеріалі й відповідно збільшуються обсяги його виробництва.

Добутий С. В. Лебедевим синтетичний замітник натурального каучуку мав схожі з ним хімічні й фізичні властивості, але поступався йому за основною властивістю — еластичністю. Дослідженнями було з'ясовано причину — він не мав *регулярної будови*.

Регулярний полімер — це полімер, який складається зі стереорегулярних макромолекул, у яких структурні ланки однакової просторової будови повторюються з певною періодичністю.

Застосовуючи каталізатори, що регулюють стереобудову каучуку, нині виготовляють дивініловий, ізопреновий та інші синтетичні каучуки, що мають регулярну будову й не поступаються властивостями натуральному каучуку. А якщо в якості мономерів використати алкадієни, у молекулах яких атом Гідрогену заміщений на інший атом чи групу атомів, то можна одержати різні каучуки спеціального призначення — флуоропренові, хлоропренові тощо. Зокрема, хлоропреновий каучук — негорючий, світло- й термостійкий. Це робить його незамінним матеріалом у літакобудуванні.

Перелік гумових виробів на основі синтетичного каучуку налічує близько 50 000 назв. Найбільше синтетичних каучуків використовує машинобудівна промисловість. Із синтетичних каучуків виготовляють технічні вироби, гумове взуття, прогумовані тканини, побутові гумові вироби, медичні

товари тощо. Каучуки та гума мають високі діелектричні властивості, тому їх застосовують в електротехніці для ізоляції дротів й оболонок кабелів, виготовлення захисних рукавичок і килимків. Рідкі каучуки є компонентами клеїв, антикорозійних матеріалів, зв'язувальною речовиною, що використовується для виготовлення твердого ракетного палива. На малюнку 52 зображено різні вироби із синтетичних каучуків і гуми.



Мал. 52 Вироби із синтетичних каучуків і гуми

Каучук і гума є основними матеріалами шинної та гумово-азбестової промисловості. Найпотужніші підприємства розташовані у Дніпрі, Білій Церкві, Запоріжжі, Києві, Лисичанську, Одесі, Сумах, Харкові. Наповнювач гуми — сажу — виробляють у Дашаві, Стаханові, Кременчуці.

Сторінка ерудита

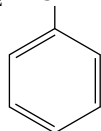
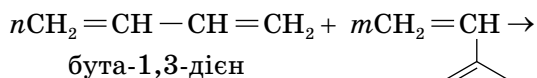


Ще одним способом одержання каучуків є *кополімеризація*, або *співполімеризація*.

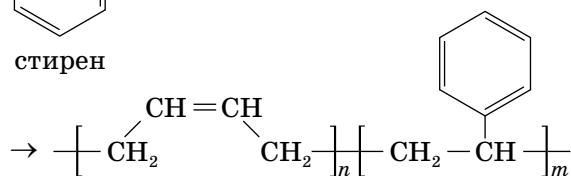
Кополімеризація — полімеризація суміші двох чи більше мономерів, залишки кожного з яких входять до полімерного ланцюга.



Прикладом кополімеризації є утворення бутадієн-стиренового каучуку. Назва свідчить, що його добувають з двох мономерів — бутадієну (бута-1,3-дієну) і стирену. Схематично реакцію можна записати таким чином:



стирен



бутадієн-стиреновий каучук

Бутадієн-стиреновий каучук легко піддається вулканізації, добре змішується з наповнювачами й іншими каучуками. Як каучук загального призначення він широко використовується для виготовлення протекторів та інших деталей автомобільних і велосипедних шин, гумового взуття, у радіотехнічній промисловості. На сьогодні серед усіх каучуків він займає перше місце за обсягами виробництва.



Стисло про основне

- ✓ Каучуки — високомолекулярні сполуки природного й синтетичного походження.
- ✓ Структурні ланки каучуків містять подвійний зв'язок, тому вони виявляють хімічні властивості ненасичених сполук.
- ✓ Щоб поліпшити фізичні властивості каучуків, їх піддають вулканізації — взаємодії з сіркою за нагрівання.
- ✓ Завдяки досягненням хімічної науки нині виробляють різні синтетичні каучуки, які не поступаються властивостями натуральному і навіть перевищують їх.

Знаємо, розуміємо

1. Яка відмінність у складі молекул природного каучуку й уперше одержаного за методом Лебедева синтетичного?
2. Опишіть відомі вам властивості каучуків.
3. З якою метою вулканізують каучук, який наповнювач найчастіше використовують?
4. Назвіть галузі застосування гуми.
5. На прикладі створення синтетичного каучуку розкрийте взаємозв'язок хімічної науки з практикою.

Застосовуємо

1. Укажіть мономер натурального каучуку.
А 2,3-диметилбута-1,3-дієн
Б стирен
В 2-метилбута-1,3-дієн
Г бута-1,2-дієн
2. Ізопреновий каучук добувають реакцією...
А ізомеризації
Б полімеризації
В дегідратації
Г поліконденсації
3. Укажіть властивість каучуку, що забезпечує йому застосування як ущільнювача пластикових вікон.
А теплопровідність
Б електропровідність
В еластичність
Г світлопровідність
4. Укажіть назву речовини, яку використовують для вулканізації каучуку.
А сірка
Б кисень
В азот
Г фосфор
5. Спрогнозуйте, що очікує гумове виробництво у третьому тисячолітті.

§ 31.

Волокна. Штучні й синтетичні волокна

ПОНЯТТЯ ПРО ВОЛОКНА. *Волокнами* називають матеріали, що складаються з довгих і тонких ниток або відрізків ниток, придатних для виготовлення пряжі й тканин. За походженням волокна поділяють на *натуральні й хімічні*.

НАТУРАЛЬНІ ВОЛОКНА. Люди здавна використовували натуральні (природні) волокнисті матеріали для виготовлення одягу й різних предметів домашнього вжитку, вітрил тощо. Нині з матеріалів рослинного походження виготовляють льняні й бавовняні тканини, з вовни тварин — вовняні тканини й ковдри, з коконів тутового шовкопряду — натуральний шовк. Століттями практично в кожній сільській українській оселі була власна прядка, на якій волокна перетворювали на нитку, — *пряли* (мал. 53). Як сировину використовували вирощені влітку, а потім вимочені у воді й відділені від костриці (непридатної для прядіння частини рослинного стебла) коноплі й льон.



Мал. 53

Експонати музею Г. С. Сковороди (смт Чорнухи, Полтавська обл.)

Серед натуральних волокон розрізняють волокна рослинного й тваринного походження. Натуральний шовк і вовна мають тваринне походження і складаються з білкових молекул. Шовкова нитка — це продукт виділення залоз гусениць шовкопрядів під час звивання коконів. Довжина шовкової нитки може досягати 800–1000 м.

Волокна рослинного походження складаються з целюлози й поділяються на: бавовняні та луб'яні. Теплолюбний бавовник в Україні не росте, а от луб'яні культури — льон і коноплі — вирощують на великих площах. З тонких волокон роблять різні тканини, з грубих — мішковину, канати й шнури. У місті Глухів Сумської області функціонує Інститут луб'яних

культур Національної академії аграрних наук України — одна з найстаріших науково-дослідних установ держави. Тут вперше у світі створили сорти конопель, що не містять наркотичних речовин.

У ХХ ст. постала необхідність в одержанні волокон *хімічним способом*. На сьогодні цим способом виробляють волокон значно більше, ніж з природної сировини.

Волокна за походженням поділяють на натуральні та хімічні. Натуральні волокна виготовляють із природної сировини, хімічні — хімічним способом із високомолекулярних сполук.

ХІМІЧНІ ВОЛОКНА. Класифікацію *хімічних* волокон здійснюють за походженням сировини, з якої їх виробляють. Якщо сировиною для виробництва хімічного волокна є природний полімер, волокно називають *штучним*. Якщо ж сировиною є продукти органічного синтезу, то й хімічне волокно називають *синтетичним*.

Ознайомтеся з класифікацією волокон і прикладами, скориставшись малюнком 54.



Мал. 54 Класифікація та приклади волокон

Для виробництва хімічних волокон придатні полімери з довгими, лінійними або злегка розгалуженими макромолекулами, що мають досить велику відносну молекулярну масу й здатні або плавитися без розкладу, або

розчинятися у певних розчинниках. У кожного волокна є свої переваги й недоліки. Тому однозначно стверджувати, що волокно, з якого виготовлена тканина погане чи гарне, не можна. Одне й те саме волокно може бути непридатним для одних цілей і незамінним для інших. Успіхи вчених і технологів у створенні волокон незаперечні. Так, нині виготовляють надміцні, термостійкі, хемостійкі, еластичні, негорючі та багато інших видів волокон.

ХІМІЧНІ ШТУЧНІ ВОЛОКНА. Вони з'явилися завдяки досягненням сучасної хімії.

До штучних волокон належать волокна, виготовлені шляхом хімічної обробки *природної сировини* целюлозного й білкового походження.

Виготовляючи їх спершу готують прядильний розплав чи розчин, тому що для вироблення хімічних волокон необхідно, щоб молекули сировини були рухливі. Тільки так їх можна розмістити вздовж осі утвореного волокна й сформувати нитку.

Зробити тверду речовину рухливою можна двома способами — нагріти її до температури, вищої за температуру плавлення, або ж розчинити. Перший спосіб для целюлози не придатний, бо внаслідок нагрівання вона руйнується. Тому природний полімер целюлозу піддають хімічній обробці ангідридом етанової кислоти $(\text{CH}_3\text{CO})_2\text{O}$, а утворений продукт реакції розчиняють у відповідних розчинниках. Утворену однорідну рідку суміш за спеціальними технологіями перетворюють на волокно, наприклад **ацетатне волокно**. Воно добре зберігає тепло, м'яке, мало мнеться, майже не збігається від прання, має приємний блиск. Однак, маючи низку цінних властивостей, воно поступається перед натуральними за гігієнічними характеристиками.

Виробництво ацетатного волокна було розпочато у Франції наприкінці XIX ст. й понад 100 років успішно розвивається.

Ще одне штучне волокно — **віскозне** — добувають з целюлози, яку піддають хімічній обробці з використанням нітратної кислоти. Віскозне волокно багато в чому схоже з натуральними волокнами (льоном і бавовною). Тканина з віскози має шовковистий блиск, приємна на дотик, м'яка, гігроскопічна, легко та рівномірно зафарбовується. Через неї добре проникає повітря, тобто в одязі з такої тканини тіло «дихає», що у спеку створює відчуття прохолоди. Завдяки переліченим властивостям віскозне волокно здобуло популярність і використовується у великих кількостях.

Тонше за шовк віскозне мікрволокно під назвою «мікромодал» зовні схоже на натуральний шовк, бархатисте, м'яке й дуже легке. Відомим вам застосуванням цього волокна є виготовлення панчіх і колгот.

До штучних волокон, виготовлених на основі целюлози, належить і **мідноамоніачне волокно**, яке використовують у виробництві килимів, технічних тканин, трикотажних виробів.

У процесі виготовлення хімічних волокон можна змінювати властивості волокна, а отже, з одного волокноутворювального полімеру одержувати широкий асортимент виробів, поліпшувати їх зовнішній вигляд (мал. 55).



Мал. 55

Штучні волокна (а — віскозне; б — ацетатне) та вироби з них

Штучні волокна одержують шляхом переробки природних полімерів, здебільшого целюлози, хімічним способом. Вони набагато дешевші за натуральні, мають більшу зносостійкість. Прикладом волокон цієї групи є віскозне, ацетатне та мідноамоніачне волокна.

СИНТЕТИЧНІ ВОЛОКНА. Це теж хімічні волокна, але для їхнього виробництва не використовується натуральна (природна) сировина. З продуктів переробки нафти, кам'яного вугілля, природного газу спершу добувають полімер, який далі перетворюють на волокно, а термостійкі полімери просто розплавляють.

Виробництво синтетичних волокон розпочалося пізніше штучних — у 60-ті роки ХХ ст. Але на сьогодні воно зростає швидшими темпами, порівняно з виробництвом штучних волокон. Пояснюється це доступністю відносно дешевої сировини, попитом на синтетичні волокна, зумовленим низкою їхніх цінних властивостей.

Синтетичні волокна на відміну від штучних від початку й до кінця виготовляють із продуктів переробки вуглеводневої сировини.

Популярними нині є *поліпропіленове, полівінілхлоридне, поліуретанове* волокна, *капрон, поліестер, акрил, еластан* та інші синтетичні волокна.

Виробництво синтетичних волокон з року в рік зростає, тому що вони легкі, міцні, довговічні, швидко сохнуть, слабо мнуться. Тому багато синтетичних волокон (у побуті їх називають «синтетика») застосовують у виробництві модного вбрання, спортивного одягу та взуття, спецодягу, необхідного для безпечного перебування в екстремальних умовах, і багатьох інших товарів. Розглянемо конкретні приклади найпоширеніших синтетичних волокон.

Поліпропіленове волокно — це синтетичне волокно, виготовлене з розплаву поліпропілену. Усі властивості поліпропілену, що були розглянуті

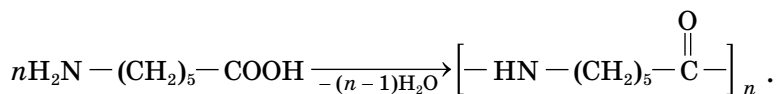
у § 29, характерні й для цього синтетичного волокна. Воно також стійке до дії відбілювачів, кислот, органічних розчинників, його не псують цвілеві гриби, бактерії й комахи. Спецодяг, синтетичні килими, ковдри, тканини для пошиття верхнього одягу — це окремі приклади його застосування.

Поліестер (поліефір) — волокно, виготовлене з продукту кополімеризації двохатомного насиченого спирту етан-1,2-діолу (етиленгліколю) з терефталевою кислотою. З поліестеру виготовляють штучне хутро і килими, комбіновані тканини, до складу яких можуть входити шерсть, бавовна, льон. З таких тканин шують верхній одяг, а також гардинно-тюлеві вироби.

Полівінілхлоридне (ПВХ) волокно формують із розчинів полівінілхлориду. Розглядаючи полімери, ми відзначали таку властивість полівінілхлориду, як негорючість. Ця ж властивість притаманна й волокну, яке вам доводилося не раз бачити, бо виготовленими з нього тканинами оббиті сидіння автомобілів, літаків, потягів тощо.

Еластан (поліуретанове волокно), або **спандекс**, формують із розчинів і розплавів синтетичної високомолекулярної сполуки під назвою поліуретан. Основна властивість еластану, як і каучуків, — еластичність. Що більший вміст еластану в тканині (його додають до багатьох видів волокон), то краще вона розтягується. Вироби з такого матеріалу облягають фігуру, зберігають форму тривалий час, легкі й зручні під час носіння. Завдяки цим властивостям еластан нині популярний у виробництві спортивних костюмів, блузок, сорочок, штанів, купальних костюмів.

Капрон (нейлон-6) — синтетичний полімер, структурними ланками якого є залишки 6-аміногексанової (ε-амінокапронової) кислоти. Хімічна будова цієї амінокислоти така, що характеристичні групи $-\text{NH}_2$ і $-\text{COOH}$ розташовані біля крайніх атомів Карбону $\text{H}_2\text{N} - (\text{CH}_2)_5 - \text{COOH}$. Це робить можливим перебіг реакції поліконденсації за схемою:



Як бачимо, прототипом для створення капрону слугувало утворення природних полімерів — білків. Серед природних волокон аналогічно утворюються волокна вовни й шовку.

Капрон — стійка до більшості розчинників тверда речовина білого кольору, пом'якшується за температури 210°C . З розплаву капрону можна легко витягувати нитки навіть у лабораторних умовах.

Капронове волокно еластичне, дуже міцне, стійке до стирання та згинання, негігроскопічне, з нього виготовляють канати. Рибалкам ці властивості капрону теж добре відомі, адже з капронових волокон виготовляють рибачькі сітки, волосінь. Багато капрону переробляють на комбіновані волокна, з яких виготовляють спортивні костюми, панчохи, шкарпетки, купальники тощо. Проте є в капрону й небажані властивості —

він нестійкий до нагрівання, дії кислот і лугів. Через негігроскопічність капронового одягу людина в ньому швидко пітніє.

Визначити, яку основу — синтетичну чи натуральну — має волокно, можна нагріваючи або спалюючи волокно чи тканину. Штучні целюлозні волокна (бавовна, ацетатне, віскозне) спалахують швидко й згорають, розповсюджуючи запах паленого паперу. Грудочка, що залишається після горіння, легко розтирається пальцями. Натуральні волокна (вовняні, шовкові) згорають аналогічно целюлозним, розповсюджуючи запах паленого пір'я. Синтетичні волокна (наприклад, капрон) спершу плавляться, а потім згорають, розповсюджуючи різкий малоприємний (мишачий) запах. Поліестерні волокна швидко згорають, після чого залишається грудочка, яка пальцями не розтирається.

Одяг надходить у продаж з етикетками, де зазначено склад тканини. Так, на вміст у тканині поліпропіленового волокна вказує позначення **PP**, поліестеру — **PE**. Цією інформацією не треба нехтувати, бо вона допомагає придбати річ, що за фізико-хімічними характеристиками волокон найкраще підходить вам для тієї чи іншої пори року, відповідатиме призначенню (відвідування школи, заняття спортом, відпочинок на природі, урочисті події тощо).

Пам'ятайте, що оптимальним є поєднання у тканині натуральних і хімічних волокон. Перші забезпечують дотримання гігієнічних норм, другі — міцність, еластичність, незминання тощо.

Якщо на етикетці відсутній склад волокна, ви можете самостійно визначити, з якої сировини — природної чи синтетичної — його виготовили. Достатньо спалити кілька ниток волокна, а результат порівняти з описаними в параграфі наслідками спалювання різних волокон.

На одязі також містяться попереджувальні знаки, які інструктують щодо прання, прасування виробу, можливості використання розчинників для виведення плям тощо. Завжди ознайомлюйтесь з інформацією, розміщеною на етикетках виробів, і дотримуйтеся вказівок у процесі користування ними, тоді вироби будуть довго вам служити, зберігаючи привабливий вигляд.



Стисло про основне

- ✓ Високомолекулярні сполуки — основа натуральних і хімічних волокон.
- ✓ Натуральні волокна мають природне походження, хімічні — виготовляють із застосуванням хімічних методів.
- ✓ Хімічні волокна класифікують на штучні й синтетичні.
- ✓ Прикладами натуральних волокон є шерстяні й бавовняні, штучних — віскозні й ацетатні, синтетичних — капронові й полівінілхлоридні.
- ✓ Волокна відрізняються за властивостями, знання яких допомагає у виборі тканин і виробів з них, догляді за ними.

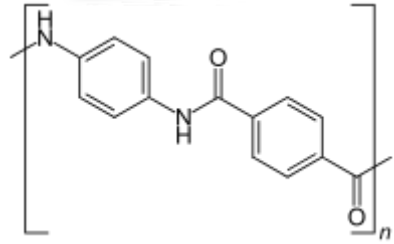


Сторінка ґрунта

Кевлар (поліпарафенілентерефталамід) — синтетичне волокно високої механічної й термічної міцності, склад якого передає наведена формула.

Його розробником є американська хімік і винахідник Стефані Кволек (1923–2014).

Це легкий і міцний (в 5 разів міцніше сталі), нешкідливий для здоров'я людини, стійкий до перепадів температур матеріал. З нього виготовляють куленепробивні бронежилети і шоломи — засоби індивідуального захисту військовослужбовців і поліцейських (мал. 56), негорючий одяг пожежників. Кевларова тканина також стійка до дії органічних розчинників. Під впливом низьких температур міцність кевларової тканини зростає, проте сонячні промені й волога роблять волокно менш міцним, тому його покривають спеціальним захисним шаром.



Мал. 56 Засоби індивідуального захисту військовослужбовців і поліцейських

Знаємо, розуміємо

1. Які матеріали дістали загальну назву «волокна»?
2. Яка класифікація волокон вам відома?
3. Наведіть приклади натуральних волокон, зазначте їх особливості.
4. Наведіть приклади хімічних волокон, зазначте їх особливості.
5. У чому полягає відмінність між природними й хімічними, штучними й синтетичними волокнами?

Застосовуємо

1. Ознайомтеся зі змістом етикеток на кількох текстильних виробках, виготовлених із тканин різного походження, і з'ясуйте, які волокна входять до їхнього складу. Вивчіть рекомендації щодо догляду за ними, вони допоможуть вам дізнатися більше про властивості волокон, із яких виготовлена тканина.

Працюємо з медійними джерелами



З різних інформаційних джерел дізнайтеся, де в Україні вирощують найбільше льону і технічних конопель, на яких вітчизняних підприємствах виготовляють шовкові й вовняні тканини, де розташовані комбінати з виробництва хімічних волокон і яку сировину вони використовують.



Багатоманітність і зв'язки між класами органічних речовин

Вивчаючи органічні сполуки, ви переконалися, що їх набагато більше, ніж неорганічних, вони різні за складом, будовою та властивостями, але всі органічні речовини без винятку містять атоми Карбону. Отриманих знань цілком достатньо, щоб скласти узагальнену думку про причину багатоманітності органічних сполук.

ЗАВДЯКИ ЧОМУ ОРГАНІЧНИХ СПОЛУК ІСНУЄ ПОНАД 20 МЛН?

По-перше, у молекулах органічних сполук атоми Карбону здатні сполучатись між собою.

По-друге, між атомами Карбону утворюються різні ковалентні карбон-карбовні зв'язки (одинарні, подвійні, потрійні, ароматичні).

По-третє, карбовні ланцюги можуть бути лінійними, розгалуженими та циклічними.

По-четверте, поширеним явищем в органічній хімії є ізомерія. Пригадайте, що декан $C_{10}H_{22}$ має 75 ізомерів! Усі вони різні речовини.

По-п'яте, органічні сполуки бувають різного якісного складу: вуглеводні, оксигеновмісні, нітрогеновмісні.

По-шосте, існують різні характеристичні групи, які теж зумовлюють багатоманітність органічних сполук. Наприклад, серед оксигеновмісних речовин метанол CH_3OH є спиртом, CH_3COOH — етанова кислота, метилетаноат CH_3COOCH_3 — естер.

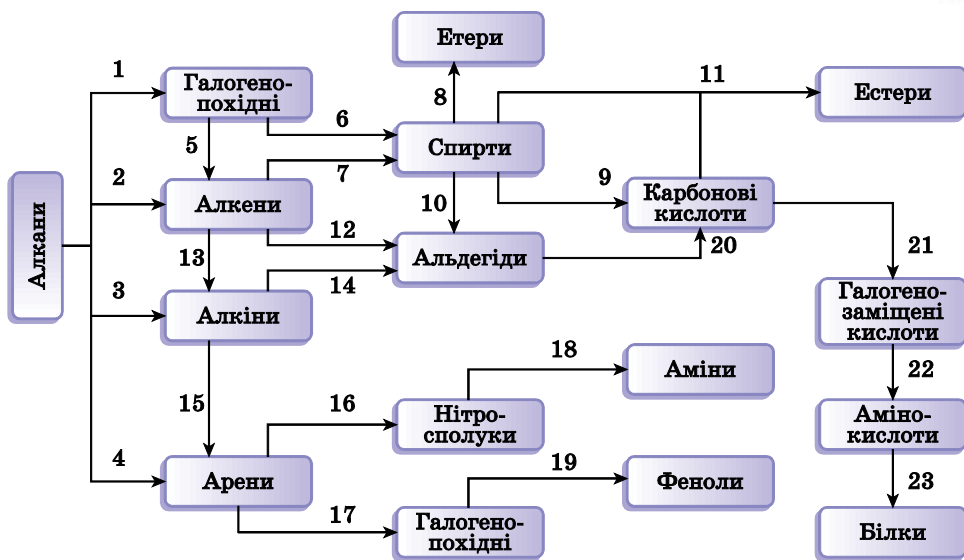
По-сьоме, в одній органічній речовині можуть бути кілька однакових чи різних характеристичних груп.

Працюйте групами

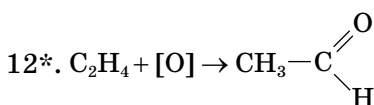
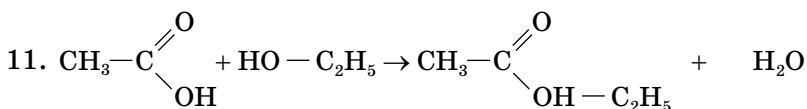
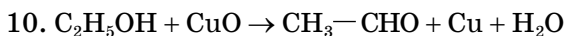
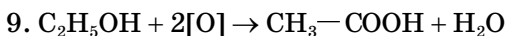
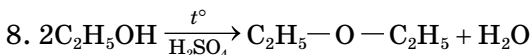
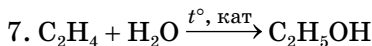
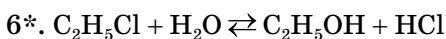
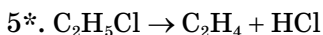
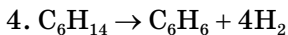
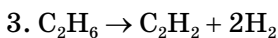
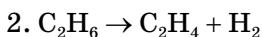
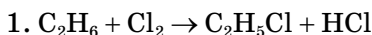
Проілюструйте багатоманітність органічних сполук власними прикладами молекулярних і структурних формул, дотримуючись послідовності згадування про них у тексті параграфа.

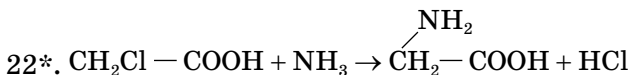
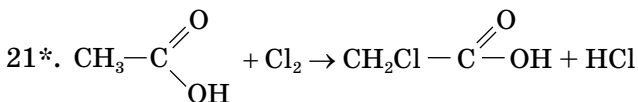
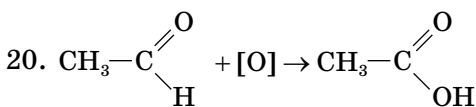
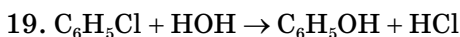
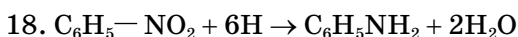
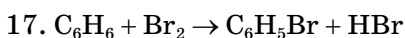
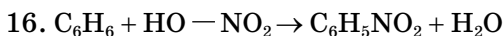
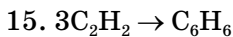
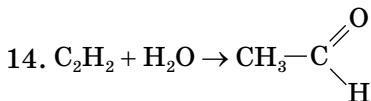
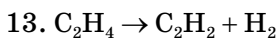
ЗВ'ЯЗКИ МІЖ КЛАСАМИ ОРГАНІЧНИХ РЕЧОВИН. Як ви пам'ятаєте, вивчення органічних сполук відбувалося в послідовності від найпростіших (вуглеводнів) до найскладніших (високомолекулярних сполук), акцентувалась увага на поширенні в природі й добуванні речовин. Ви мали змогу неодноразово переконатися, що з одних органічних сполук утворюються інші. Це свідчить про наявність зв'язків між класами органічних речовин. Їх відображає схема на малюнку 57.

Зазначені в схемі зв'язки проілюструємо прикладами рівнянь хімічних реакцій (рівняння, позначені зірочкою, наведені для ознайомлення).



Мал. 57 Схема взаємозв'язків між органічними сполуками

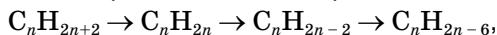




Працюйте з групами

1. Назвіть за систематичною номенклатурою органічні речовини, формули яких містяться в наведених вище рівняннях реакцій.

2. Проілюструйте зв'язки речовин, що відображені в схемі:



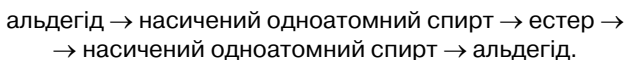
конкретними прикладами формул і молекулярними рівняннями реакцій.

3. Складіть рівняння реакцій за схемою перетворень:

алкан \rightarrow хлороалкан \rightarrow спирт \rightarrow альдегід \rightarrow карбонова кислота \rightarrow естер.

Застосовуємо

1. Проілюструйте молекулярними рівняннями реакцій зв'язки речовин у схемі:



Назвіть органічні речовини за систематичною номенклатурою.

2. Складіть рівняння реакцій, унаслідок яких можна здійснити перетворення метану на метилметанат.

3. Складіть рівняння реакцій, за допомогою яких можна здійснити перетворення крохмалю на бутадієновий каучук.



Вітаміни й ферменти

ПОНЯТТЯ ПРО ВІТАМІНИ. Якщо до цього ми об'єднували органічні речовини в групи чи класи, враховуючи спільне в їх будові та властивостях, то виокремлення групи вітамінів відбулося по-іншому. У них різна будова, не схожі хімічні властивості, але спільне значення (біологічна роль) у живій природі.

Вітаміни — низькомолекулярні органічні сполуки різних класів з відносною молекулярною масою (від кількох десятків до кількох сотень), які в невеликих кількостях, але обов'язково потрібні для здійснення хімічних процесів в організмах.

Ще століття тому про вітаміни й гадки не мали, однак наслідки їх нестачі, що призводили до тяжких захворювань на рахіт, курячу сліпоту, цингу та деякі інші захворювання, були відомі.

Дослідження складу й властивостей вітамінів бере початок із праць Миколи Івановича Луніна. Учений експериментально довів, що для нормального функціонування організмів тварин і людини, крім білків, жирів і вуглеводів, необхідні інші, невідомі на той час, компоненти їжі. Після відкриття їх назвали *вітамiнами* (*vita* — життя). Вчені виділили вітаміни в чистому вигляді, дослідили їхню будову й властивості, завдяки чому став можливим синтез вітамінів за межами організму, тобто їхнє промислове виробництво.

До групи вітамінів належить понад 20 органічних речовин природного походження й чимало їхніх синтезованих аналогів.

Вітаміни, окрім назви, мають умовні позначення великими літерами латинського алфавіту, а деякі з них ще й числами. З позначеннями, назвами вітамінів та середньою добовою потребою дорослої людини в них ознайомтеся за таблицею 15.



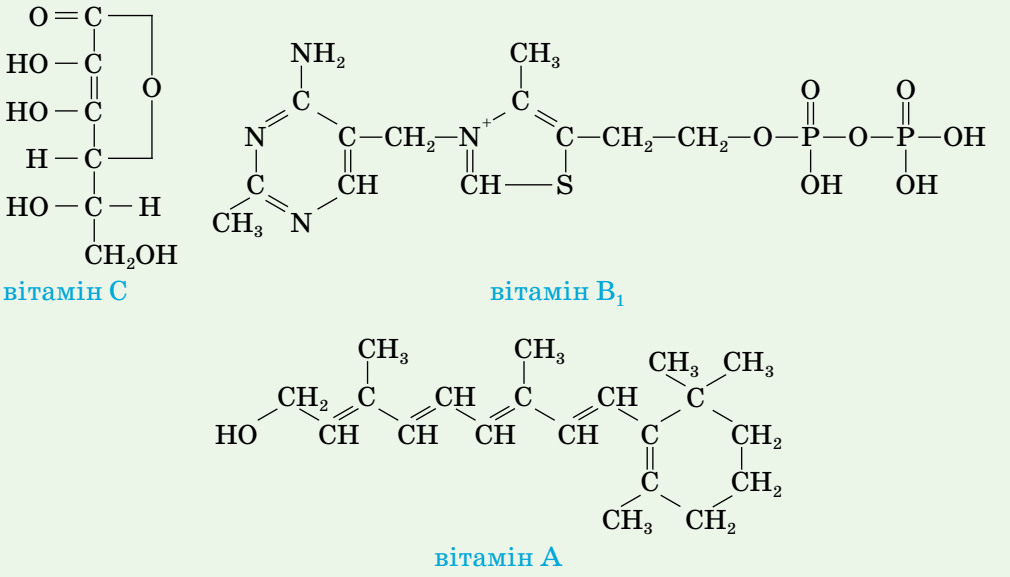
Пригадайте з біології причини та симптоми цих захворювань.

Таблиця 15

Вітаміни		Середня добова норма
Позначення	Назва	
C	Аскорбінова кислота	100–200 мг (лікувальна доза до 2 г)
B₁	Тіамін	1,1–1,5 мг
B₂	Рибофлавін	1–3 мг
B₆	Піридоксин	2–2,2 мг
B₁₂	Ціанокобаламін	3 мкг
PP	Ніацин, ніотинова кислота	20–25 мг

Позначення	Назва	Середня добова норма
H	Біотин	150–200 мкг
K	Нафтохінони	0,5 мг
A	Ретинол	1 мг
D	Кальциферол	10–25 мкг
E	Токоферол	10 мг

Наведені нижче для ознайомлення (не для запам'ятовування) формули свідчать, наскільки різноманітні склад і хімічна будова вітамінів.



Здебільшого у складі вітамінів наявні атоми Карбону, Гідрогену, Оксигену, Нітрогену. Проте існують вітаміни, якісний склад яких доповнений атомами інших хімічних елементів.

За здатністю розчинятися у воді вітаміни поділяють на *водорозчинні* (наприклад, С, РР, В₁, В₂) та *жиророзчинні* (наприклад, А, Е, К). Водорозчинні вітаміни не накопичуються в організмі людини, тому мають надходити до нього постійно. Для засвоєння жиророзчинних вітамінів у їжі мають бути жири.

БІОЛОГІЧНА РОЛЬ ВІТАМІНІВ. Вітаміни регулюють в організмі обмін речовин через систему ферментів, діють у комплексі з ними. І нестача навіть одного вітаміну є небезпечною, бо порушуються обмінні процеси, унаслідок чого розвиваються різного роду захворювання. Потреба у вітамінах кожної людини індивідуальна й залежить від віку, стану здоров'я й навіть пори року. Найбільше організм людини потерпає від нестачі двох вітамінів — С і В₁.

У тому, що вітаміни потрібні в дуже малій кількості, переконає таке порівняння: маса добової норми вітамінів для дорослої людини буде меншою від маси однієї насінини проса.

Організм людини досить чутливий до вмісту в ньому кожного з вітамінів і йому однаково небезпечні як нестача, так і надлишок вітамінів. За нестачі розвивається захворювання на *гіповітаміноз*, за надлишку — на *гіпервітаміноз*. Стан, коли вітамін в організмі відсутній, називають *авітаміноз*. Організм людини так влаштований, що не синтезує більшості вітамінів, а тому надходження їх з їжею обов'язкове. З метою профілактики авітамінозу можна вдаватися до вживання вітамінних препаратів — полівітамінів, одна пігулка яких досить часто містить не лише комплекс вітамінів, а й важливі неорганічні компоненти — мікроелементи.

Під час приготування й споживання страв потрібно пам'ятати, що недотримання правил зберігання продуктів харчування, порушення технології їх кулінарної обробки зменшують вміст біологічно активних речовин, особливо вітамінів.

Вітаміни — необхідний компонент складного процесу обміну речовин. Їх нестача позначається на самопочутті людини, працездатності, стійкості до різних захворювань.

З біологічною роллю окремих вітамінів ви ознайомилися в курсі біології. Ознайомтеся з джерелами надходження вітамінів до організму людини за малюнком 58.




Мал. 58 Джерела надходження вітамінів до організму людини

Вітамін С (аскорбінова кислота). Підвищує захисні сили організму, поліпшує еластичність судин, робить організм стійким до захворювань дихальних шляхів. Стимулює діяльність ендокринної й центральної нервової систем, сприяє кращому засвоєнню йонів Феруму й нормальному кровотворенню.

Нестача вітаміну С проявляється втому, кровоточивістю ясен, зниженням опірності організму до інфекцій. У випадку авітамінозу розвивається захворювання на цингу. Джерелами вітаміну С є шипшина, кизил, чорна смородина, плоди цитрусових, червоний перець, хрін, петрушка, зелена цибуля, кріп, картопля, капуста, лісові ягоди тощо.

Вітамін А (ретинол) — вітамін росту й зору. Впливає на ріст людини, поліпшує стан шкіри, посилює опірність організму до інфекцій. У разі нестачі вітаміну погіршується зір, що може призвести до захворювання на курячу сліпоту, розвивається сухість шкіри, організм втрачає вагу. На відміну від вітаміну С, якого найбільше в рослинній їжі, на вітамін А багаті продукти тваринного походження — риб'ячий жир, молочні жири, вершкове масло, сир, яйця, печінка тощо. У рослинах міститься *каротин*, який в організмі людини у присутності жирів перетворюється на вітамін А.

 Речовини їжі, що в організмі людини перетворюються на вітаміни, дістали назву **провітаміни**.

На каротин багаті морква, червоний перець, абрикоси, гарбузи та інші.

Вітаміни групи В відповідальні за енергетичний обмін в організмі, поліпшують пам'ять, зменшують болі при радикулітах, невритах, захворюваннях органів травлення.

Вітамін В₁ (тіамін) позитивно впливає на м'язи й нервову систему, утворює комплекси з ферментами, що регулюють обмін вуглеводів та амінокислот. Міститься переважно в рослинах (зернівках гречки, проса, вівса), волоських горіхах, абрикосах, шипшині, капусті. Багатий вітаміном В₁ пшеничний хліб грубого помолу. Тіамін є також у молоці, м'ясі, яєчному жовтку, дріжджах.

Вітамін В₂ (рибофлавін) впливає на ріст і відновлення клітин, бере участь у процесах окиснення в усіх тканинах тіла людини, підтримує нормальне функціонування очей. Природними джерелами вітаміну В₂ є печінка, молоко, яйця, дріжджі, а також зернобобові рослини, шипшина, абрикоси, капуста, помідори.

Вітамін В₉, або фолієва кислота, бере участь у процесах кровотворення, а також у синтезі нуклеїнових кислот. Найбільше його в зелені та овочах — петрушці, квасолі, шпинаті, салаті, а також у печінці, нирках, хлібі, сирі.

Вітамін D (кальциферол) регулює фосфорно-кальцієвий обмін в організмі. Він забезпечує всмоктування йонів Кальцію в кишечнику і транспортування їх до кісткової тканини. У разі нестачі цього вітаміну порушується сольовий обмін, у кістках недостатньо відкладається сполук Кальцію, вони втрачають міцність, а в дітей з'являється захворювання на рахіт. Найліпшими джерелами вітаміну D є риба й морепродукти.

Вітамін E (токоферол) сприяє засвоєнню білків і жирів, бере участь у процесах тканинного дихання, впливає на роботу мозку, нервової системи, м'язів, затримує старіння, прискорює загоєння ран. Особливо важливим він є під час великих фізичних навантажень. Найбільше його в нерафінованій олії, особливо в соняшниковій, пророслій пшениці й житі, помідорах, петрушці, насінинах шипшини. У невеликій кількості вітамін E присутній у жирному м'ясі, молоці, печінці.

Вітамін PP (ніацин, або нікотинова кислота). Задіяний у клітинному диханні й обміні білків, регулює вищу нервову діяльність, роботу органів травлення. Джерелами цього вітаміну є м'ясні продукти, особливо печінка й нирки, яйця, молоко, вироби з борошна грубого помелу, крупи (особливо гречана). Вміст в овочах цього вітаміну незначний.

Працюйте з групами

Проведіть пошукову роботу з підготовки пам'ятки про те, як можна максимально зберегти в продуктах харчування вітаміни та забезпечувати ними свій організм протягом року.

Сьогодні ні в кого не виникає сумнівів щодо життєвої необхідності вітамінів для людини і тварин.

Вітаміни разом з білками, жирами, вуглеводами й неорганічними компонентами їжі забезпечують ріст і розвиток організмів. Самі по собі вітаміни не є джерелами енергії чи будівельним матеріалом клітин. Однак спільно з ферментами вони регулюють обмін речовин та енергії, і в цьому полягає їх біологічна роль.

ФЕРМЕНТИ. Таку назву дістали біологічно активні речовини, що прискорюють хімічні реакції, пов'язані з обміном речовин і перетворенням енергії, синтезом ДНК і РНК в організмах. Тому їх ще називають біологічними каталізаторами.

Одні ферменти каталізують синтез сполук, інші — розщеплення. Наприклад, амілаза прискорює розщеплення крохмалю й глікогену, але не впливає на жири. А фермент ліпаза забезпечує розщеплення жирів, але не діє на полісахариди.

Усі ферменти вибагливі до температури та рН середовища. Одні з них активні в кислому середовищі (ферменти шлунку), інші — у слабколужному (ферменти слини).



Сторінка ерудита

Вам добре відоме застосування в кулінарії кухонної солі, оцту, соди, цукру, лимонної кислоти. У невеликій кількості їх додають до продуктів харчування задля поліпшення смаку, подовження терміну зберігання, зміни кольору й консистенції тощо. Звідси й назва — *харчові добавки*.

Для таких речовин у багатьох країнах світу, зокрема й Україні, розроблена система кодифікації з присвоєнням буквених кодів — *Е-чисел*.

Нумерацію харчових добавок розпочинають із числа 100. Серії «Е» від 100 до 199 мають барвники, від 200 до 299 — консерванти, від 300 до 399 — антиоксиданти. Далі йдуть згущувачі, емульгатори, піногасники, підсилювачі смаку й аромату. Така класифікація є умовною, оскільки одна й та сама речовина може бути, скажімо, і консервантом, і антиоксидантом одночасно (наприклад, натрій сульфід Е 221). Переліки харчових добавок проходять спеціальне затвердження.

Сирокопчені ковбаси, вироби з вареного м'яса, молоко згущене, сири, ікра зерниста, креми, джеми, повидло, маргарин, майонез, безалкогольні напої, печиво, соки — це лише маленька частина нескінченно довгого переліку продуктів, у виготовленні яких застосовують різноманітні харчові добавки. Слід пам'ятати про можливі негативні наслідки для здоров'я людини харчових добавок у разі надмірного їх надходження в організм.



Стисло про основне

- ✓ Вітаміни й ферменти — важливі біологічно активні речовини. Вони впливають на перебіг хімічних процесів в організмах.
- ✓ Незважаючи на те, що в організмах міститься незначна кількість вітамінів і ферментів, їх роль надзвичайно важлива. Нестача вітамінів і ферментів призводить до розвитку різних захворювань.
- ✓ Збалансоване харчування дає можливість забезпечити організм людини достатньою кількістю вітамінів і ферментів.

Знаємо, розуміємо

1. Дайте визначення вітамінів, наведіть їх класифікацію та приклади.
2. Обґрунтуйте біологічну роль вітамінів, підтвердьте її прикладами.
3. Прокоментуйте вислів академіка В. О. Енгельгардта: «Вітаміни виявляють себе не своєю присутністю, а своєю відсутністю».
4. Наведіть приклади вітаміноносної рослинної й тваринної їжі.



Працюємо з медійними джерелами

Опрацюйте інформацію про біологічну роль, вітаміноносні джерела та значення інших вітамінів, про які не йшлося в параграфі.



Роль органічної хімії в розв'язанні сировинної, енергетичної, продовольчої проблем, створенні нових матеріалів

Досліджуючи органічні речовини, учені не лише здійснюють наукові відкриття, а й сприяють розв'язанню сировинної, енергетичної, продовольчої проблем, створюють нові матеріали, яких не існує в природі та які своїми властивостями не поступаються природним, а багато в чому й кращі за них.

Нині кількість синтезованих сполук сягає понад 8 мільйонів. Органічній хімії належить провідна роль у забезпеченні людства одягом і житлом, джерелами енергії, у створенні нових матеріалів, зміцненні здоров'я людини й захисті довкілля.

РОЛЬ ОРГАНІЧНОЇ ХІМІЇ В РОЗВ'ЯЗАННІ СИРОВИННОЇ ПРОБЛЕМИ. Нафта, природний газ, кам'яне вугілля внаслідок різноманітних хімічних і фізико-хімічних перетворень забезпечують органічний синтез необхідною сировиною.

Органічний синтез — це галузь хімічної промисловості, що займається добуванням органічних сполук, здійснюючи хімічні перетворення.

Та перш ніж на заводах розпочнуть виробництво органічних речовин, учені розробляють способи, добирають умови проведення синтезу сполук і матеріалів. Тому органічний синтез — важлива наукова галузь.

Завдяки винайденню процесу переробки нафти одержують сотні найменувань різноманітних нафтопродуктів, кожний з яких є чи може стати цінною сировиною для тієї чи тієї галузі сучасного виробництва. Це дало змогу відмовитись від дороговартісної харчової сировини у виробництві каучуків, розгорнути потужне виробництво полімерів, фарб, ліків тощо синтетичним способом.

Найважливіші нафтопродукти — це *моторне паливо* (авіаційний і автомобільний бензини, реактивне й дизельне паливо); *енергетичне паливо* (паливо для газових турбін і котелень); *нафтові масла* (засоби, призначені для зменшення сили тертя).

Нафтопереробні заводи (мал. 59, с. 194) виробляють нафтопродукти та готують сировину для такої галузі промисловості, як нафтохімія.



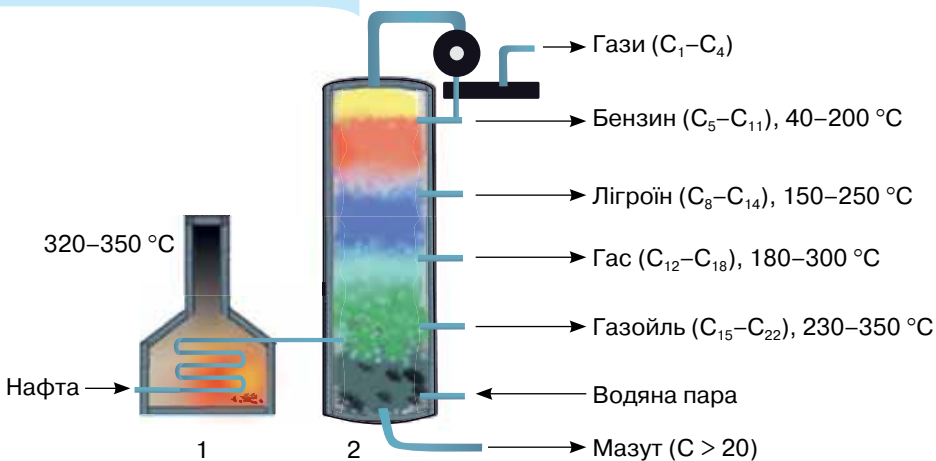
Мал. 59 Кременчуцький нафтопереробний завод

Вам відоме основне використання природного газу — отримання теплової енергії. А ще він — цінне природне джерело вуглеводневої сировини. Достатньо пригадати, що з природного газу добувають етен, етин, альдегіди, синтез-газ (сировина у виробництві метанолу) та інші речовини.

З року в рік у світі зростають потреби в бензиновому паливі, тоді як його вихід у результаті прямої перегонки нафти становить від 5 до 20 %. Зростання попиту на бензин спонукало вчених до пошуку нових способів переробки вуглеводневої сировини, що входить до складу нафти. Один з них дістав назву **крекінг** нафти. За крекінг-процесу вихід бензину може досягати 75 %.



За малюнком 60 пригадайте, за яких умов здійснюють пряму перегонку нафти і які продукти (фракції) одержують.



Мал. 60 Трубчаста піч (1) і ректифікаційна колона (2) для прямої перегонки нафти та її продуктів

Різні види транспорту використовують настільки багато бензину та іншого палива, що перед хімією постало завдання заміни його на альтернативні — дешевші та екологічно безпечніші види, наприклад газу: метан, пропан, бутан, водень. Нині в багатьох країнах світу, зокрема й в Україні, вчені працюють над технологічним втіленням цієї ідеї з метою перетворення біомаси (листя та стебел рослин, гною тощо) на *біопаливо* (*біогаз*). Основу біогазу становить метан (близько 55–75 %). На сьогодні відомі різні види біопалива, тобто палива, одержаного з біологічної сировини.

Кам'яне вугілля — не лише джерело теплової енергії, а й сировина органічного синтезу. Річ у тім, що вугілля містить майже 80 % органічних сполук. Унаслідок коксування воно розкладається з утворенням твердого коксу й багатьох органічних і деяких неорганічних речовин.

Коксування — термічна переробка вугілля, що полягає в його нагріванні без доступу повітря до 900–1100 °С і витримуванні за цієї температури близько 20 годин. Під час коксування утворюються кокс, коксовий газ, кам'яновугільна смола та надсмольна вода.

Без коксу було б неможливим виробництво чавуну й сталі, добування етину карбідним способом.

У другій половині XIX ст. розробили способи добування із кам'яновугільної смоли бензену та його похідних.

Коксохімічне виробництво функціонує в п'яти областях України. Перший вітчизняний коксохімічний завод став до ладу в 1872 р. в м. Юзівці (колишня назва м. Донецька).



Пригадайте з економічної географії та назвіть найпотужніші нафтопереробні й коксохімічні заводи України.

РОЛЬ ОРГАНІЧНОЇ ХІМІЇ В РОЗВ'ЯЗАННІ ЕНЕРГЕТИЧНОЇ ПРОБЛЕМИ. Незважаючи на те, що нині набуває розвитку атомна енергетика й потужною є гідроенергетика, кам'яне вугілля, продукти переробки нафти та природний газ займають у світовій енергетиці перші позиції. Сира нафта безпосередньо не використовується, а от продукти її переробки є паливом: бензин — для двигунів багатьох автомобілів; гас — реактивних і дизельних двигунів; мазут — паливо теплових електростанцій, заводів, кораблів тощо. Зокрема, мазут має теплоту згорання в 1,5 разу більшу, ніж кращі сорти вугілля. Крім того, на відміну від вугілля, унаслідок його згорання не утворюється твердий залишок. Завдяки зазначеним характеристикам мазут застосовують на теплових електростанціях, залізничному й водному транспорті.

Пропан-бутанова суміш застосовується як паливо для двигунів автомобілів, газових плит у разі відсутності забезпечення природним газом.

РОЛЬ ОРГАНІЧНОЇ ХІМІЇ В РОЗВ'ЯЗАННІ ПРОДОВОЛЬЧИХ ПРОБЛЕМ.

Щоб з року в рік отримувати високі врожаї сільськогосподарських рослин, мати вдосталь продуктів харчування тваринного походження, застосовують здобутки органічної хімії. Це засоби захисту рослин від шкідників, регулятори росту рослин, хімічні добавки й консерванти до кормів для тварин тощо. Застосування хімічних методів у сільському господарстві сприяло виникненню науки — агрохімії.

Продукція харчової промисловості має обмежені терміни зберігання. Щоб подовжити їх, запобігти потраплянню мікроорганізмів, що викликають псування продуктів, використовують харчові добавки, пакувальні плівки й контейнери з органічних матеріалів тощо.

Існує потужне виробництво харчових добавок, які покращують переробку харчової сировини, приготування, зберігання продуктів харчування; підвищують стійкість продуктів до псування. Про харчові добавки ви мали змогу дізнатися зі «Сторінки ерудита» § 33.

РОЛЬ ОРГАНІЧНОЇ ХІМІЇ У СТВОРЕННІ НОВИХ МАТЕРІАЛІВ.

Усім відомо, наскільки поширеними матеріалами в машинобудуванні є метали та сплави. Проте створення нових матеріалів, які б замінювали їх чи покращували їхні властивості, актуальне для космічної, атомної, хімічної та інших галузей. Завдяки досягненням органічної хімії створена апаратура стійка до різних агресивних впливів, зокрема хімічних, механічних, термічних, електричних, а часом радіаційних і біологічних.

В останні десятиріччя нафта та продукти її переробки, природний і сипучий нафтові гази, вугілля дедалі більше використовують як цінну сировину для створення нових матеріалів. Яскравим прикладом є пластмаси, каучуки, сучасні оздоблювальні, тепло- і звукоізоляційні матеріали тощо.

Перед сучасною органічною хімією постають нові нагальні завдання — розроблення технологій з випуску нових безпечних для живої природи речовин; перетворення відходів чи відпрацьованих виробів одних виробництв на цінну та безпечну сировину для інших; винайдення способів знешкодження негативної дії небезпечних речовин; створення спільно з іншими науками унікальних новітніх технологій. До таких належать **нанотехнології** (префікс «нано-» вживається для позначення дуже малих розмірів), що з'явилися внаслідок поєднання новітніх досягнень біології, фізики, хімії й дають змогу замість роботи з речовинами перейти до роботи з окремими атомами й молекулами. На такі технології чекає велике майбутнє в науці, техніці, медицині, сільському господарстві.



Пригадайте, з якими полімерними матеріалами ви ознайомились, вивчаючи органічну хімію, де вони використовуються, які властивості забезпечили їхнє широке застосування.

лих розмірів), що з'явилися внаслідок поєднання новітніх досягнень біології, фізики, хімії й дають змогу замість роботи з речовинами перейти до роботи з окремими атомами й молекулами. На такі технології чекає велике майбутнє в науці, техніці, медицині, сільському господарстві.



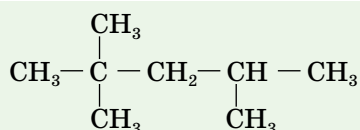
Сторінка ерудита

Октанове число. Вибухонебезпечним сумішам, до яких належить і суміш бензину з повітрям, властива *детонація* — неконтрольоване самозаймання,

що супроводжується горінням вибухового характеру. Детонація призводить до передчасного зношування, перегріву, оплавлення деталей двигуна, збільшення витрат палива, підвищення вмісту токсичних речовин у викидних газах.

Бензин, як свідчать позначення на бензинових автозаправних колонках, буває різних марок — А-92, А-95 тощо. Що більшою є цифра, то вища детонаційна стійкість бензину.

Варто зазначити, що вуглеводні з розгалуженим карбоновим ланцюгом мають більшу детонаційну стійкість, ніж нерозгалужені. Одним з вуглеводнів, який має особливо високу детонаційну стійкість, є ізооктан C_8H_{18} , а саме 2,2,4-триметилпентан:



Стисло про основне

- ✓ Заміна природної сировини продукцією нафтохімічної промисловості дає змогу налагодити нові промислові способи одержання синтетичних матеріалів, сприяти сталому розвитку суспільства.
- ✓ Розвиток органічної хімії та її досягнення спрямовані на розв'язання сировинної, енергетичної, продовольчої проблем, створення нових матеріалів.
- ✓ Пластмаси, синтетичні волокна, синтетичний каучук, метанол й етанол, стимулятори росту, протруйники насіння, мастила й розчинники, білково-вітамінні концентрати, синтетичну етанову та інші кислоти, продукцію фармацевтичної й парфумерної промисловості — усе це та багато іншої продукції виробляють завдяки досягненням органічної хімії.

Знаємо, розуміємо

1. Яку роль відіграє органічна хімія в різних галузях господарства?
2. Як допомагає органічна хімія розв'язувати сировинні проблеми?
3. Які нові матеріали нині використовують у машинобудуванні й будівництві завдяки досягненням органічної хімії?

Застосовуємо

1. Користуючись параграфом і додатковими джерелами інформації, складіть схеми: «Роль органічної хімії в розв'язанні: а) сировинної; б) енергетичної; в) продовольчої проблем; г) у створенні нових матеріалів».
2. Для хімічного кабінету зберіть колекції матеріалів, створених завдяки досягненням органічної хімії.
3. Виготовте фотоколажі, що відображають роль органічної хімії у вирішенні екологічних проблем.
4. Виконайте індивідуальні і групові навчальні проекти з переліку, що запропонований у додатку, або виберіть іншу тему.

ПРЕДМЕТНИЙ ПОКАЖЧИК

А

Алкани 27
Алкени 40
Алкини 51
Альдегіди 88
Амілоза 122
Амілопектин 122
Аміни 133
Аміногрупа 132
Амінокислоти 139
Анілін 135
Арени 58
Ацетилен 51
Ациклічні сполуки 20

Б

Барвники анілінові 137
Бензен 58
Бензин 37, 62, 79, 193
Білки 144
Біогаз 195
Бута-1,3-дієн 55
Бутан 8, 16

В

Вітамін В₂ (рибофлавін) 190
Вітамін D (кальциферол) 191
Вітамін А (ретинол) 190
Вітамін В₁ (тіамін) 190
Вітамін В₉ (фолієва кислота) 190
Вітамін Е (токоферол) 191
Вітамін РР (ніацин, нікотинова кислота) 191
Вітамін С (аскорбінова кислота) 190
Вітаміни 189, 191
Волокна натуральні
— бавовна 177
— вовна 177

— льон 177
— шовк 177
Волокна синтетичні
— ацетатне 179
— віскозне 179
— поліамідне (капрон) 181
— поліестерне (лавсан) 181
— синтетичне 178
— хімічне 178
Волокна штучні 180
Вуглеводи 112
Вуглеводні 8, 21
Вулканізація 172

Г

Гідроліз 108, 121
Гліцерол (гліцерин) 74
Глікоген 122, 125
Глюкоза 114
Гомологи 7, 8
Гума 172

Д

Дегідратація 63, 77
Денатурація 146
Дипептид 141

Е

Ебоніт 173
Естери 101
Етан 7
Етанол 9
Етен 15, 21, 40
Етин 51

Ж

Жири 105
Жири рідкі 107
Жири тверді 107

З

Замісник 29

Зв'язок

— ароматичний 58
— ковалентний 7
— водневий 73
— простий 20
— подвійний 20
— потрійний 20

І

Ізомери 36
Ізомеризація 36
Ізомерія
— просторова 43
— структурна 16, 97
Ізопрен 171

К

Капрон 181
Карбонові кислоти 94
Каучуки
— натуральний 171
— синтетичний 173
Кевлар 183
Кетони 92
Кислота
— глюконова 116
— етанова (ацетатна, оцтова) 9, 22, 95, 96
— ліолева 110
— ліоленова 110
— метанова (мурашина) 22, 95
— олеїнова 97
— пальмітинова 97
— стеаринова 97
Класифікація
— волокон 178
— вуглеводнів 21
— нітрогеновмісних органічних сполук 23
— оксигеновмісних органічних сполук 22
Кокс 195
Крекінг 36, 62, 194
Крохмаль 122

Л

Лавсан 181
Ланки структурні (елементарні) 158
Локант 29

М

Маргарин 109
Метан 8
Метаналь 88
Метанол 71
Мило 108
Мономери 158

Н

Нафтопродукти 193
Ненасичені кислоти
— незамінні 110
— замінні 110
Номенклатура 28
— алканів 29
— алкенів 41
— алкінів 52
— альдегідів 89
— амінів 133
— амінокислот 139
— естерів 101
— насичених одноатомних спиртів 72
— карбонових кислот 96

О

Оборотні реакції 99
Октанове число 196
Олія 107

П

Пептиди 142
Пептидна група 141
Перегонка нафти 194
Пластмаси

— термопластичні 160
— терморекційні 160
Полівінілхлорид 166
Поліетилен 47, 165
Поліконденсація 159
Полімеризація 159
Поліпропілен 166
Полістирен 167

Р

Реакції
— біуретова 147
— бродіння 79
— відновлення 90, 115
— галогенування 35, 45, 53, 59
— гідратації 46, 54, 78
— гідрування 45, 52, 59, 62
— гідролізу 63, 105, 108, 121, 146
— дегідратації 63, 77
— дегідрування 63, 64, 65
— естерифікації 101
— ізомеризації 36
— ксантопротейнова 147
— окиснення 9, 37, 47, 54, 60, 76
— поліконденсації 159
— полімеризації 159
— «срібного дзеркала» 91
— якісні 46, 54, 78, 85, 91, 122, 147

С

Сахароза 114, 120
Сорбіт 115
Спирти 71
Стереізомери 43

Стирен (стирол) 169
Ступінь полімеризації 158

Т

Теорія 13
Теорія хімічної будови 17
Тетрахлорометан 35
Тефлон 168
Трипептид 141
Трихлорометан 35

Ф

Фенол 84
Ферменти 152
Формальдегід 169
Фенолоформальдегідна смола 169
Формула структурна 15

Х

Характеристична група
— альдегідна 88
— аміногрупа 23, 133
— гідроксильна 22, 96
— карбоксильна 22, 94
— карбонільна 93
— нітрогрупа 23
Хімічна будова 14
Хлорометан 8, 35

Ц

Целюлоза (клітковина) 113, 114
Циклічні сполуки 20, 21
Цукор 113, 120

Ш

Шовк натуральний 177

А

Алкани — ациклічні насичені вуглеводні загальної формули C_nH_{2n+2} , у молекулах яких усі зв'язки одинарні.

Алкени — ациклічні ненасичені вуглеводні, що містять один подвійний зв'язок $C=C$. Склад молекули відповідає загальній формулі C_nH_{2n} .

Алкини — ациклічні ненасичені вуглеводні, молекули яких містять один потрійний зв'язок $C \equiv C$. Склад молекули відповідає загальній формулі C_nH_{2n-2} .

Альдегіди — органічні сполуки, характеристичною групою яких є альдегідна група $-CHO$. Склад молекули відповідає загальній формулі $R-CHO$

Аміни — органічні сполуки, що містять аміногрупу $-NH_2$ або її заміщені $-NR_2$ чи $-NHR$). Залежно від кількості заміщених атомів Гідрогену в аміногрупі розрізняють первинні (RNH_2), вторинні (R_2NH) та третинні (R_3N) аміни.

Аміногрупа $-NH_2$ — характеристична група амінів та амінокислот.

Амінокислоти — органічні сполуки, молекули яких містять карбоксильну групу $-COOH$ й аміногрупу $-NH_2$. Наявність цих груп зумовлює амфотерні властивості амінокислот.

α -Амінокислоти — амінокислоти, у молекулах яких аміногрупа сполучена з першим після карбоксильної групи атомом Карбону. Вони є мономерама білків.

Арени (ароматичні вуглеводні) — вуглеводні, що містять одне чи кілька ароматичних кілець.

Ацетатний шовк — штучне волокно на основі естерів целюлози.

Ацетилен (етин) — алкін складу C_2H_2 .

Ациклічні органічні сполуки — сполуки з незамкнутим ланцюгом атомів Карбону.

Б

Бензен — представник аренів (ароматичних вуглеводнів) складу C_6H_6 .

Білок — біополімер, побудований із залишків молекул α -амінокислот.

Біуретова реакція — якісна кольорова реакція на білки (пептидні групи). У лужному середовищі розчин білка за доливання розчину купрум(II) сульфату набуває синьо-фіолетового забарвлення.

В

Віскózне волокно — штучне волокно (штучний шовк) на основі целюлози.

Вітаміни — низькомолекулярні органічні речовини, що є біологічними каталізаторами хімічних реакцій або реагентами у фотохімічних процесах, які протікають в організмі. У невеликих кількостях, але обов'язково потрібні для нормальної життєдіяльності організмів.

Віщі карбонові кислоти — карбонові кислоти, молекули яких містять десять і більше атомів Карбону (пальмітинова $C_{15}H_{31}COOH$, стеаринова $C_{17}H_{35}COOH$, олеїнова $C_{17}H_{33}COOH$ та ін.).

Внутрішньомолекулярна дегідратація — відщеплення молекули води від молекули сполуки.

Вуглеводи — оксигеновмісні органічні сполуки, до складу яких входять атоми Карбону, Гідрогену й Оксигену. Переважно відповідають загальній формулі $C_n(H_2O)_m$. Загальний термін включає моносахариди, олігосахариди й полісахариди.

Вуглеводні — речовини, молекули яких складаються лише з атомів Карбону (колишня назва — вуглець) і Гідрогену (колишня назва — водень).

Вулканізація — обробка каучуку за певної температури сіркою, внаслідок якої поліпшуються властивості каучуку й утворюється цінний матеріал — гума.

Г

Галогенопохідні вуглеводнів — сполуки, молекули яких містять один або кілька атомів галогенів (Флуору, Хлору, Броду, Йоду).

Галогенування — уведення атомів галогенів до складу органічної сполуки.

Гідратація — реакція приєднання води.

Гідрування — реакція приєднання водню.

Гліцерол — трьохатомний спирт складу $CH_2(OH)-CH(OH)-CH_2(OH)$.

Глюкоза — вуглевод складу $C_6H_{12}O_6$.

Гомологи — органічні сполуки, що належать до одного гомологічного ряду.

Гомологічний ряд — сукупність органічних сполук, подібних за будовою і відмінних за складом молекули на одну або кілька груп атомів CH_2 , що називають гомологічною різницею.

Д

Дегідратація — відщеплення води від молекули речовини.

Денатурація білків — руйнування їх природної просторової структури (вторинної, третинної, четвертинної) зі збереженням первинної.

Е

Еластичність — здатність тіла відновлювати форму після деформації.

Екзотермічні реакції — реакції, що супроводжуються виділенням теплоти в навколишнє середовище.

Електронегативність — умовна величина, що характеризує здатність атома в хімічній сполуці притягувати до себе електрони.

Ендотермічні реакції — реакції, що супроводжуються поглинанням теплоти із навколишнього середовища.

Етери — органічні сполуки, у молекулі яких два вуглеводневі замісники сполучені між собою атомом Оксигену. Відповідають загальній формулі R^1-O-R^2 .

Есте́ри — похідні карбонових кислот, в молекулах яких атом Гідрогену карбоксильної групи заміщений вуглеводневим замісником.

Естерифіка́ція — синтез естерів взаємодією кислоти і спирту.

Ете́н — алкен складу C_2H_4 .

Ж

Жи́ри (тригліце́риди) — естери трьохатомного спирту гліцеролу і вищих карбонових кислот, які можуть бути насиченими або ненасиченими.

З

Замі́сник — атом або група атомів, що заміщують у хімічній структурі, яка складає основу сполуки, один або кілька атомів Гідрогену.

Зв'язо́к ковале́нтний — зв'язок, утворений за допомогою спільних електронних пар.

Зв'язо́к ковале́нтний неполя́рний — зв'язок, що виникає між двома атомами неметалічних елементів з однаковою електронегативністю. Електронні пари розміщуються симетрично відносно обох атомів.

Зв'язо́к ковале́нтний поля́рний — зв'язок, що виникає між атомами з різною електронегативністю. Електронні пари зміщені в бік більш електронегативного атома.

Зв'язо́к подвійний — хімічний зв'язок, в утворенні якого беруть участь дві пари електронів, наприклад $CH_2::CH_2$.

Зв'язо́к потрійний — хімічний зв'язок, в утворенні якого беруть участь три пари електронів, наприклад $CH \equiv CH$. Замість рисок — три пари електронів.

І

Ізоме́ри — речовини з однаковим якісним і кількісним складом молекул, але різною будовою і властивостями.

Ізомерія́ — явище існування речовин з однаковим хімічним складом, молекулярною формулою та відносною молекулярною масою, але з різною хімічною будовою чи просторовим розташуванням атомів.

К

Капрон — синтетичне волокно на основі полімеру, одержаного поліконденсацією α -амінокапронової кислоти.

Карбо́нові кисло́ти — сполуки, що містять функціональну карбоксильну групу — $COOH$.

Каталіза́тор — речовина, що підвищує швидкість хімічної реакції, залишаючись після реакції в хімічно незмінному стані.

Кисло́тне бро́діння глюко́зи — реакція перетворення глюкози на молочну кислоту під дією ферментів.

Каталіти́чні ре́акції — реакції, що відбуваються за участю каталізатора.

Кількість речовини (позначення v) — величина, яка вказує на кількість структурних частинок (атомів, молекул, йонів), що містяться в певній порції речовини.

Класифікація — процес і результат групування об'єктів дослідження чи спостереження за певними їх загальними ознаками.

Крохмаль — вуглевод загальної формули $(C_6H_{10}O_5)_n$, природний полімер, мономером якого є глюкоза.

Ксантопротеїнова реакція — якісна реакція на білки, які у своєму складі містять фрагменти ароматичних амінокислот. Розчин такого білка в присутності концентрованої нітратної кислоти набуває жовтого забарвлення.

Л

Локанти — цифри або літери (латинські, грецькі), що вказують положення замісників, кратних зв'язків.

М

Масова частка розчиненої речовини (позначення ω — «омега») — відношення маси розчиненої речовини до маси розчину.

Мило — натрієва або калієва сіль вищої карбонової кислоти.

Міжмолекулярна дегідратація — відщеплення молекули води від двох молекул сполуки.

Молярна маса (M) — величина, що дорівнює відношенню маси речовини до відповідної кількості речовини.

Моль — кількість речовини, що містить стільки структурних частинок цієї речовини, скільки атомів міститься у вуглеці масою 12 г.

Мономер — реагент реакції полімеризації і поліконденсації.

Н

Номенклатура органічних сполук — це назви сполук Карбону, утворені за відповідною системою принципів і правил.

О

Оксигеновмісні органічні сполуки — органічні сполуки, до складу яких входять атоми Оксигену.

Олія — рідкий жир, до складу якого входять залишки ненасичених вищих карбонових кислот, здебільшого рослинного походження.

Органічні сполуки — сполуки, які містять атоми Карбону, хімічно зв'язані з атомами Гідрогену й можуть містити атоми інших елементів-органогенів.

П

Пептидний зв'язок — це зв'язок у молекулах пептидів і білків, що утворився за взаємодії карбоксильної групи однієї амінокислоти з α -аміногрупою іншої: $-CO-NH-$.

Пластмаси — матеріали на основі природних або синтетичних полімерів, здатні набувати під час нагрівання заданої форми і зберігати її після охолодження. Розрізняють термопласти й реактопласти.

Поліконденсація — синтез макромолекул полімеру з великої кількості молекул мономеру, що супроводжується утворенням низькомолекулярного побічного продукту.

Полімер — високомолекулярна речовина, що складається з послідовно сполучених структурних (елементарних) ланок.

Полімеризація — синтез макромолекул полімеру з великої кількості молекул мономеру.

Поняття — узагальнена думка про тіла, речовини, явища тощо, що виникає на підставі багатьох фактів.

Природний газ — горюча корисна копалина, природне джерело газоподібних вуглеводнів, переважно метану.

Р

Реакція «срібного дзеркала» — якісна реакція на альдегідну групу.

Реакція нейтралізації — взаємодія кислоти з основою, унаслідок якої утворюється сіль і вода.

С

Сахароза — вуглевод, дисахарид складу $C_{12}H_{22}O_{11}$.

Синтетичне волокно — волокно, вироблене із синтетичного полімеру.

Спирти — сполуки, що містять характеристичну гідроксильну групу —ОН. Молекули насичених одноатомних спиртів відповідають формулі $C_nH_{2n+1}OH$.

Спиртове бродіння глюкози — реакція перетворення глюкози на спирт (етанол) під дією ферментів.

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

Структурні формули — хімічні формули, що відображають склад речовини і порядок сполучення атомів у її молекулі.

Ступінь полімеризації — число, що вказує кількість структурних (елементарних) ланок у макромолекулі полімеру.

Т

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

Теорія хімічної будови — теорія, що встановлює залежність між складом, хімічною будовою та властивостями речовин.

Тепловий ефект реакції — теплота, виділена або поглинута системою під час перебігу в ній хімічної реакції. Він становить різницю між умістом енергії у вихідних речовинах і кінцевих продуктах реакції.

Ф

Факти — реальні події чи конкретні характеристики, вірогідні дані, встановлені в процесі наукового пізнання.

Феніли — похідні аренів, у молекулах яких один або кілька атомів Гідрогену бензенового кільця заміщені на гідроксильні групи.

Фенолформальдегідна смола — полімер, продукт поліконденсації фенолу та метанолу (формальдегіду).

Ферменти — каталізатори білкової природи, що прискорюють хімічні реакції в організмах.

Формальдегід (метаналь) — найпростіший альдегід складу HCHO .

Фруктоза — моносахарид, вуглевод складу $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$, ізомер глюкози.

Х

Характеристична (функціональна) група — група атомів, що визначає належність речовини до певного класу органічних сполук та обумовлює її хімічні властивості.

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

Хімічна реакція — явище, під час якого з одних речовин утворюються інші, відмінні за хімічним складом і (або) будовою.

Ц

Целюлоза — природний полімер, полісахарид (вуглевод) складу $(\text{C}_6\text{H}_{10}\text{O}_5)_n$.

Циклічні органічні сполуки — сполуки, що мають замкнуті ланцюги атомів Карбону.

Ш

Штучне волокно — волокно, вироблене із природного полімеру шляхом хімічної обробки.

Я

Якісна реакція — реакція, що використовується для визначення речовини за допомогою хімічного експерименту.

ВІДПОВІДІ ДО РОЗРАХУНКОВИХ ЗАДАЧ

§ 2

4. C_2H_6
5. C_4H_{10}
6. C_3H_8
7. C_4H_8

§ 3

7. C_2H_6

§ 4

2. 240 л Cl_2
3. 448 л O_2 ;
268,8 л CO_2
4. 50 кг сажі

§ 5

6. C_6H_{12}
7. C_4H_{10}
8. C_2H_4

§ 6

2. C_5H_{10}
- 4*. C_3H_6
5. C_5H_{10}
7. C_2H_4
8. Етену

§ 7

7. C_4H_6
- 9*. C_2H_2

§ 8

5. 9406,8 кДж
6. 240 л

§ 9

3. 112 л

§ 10

13. C_2H_4
14. C_6H_6
15. C_4H_9Cl
16. Вистачить
17. 372 г
18. 358,4 л
19. Етину
20. 6,72 л етину;
13,44 л метану
21. 33,3 %
22. Пропен
23. 672 л етану;
672 л етену
24. 180 л

§ 12

4. З етену
6. 184 г
- 7*. $C_6H_{13}OH$

§ 13

1. 44,8 м³
2. 184 г етанолу;
89,6 л CO_2

§ 14

2. 1,175 г

§ 15

3. Не вистачить
- 5*. 32 %

§ 17

5. 1,12 л
6. 370 г кислоти;
160 г спирту

§ 18

2. 179,2 л
3. 1836 кг

§ 19

3. 403,2 л
4. 60 г

§ 20

1. $\approx 15,5$ г
2. 289 кг

§ 22

18. 0,4 моль
19. Пропанол
20. 3 г
21. 20 %
22. $HCOOH$
23. З пропановою
24. 83,9 мл
25. 84 г
26. 5 %
27. 4,8 л
28. CH_3COOH
29. C_3H_7OH
30. Молочнокислого
31. CH_3OH

§ 23

4. 372 г
5. 17,92 л CO_2 ;
4,48 л N_2

§ 24

3. 10 моль
4. а)

§ 27

11. 33 г
12. а)

§ 29

5. 2720
6. 260 000

ОРІЄНТОВНІ ТЕМИ НАВЧАЛЬНИХ ПРОЕКТІВ**Тема 1. Теорія будови органічних сполук**

1. Ізмери у природі.
2. Історія створення та розвитку теорії будови органічних сполук.
3. 3D-моделі молекул органічних сполук.

Тема 2. Вуглеводні

4. Октанове число та якість бензину.
5. Цетанове число дизельного палива.
6. Ароматичні сполуки навколо нас.
7. Смог як хімічне явище.
8. Коксування вугілля: продукти та їх використання.
9. Біогаз.
10. Вплив на довкілля вуглеводнів та їхніх похідних.

Тема 3. Оксигеновмісні органічні сполуки

11. Екологічна безпечність застосування й одержання фенолу.
12. Виявлення фенолу в екстракті зеленого чаю або гуаші.
13. Вуглеводи в харчових продуктах: виявлення та біологічне значення.
14. Виробництво цукру.
15. Натуральні волокна рослинного походження: їхні властивості, дія на організм людини, застосування.
16. Штучні волокна: їхнє застосування в побуті та промисловості.
17. Етери та естери в косметиці.
18. Біодизельне пальне.

Тема 4. Нітрогеновмісні органічні сполуки

19. Натуральні волокна тваринного походження: їхні властивості, дія на організм людини, застосування.
20. Анілін — основа для виробництва барвників.
21. Синтез білків.
22. Збалансоване харчування — запорука здорового життя.
23. Виведення плям органічного походження.

Тема 5. Синтетичні високомолекулярні речовини та полімерні матеріали на їх основі

24. Синтетичні волокна: їх значення, застосування в побуті та промисловості.
25. Рециклінг як єдиний цивілізований спосіб утилізації твердих побутових відходів.
26. Переробка побутових відходів в Україні та розвинених країнах світу.
27. Перспективи одержання й застосування полімерів з наперед заданими властивостями.
28. Дослідження маркування виробів з полімерних матеріалів і пластмас.
29. Виготовлення виробів із пластикових пляшок.
30. Найважливіші хімічні виробництва органічної хімії в Україні.
31. Доцільність і шкідливість біологічно активних добавок.

Відомості про стан підручника

№	Прізвище та ім'я учня	Навчальний рік	Стан підручника		Оцінка
			на початку року	в кінці року	
1					
2					
3					
4					
5					

Навчальне видання

ЯРОШЕНКО Ольга Григорівна

XІМІЯ

(рівень стандарту)

Підручник для 10 класу закладів загальної середньої освіти

Рекомендовано Міністерством освіти і науки України

Головний редактор видавництва *І. В. Красуцька*

Редактор *О. С. Ісак*

Головний художник *І. П. Медведовська*

Технічний редактор *Е. А. Авраменко*

Коректор *С. В. Войтенко*

У підручнику використано малюнки:
Олега Цимбала та Людмили Кузнецової.

Дизайн обкладинки: Альона Морока

<http://freedesignfile.com>

<https://freepik.com>

Формат 70x100 ¹/₁₆. Ум. друк. арк. 16,848 + 0,324 форзац.

Обл.-вид. арк. 16,00 + 0,00 форзац.

Тираж 75 526 пр. Зам. №

ТОВ «Український освітянський видавничий центр «Оріон»»

Свідоцтво «Про внесення суб'єкта видавничої справи до державного реєстру видавців, виготівників і розповсюджувачів видавничої продукції»

Серія ДК № 4918 від 17.06.2015 р.

Адреса видавництва: 03061, м. Київ, вул. Миколи Шепелева, 2

www.orioncentr.com.ua

Віддруковано ТОВ «МОНОЛІТ-ДРУК»
вул. Новокостянтинівська, 2А, м. Київ, 04080

Свідоцтво суб'єкта видавничої справи

ДК № 6043 від 27.02.2018 р.