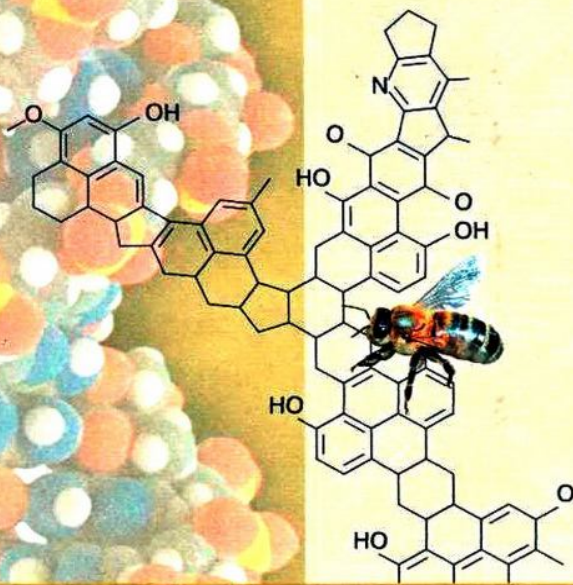
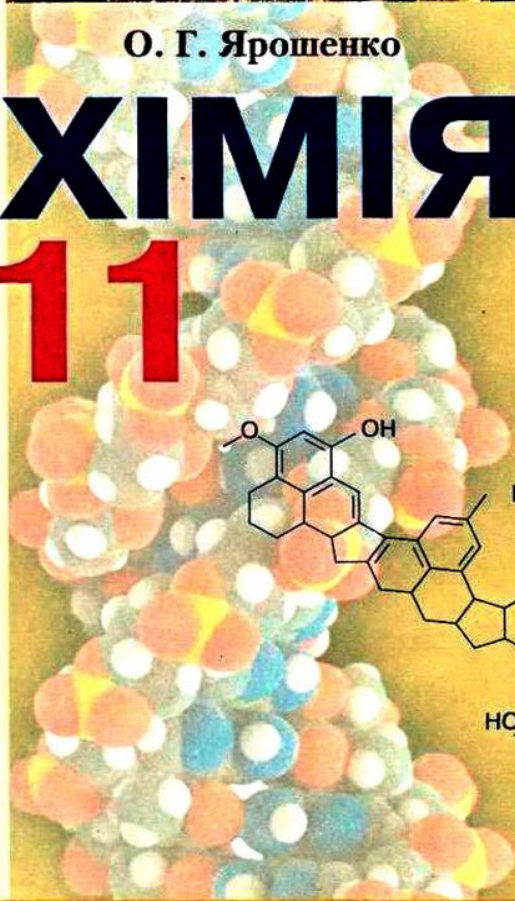
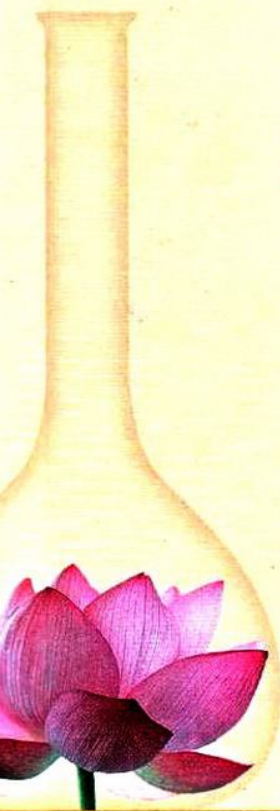




О. Г. Ярошенко

# ХІМІЯ

# 11



УДК 54(075.3)

ББК 24я721

Я 77

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

**Видано за рахунок державних коштів. Продаж заборонено**

**Наукову експертизу проводив Інститут органічної хімії НАН України.**

**Психолого-педагогічну експертизу проводив  
Інститут педагогіки НАПН України.**

**Ярошенко О. Г.**

**Я 77** Хімія : Підручн. для 11 кл. загальноосвіт. навч. закл. (рівень стандарту). — К. : Грамота, 2011. — 232 с. : іл.

ISBN 978-966-349-300-8

Підручник відповідає програмі для загальноосвітніх навчальних закладів (рівень стандарту). Належна увага приділена розкриттю прикладних аспектів використання хімічних знань у суспільному господарстві України й побуті людей, впливу хімічних чинників на здоров'я людини. Опанувати нові знання учням допоможе виконання різних видів завдань і хімічного експерименту.

**УДК 54(075.3)**

**ББК 24я721**

**ISBN 978-966-349-300-8**

© Ярошенко О. Г., 2011

© Видавництво «Грамота», 2011



Від автора .....	4
------------------	---

## Вступ

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

## Розділ 1. Природні органічні сполуки

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

## Розділ 2. Синтетичні органічні сполуки

§ 13. Синтез органічних сполук різних класів на основі вуглеводневої сировини .....	130
§ 14. Пластмаси .....	141
§ 15. Синтетичні каучуки .....	156
§ 16. Волокна. Штучні й синтетичні волокна .....	166
§ 17. Органічні сполуки в побуті .....	179
§ 18. Мило і синтетичні мийні засоби .....	189
§ 19. Органічні розчинники, їх застосування .....	199
<i>Тестові завдання для самоперевірки знань</i> .....	207

Післямова .....	214
Відповіді до розрахункових задач .....	216
Предметний покажчик .....	217
Словник термінів .....	222
Список додаткової літератури та інтернет-джерел .....	230

## ДОРОГІ ОДИНАДЦЯТИКЛАСНИКИ!


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


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


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

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

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


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


- додаткова інформація, що розширює та доповнює основний навчальний матеріал, подана в рубриці **«Ерудитам на замітку»** , яка допоможе вам задовольнити навчально-пізнавальний інтерес до вивчення хімії;


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


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



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

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

З метою забезпечення активної самостійної роботи кожного з вас у процесі вивчення нового матеріалу в тексті параграфів містяться окремі **завдання для актуалізації знань** . Для кращого сприймання й розуміння навчального матеріалу використані малюнки, схеми, таблиці, шрифтові та кольорові виділення визначень, правил тощо.

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

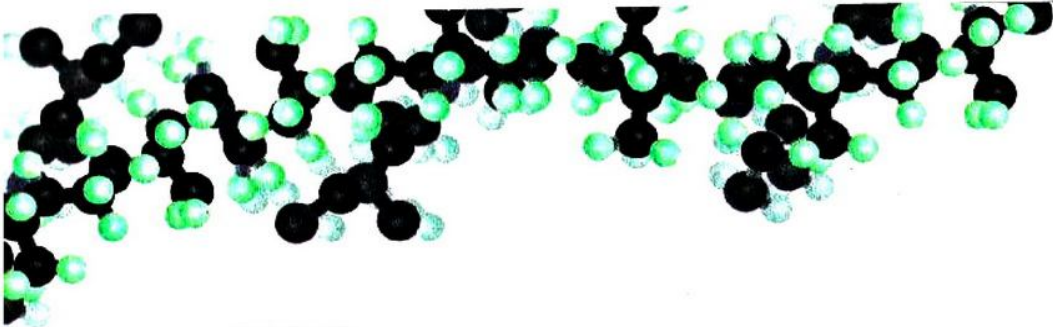
Назва «підручник» походить від слів «під рукою в учня». Сподіваюся, що ця навчальна книжка виправдає своє призначення. Систематично працюйте з текстом підручника, виконуйте подані в ньому завдання і вправи, цікавтеся додатковою науковою та пізнавально-практичною інформацією. Це стане запорукою того,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

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

Зичу вам відмінних успіхів у вивченні хімії!

*Автор*





## ВСТУП



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



#### Інформаційна довідка

• **Органічні сполуки** — це сполуки, що містять атоми Карбону, хімічно зв'язані з атомами Гідрогену. Вони можуть містити й інші елементи-органогени (Оксиген, Нітроген, галогени й деякі інші), наприклад  $C_3H_8$ ,  $C_2H_5OH$ ,  $C_6H_5NO_2$ ,  $CH_3Cl$ . Виняток становить невелика кількість сполук Карбону, що виявляють властивості неорганічних речовин. Це, зокрема, вуглекислий газ  $CO_2$ , чадний газ  $CO$ , карбонатна кислота  $H_2CO_3$ , її середні та кислі солі.

• **Органічні речовини** — переважно сполуки молекулярної будови. Якісний склад більшості молекул органічних речовин — це 2–4 хімічні елементи (Карбон, Гідроген, Оксиген, Нітроген).

• У молекулах органічних речовин Карбон чотиривалентний.

• **Ковалентний зв'язок** — основний вид хімічного зв'язку в молекулах органічних сполук.

• **Закон** — безсумнівне твердження, яке за певних умов повністю стверджується щодо всієї сукупності досліджуваних об'єктів. З хімії основної школи вам уже відомі такі закони, як *закон збереження маси речовин, періодичний закон, закон сталості складу, закон Авогадро*.

• Кількісний і якісний склад молекули відображає **молекулярна (емпірична) формула**.

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

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

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

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

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

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

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

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



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

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

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



**Олександр Михайлович Бутлеров** (1828–1886) народився в м. Чистополі Казанської губернії. У 16-річному віці став студентом фізико-математичного відділення Казанського університету, який у той час був центром природничо-наукових досліджень у Росії. У 1849 р. 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 став професором хімії Казанського університету.

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

Крім хімії, О. М. Бутлеров багато уваги приділяв практичним питанням сільського господарства, садівництва, бджільництва, а пізніше також і розведенню чаю на Кавказі.

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



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

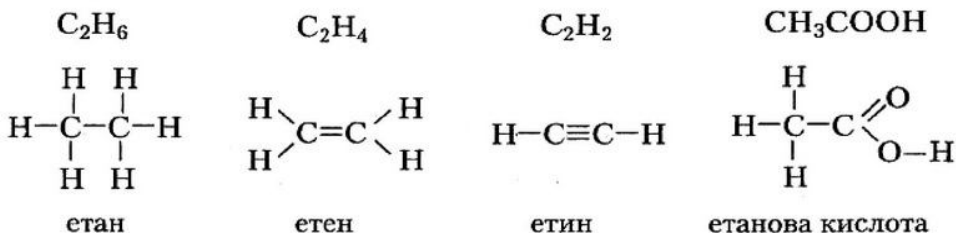
**Основне положення теорії хімічної будови:**  
атоми в молекулах органічних речовин сполучені між собою хімічними зв'язками в чітко визначеній послідовності відповідно до їх валентності.

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

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

При написанні структурних формул виходять з того, що в органічних сполуках валентність Карбону дорівнює чотирьом, а між атомами Карбону може виникати один, два чи три хімічні зв'язки.

Розглянемо приклади деяких органічних речовин, з якими ви ознайомилися в основній школі, та напишемо їх структурні формули:

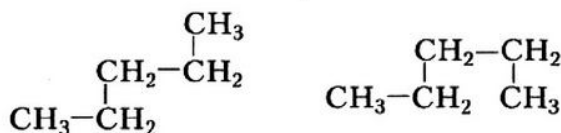


Позначати всі хімічні зв'язки кожного атома не зовсім зручно, та й місця вони займають багато. Тому досить часто користуються скороченою формою запису:



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

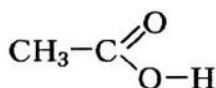
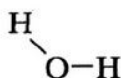
й тими ж хімічними зв'язками та в тій самій послідовності з іншими атомами Карбону, а також з однаковою кількістю атомів Гідрогену:



Наведеними записами передано одну хімічну будову, а це означає, що здійснено запис структурної формули однієї й тієї самої речовини, молекулярна формула якої  $\text{C}_5\text{H}_{12}$ .

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

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



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

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

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

### Ерудитам на замітку

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



життєвий). Згідно з цією теорією, речовини живої природи неможливо одержати з неорганічних речовин шляхом синтезу в лабораторних умовах. Псевдонауковість теорії впродовж десятиліть гальмувала розвиток органічної хімії. Разом з тим учені не полишали спроб синтезувати в лабораторії ті речовини, які є в живій природі, і домоглися успіхів. У 1824 р. німецький хімік Ф. Велер синтезував оксалатну (щавлеву) кислоту, а в 1828 р. — карбамід (сечовину); у 1842 р. російський учений М. М. Зінін одержав анілін — барвник, який на той час добували лише з рослинної сировини; у 1845 р. німецький хімік А. Кольбе синтезував етанову (оцтову) кислоту; у 1854 р. французький учений М. Бертло — жири, у 1861 р. О. М. Бутлеров одержав цукристу речовину. Усе це довело хибність віталістичної теорії й припинило її існування.

Наступною була **теорія радикалів**, згідно з якою в хімічних реакціях за участю органічних речовин стійкі угруповання атомів (радикали), подібно до кислотних залишків неорганічних речовин, без змін переходять з молекул однієї речовини до молекул іншої. Пізніше з'ясувалося, що не всі хімічні реакції пояснюються цією теорією. Тому в 40–50-х роках XIX ст. з'являється нова теорія — теорія типів.

**Теорія типів** ґрунтувалася на тлумаченні про те, що деякі неорганічні речовини (водень, хлороводень, вода, амоніак) є родоначальними для органічних сполук. Позитивне значення цієї теорії полягало в тому, що вона сприяла здійсненню класифікації органічних сполук. Однак, як і попередні, теорія типів не виявляла залежності між структурою і властивостями органічних речовин. Тому й вона зазнала участі попередніх теорій.

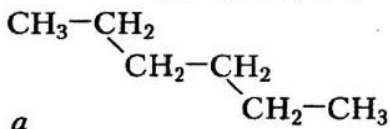


### Перевірте себе

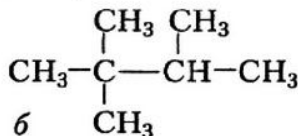
1. Назвіть та охарактеризуйте відомі вам форми наукових знань, розкрийте їх суть на конкретних прикладах.
2. Наведіть приклади хімічних законів, а також законів з інших галузей наукових знань. Сформулюйте їх.
3. Дайте визначення теорії як форми наукових знань. Порівняйте теорію з іншими формами наукових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



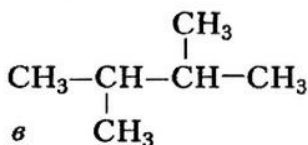
7\*. Структурні формули скількох речовин зображено?



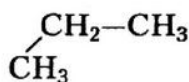
a



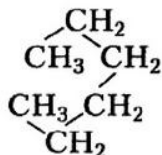
б



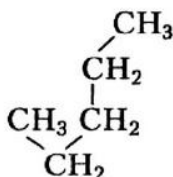
в



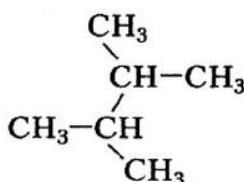
г



д



е



ж

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



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



### Інформаційна довідка

• У молекулах органічних речовин два атоми Карбону можуть сполучатися між собою одним, двома чи трьома ковалентними зв'язками. Відповідно до цього між атомами Карбону утворюються *одинарні, подвійні чи потрійні зв'язки*. Відмінність між зв'язками позначається на їх міцності, довжині, просторовій будові молекул, впливає на хімічні властивості сполук.

• Речовини, молекули яких складаються лише з атомів Карбону і Гідрогену, дістали назву *вуглеводні*. Серед них розрізняють *насичені, ненасичені, циклопарафіни, ароматичні*.

• **Насичені вуглеводні** (їх ще називають *алканами* або *парафінами*) — це вуглеводні, у молекулах яких між атомами Карбону існують лише одинарні зв'язки.

- **Метан**  $\text{CH}_4$  — перший представник насичених вуглеводнів. Подібні до нього за будовою і властивостями сполуки, склад молекул яких відрізняється на одну чи кілька груп атомів  $\text{CH}_2$ , дістали назву *гомологи*.

- **Гомологічний ряд насичених вуглеводнів** утворений з речовин, склад молекул яких відображає загальна формула  $\text{C}_n\text{H}_{2n+2}$ .

- Перші десять представників гомологічного ряду насичених вуглеводнів мають такі назви й молекулярні формули: **метан**  $\text{CH}_4$ , **етан**  $\text{C}_2\text{H}_6$ , **пропан**  $\text{C}_3\text{H}_8$ , **бутан**  $\text{C}_4\text{H}_{10}$ , **пентан**  $\text{C}_5\text{H}_{12}$ , **гексан**  $\text{C}_6\text{H}_{14}$ , **гептан**  $\text{C}_7\text{H}_{16}$ , **октан**  $\text{C}_8\text{H}_{18}$ , **нонан**  $\text{C}_9\text{H}_{20}$ , **декан**  $\text{C}_{10}\text{H}_{22}$ .

**Явище ізомерії.** За декілька десятиліть до створення О. М. Бутлеровим теорії хімічної будови органічних сполук учені довідалися про існування речовин з однаковим якісним і кількісним складом молекул, проте різних за властивостями. Цей факт потребував наукового обґрунтування, яке й було зроблено завдяки теорії будови органічних сполук О. М. Бутлерова. Ця теорія пояснює прояв речовинами однакового якісного та кількісного складу різних властивостей тим, що сполуки мають відмінності в будові молекул. Таке явище називають *ізомерією*.

**Ізомерія** — явище існування речовин з однаковими хімічним складом, молекулярною формулою та відносною молекулярною масою, але з різною хімічною будовою чи просторовим розміщенням атомів у молекулі.

Речовини з однаковим якісним і кількісним складом молекул, але різними за будовою й властивостями мають загальну назву *ізомери*.

Явище ізомерії є досить поширеним в органічній хімії. Чим довший карбоновий ланцюг органічної сполуки, тим більше існує її ізомерів. Так, гомолог метану пентан  $\text{C}_5\text{H}_{12}$  має 3 ізомери, тоді як декан  $\text{C}_{10}\text{H}_{22}$  — 75 ізомерів.

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

<http://shkilniypidruc.ucoz.ru>



На рисунку 1 зображено структурні формули всіх можливих ізомерів перших п'яти представників гомологічного ряду насичених вуглеводнів: 1) метану  $\text{CH}_4$ , 2) етану  $\text{C}_2\text{H}_6$ , 3) пропану  $\text{C}_3\text{H}_8$ , 4) бутану  $\text{C}_4\text{H}_{10}$ , 5) пентану  $\text{C}_5\text{H}_{12}$ .

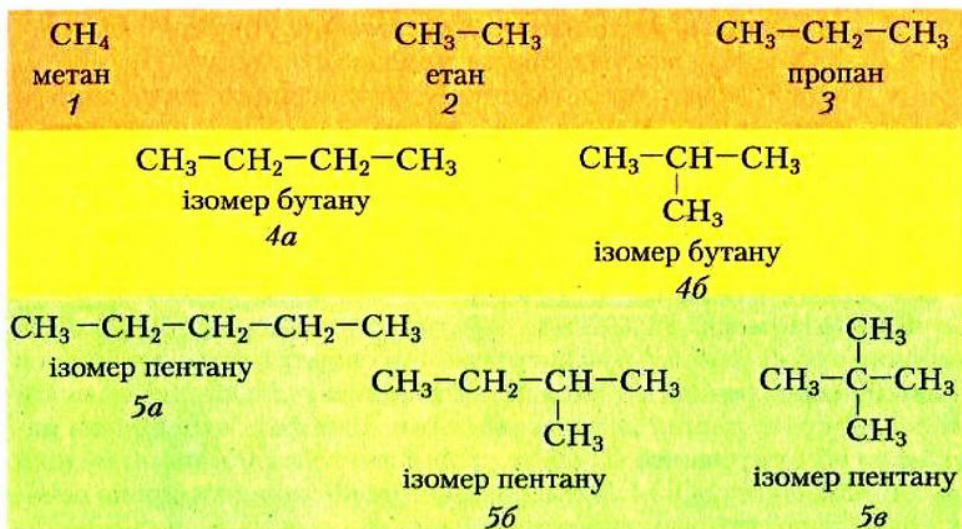


Рис. 1. Структурні формули алканів із вмістом Карбону від 1 до 5 атомів

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

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

Більш виразно структурну ізомерію розглянутих речовин ілюструють їх кулестрижневі моделі, зображені на рисунку 2 (чорні кульки моделюють атоми Карбону, світло-блакитні – атоми Гідрогену).

**Номенклатура насичених вуглеводнів.** Оскільки кожній речовині відповідає лише одна структурна формула, то виникає потреба розрізняти, яка формула якій речовині належить. З цією метою вчені розробляють правила складання індивідуальних назв речовин – номенклатуру.



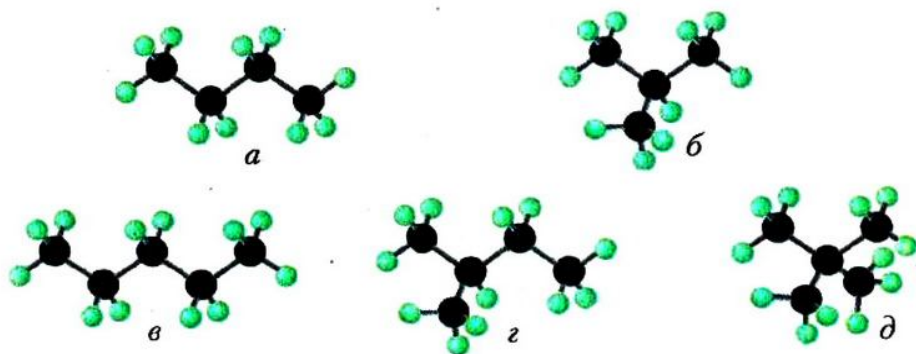
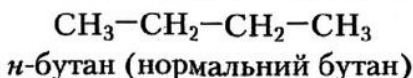


Рис. 2. Кулестрижнєві моделі молекул ізомерів бутану (а, б) і пентану (в, г, д)

Ознайомимося з номенклатурою насичених вуглеводнів. Перші чотири представники гомологічного ряду насичених вуглеводнів мають історичні назви. Починаючи з п'ятого, згідно з міжнародною номенклатурою, за основу назви взято латинську або грецьку назву числа атомів Карбону в молекулі сполуки: *пента* — 5, *гекса* — 6, *гепта* — 7, *окта* — 8 тощо, до якої додають суфікс *-ан*.

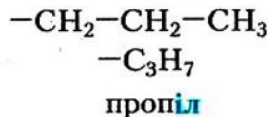
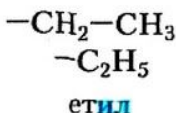
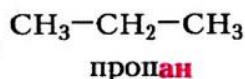
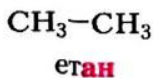
Якщо вуглеводень має нерозгалужений ланцюг, перед назвою пишуть літеру *н* і ставлять дефіс. Наприклад:



Назви насичених вуглеводнів розгалуженої будови складають за такими правилами:

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

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



3. У головному ланцюзі атоми Карбону нумерують арабськими цифрами. Нумерацію починають з того кінця, до якого бічне відгалуження розміщене ближче. Якщо різні відгалуження перебувають на однаковій відстані від обох кінців ланцюга, то нумерацію здійснюють з того кінця, до якого ближче розміщене відгалуження, назву якого за алфавітом вживають раніше. Якщо однакові відгалуження, що визначають нумерацію ланцюга, рівновіддалені від обох кінців ланцюга, то нумерацію починають з того кінця, де більше відгалужень.

4. Повну назву речовини дають у такій послідовності:

- визначають замісники й перераховують їх за алфавітом, не беручи до уваги числові (множинні) префікси, які можуть бути перед назвою замісників. Перед назвою зазначають номери тих атомів Карбону головного ланцюга, біля яких розміщені замісники;

- кількість однакових замісників передають у назві числовими префіксами: *ди* (*di*) — якщо замісників два, *три* — якщо три, *тетра* — якщо їх чотири;

- скільки однакових замісників у молекулі вуглеводню, стільки й цифр має бути перед числовим префіксом. Цифри відділяють одну від одної комами, а після останньої пишуть дефіс, числовий префікс і, не відступаючи від нього, назву замісника;

- не роблячи відступу від назв замісників, записують назву насиченого вуглеводню головного ланцюга.

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

Таблиця 1

Порядок складання назви насиченого вуглеводню

Дія	Результат
1. Обираємо головний ланцюг і нумеруємо в ньому атоми Карбону	$  \begin{array}{ccccccc}  & & \text{CH}_3 & & & & \\  & &   & & & & \\  {}^1\text{CH}_3 & - & {}^2\text{C} & - & {}^3\text{CH}_2 & - & {}^4\text{CH} & - & {}^5\text{CH}_3 \\  & &   & & & &   & & \\  & & \text{CH}_3 & & & & \text{CH}_3 & &   \end{array}  $
2. З'ясовуємо, якими замісниками утворені відгалуження	Трьома замісниками $-\text{CH}_3$
3. Записуємо частину назви, що стосується замісників: цифри, що вказують біля яких атомів Карбону головного ланцюга розміщені замісники, дефіс, числовий префікс і назву замісників	2,2,4-триметил...
4. Завершуємо назву речовини записом назви вуглеводню головного ланцюга	2,2,4-триметилпентан



Наведені положення ілюструє рисунок 3.

Положення замісників	Кількість замісників	Назва замісників	Назва вуглеводню головного ланцюга
2, 2, 4	3	ТРИ МЕТИЛ	ПЕНТАН

Рис. 3. Приклад складання назви насиченого вуглеводню

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

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

Таблиця 2

Послідовність написання структурної формули парафіну (алкану) за його назвою

Дія	Результат
1. Аналізуємо назву й доходимо висновку, що головний ланцюг сполуки утворений гексаном. Тому записуємо й нумеруємо символи шести атомів Карбону, ставлячи між ними одну риску валентності	${}^1\text{C}-{}^2\text{C}-{}^3\text{C}-{}^4\text{C}-{}^5\text{C}-{}^6\text{C}$
2. Біля третього атома Карбону пишемо замісник етил $-\text{C}_2\text{H}_5$ , а біля другого й четвертого — по одному метил-заміснику $-\text{CH}_3$	$\begin{array}{ccccccc} & & \text{C}_2\text{H}_5 & & & & \\ & &   & & & & \\ {}^1\text{C} & - & {}^2\text{C} & - & {}^3\text{C} & - & {}^4\text{C} & - & {}^5\text{C} & - & {}^6\text{C} \\ & &   & & & &   & & & & \\ & & \text{CH}_3 & & & & \text{CH}_3 & & & & \end{array}$
3. Допишуємо в головному ланцюзі атоми Гідрогену в кількості, що забезпечує кожному атому Карбону чотиривалентний стан	$\begin{array}{ccccccc} & & \text{C}_2\text{H}_5 & & & & \\ & &   & & & & \\ {}^1\text{CH}_3 & - & {}^2\text{CH} & - & {}^3\text{CH} & - & {}^4\text{CH} & - & {}^5\text{CH}_2 & - & {}^6\text{CH}_3 \\ & &   & & & &   & & & & \\ & & \text{CH}_3 & & & & \text{CH}_3 & & & & \end{array}$

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

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

Закріпленню знань про структурну ізомерію й номенклатуру насичених вуглеводнів сприятиме виконання вами *лабораторного дослідку 1*.



### Досліджуємо речовини та їх властивості

*Лабораторний дослід 1. Виготовлення моделей молекул парафінів.*

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

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

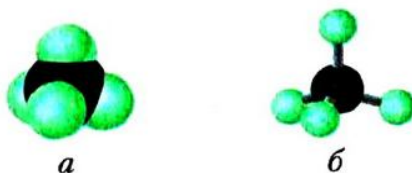


Рис. 4. Об'ємна (а) й кулестрижнева (б) моделі молекули метану

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

### Ерудитам на замітку

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

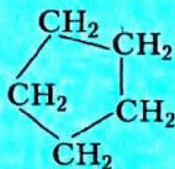
Галузь хімії, що вивчає просторову будову молекул та її вплив на фізичні властивості речовин, напрям і швидкість реакцій, має назву **стереохімія**.



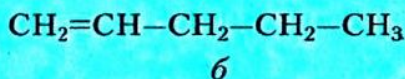
Одними з досліджуваних у стереохімії об'єктів є **стереоізомери** — молекули з однаковими складом і хімічною будовою, але з різним просторовим розміщенням атомів (груп атомів). Наукові досягнення стереохімії мають неабияке значення. Установлено, що просторова будова істотно впливає на властивості полімерів. Так, поліпропілен стереорегулярної будови (полімер, з якого виготовляють міцні канати, труби тощо) має більшу міцність і зносостійкість, ніж поліпропілен нерегулярної просторової будови.

Будова стереоізомерів впливає і на фізіологічну дію ліків. Тому знання стереохімії широко застосовуються в технології полімерів, медицині й фармакології.

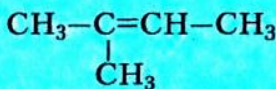
Якщо структурна ізомерія насичених вуглеводнів зумовлена лише порядком розміщення атомів у молекулі, то ця ж ізомерія в **ненасичених вуглеводнів** (алкенів, алкінів, алкадієнів) залежить також і від положення подвійного чи потрійного зв'язку. Наприклад, ми з'ясували, що існують три речовини з молекулярною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



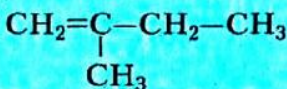
а



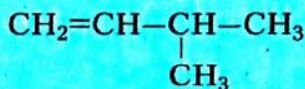
в



г



д



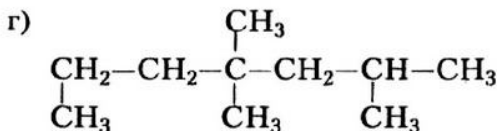
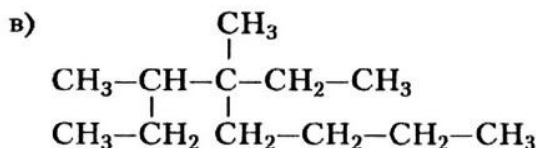
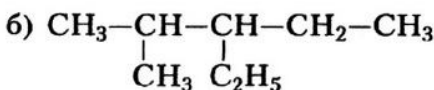
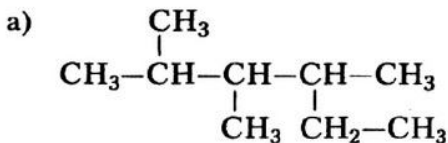
е

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



## Перевірте себе

1. Сформулюйте визначення ізомерів.
2. Чим пояснюється явище ізомерії? Наведіть приклади.
3. Назвіть ізомери парафінів за міжнародною номенклатурою:



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

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

	Речовина	Варіант відповіді
1	2,2-диметилгексан	А 1, 3, 6
2	3-метилгексан	Б 2, 4, 5
3	2,4-диметилгептан	В 1, 4, 6
4	n-октан	Г 3, 5, 6
5	4-етил-2-метилгептан	
6	3-етилгексан	

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

7\*. На підставі якісного та кількісного складу речовин, формули яких  $\text{C}_{12}\text{H}_{26}$ ,  $\text{C}_{19}\text{H}_{40}$ ,  $\text{C}_{21}\text{H}_{44}$ , напишіть загальну формулу класу сполук, до якого вони належать.





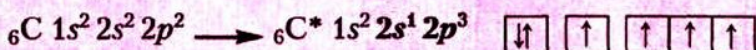
### § 3. Багатоманітність органічних сполук, їх класифікація






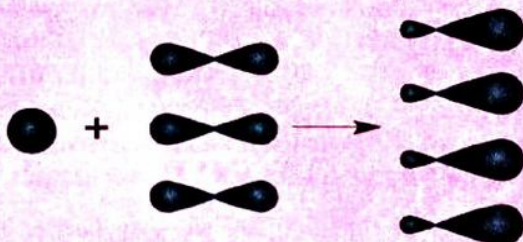
#### Інформаційна довідка

• **Гібридизація орбіталей** — вирівнювання, перерозподіл електронної густини орбіталей валентних електронів атома, унаслідок чого утворюються *гібридизовані орбіталі*.

У молекулах органічних сполук гібридизації передуює перехід атома Карбону в збуджений стан, унаслідок чого утворюються 4 неспарені електрони — 1 *s*- і 3 *p*-електрони:



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



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

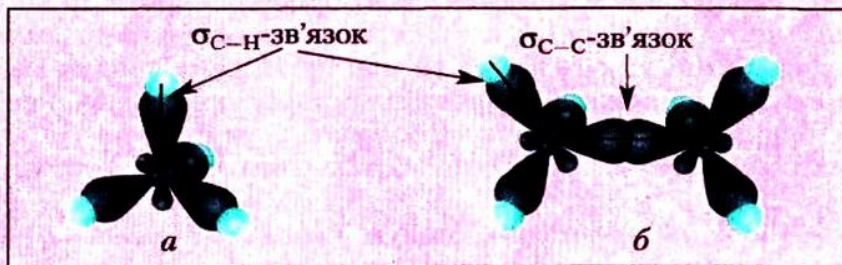
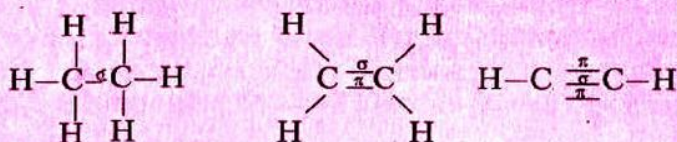


Рис. 5. Моделі перекривання електронних орбіталей у молекулах метану (а) й етану (б)



- У молекулах ненасичених вуглеводнів негібридизовані  $p$ -орбітали утворюють  $\pi$ -зв'язки (пі-зв'язки). Цей зв'язок слабкіший за  $\sigma$ -зв'язок і зазвичай першим розривається при хімічних перетвореннях, що дає змогу речовині легко вступати в реакції приєднання.

- **Одинарний зв'язок** між двома атомами — це  $\sigma$ -зв'язок. **Подвійний зв'язок** складається з одного  $\sigma$ - й одного  $\pi$ -зв'язку, **потрійний** — з одного  $\sigma$ - і двох  $\pi$ -зв'язків:



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

- **Етен** (історична назва *етилен*)  $\text{C}_2\text{H}_4$  є родоначальником гомологічного ряду *алкенів* — ненасичених органічних сполук з одним подвійним зв'язком між атомами Карбону в молекулі. Загальна формула сполук цього гомологічного ряду  $\text{C}_n\text{H}_{2n}$ , назви представників закінчуються суфіксом *-ен*.

- **Етин** (*ацетилен*)  $\text{C}_2\text{H}_2$  — родоначальник гомологічного ряду *ацетиленових вуглеводнів (алкінів)* — ненасичених органічних сполук з одним потрійним зв'язком атомів Карбону в молекулі. Загальна формула алкінів  $\text{C}_n\text{H}_{2n-2}$ , назви представників закінчуються суфіксом *-ин(-ін)*.

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

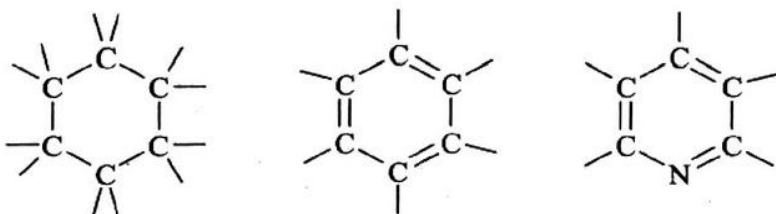
**Класифікація органічних сполук.** Розгляд класифікації органічних сполук розпочнемо з класифікації за будовою карбонового скелета. За цією ознакою розрізняють **ациклічні** й **циклічні** сполуки. Їх назви вказують на те, що сполуки першої групи мають



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

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

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



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

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

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

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

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

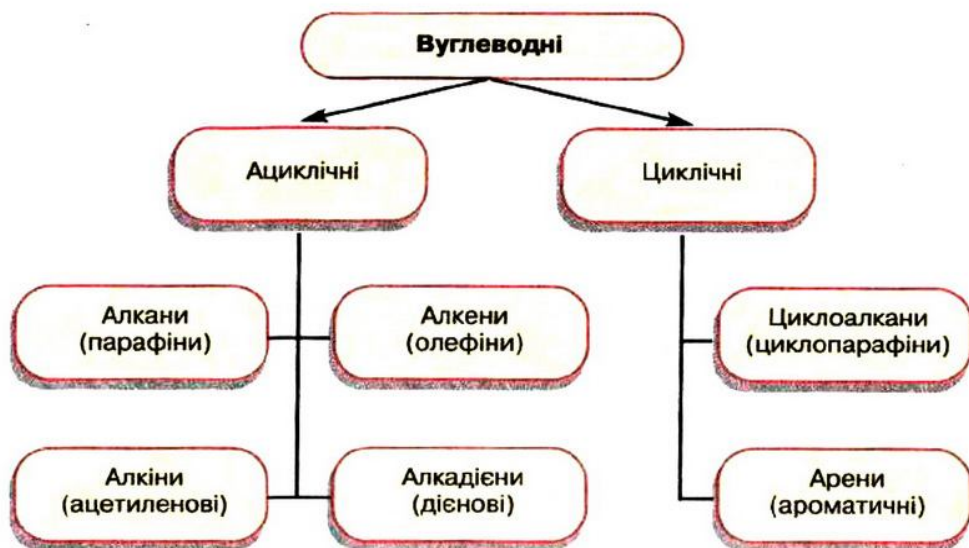


Рис. 6. Класифікація вуглеводнів

З прикладами застосування вуглеводнів ознайомтеся за рисунком 7.

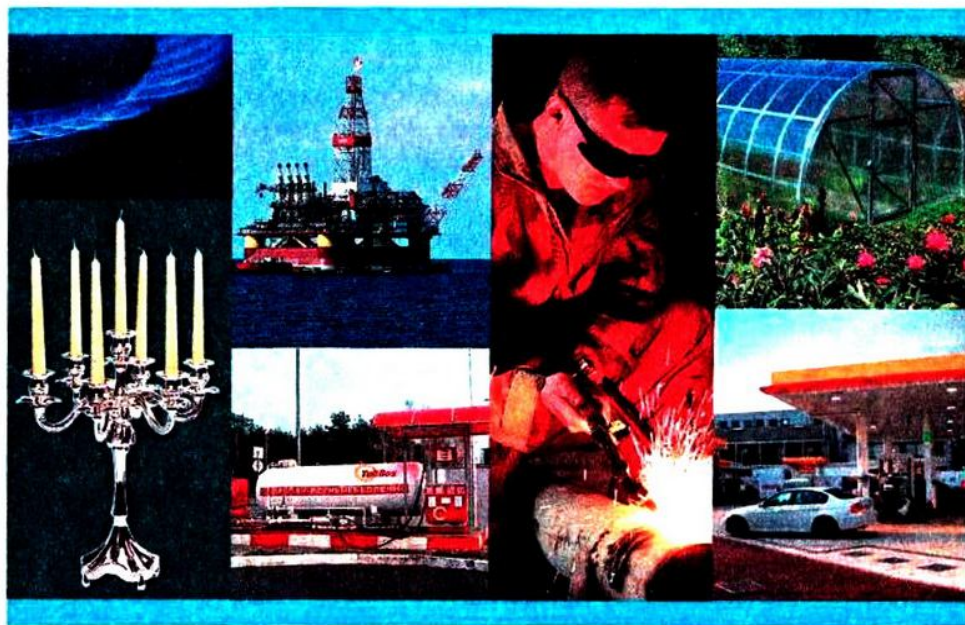


Рис. 7. Використання вуглеводнів у господарській діяльності людини



**Класифікація оксигеновмісних органічних сполук.** Основною класифікаційною ознакою цієї групи органічних речовин є наявні в їх молекулах *функціональні (характеристичні) групи*.

**Функціональні (характеристичні) групи** — групи атомів, що входять до складу молекул усіх представників гомологічного ряду 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. Подальше ознайомлення з представниками оксигеновмісних органічних сполук різних класів переконає вас у тому, що ця частина їх молекул переважно є *вуглеводневим замісником*.

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

За таблицею 3 ознайомтеся з прикладами окремих класів оксигеновмісних сполук.

Таблиця 3

Приклади оксигеновмісних сполук

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

Багатоманітність оксигеновмісних сполук не вичерпується наведеними прикладами. Адже спирти бувають *одноатомні* (одна функціональна група) і *багатоатомні*: двохатомні, трьохатомні, до яких належить гліцерол (або гліцерин) та інші багатоатомні спирти. Крім того, карбоновий ланцюг замісника може бути лінійним

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

▶ Переконайтеся в цьому, склавши структурні формули всіх можливих ізомерів спирту з молекулярною формулою  $\text{C}_5\text{H}_{11}\text{OH}$ . Їх має бути 6.

Наявність у молекулі відразу двох функціональних груп або утворення після реакції нового поєднання залишків різних функціональних груп є наступними чинниками багатоманітності оксигеновмісних речовин. Так, з 9 класу та вивченого на заняттях з біології в 10 класі ви знаєте про існування вуглеводів, естерів, таких біополімерів, як крохмаль, целюлоза тощо.

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

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

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

*Перший* — здатність атомів Карбону сполучатися між собою в різній кількості відповідно до їх валентності.

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

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

*Четвертий* — існування *різних функціональних груп атомів*: у спиртів — гідроксильної групи  $\text{—OH}$ , у карбонових кислот — карбоксильної групи  $\text{—COOH}$ , в амінів — аміногрупи  $\text{—NH}_2$  тощо.



**П'ятий** — поєднання кількох із зазначених чинників одразу. Зокрема, молекули амінокислот поєднують у своєму складі аміногрупу  $-\text{NH}_2$  і карбоксильну групу  $-\text{COOH}$  та здатні існувати у вигляді різних структурних ізомерів.

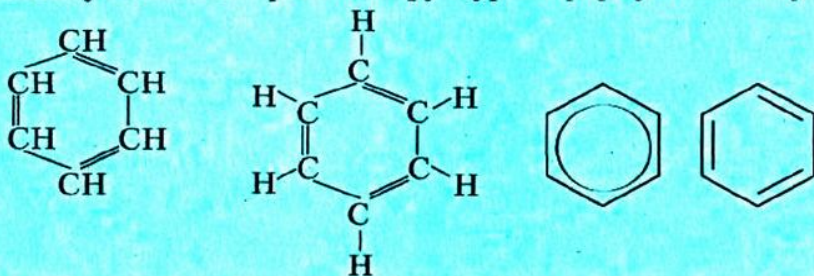


Парафін, з якого виготовляють свічки, — це суміш насичених вуглеводнів переважно нерозгалуженої будови, у молекулах яких міститься від 18 до 40 атомів Карбону. Ця легкоплавка хімічно малоактивна суміш (температура плавлення  $40\text{--}65\text{ }^\circ\text{C}$ ) набула різноманітного використання. Нею просочують папір і деревину, зменшують тертя дерев'яних деталей, чим зручно скористатися і в домашніх умовах, наприклад, щоб ящики шаф легко відкривалися і закривалися.

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

### Ерудитам на замітку

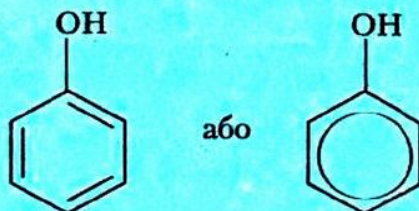
З атомів Карбону й Гідрогену побудовані **арени**, або **ароматичні вуглеводні**, представником яких є **бензен**  $\text{C}_6\text{H}_6$ . Його молекула й молекули гомологів мають особливу, відмінну від насичених і ненасичених вуглеводнів будову, тому їх не класифікують як ненасичені сполуки, а вивчають як окремий клас. Існує кілька зображень структурної формули бензену:



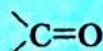
Гідроксильна група  $-\text{OH}$  є функціональною групою не лише спиртів, а й оксигеновмісних речовин **фенолів**. Перший представник фенолів — сполука з такою самою назвою. Формула



речовини —  $C_6H_5-OH$ . Як бачимо, вуглеводневий замісник у складі **фенолу** утворений залишком бензену



Два класи органічних сполук — **альдегіди** і **кетони** — містять **карбонільну групу**

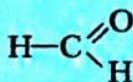


В альдегідів вона сполучена з вуглеводневим замісником та з атомом Гідрогену, за винятком першого представника, у якого обидві валентності функціональної групи насичені атомами Гідрогену.

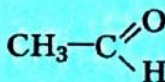
Загальна формула альдегідів  $R-C \begin{smallmatrix} \nearrow O \\ \searrow H \end{smallmatrix}$ .

Групу атомів  $-C \begin{smallmatrix} \nearrow O \\ \searrow H \end{smallmatrix}$  називають **альдегідною**.

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



метаналь

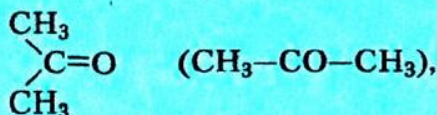


етаналь

Зверніть увагу, що замісник метил у складі метаналю відсутній, назву визначив атом Карбону функціональної групи. У другій речовині замісник метил, назва ж альдегіду — етаналь. Отже, підтверджується правило, що в назві відображають сумарну кількість атомів Карбону в молекулі, а не в заміснику.



У кетонів карбонільна група сполучена з двома вуглеводневими замісниками. Такий представник кетонів, як **ацетон**



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

Окрему групу утворюють органічні сполуки, у молекулах яких два вуглеводневі замісники сполучені з одним атомом

Оксигену, наприклад  $\begin{array}{c} \text{O} \\ \diagdown \\ \text{CH}_3-\text{CH}_3 \\ \diagup \end{array}$  ( $\text{CH}_3-\text{O}-\text{CH}_3$ ). Їх загальна назва **етери**. Речовини цієї групи розглядаються як похідні спиртів чи фенолів, у яких атом Гідрогену гідроксильної групи заміщений на вуглеводневий залишок. Назва сполуки, формула якої наведена вище, — **метоксиметан (диметиловий етер)**.

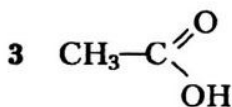


### Перевірте себе

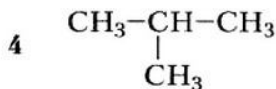
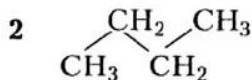
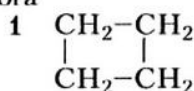
1. Наведіть приклади органічних сполук: а) вуглеводнів; б) оксигеновмісних сполук; в) нітрогеновмісних сполук.

2. Установіть відповідність між формулою та класом органічних сполук

Формула	Клас органічних сполук
1 $\text{CH}\equiv\text{C}-\text{CH}_2-\text{CH}_3$	А насичені вуглеводні
2 $\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_3$	Б карбонові кислоти
	В спирти
	Г ацетиленові вуглеводні

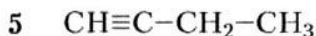
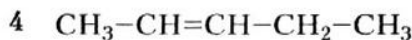
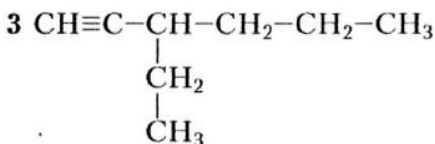
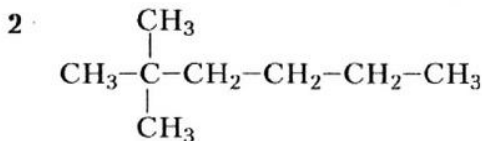
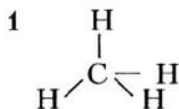


3. Класифікуйте органічні сполуки за будовою карбонового ланцюга



- А** нерозгалужений (лінійний)  
**Б** розгалужений  
**В** циклічний

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



- А** алкани  
**Б** алкени  
**В** алкіни

5. Укажіть органічну сполуку, що має функціональну групу  $-\text{OH}$

- А** бутан  
**Б** натрій гідроксид  
**В** етанол  
**Г** метан

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

*Речовина*

- 1** ацетон  
**2** пропанол  
**3** бутанова кислота  
**4** етаналь

*Клас сполук*

- А** спирти  
**Б** альдегіди  
**В** кетони  
**Г** карбонові кислоти  
**Д** аміни

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



# ПРИРОДНІ ОРГАНІЧНІ СПОЛУКИ

У цьому розділі ви дізнаєтеся про:

- найпоширеніші органічні сполуки в живій природі;
- наявність органічних речовин у рослинних і тваринних організмах, організмі людини;
- органічні речовини як компоненти їжі;
- роль жирів в організмі;
- роль білків в організмі;
- роль вуглеводів в організмі;
- роль вітамінів в організмі;
- харчові добавки й Е-числа;
- вплив синтетичних лікарських препаратів на здоров'я людини;
- шкідливий вплив алкоголю й наркотичних речовин на організм людини;
- поширення вуглеводнів у природі;
- склад і застосування природних джерел вуглеводнів — газу, нафти, вугілля.







## § 4. Органічні речовини в живій природі. Рівні структурної організації органічних речовин



### Інформаційна довідка

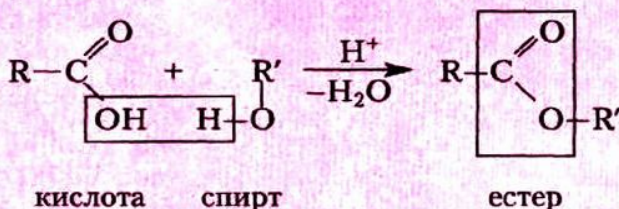
• **Вуглеводи** — оксигеновмісні сполуки, склад молекул яких найчастіше відповідає загальній формулі  $C_n(H_2O)_m$ . Їх ще називають **цукрами** або **сахаридами**. Одна з хімічних властивостей більшості вуглеводів — **гідроліз**, у процесі якого внаслідок хімічної взаємодії з водою вони перетворюються на вуглеводи простішої хімічної будови. За цією ознакою вуглеводи поділяють на моносахариди, дисахариди, полісахариди.

• **Моносахариди** не підлягають реакції гідролізу. Найпоширенішими в природі моносахаридами є **пентози** (містять 5 атомів Карбону в молекулі) і **гексози** (містять 6 атомів Карбону в молекулі). Наприклад,  $C_5H_{10}O_5$  — рибоза,  $C_5H_{10}O_4$  — дезоксирибоза,  $C_6H_{12}O_6$  — глюкоза і фруктоза.

• **Дисахариди** (**ди** — два) — сполуки, молекули яких утворені залишками двох моносахаридів, на які вони гідролізуються. Найпоширеніші дисахариди: **сахароза** (відома в побуті як цукор), **лактоза** (молочний цукор), **мальтоза** (солодовий цукор). Склад цих речовин передає молекулярна формула  $C_{12}H_{22}O_{11}$ .

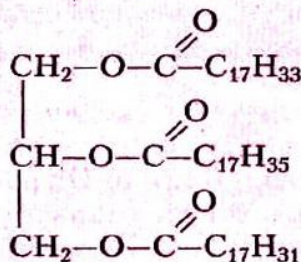
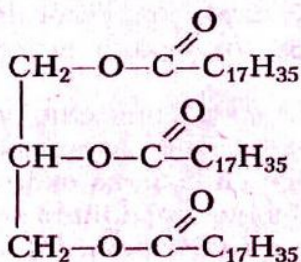
• **Полісахариди** (**полі** — багато) — природні високомолекулярні вуглеводи з відносною молекулярною масою від кількох сотень до сотень тисяч. Найпоширенішими представниками полісахаридів є **крохмаль** і **целюлоза**. Склад їх молекул передає загальна формула  $(C_6H_{10}O_5)_n$ . Молекули цих вуглеводів утворені із залишків молекул глюкози різної стереобудови.

• **Естери** — продукти взаємодії карбонових кислот і спиртів:





- **Жири** — це естери трьохатомного спирту гліцеролу (гліцерину) і вищих карбонових кислот, наприклад:



- **Білки** — природні полімери складної будови, мономерами яких є  $\alpha$ -амінокислоти.

- **Нуклеїнові кислоти** (РНК — *рибонуклеїнова*, ДНК — *дезоксирибонуклеїнова*) — природні полімери, структурними ланками молекул яких є *нуклеотиди*. До складу нуклеотиду входять сполучені між собою залишки *азотистої основи* — гетероциклічної сполуки з атомами Карбону й Нітрогену в циклі, *моносахариду* рибози  $\text{C}_5\text{H}_{10}\text{O}_5$  чи *дезоксирибози*  $\text{C}_5\text{H}_{10}\text{O}_4$  й *ортофосфатної кислоти*.

Удалою виявилася запропонована Є.-Я. Берцеліусом назва сполук Карбону — *органічні*. Якщо спершу вона орієнтувала на те, що ці речовини не можна одержати поза живим організмом, то нині органічні сполуки — це насамперед речовини, що входять до складу тіл живої природи. Крім того, вони є в складі нафти, природного газу, вугілля. Для сьогодення реальним став синтез нових сполук Карбону, невідомих у живій природі.

Пригадайте з вивченого на уроках біології взаємозв'язок будови біологічно важливих органічних сполук з їх функціями. Ці знання з біології допоможуть вам успішно опанувати зміст параграфа.

Багато природних органічних речовин беруть участь у процесах обміну речовин та енергії, без яких життя на Землі було б неможливим. Зазначені процеси злагоджено відбуваються в унікальній природній лабораторії — клітині живого організму.

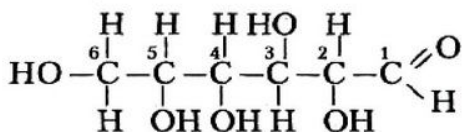
Найбільше представлені в живій природі *вуглеводи*, *жири*, *білки*. У меншій кількості, проте не менш важливими, є органічні

речовини інших груп, зокрема *нуклеїнові кислоти, вітаміни, барвники, органічні кислоти, запасні речовини*. Кожна група речовин виконує властиві їй функції, а всі разом вони забезпечують життєдіяльність організмів — ріст, розвиток, захист, відтворення собі подібних.

Щодо хімічного складу природних органічних сполук, то в ньому переважають кілька хімічних елементів, насамперед Карбон, Гідроген, Оксиген, Нітроген. Класи сполук, до складу яких вони входять, стисло охарактеризовані в інформаційній довідці.

Зупинимось детальніше на характеристичі окремих органічних речовин, задіяних в обмінних процесах, що відбуваються в живій природі.

**Глюкоза.** Це біла кристалічна речовина, добре розчинна у воді, солодка на смак. Молекулярна формула  $C_6H_{12}O_6$ . Молекула глюкози може мати ациклічну і циклічну будову. У молекулі ациклічної будови порядок сполучення шести атомів Оксигену з атомами Карбону такий, що один атом Оксигену входить до складу альдегідної групи, а інші п'ять — до гідроксильних груп. Отже, це п'ятиатомний альдегідоспирт (нумерацію карбонового ланцюга розпочинають з атома Карбону альдегідної групи):



Така структурна будова молекул глюкози зумовлює їх здатність уступати в реакцію «срібного дзеркала» та зі свіжовиготовленим купрум(II) гідроксидом (див. с. 42—43).

Природа цілком і повністю задовольняє потреби людини в глюкозі, а також в інших вуглеводах — сахарозі, крохмалі, целюлозі. Тому немає потреби добувати їх штучно.

Пригадайте, що називають фотосинтезом, за яких умов він відбувається. Поясніть схему, зображену на рисунку 8. Користуючись рисунком, напишіть рівняння реакції фотосинтезу.

Синтезований зеленою рослиною моносахарид глюкоза може нагромаджуватися в рослинах (зокрема, у клітинному соку плодів, надаючи їм солодкого смаку) або перетворюватися на дисахариди чи полісахариди. На глюкозу багаті мед, стиглі плоди плодово-ягідних культур, насамперед винограду, тому й з'явилася в глюкози інша назва — *виноградний цукор*.



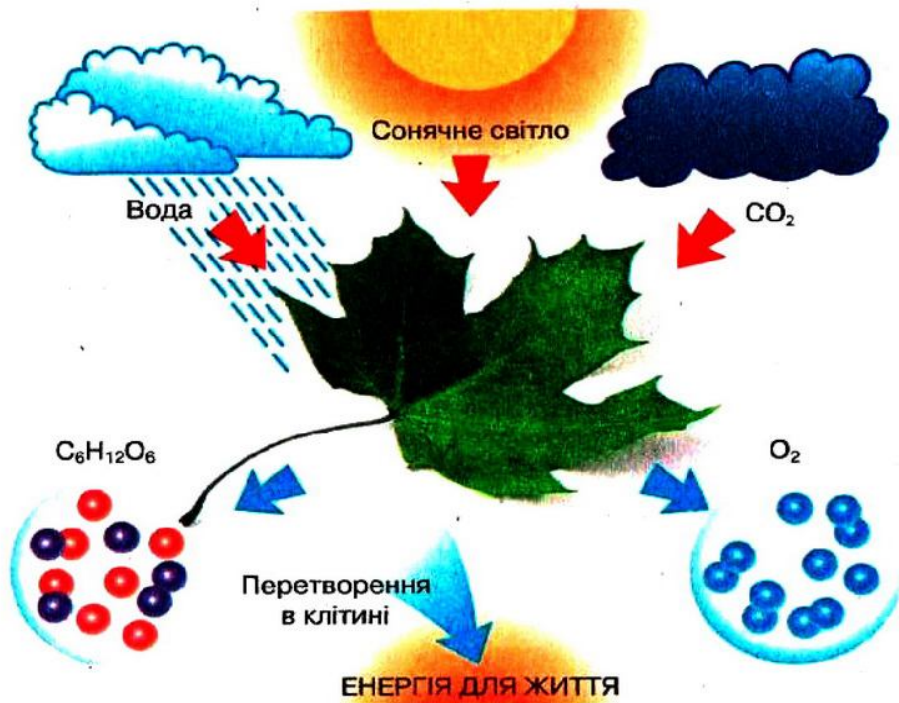


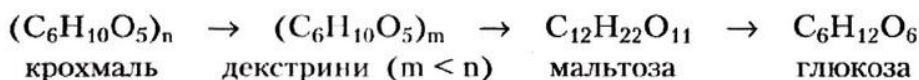
Рис. 8. Схема фотосинтезу

Глюкоза — універсальне джерело енергії для живих організмів, вона бере участь у багатьох реакціях обміну речовин. В організмі людини глюкоза є обов'язковим компонентом крові й лімфи. Вміст глюкози в крові — важливий показник стану здоров'я. Тому в діагностиці деяких захворювань (наприклад, цукрового діабету) здійснюють аналіз крові з визначення концентрації глюкози, за яким збереглася історична назва *проба на цукор*.

**Сахароза.** Це дисахарид рослинного походження, фізичні властивості якого подібні до властивостей глюкози. Молекулярна формула  $C_{12}H_{22}O_{11}$ . Унаслідок гідролізу сахарози утворюються два моносахариди — глюкоза і фруктоза. Найбільший вміст сахарози в коренеплодах цукрового буряка (майже 25 %) і стеблах цукрової тростини (майже 20 %), тому саме вони є сировиною для виробництва цукру. Унікальність цього виробництва полягає в тому, що речовину створила природа, а людині залишається тільки вилучити її в чистому вигляді.

▶ Пригадайте загальну схему виробництва цукру, що вивчалася в 9 класі.

**Крохмаль і целюлоза.** Ви вже знаєте, що ці полісахариди, молекулярна формула яких  $(C_6H_{10}O_5)_n$ , є досить різними за фізичними властивостями сполуками. Крохмаль — білий, хрусткий на дотик, нерозчинний у холодній воді порошок (з гарячою водою утворює в'язкий клейстер). Целюлоза — тверда волокниста речовина. Відома всім вам вата — майже чиста целюлоза (її вміст становить приблизно 98 %). Відмінності між цими полісахаридами спостерігаються і в хімічних властивостях, зокрема здатності гідролізуватись. У разі швидкого нагрівання крохмалю з невеликою кількістю води відбувається частковий гідроліз з утворенням *декстринів*, що мають коротші, аніж у крохмалю, ланцюги. При випіканні хлібобулочних виробів декстрини утворюють хрустку скоринку, а в разі прасування накрохмаленої білизни надають їй блиску. При повному гідролізі крохмалю одержують глюкозу:



Гідроліз целюлози відбувається важче, ніж крохмалю, з утворенням інших проміжних речовин, проте кінцевим продуктом теж є глюкоза.

На основі теорії будови органічних сполук О. М. Бутлерова пояснить різні властивості крохмалю і целюлози.

Молекули крохмалю і целюлози відрізняються порядком сполучення мономерів під час синтезу, ступенем полімеризації й формою ланцюга. Якщо в целюлозі він лише лінійний, то в крохмалю разом із лінійними макромолекулами, що характеризуються спіралеподібною структурою, наявні й розгалужені.

Крохмаль — це запасна речовина рослин, якої найбільше міститься в бульбах картоплі (майже 25 %), зернінках пшениці (майже 75 %) і рису (до 80 %). Целюлоза — основна конструкційна речовина стовбурів рослин, оболонок клітин. Достатньо зазначити, що стовбур дерева на 50 % і більше утворений із целюлози. Целюлозу широко застосовують у господарській діяльності для виготовлення штучних волокон, лаків, пластмас, вибухівки, меблів, будівельних матеріалів тощо. Поширення вуглеводів у природі зображено на рисунку 9.

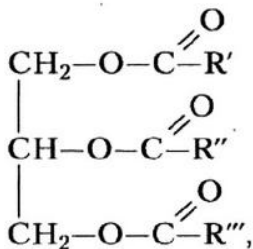
**Жири.** Соняшникова чи кукурудзяна олія, вершкове масло чи сало, леткі рідини з приємним ароматом квітів чи фруктів мають подібну будову, оскільки утворені взаємодією спиртів





Рис. 9. Вуглеводи в живій природі

і карбонових кислот. Вони належать до класу оксигеновмісних речовин — **естерів**. Молекули естерів, що зумовлюють неповторні аромати квітів і фруктів, містять залишки одноатомних спиртів і нижчих карбонових кислот — кислот із невеликим умістом атомів Карбону (менше 10). Естери, що містять залишок гліцеролу (гліцерину) і вищих карбонових кислот (більше 10 атомів Карбону), дістали назву **жири**. Загальна формула жирів:



де R', R'', R''' — залишки вищих карбонових кислот.

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 таких вищих карбонових кислот, як пальмітинова  $C_{15}H_{31}COOH$ , маргарінова  $C_{16}H_{33}COOH$ , стеаринова  $C_{17}H_{35}COOH$  та деякі інші.

**Жири рослинного походження**, їх ще називають **оліями**, містять здебільшого залишки ненасичених вищих карбонових кислот, зокрема олеїнової  $C_{17}H_{33}COOH$ , і мають переважно рідкий агрегатний стан (наприклад, соняшникова, кукурудзяна, оливкова олії). Проте існують і тверді жири рослинного походження (пальмова й кокосова олія).

Зверніть увагу, що у формулах пальмітинової, маргарінової і стеаринової кислот містяться одновалентні залишки насичених вуглеводнів (замісники  $-C_{15}H_{31}$ ,  $-C_{16}H_{33}$ ,  $-C_{17}H_{35}$ ), тоді як в олеїновій кислоті наявний одновалентний залишок ненасиченого вуглеводню  $-C_{17}H_{33}$ .

З поширенням жирів у природі та жирами як продуктами харчування ознайомтеся за рисунком 10.



Рис. 10. Жири в природі та харчова продукція з них



**Білки.** Ці складні нітрогеновмісні біополімери входять до складу всіх організмів. Учені дослідили понад 1000 білків, окремі з них вдалося синтезувати. Синтез білка — настільки важлива й складна наукова робота, що вченим, які цим займалися, неодноразово присуджувалася Нобелівська премія (1958, 1962, 1968, 2009 рр.).

Найбільше білків у шкірі, м'язах, хрящах, нігтях, волоссі. Білкову природу також мають: *ферменти* — каталізатори хімічних реакцій в організмах; *гемоглобін* — речовина в складі крові людини і деяких тварин, що забезпечує перенесення кисню; *антитіла* — речовини, що продукуються імунною системою і чинять руйнівну дію на віруси та мікроби, які потрапляють до організму. Високим є вміст білків в ікринках риб і земноводних, яйцях птахів.

▶ Пригадайте з курсу біології особливості розмноження риб, земноводних, птахів та обґрунтуйте необхідність великого вмісту білка в ікринці та яйці.

Мономерами білків є 20  $\alpha$ -амінокислот. Кожен білок характеризується різною кількістю амінокислотних залишків і послідовністю їх сполучення в полімері. «Відповідальними» за синтез білків природа «призначила» нуклеїнові кислоти.

▶ Пригадайте з вивченого на уроках біології, як відбувається синтез білка в клітині.

Склад білків організму людини залежить від статі, віку, кулінарних уподобань та інших чинників.

**Структурні рівні організації речовин.** Загальнонаукові й філософські погляди на єдність матеріального світу, науково-природничу картину світу стали підґрунтям для розгляду органічних речовин за рівнями структурної організації. У хімії такою, що відповідає сучасному стану розвитку науки, є трирівнева структурна організація речовин. Рівні дістали назви: *атомний, молекулярний, полімерний*. Як вам відомо, серед органічних речовин немає простих речовин, а тому органічним сполукам властиві останні два рівні. Крім того, цілісність знань про рівні структурної організації органічних речовин у загальнонауковому і філософському аспектах детермінувала виокремлення ще одного рівня, але вже в біологічній науці. Його назвали *клітинним*.

▶ Пригадайте рівні організації живої природи.

Розглянемо та порівняємо ознаки молекулярного й полімерного рівнів організації органічних речовин.

На молекулярному рівні структурними одиницями речовини є молекули, які мають сталий якісний і кількісний склад і стали відносно молекулярну масу, характеризуються наявністю переважно ковалентних зв'язків. Будова молекул — лінійна, розгалужена, циклічна. На цьому рівні в речовини існують структурні ізомери, вона має певну просторову будову.

На полімерному рівні структурною одиницею речовини є макромолекула. Склад макромолекул змінний, відносна молекулярна маса характеризується середнім значенням (виняток становлять білки й нуклеїнові кислоти). Властивості полімерної речовини залежать: від ступеня полімеризації, а він, як відомо, може перебувати в широких межах; порядку сполучення структурних ланок у макромолекулах; взаємного просторового розміщення замісників відносно головного ланцюга. У речовин полімерного рівня наявні не лише ковалентні, а й міжмолекулярні зв'язки.

Речовини обох рівнів структурної організації мають молекулярні кристалічні ґратки.

**На полімерному рівні організації речовин властивості органічних сполук залежать насамперед від складу структурних ланок і ступеня полімеризації.**

Для більш повної характеристики рівня структурної організації речовин розглядають також їх просторову будову. У просторовій будові речовин полімерного рівня простежуються різні *конформації*.

**Конформації** — геометричні форми, яких можуть набувати молекули органічних сполук під час обертання атомів чи груп атомів (замісників) навколо простих зв'язків зі збереженням хімічної будови, довжини зв'язків і валентних кутів.

Показовими в цьому плані є білки. Ви вже знаєте про первинну, вторинну, третинну й четвертинну структури білкових молекул. Різні конформації ділянок поліпептидних ланцюгів і зв'язки, що виникають між ними, зумовлюють їх просторові форми. Пересвідчитись у цьому допоможе рисунок 11.



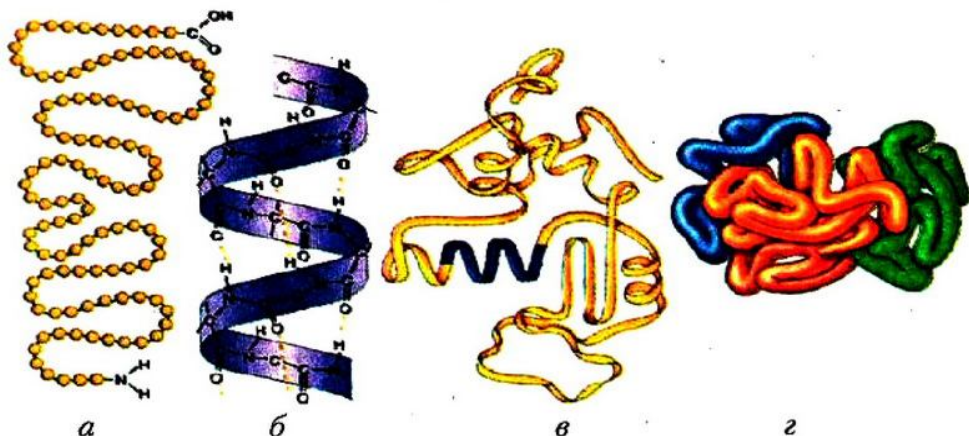


Рис. 11. Структури білкових молекул: а — первинна (ланцюжок із залишків молекул амінокислот); б — вторинна ( $\alpha$ -спіраль); в — третинна; г — четвертинна



Багато з вас п'ють чай із цукром і лимоном. Та, мабуть, не всі знають, що кружальце лимона в чашці солодкого чаю — це не лише смакова добавка, а й каталізатор, що сприяє швидшому гідролізу сахарози й надходженню утворених продуктів у кров.

З вуглеводів людина найбільше споживає сахарозу (цукор). Українці ж здавна майструють вулики, розводять бджіл для того, щоб мати запашний, солодкий за цукор і цілющий мед. І дотепер бджільництво поціноване в Україні. У структурі Національної академії аграрних наук України функціонує Інститут бджільництва імені Т. І. Прокоповича, при якому організовано лабораторію якості продукції, Національний музей бджільництва.

Кожний мед має своєрідний смак, колір, індивідуальний склад речовин — майже 300. Проте основними в складі всіх сортів меду є два вуглеводи — глюкоза та її ізомер — фруктоза. На них припадає в середньому 80 % загальної маси меду (фруктози дещо більше за глюкозу), тоді як сахарози в меду майже 5 %. Уміст води в складі меду змінюється від 15 до 21 %. Із збільшенням кількості глюкози підвищується здатність меду до кристалізації, а фруктоза додає йому солодкості. Мед гігроскопічний, тому його потрібно зберігати закритим.

Глюкоза і фруктоза потрапляють до меду з нектару квіток переважно в готовому вигляді, деякі компоненти цього цілющого продукту утворюються внаслідок хімічних реакцій



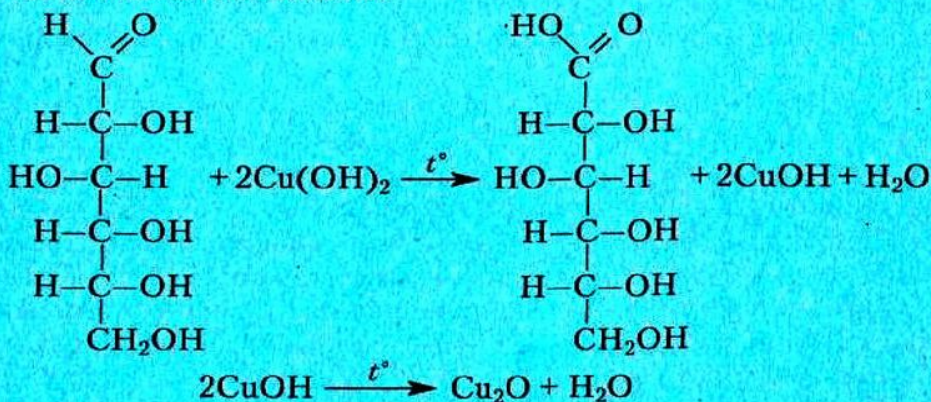
у комірках стільників. До складу меду входять також сполуки, що надають йому неповторного аромату, вітаміни, органічні кислоти та деякі інші речовини. Все це разом робить мед смачним і цілющим.

### Ерудитам на замітку

Аналіз деяких продуктів харчування передбачає визначення наявності в них крохмалю, глюкози, сахарози. Ви також можете провести розпізнавання цих речовин у лабораторних умовах і навіть удома.

Крохмаль виявляють за допомогою розчину йоду. Вміст навіть незначної кількості крохмалю в досліджуваному продукті спричинить посиніння розчину йоду. Цим можна скористатися для того, аби переконатися, що куплена вами сметана не містить крохмалю.

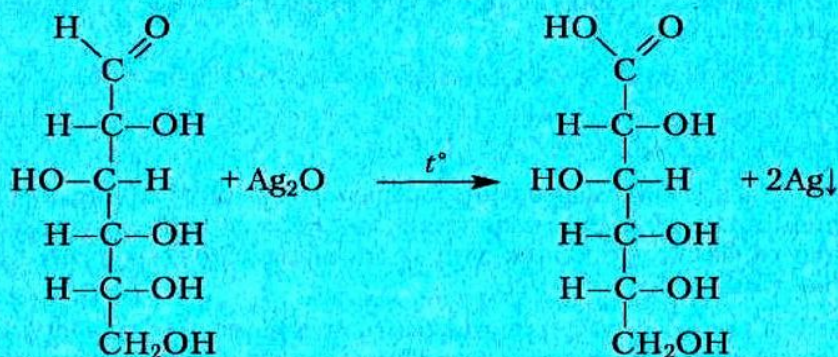
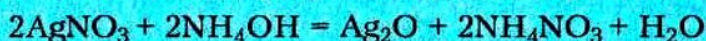
Розчини глюкози й сахарози зовні нічим не відрізняються. Тому розпізнавання можна провести за допомогою купрум(II) гідроксиду за наявності лугу чи за допомогою амоніачного розчину аргентум(I) нітрату  $\text{AgNO}_3$ . Під впливом купрум(II) гідроксиду розчин глюкози набуває інтенсивного синього забарвлення, що *характерно для багатоатомних спиртів*. Під час подальшого нагрівання цього розчину колір поступово змінюється на жовтий, характерний для купрум(I) гідроксиду, а згодом випадає червоно-оранжевий осад купрум(I) оксиду. Альдегідна група глюкози при цьому *окиснюється*, утворюється глюконова кислота:



При нагріванні розчину глюкози з амоніачним розчином аргентум(I) нітрату спостерігається осідання срібла на стінках



колби (рис. 12). Через це реакція дістала назву «реакція срібно-го дзеркала». Описаний процес відображають рівняння реакцій:



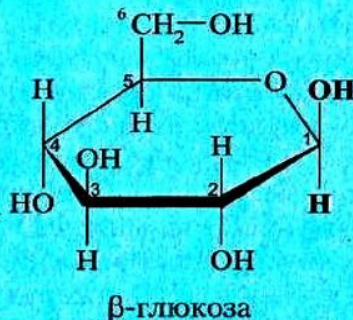
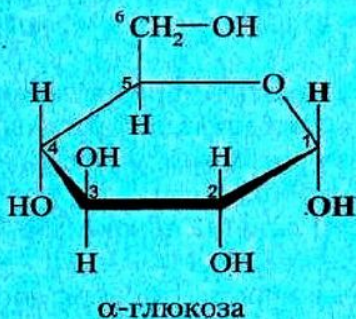
На відміну від глюкози для сахарози ці якісні реакції не характерні.

Поміркуйте, як експериментальним шляхом розпізнати натуральний мед і штучний — одержаний кристалізацією сахарози з додаванням крохмалю.

Молекули глюкози можуть бути як ациклічної (див. с. 34), так і циклічної будови, шестичленний цикл яких утворений з 5 атомів Карбону й 1 атома Оксигену:



Рис. 12. Колба, укрита шаром срібла



Відмінність у цих двох формулах полягає в різному просторовому розміщенні гідроксильної групи —ОН біля першого атома Карбону.





## Перевірте себе

1. Назвіть відомі вам групи органічних сполук, наявні в живій природі.
2. Складіть розповідь про поширення в природі: а) вуглеводів; б) жирів; в) білків.
3. Наведіть відомі вам класифікації вуглеводів, жирів.
4. Поясніть особливості складу і будови молекул: а) вуглеводів; б) жирів; в) білків.
5. На підставі узагальнення вивченого складіть таблицю «Поширення органічних сполук у живій природі», у якій зазначте: назву сполуки, назви природних джерел органічної сполуки, фізичні властивості сполук.
- 6\*. У складі малих груп проведіть пошукову роботу з виконання проекту «Вміст природних органічних сполук у різних тканинах і органах людини».
- 7\*. Як експериментально розпізнати розчини сахарози і глюкози?



## § 5. Жири, білки, вуглеводи як компоненти їжі, їх роль в організмі



### Інформаційна довідка

- Однією з ознак живої природи є *живлення*, завдяки якому організми забезпечують себе речовинами для побудови власного тіла та енергією для життєдіяльності (росту й розвитку, руху, розмноження тощо).
- Постійні витрати організмами речовин і енергії потребують регулярного надходження достатньої кількості вуглеводів, жирів, білків. Унаслідок фотосинтезу рослини самі забезпечують себе органічними речовинами, необхідними для росту й розвитку. На відміну від них тварини і людина переважно більшість органічних речовин отримують з їжею.
- Залежно від джерел надходження органічних речовин як компонентів їжі організми поділяють на *рослиноїдні*, *м'ясоїдні* та *всеїдні*. Людина (як біологічний вид *Homo sapiens*) належить до всеїдних істот.



Такі компоненти їжі, як жири, білки, вуглеводи не включаються в структури тіла людини в спожитому вигляді. З біології вам відомо, що спершу в органах травлення вони зазнають хімічних перетворень, унаслідок яких розщеплюються (гідролізуються) на молекули речовин, з яких колись утворилися.

**Полісахариди і дисахариди гідролізуються на моносахариди, жири — на гліцерол (гліцерин) і карбонові кислоти, білки — на амінокислоти.**

**Жири як компоненти їжі, їх біологічна роль.** Організм людини з продуктами харчування отримує жири як рослинного, так і тваринного походження. Щодо рослинної їжі, то найбільше жирів ми споживаємо у вигляді різних сортів олії, а також із насінням соняшнику чи гарбуза, плодами грецького горіха чи оливок тощо.

Надходження жирів тваринного походження відбувається переважно при споживанні сала, м'яса, риби, твердого сиру, сметани, вершкового масла, молока тощо. Однією з основних біологічних функцій жирів є *енергетична*, адже при окисненні 1 г жиру виділяється вдвічі більше енергії, ніж при окисненні такої самої порції білка. Разом з тим жири виконують й інші функції: *захисну* (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 і води); *структурну* (входять до складу клітинних мембран).

**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.**

**Поняття про незамінні кислоти.** У складі олій та риб'ячого жиру до організму людини надходять залишки *вищих карбонових кислот* (інша назва *жирні кислоти*):

олеїнової  
 $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_7\text{CH}=\text{CH}(\text{CH}_2)_7\text{COOH}$ ,                      або     $\text{C}_{17}\text{H}_{33}\text{COOH}$

лінолевої  
 $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_3(\text{CH}_2\text{CH}=\text{CH})_2(\text{CH}_2)_7\text{COOH}$ ,                      або     $\text{C}_{17}\text{H}_{31}\text{COOH}$

ліноленової  
 $\text{CH}_3(\text{CH}_2\text{CH}=\text{CH})_3(\text{CH}_2)_7\text{COOH}$ ,                      або     $\text{C}_{17}\text{H}_{29}\text{COOH}$

арахідонової  
 $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_4(\text{CH}=\text{CHCH}_2)_4(\text{CH}_2)_2\text{COOH}$ ,                      або     $\text{C}_{19}\text{H}_{31}\text{COOH}$

Вуглеводневі замісники перших трьох складаються з 17 атомів Карбону, але ланцюг олеїнової кислоти містить один подвійний зв'язок, у складі лінолевої кислоти є два подвійні зв'язки, у лінолевої — три ізольовані подвійні зв'язки. Замісник арахідонової кислоти побудований з 19 атомів Карбону і містить чотири ізольовані подвійні зв'язки. Ці кислоти забезпечують здоровий стан шкіри й волосся, виконують регуляторні функції, зокрема нормалізують жировий обмін, допомагають зниженню ваги. При їх гострій нестачі уповільнюється ріст, виникають захворювання шкіри (дерматити).

Жирні кислоти, а також амінокислоти поділяють на замінні й незамінні.

**Замінні** кислоти, наприклад олеїнова  $C_{17}H_{33}COOH$  і пальмітинова  $C_{15}H_{31}COOH$ , можуть утворюватися в організмі людини.

**Незамінними** називають кислоти, які не синтезуються організмом людини, а тому мають надходити до нього з продуктами харчування чи лікарськими препаратами. Так, незамінними для людини жирними кислотами є ліолева  $C_{17}H_{31}COOH$  й арахідонова  $C_{19}H_{31}COOH$  (хоча за певних умов організм може синтезувати її). Цікаво, що у 12 чайних ложках соняшникового насіння міститься добова потреба людини в цій кислоті.

Ви вже з'ясували, що жири тваринного походження та олії відрізняються між собою хімічною будовою молекул (див. § 4).

До складу молекул олій входять переважно залишки ненасичених вищих карбонових кислот (олеїнової, лінолевої, ліноленої, арахідонової),  
до складу молекул твердих жирів тваринного походження — переважно залишки насичених вищих карбонових кислот (пальмітинової, маргаринової, стеаринової).

**ЦП**

Як ви вважаєте, що економічно вигідніше в одержанні жирів — вирощування соняшнику чи вигодовування свиней?

Звісна річ, що вирощування соняшнику потребує значно менших затрат. Тому вчені запропонували спосіб отримувати дешеві тверді жири з олії шляхом її *гідрування* (*гідрогенізації*) — приєднання водню (за участю каталізатора і нагрівання). Покажемо це на прикладі жиру з трьома залишками олеїнової кислоти  $C_{17}H_{33}COOH$  у молекулі:



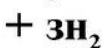


I

f III



триолеат



\*

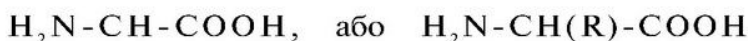


тристеарат

У такий спосіб із залишків ненасичених карбонових кислот утворюються залишки насичених кислот, рідкий жир перетворюється на твердий.

Одержана тверда маса дістала назву *саломас*. З неї виготовляють маргарини, спреди (суміші молочних і рослинних жирів), додаючи різні поживні речовини, барвники, ароматизатори та інші харчові добавки.

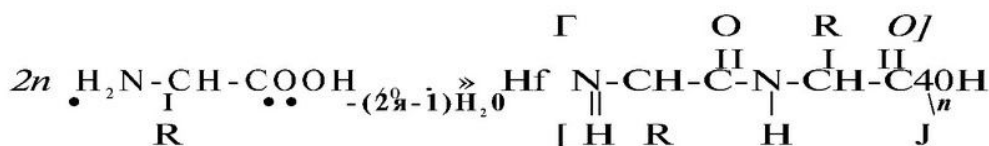
**Білки як компоненти їжі.** Вам уже відомо, що амінокислоти, у молекулах яких аміногрупа  $-\text{NH}_2$  і карбоксильна група  $-\text{COOH}$  розміщені біля одного атома Карбону (α-амінокислоти), є мономерами природних біополімерів — білків. Їх загальна формула:



R

Пригадайте з курсу біології 10 класу, які амінокислоти є мономерами білкових молекул.

Відомо понад 100 амінокислот, однак до складу білкових молекул входять залишки лише 20 α-амінокислот, сполучених *пептидним зв'язком*:



Зелені рослини й чимало бактерій здатні синтезувати амінокислоти. У тварин і людини ця здатність обмежена. Забезпечення їхніх організмів білками й амінокислотами відбувається при споживанні корму та їжі. Для людини багатими на білки продуктами харчування є риба, м'ясо, яйця, ікра, хліб, молоко. Якщо вміст білків у їжі

перевищує добову потребу в них людини, то це не шкодить організмові, оскільки надлишок амінокислот використовується ним як джерело енергії.

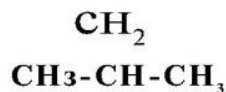
Подібно до жирних кислот, серед амінокислот розрізняють замінні й незамінні. Замінні кислоти організм людини синтезує сам за наявності надлишку інших ос-амінокислот, а незамінні має отримувати з їжею. Для людини незамінними є такі амінокислоти (ознайомтеся з ними, формули запам'ятовувати необов'язково):

валін  $\text{H}_2\text{N}-\text{CH}-\text{COOH}$



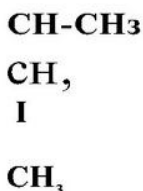
лейцин

$\text{H}_2\text{N}-\text{CH}-\text{COOH}$



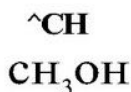
ізолейцин

$\text{VD}-\text{CH}-\text{COOH}$

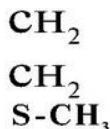


треонін

$\text{H}_2\text{N}-\text{CH}-\text{COOH}$

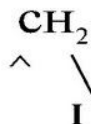


метіонін  $\text{H}_2\text{N}-\text{CH}-\text{COOH}$



фенілаланін

$\text{H}_2\text{N}-\text{CH}-\text{COOH}$

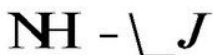


триптофан  $\text{HjN}-\text{CH}-\text{COOH}$

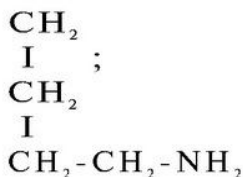


гістидин

$\text{H}_2\text{N}-\text{CH}-\text{COOH}$

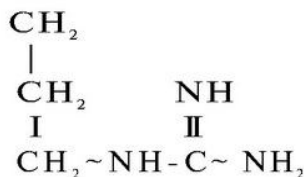


лізин  $\text{H}_2\text{N}-\text{CH}-\text{COOH}$



аргінін

$\text{H}_2\text{N}-\text{CH}-\text{COOH}$





Аргінін віднесено до незамінних амінокислот тому, що організм новонароджених дітей та дітей раннього віку неспроможний синтезувати добову норму аргініну. З віком перелік незамінних кислот дещо змінюється, і в людей похилого віку він менший.

Якщо раціон людини багатий такими продуктами харчування, як м'ясо, яйця, молоко, сир (рис. 13), то підстав хвилюватися стосовно амінокислотного дисбалансу немає. Пояснюється це тим, що більшість білків тваринного походження мають подібний до білків людини амінокислотний склад. Білки ж рослинного походження бідніші на незамінні амінокислоти, ніж тваринні. Найбільший уміст білків у зернівках злакових, особливо пшениці, плодах бобових культур (соя, горох, квасоля).

Рис. 13. *Продукти з високим умістом білків*

**Функції білків.** Порівняно з усіма іншими органічними сполуками біологічна роль білків найрізноманітніша. Про їх *енергетичну* функцію вже згадувалося. У разі використання білків як джерела енергії вони розкладаються на продукти, що виводяться з організму з потом і сечею. Це амоніак  $\text{NH}_3$  і карбамід (або сечовина)  $(\text{NH}_2)_2\text{CO}$  — основний кінцевий продукт розпаду білків в організмі людини.

Водночас важливішою за енергетичну є *будівельна*, або *структурна*, функція білкових молекул. Вона полягає в тому, що з молекул білків побудовані клітинні мембрани, білки входять до складу майже всіх клітинних структур, а також це основні речовини м'язів.

Білкову природу мають хрящі, сухожилля, нігті, кігті, пір'я, волосся.

*Захисна функція* білків відзначається різноманітністю. Білки шкірних покривів захищають організм зовні. Білки із загальною назвою *інуоглобуліни* знешкоджують хвороботворні бактерії та віруси всередині організму. Білкові сполуки крові здатні захистити організм від її втрати при неглибоких порізах.

Пригадайте механізм зсідання крові. Яка роль у ньому належить білкам?

Ще одна функція білків — *ферментативна*, або *каталітична*. В організмі тварин і людини за лічені секунди злагоджено й з великою швидкістю відбуваються найскладніші реакції, на яких ґрунтується обмін речовин та енергії. Унікальним є те, що для їх перебігу достатньо температури  $+36-38\text{ }^{\circ}\text{C}$  та нормального атмосферного тиску. Все це відбувається завдяки наявності та ефективному впливу на хімічні перетворення в клітинах майже 2 тисяч видів ферментів.

**Ферменти** — каталізатори білкової природи, що в мільйони і мільярди разів прискорюють хімічні реакції у живих системах (неорганічні каталізатори збільшують швидкість хімічних реакцій у сотні і тисячі разів).

За участю ферментів відбуваються практично всі біохімічні процеси в клітині.

Пригадайте визначення каталізаторів, наведіть відомі вам приклади каталітичних реакцій у неорганічній і органічній хімії.

Білки м'язів наділені *скорочувальною*, або *руховою*, функцією, завдяки якій клітина, тканина чи увесь організм можуть рухатись, змінювати форму.

*Запасна функція* білків виразно простежується на прикладі ендосперму насіння рослин, яйцеклітин риб, земноводних, птахів. Ця функція особливо важлива на початкових етапах розвитку нового організму.

Отже, перелік біологічних функцій білків достатньо великий і може бути продовжений.

**Вуглеводи як компоненти їжі та їх роль в організмі.** На відміну від жирів і білків, що надходять в організм людини як з рослинною, так і з тваринною їжею, вуглеводи (моносахариди, дисахариди, полісахариди) — це компоненти переважно рослинної їжі. Їх



уміст становить понад 80 % сухої речовини, тоді як їжа тваринного походження містить лише 2 % вуглеводів. Головна функція вуглеводів — *енергетична*. Майже 70 % енергії, що виробляється в організмі людини, є продуктом обміну вуглеводів.

Вуглеводи — основний енергетичний матеріал клітин.

У травній системі відбувається гідроліз вуглеводів з утворенням моносахаридів, які кров постачає клітинам, де внаслідок окиснення виділяється енергія, утворюються вуглекислий газ і вода.

Добова потреба людини в білках, жирах і вуглеводах залежить від віку, способу життя, професії, стану здоров'я тощо. Та за будь-яких умов споживання вуглеводів у 4-5 разів перевищує споживання жирів і білків.

Більшу частину добової норми вуглеводів організм людини отримує з рослинної їжі 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 є обов'язковим для нормалізації роботи кишечника, виведення з організму шкідливих речовин тощо. Основне джерело клітковини для організму людини — фрукти й овочі. Крім того, на клітковину багаті висівки, з яких спеціально для збільшення надходження клітковини в організм людини випікають висівковий хліб.

**Значення органічних речовин для розв'язання сировинних проблем.** Природні органічні сполуки — не лише корисні компоненти їжі, окремі з них використовуються також як сировина в різних виробництвах. Це стосується передусім деревини, що на 50 % складається з целюлози і є цінним будівельним матеріалом, сировиною целюлозно-паперової промисловості, виробництва штучних (ацетатне, віскозне) волокон. Крохмаль, а також цукор у промислових масштабах використовують для виробництва медичного спирту, а целюлозу — спирту технічного призначення. Окремі види клею мають білкове походження. Етанол як розчинник і знезаражувальний засіб, крохмаль як наповнювач пігулок, вата, глюкоза та інші речовини і вироби з них набули широкого застосування у фармацевтичній промисловості. На основі багатьох природних органічних сполук виготовляють косметичну продукцію.



У 9 класі ви ознайомилися з поняттям *денатурації* білків — руйнування їх природної просторової структури (вторинної, третинної, четвертинної, але зі збереженням первинної). Термічну денатурацію білків господарки здійснюють майже щодня, готуючи страви з м'яса чи яєць тощо.

Білки курячого яйця легко гідролізуються й швидко всмоктуються в кров, тамуючи відчуття голоду. Завдяки денатурації білків при відварюванні яєць прискорюється їх розпад у шлунково-кишковому тракті. Дієтологи радять вживати некруті яйця.

Денатурація білків дуже рідко буває оборотною. На щастя, цей випадок має місце при такому захворюванні, як струс мозку. Для того щоб результат лікування був позитивним, потрібно неухильно дотримуватися рекомендацій лікаря.

### Ерудитам на замітку

Останнім часом на продуктах харчування зарясніли такі написи: «Не містить ГМО», «Без ГМО» (рис. 14). Що вони означають?

Проблема забезпечення людей достатньою кількістю продуктів харчування в наші дні досить актуальна. Один із способів її вирішення запропонувала *генна інженерія*. Він полягає в тому, що на генному рівні змінюють генетичний матеріал (ДНК), унаслідок чого організм набуває нових якостей. Ни-



Рис. 14. Маркування продукції, що не містить генетично модифікованих організмів

ні вдалося модифікувати понад 60 видів рослин. Наприклад, виведено сорти картоплі, яку не їдять колорадські жуки, зернові культури, які не їдять комахи, стійкі до засобів боротьби з шкідниками й бур'янами. В окремих випадках зміни на генному рівні прискорюють ріст рослин, дозрівання плодів тощо.

Детальніше з досягненнями генної інженерії ознайомтеся за таблицею 4.



**Генетично модифіковані культури (ГМК), їх властивості та використання**

ГМК	Набуті властивості	Використання
<b>Соя</b> 	Стійкість до шкідників, гербіцидів, посухостійкість	Білок використовують у виготовленні м'ясних і рибних консервів, напівфабрикатів, молочних продуктів (зокрема, у дитячому харчуванні), кондитерських виробів. Порошок сої додають у ковбасу
<b>Картопля</b> 	Стійкість до шкідників, висока врожайність	Крохмаль додають у чіпси, пюре швидкого приготування
<b>Кукурудза</b> 	Стійкість до гербіцидів, шкідників, посухостійкість	Борошно входить до складу хліба, макаронів; крохмаль додають у м'ясні й рибні консерви, напівфабрикати, соуси (кетчуп, майонез), кондитерські вироби
<b>Томати</b> 	Стійкість до грибкових захворювань, патогенних бактерій, шкідників, морозо- і посухостійкість. Мають бездоганний вигляд, довго зберігаються	Плоди споживають у їжу, а також переробляють на пасту, яку використовують у виготовленні кетчупів, піци, соусів, соків
<b>Пшениця</b> 	Стійкість до гербіцидів, грибкових захворювань, посухостійкість	Борошно використовують у виготовленні хлібобулочних і кондитерських виробів, із зерна варять пшеничне пиво

ГМК	і Набуті властивості	Використання
Яблука	J Стійкість до гриб- j кових захворювань, : бактерій, шкідників	[Плоди споживають у їжу. і Пюре використовують для I виготовлення соків, напоїв, l солодоців (мармелад, ! джеми)
i,,		

Досягнення генної інженерії викликають не тільки захоп- I  
 лення, а й занепокоєння. Адже результати досліджень, які б гарантували, що споживання ГМО не матиме негативних наслідків для людини та її нащадків, відсутні з тієї простої причини, що достовірними будуть лише результати в третьому поколінні, тобто приблизно через 70-75 років. Тому існують побоювання, |  
 що генетично модифіковані продукти можуть спричинити зміни генотипу людини, а це дуже небезпечно. І доти, доки не буде достовірного спростування чи підтвердження впливу ГМО на генотип людини, проблема залишається невирішеною. Задля  
 h послаблення суспільного напруження, спричиненого появою в Україні генетично модифікованих продуктів, з 1 липня 2009 р. набула чинності постанова Кабінету Міністрів України «Про застосування порядку етикетування харчових продуктів, які |  
 містять ГМО або вироблені з їх використанням та введені в обіг», а з 9 листопада 2010 р. — «Про затвердження переліку харчових продуктів, у яких здійснюється контроль генетично модифікованих організмів (ГМО)».

Медики радять не хтувати власним здоров'ям й уникати продуктів з маркуванням «Містить ГМО», надавати перевагу продуктам, вирощеним на власному городі. |H

## / Перевірте себе

- У і. Наведіть приклади продуктів із найбільшим умістом: а) білків; б) жирів; в) вуглеводів.

2. Установіть відповідність між компонентом їжі та продуктом із високим його вмістом

1 крохмаль	А виноград
2 глюкоза	Б соняшникове насіння
3 олія	В картопля
4 білок	Г сало
	Д куряче яйце



3. Укажіть продукти гідролізу крохмалю

## А амінокислоти

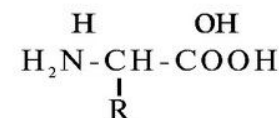
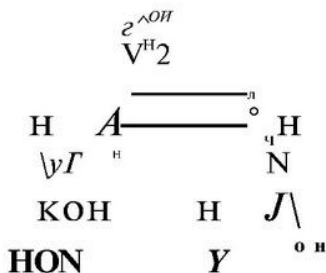
Б фруктоза і глюкоза

В декстрини і глюкоза

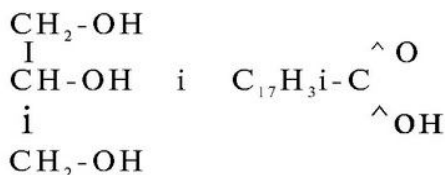
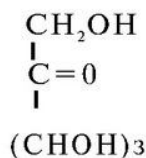
## Гліцерол і карбонові кислоти

4. Укажіть і назвіть продукти гідролізу білків

A



B

 $\Gamma$ 

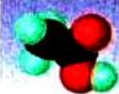
5. Які кислоти називають *незамінними*? Поясніть походження цієї назви.

6. Дайте визначення ферментів, охарактеризуйте їх значення в організмі.

7\*. Виконайте груповий проект із дослідження конкретної рослини чи родини рослин як джерела одного з компонентів їжі. За результатами дослідження підготуйте презентацію, у якій відобразить морфологію рослини (родини), хімічний склад і вміст поживної речовини (речовин), біологічну роль, технологію вирощування чи збирання, основні способи переробки й використання.

8\*. Організуйте і проведіть диспут на тему «Вегетаріанство — небезпечне захоплення чи чудодійна панацея?».

© Енергетична цінність печінки великої рогатої худоби — 53 ккал на 100 г продукту, енергетична цінність свинини — 268 ккал на 100 г продукту. Скільки печінки треба спожити, аби забезпечити організм такою самою кількістю енергії, що й при споживанні 50 г свинини?



## § 6. Вітаміни як компоненти їжі, їх біологічна роль. Харчові добавки, Е-числа

**Поняття про вітаміни.** Нині ні в кого не викликає сумніву твердження про те, що вітаміни необхідні для життєдіяльності людини і тварин.

**Вітаміни** — низькомолекулярні органічні сполуки різних класів, які в невеликих кількостях, але неодмінно потрібні для забезпечення нормальної життєдіяльності організмів.

Виокремлення вітамінів як групи речовин відбулося не за подібністю будови й хімічних властивостей сполук, а за їх спільним значенням у живій природі — за *біологічною роллю*.

Ще півтора 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, були відомі.

Пригадайте з біології причини й симптоми цих захворювань.

Вивченням складу і властивостей вітамінів займався російський лікар М. І. Лунін. Учений експериментально довів, що для нормального функціонування організмів тварин і людини, крім органічних сполук білків, жирів і вуглеводів, необхідні й інші, невідомі на той час компоненти їжі. Після відкриття їх назвали *вітамінами* (від латин. *vita* — життя). Нині вченим вдалося отримати вітаміни в чистому вигляді, дослідити їх будову й властивості, завдяки чому з'явилася можливість синтезувати вітаміни за межами живого організму, тобто налагодити промислове виробництво.

До вітамінів належать понад 20 органічних речовин природного походження, чимало їх аналогів синтезовано хімічним шляхом. Вітаміни, окрім назви, мають умовні позначення великими літерами латинського алфавіту.

З позначеннями, назвами вітамінів і середньою добовою потребою дорослої людини в них ознайомтеся за таблицею 5.

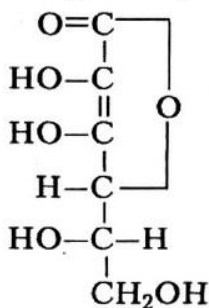
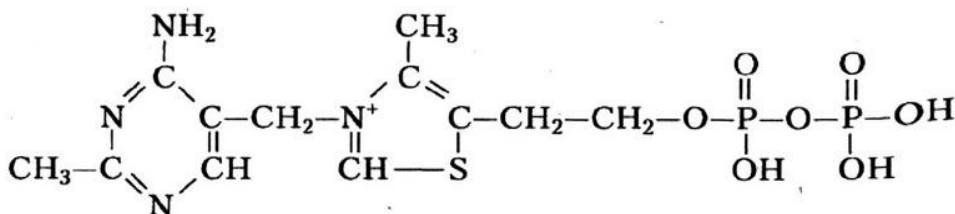


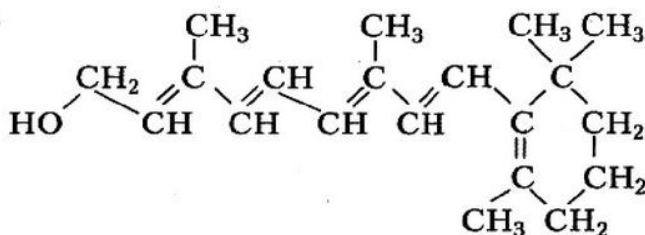
## Вітаміни та потреба в них дорослого організму

Позначення	Назва	Середня добова норма
C	Аскорбінова кислота	100–200 мг (лікувальна доза до 2 г)
B <sub>1</sub>	Тіамін	1,1–1,5 мг
B <sub>2</sub>	Рибофлавін	1–3 мг
B <sub>6</sub>	Піридоксин	2–2,2 мг
B <sub>12</sub>	Ціанкобаламін	3 мкг
PP	Ніацин, нікотинова кислота	20–25 мг
H	Біотин	150–200 мкг
K	Нафтохінони	0,5 мг
A	Ретинол	1 мг
D	Кальциферол	10–25 мкг
E	Токоферол	10 мг

З наведених для ознайомлення (не для запам'ятовування) формул бачимо, що вітаміни мають досить різноманітну хімічну будову:

вітамін C

вітамін B<sub>1</sub>



Склад вітамінів характеризується обов'язковою наявністю атомів Карбону, Гідрогену, Оксигену й Нітрогену. Проте існують вітаміни, якісний склад яких доповнений атомами інших хімічних елементів.

За здатністю розчинятися у воді вітаміни поділяють на *водорозчинні* (наприклад, С, РР, В<sub>1</sub>, В<sub>2</sub>) і *жиророзчинні* (наприклад, А, Е, К, D). Водорозчинні вітаміни не накопичуються в організмі людини, тому мають надходити постійно. Для засвоєння жиророзчинних вітамінів вітаміноносні страви приправляють жирами.

**Вітаміни і здоров'я людини.** Потреба у вітамінах кожної людини індивідуальна й залежить від віку, стану здоров'я і навіть пори року. Найбільше організм людини потерпає від нестачі двох вітамінів — С і В<sub>1</sub>.

У тому, що вітаміни потрібні в дуже малій кількості, переконує таке порівняння: якщо зібрати разом усі вітаміни, що становлять добову норму людини, то вони матимуть розмір, менший за насінину проса. Проте для здоров'я людини важлива не маса, а біологічна роль вітамінів.

Організм людини дуже чутливий до вмісту в ньому кожного з вітамінів, і йому однаково небезпечні як нестача, так і надлишок вітамінів. За нестачі розвивається захворювання на *гіповітаміноз*, у разі надлишку — на *гіпервітаміноз*. Стан, коли вітаміни в організмі відсутні, називають *авітамінозом*. Організм людини так улаштований, 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 містить не лише комплекс вітамінів, а й неорганічні компоненти (мікроелементи). Та перед тим, як скористатися виготовленими синтетичним способом вітамінами, з'ясуйте, наскільки збалансованим по кожному з компонентів їжі є ваше харчування, які продукти переважають у ньому — рафіновані чи нерафіновані, ті, що пройшли теплову обробку чи ні, бідні чи багаті на вітаміни. Якщо ваша їжа є різноманітною і повноцінною, то й хвилюватися про нестачу вітамінів не потрібно.

Організм людини отримує вітаміни з рослинними й тваринними компонентами їжі. Під час приготування і споживання страв



треба пам'ятати, що недотримання правил зберігання продуктів харчування, порушення технології кулінарної обробки зменшують уміст біологічно активних речовин, особливо вітамінів.

**Біологічна роль вітамінів.** Вітаміни регулюють в організмі обмін речовин через систему ферментів, комплексно діючи з ними. І нестача навіть одного вітаміну є небезпечною, бо порушуються обмінні процеси, унаслідок чого розвиваються різного роду захворювання.

**Вітаміни** — необхідний компонент складного процесу обміну речовин. Їх нестача позначається на самопочутті людини, працездатності, стійкості проти різних захворювань.

З біологічною роллю окремих вітамінів ви ознайомилися з курсу біології. Пригадаємо та розглянемо джерела надходження вітамінів до організму людини, скориставшись рисунком 15.

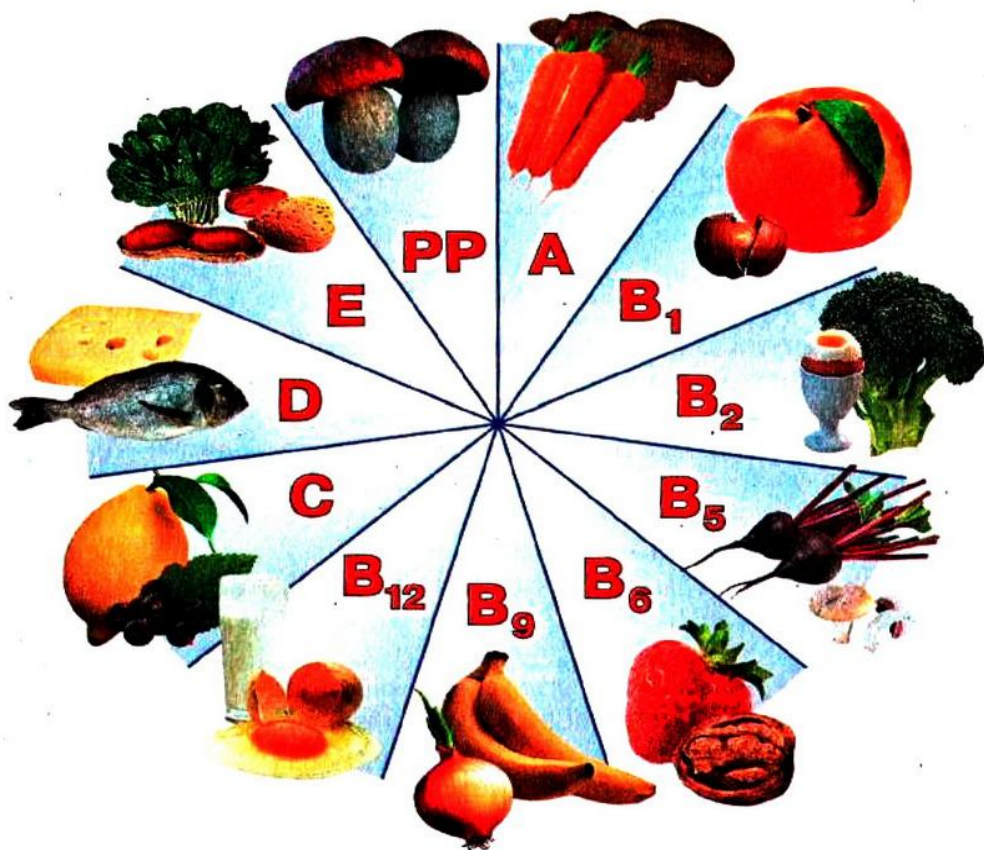


Рис. 15. Джерела надходження вітамінів до організму людини

**Вітамін С** (аскорбінова кислота) підвищує захисні сили організму, поліпшує еластичність судин, робить організм стійким проти захворювань дихальних шляхів, стимулює діяльність ендокринної й центральної нервової систем, сприяє кращому засвоєнню йонів Феруму та нормальному кровотворенню.

Нестача вітаміну С проявляється втому, кровоточивістю ясен, зниженням опірності організму інфекціям. У разі 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) впливає на ріст людини, поліпшує стан шкіри, посилює опірність організму інфекціям. При нестачі вітаміну погіршується зір, що може призвести до захворювання на курячу сліпоту, розвивається сухість шкіри, організм втрачає масу.

На відміну від вітаміну С, якого найбільше в рослинній їжі, джерелами вітаміну А є тваринні продукти — риб'ячий жир, жири молока, вершкове масло, сир, яйця, печінка тощо. У рослинах міститься *каротин*, який при надходженні до організму людини за наявності жирів перетворюється на вітамін А, тобто є провітаміном.

На каротин багаті морква, червоний перець, абрикоси, гарбузи тощо.

**Речовини їжі, що в організмі людини перетворюються на вітаміни, дістали назву провітаміни.**

**Вітаміни групи В** відповідають за вироблення енергії в організмі. Вони поліпшують пам'ять, зменшують болі при радикулітах, невритах, захворюваннях органів травлення.

**Вітамін В<sub>1</sub>** (тіамін) позитивно впливає на м'язи й нервову систему, утворює комплекси з ферментами, що регулюють обмін вуглеводів та амінокислот. Він міститься переважно в рослинах (зернах пшениці, гречки, проса, вівса), горіхах, абрикосах, шипшині, капусті. Багатий вітаміном В<sub>1</sub> пшеничний хліб грубого помолу. Тіамін є також у молоці, м'ясі, яєчному жовтку, дріжджах.

**Вітамін В<sub>2</sub>** (рибофлавін) впливає на ріст і відновлення клітин, бере участь у процесах окиснення в тканинах тіла людини, підтримує нормальне функціонування органів зору.

Природними джерелами вітаміну В<sub>2</sub> є печінка, молоко, яйця, дріжджі, а також зернобобові рослини, шипшина, абрикоси, капуста, помідори.



**Вітамін В<sub>9</sub>** (фолієва кислота) бере участь у процесах кровотворення, а також у синтезі нуклеїнових кислот. Найбільше його в зелені й овочах — петрушці, квасолі, шпинаті, салаті, а також у печінці, нирках, хлібі, цибулі, бананах, сирі.

**Вітамін D** (кальциферол) регулює фосфорно-кальцієвий обмін в організмі. Він забезпечує всмоктування йонів Кальцію в кишечнику й транспортування їх до кісткової тканини. У разі нестачі цього вітаміну порушується сольовий обмін, у кістках недостатньо відкладаються сполуки Кальцію, у дітей виникає захворювання на рахіт.

Найбагатшими 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 важливий він для людей, які зазнають великих фізичних навантажень.

Джерело вітаміну E — переважно рослини. Найбільше його в нерафінованій олії, особливо в соняшниковій, горіхах, пророслих зернах пшениці й жита, помідорах, петрушці, шпинаті, плодах шипшини. У невеликій кількості вітамін E міститься в м'ясі, жирі, молоці, печінці.

**Вітамін PP** (ніацин, або нікотинова кислота) задіяний у клітинному диханні й обміні білків, регулює вищу нервову діяльність, роботу органів травлення. Джерелами вітаміну PP є м'ясні продукти, особливо печінка й нирки, яйця, молоко, а також гриби, вироби з борошна грубого помолу, крупи (особливо гречана). Уміст його в овочах незначний.

Самостійно підготуйте інформацію про біологічну роль, вітаміноносні джерела та значення інших вітамінів.

Вітаміни разом із білками, жирами, вуглеводами й неорганічними компонентами їжі забезпечують ріст і розвиток організмів. 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.

**Харчові добавки, Е-числа.** Вам добре відоме застосування кухонної солі, оцту, соди, цукру, лимонної кислоти. Їх у невеликій кількості неодмінно додають до продуктів харчування задля поліпшення смаку, подовження терміну зберігання тощо. Звідси й назва *харчові добавки*.

**Харчові добавки** — це речовини, які додають у продукти, щоб подовжити термін їх придатності (уникнути швидкого псування), змінити колір, консистенцію тощо. В Європі для таких речовин розроблена система кодифікації з присвоєнням буквених кодів — *Е-чисел*.

Нумерацію харчових добавок розпочинають із числа 100. Серії «Е» від 100 до 199 — це барвники, від 200 до 299 — консерванти, від 300 до 399 — антиоксиданти. Далі йдуть згущувачі, емульгатори, підсилювачі смаку й аромату, піногасники. Така класифікація є умовною, оскільки одна й та сама речовина може бути, скажімо, і консервантом, і антиоксидантом одночасно (наприклад, натрій сульфат Е221). Переліки харчових добавок, придатних до використання, затверджують відповідними державними постановами.

Багато харчових добавок мають природне походження. Наприклад, Е330 — лимонна кислота, високий уміст якої є в плодах цитрусових рослин. У томатах, моркві міститься Е160а — каротин або провітамін А, Е101 — уже відомий вам як вітамін В<sub>2</sub> (рибофлавін). Класифікація харчових добавок та їх функції наведені в таблиці 6.

Таблиця 6

**Е-числа, класифікація та функції харчових добавок**

Е-числа	Класифікація	Функції
Е100–Е199	Барвники	Підсилюють чи відновлюють колір продукту
Е200–Е299	Консерванти	Збільшують тривалість зберігання продуктів, захищають їх від мікробів, грибків, бактеріофагів
Е300–Е399	Антиоксиданти	Захищають від окиснення, наприклад від згіркнення жирів і зміни кольору
Е400–Е499	Стабілізатори	Зберігають задану консистенцію. Згущувачі. Підвищують в'язкість
Е500–Е599	Емульгатори	Створюють однорідну суміш продуктів, що не змішуються, наприклад води й олії
Е600–Е699	Підсилювачі смаку й аромату	Посилюють смак і аромат
Е900–Е999	Піногасники	Запобігають утворенню піни чи знижують її рівень



Сирокопчені ковбаси, вироби з вареного м'яса, згущене молоко, сири, ікра зерниста, креми, джеми, повидло, маргарин, майонез, безалкогольні напої, печиво, соки — це лише маленька частка нескінченно довгого переліку продуктів, у виготовленні яких застосовують харчові добавки (рис. 16).



Рис. 16. Продукти, що містять харчові добавки

Окрім позитивних наслідків застосування харчових добавок, спостерігаються й побічні негативні ефекти від їх уживання людиною — схильність до утворення ракових пухлин, захворювання травної системи, нирок, висипи на шкірі тощо. Тому після доведення шкідливої дії деяких харчових добавок ухвалюється рішення про заборону їх використання. Особливу небезпеку становить нехтування граничнодопустимим умістом добавок у продуктах.



## Досліджуємо речовини та їх властивості

**Лабораторний дослід 2. Ознайомлення зі змістом етикеток харчових продуктів.**

**Завдання 1.** Прочитайте текст етикеток харчових продуктів і з'ясуйте:

а) склад; б) харчову цінність; в) використання добавок (якщо вони є, то як називаються і які мають Е-числа); г) термін зберігання.

**Завдання 2.** Скориставшись таблицею 6 підручника (с. 62) та додатковою інтернет-інформацією, укладіть перелік позначень і назв не менше п'яти харчових добавок у складі наявних у вас удома продуктів. З'ясуйте, яку функцію виконує кожна з них, до яких негативних наслідків може призвести надмірне вживання продуктів із такими добавками.

Результати дослідження оформіть у робочих зошитах у вигляді таблиці.

**Результати дослідження складу харчових продуктів  
(за змістом етикеток)**

Харчовий продукт	Вміст основних компонентів			Харчова цінність	Термін зберігання	Вміст харчових добавок			
	білків	жирів	вуглеводів			назва	код	функція	наслідки надмірного споживання

Зробіть висновок щодо придатності досліджених продуктів до використання.



Жінки, котрі користуються косметикою, щоденно наносять на обличчя понад 100 хімічних сполук. Варто зазначити, що лише в помаді їх майже 30, не менше і в туші для вій. Тож варто замислитися над порадами косметологів щодо приготування вітамінних масок та живлення ними шкіри обличчя і рук,



аби нейтралізувати чи принаймні зменшити небажаний вплив синтетичних косметичних засобів на шкіру, підживити її речовинами природного походження.

Вітамінні маски можна робити з будь-яких фруктів і овочів, змішуючи їх сік чи подрібнену масу з висівками, пшеничним борошном, олією, медом, сметаною, яєчним жовтком тощо.

Дізнайтеся більше про приготування й використання вітамінних масок з інших інформаційних джерел. Скористайтесь на практиці здобутою інформацією та поділіться нею з представниками вашого найближчого оточення.

### Ерудитам на замітку

В Україні досить поширеною дикорослою рослиною є шипшина (рис. 17).

Щоденне вживання відвару із плодів шипшини (усього лише 1 г сухих плодів на склянку води) дає змогу обійтися без полівітамінних пігулок. Адже серед дикорослих рослин у її плодах найвищий вміст вітаміну С, а також достатньо вітамінів В<sub>1</sub>, В<sub>2</sub>, Е, Р, каротину, вуглеводів, дубильних речовин, органічних кислот. Шипшина — цінний постачальник йонів Калію, Феруму, Мангану, сполук Фосфору. Із молодих пагонів, квітів, плодів, листя шипшини можна готувати вітамінні чаї, сиропи (рис. 18). Вони тонізують та укріплюють організм, стимулюють роботу залоз внутрішньої секреції, нормалізують обмін речовин, сприяють кровотворним і протизапальним процесам, а отже, підвищують захисні сили організму.



Рис. 17. Шипшина — чемпіон серед дикорослих рослин за вмістом вітамінів



Рис. 18. Вітамінна продукція з шипшини



## Перевірте себе

1. Сформулюйте визначення вітамінів, наведіть їх класифікацію та приклади.
2. Обґрунтуйте біологічну роль вітамінів, підтвердіть прикладами.
3. Прокоментуйте вислів академіка В. О. Енгельгардта: «Вітаміни проявляють себе не своєю присутністю, а своєю відсутністю».
4. Наведіть приклади вітаміноносної їжі рослинного й тваринного походження.
5. Дайте визначення харчових добавок, поясніть, з якою метою їх використовують, висловіть власне судження про їх безпечність для організму людини.
- 6\*. Зазначте якісний склад, види хімічних зв'язків, будову карбонового ланцюга, функціональні групи вітамінів С, В<sub>1</sub>, А, формули яких наведено в тексті параграфа (див. с. 57–58).
- 7\*. У малих групах проведіть пошукову роботу з підготовки пам'ятки на тему «Як можна максимально зберегти в продуктах харчування вітаміни та забезпечити ними свій організм».



## § 7. Органічні сполуки і здоров'я людини. Поняття про синтетичні лікарські препарати



### Інформаційна довідка

• **Здоров'я** — стан організму людини, при якому відсутні хвороби і фізичні дефекти, а організм у цілому і кожен орган зокрема повноцінно виконують свої функції. Здоровий організм здатний пристосовуватися до дії різноманітних чинників, зберігаючи стабільність показників життєдіяльності.

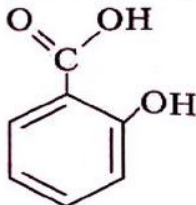
• **Організм людини** — це відкрита динамічна система, у якій здоров'я не є чимось статичним, тобто раз і назавжди даним. Під впливом різних чинників воно варіює в широких межах — від абсолютного здоров'я до хворобливих станів.

• **Ятрохімія** — напрям у науці XVI і XVII ст., який полягав у пошуку шляхів використання досягнень хімії в медицині. Головне завдання ятрохімії вбачалося в розробці ліків.

• **Фармакологія** — медико-біологічна наука про лікарські препарати та їх дію на організм.



• **Саліцилова (2-оксибензоатна) кислота** — ароматична гідроксикарбонова кислота, тобто сполука, молекула якої містить бензенове ядро і дві різні функціональні групи — гідроксильну й карбоксильну:



**Вплив органічних сполук на здоров'я людини.** Вивчаючи основи здоров'я, ви усвідомили, що найбільшою цінністю людини є її власне здоров'я, ознайомилися з чинниками впливу на здоров'я, зрозуміли, що людина може як підтримувати власне здоров'я, так і завдавати йому шкоди. На основі матеріалу попередніх параграфів ви мали змогу зробити висновок про те, наскільки важливими для здоров'я людини є органічні компоненти їжі. Вони потрібні для відновлення тканин, функціонування клітин, забезпечення обміну речовин та енергії. Інакше кажучи, їх біологічна роль — яскраве цьому свідчення. Відтак для людини постає риторичне питання: «Жити, щоб їсти, чи їсти, щоб жити?» Лікарі, дієтологи, багатовіковий досвід існування людського суспільства допомагають легко знайти правильну відповідь. Оскільки їжа є джерелом життєво необхідних речовин, харчування має бути таким, щоб спожитих жирів, білків і вуглеводів вистачало для повноцінного функціонування організму. Переїдання не менш шкідливе, ніж недоїдання чи голодування, а ожиріння є серйозним захворюванням.

Від органічних речовин як компонентів їжі залежать: тривалість життя, фізична й розумова працездатність людини, самопочуття, а також народження здорових дітей. Тому кожному потрібно підібрати збалансоване за вмістом органічних речовин харчування й дотримуватися його.

Своєрідну «формулу» збалансованого харчування передає схема, зображена на рисунку 19.

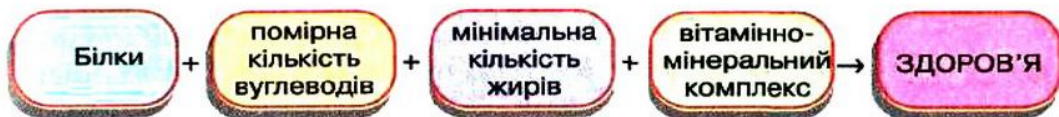


Рис. 19. Схема збалансованого харчування

Пригадайте, як у 9 класі на уроках біології ви розраховували норму добового індивідуального харчування з урахуванням енергетичної цінності компонентів їжі. Здійсніть такий розрахунок згідно з енергетичними витратами вашого організму.

Правильне харчування в сукупності зі здоровим способом життя забезпечують організму активне й повноцінне функціонування впродовж багатьох років. Доречно наголосити на думці вчених, що організм людини запрограмований на середню тривалість життя 120 років. Однак людина свідомими чи несвідомими вчинками значно скорочує її.

**Поняття про синтетичні лікарські препарати.** У разі захворювання досить часто людина не покладається на сили власного організму, а вдається до використання лікарських препаратів.

**Лікарські препарати (лікарські засоби, ліки) — це речовини або суміші речовин, які вживають для профілактики й лікування захворювань.**

У своєму прагненні швидко одужати ми іноді навіть намагаємося збільшити добову дозу ліків, вдаємося до самолікування. Цього в жодному разі не можна робити, тому що серед ліків багато таких, які при неправильному використанні є шкідливими для організму, а в деяких випадках — і небезпечними для життя.

Лікарські препарати бувають рослинного, тваринного й мінерального походження, синтезовані на фармацевтичних заводах чи одержані із застосуванням біотехнологій.

Люди здавна використовували рослини та деякі мінерали з лікувальною метою. Нині у фармакології набули застосування понад 200 видів лікарських рослин у вигляді настоянок, екстрактів, відварів. Такі лікарські форми становлять майже 30 % загальної кількості лікарських препаратів. Проте переважна більшість ліків — це органічні речовини, синтезовані на фармацевтичних заводах.



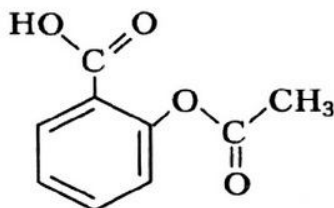
Потреба у винайденні, створенні та використанні ефективних ліків турбувала людство ще за часів ятрохімії, а в сучасному світі стала поштовхом до розвитку фармацевтичної промисловості.

Фармацевтична промисловість України постачає майже 1400 лікарських препаратів. Фармацевтичні

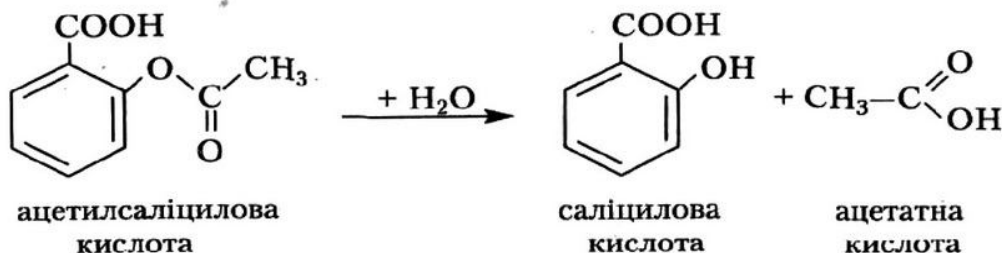


компанії нашої держави виробляють лікарські засоби у твердій, рідкій і порошкоподібній формах. Ще більша кількість лікарських препаратів увозиться в Україну з-за кордону. Усі вони — результат досліджень хіміками, фармакологами, лікарями властивостей різних речовин та їх впливу на здоров'я людини.

Розглянемо як приклад синтетичний лікарський препарат **аспірин**. Молекулярна формула його діючої речовини  $C_9H_8O_4$ , а структура:



Уперше цю речовину виокремили з квітів виду спіреї (*Spiraea ulmaria*) і активно використовували в лікуванні ревматизму суглобів ще із середини XIX ст. Речовина має ще й назву *ацетилсаліцилова кислота*, *ацетат саліцилової кислоти*. З цієї назви і наведеної формули речовини можна зрозуміти, що в її утворенні взяли участь саліцилова й ацетатна (етанова, оцтова) кислоти. І дійсно, гідролізуючись, ацетилсаліцилова кислота перетворюється на саліцилову  $C_6H_4(OH)COOH$  та ацетатну  $CH_3COOH$  кислоти:



В Україні аспірин й інші препарати, що містять ацетилсаліцилову кислоту, виготовляють на багатьох підприємствах фармацевтичної промисловості, зокрема на ЗАТ «Фармацевтична фірма «Дарниця»» (м. Київ), ВАТ «Київмедпрепарат», ВАТ «Монфарм» (м. Монастирище), ВАТ «Лубнифарм», ВАТ «Концерн «Стирол»» (м. Горлівка).

Аспірин уживають як знеболювальний, жарознижувальний і протизапальний засіб. Проте не потрібно займатися самолікуванням з використанням аспірину, тому що можна спричинити шлункову

кровотечу, ушкодження нирок і дефекти слуху. Зважаючи на це, лікарі не рекомендують уживати аспірин дітям до 12 років. Разом з тим проведені вченими дослідження показують, що людям, схильним до серцево-судинних захворювань, бажано постійно вживати аспірин у малих дозуваннях (не більше 80 мг ацетилсаліцилової кислоти на добу), щоб запобігти утворенню тромбів у судинах, уникнути захворювання на інфаркт міокарда. Крім ацетилсаліцилової кислоти, пігулки аспірину містять порошок целюлози і крохмаль. В аптеках можна придбати як аспірин різних форм випуску, так і лікарські препарати з іншими назвами (цитрамон, асфен, аскофен тощо), до складу яких входить ацетилсаліцилова кислота (рис. 20).



Рис. 20. Лікарські препарати, що містять ацетилсаліцилову кислоту

Прочитайте на упаковці лікарського препарату, скільки ацетилсаліцилової кислоти є в одній пігулці, ознайомтеся з переліком захворювань, які лікують з його використанням, рекомендаціями щодо вживання. Обчисліть максимальну добову норму цього лікарського препарату як жарознижувального засобу.

Щоб звести до нуля побічну дію аспірину, потрібно дотримуватися таких загальних правил його прийому: уживати аспірин після того, як поїли; перед уживанням розчинити в теплій воді; бажано запити молоком.



Жоден препарат у лікувальній практиці не використовують так довго, як аспірин. У 1950 р. аспірин був занесений до Книги рекордів Гіннеса як ліки, що найбільше продаються в усьому світі. І нині, безумовно, він є в кожній домашній аптечці. Населення нашої планети щорічно споживає мільярди пігулок цього препарату, в аптеках його відпускають без рецептів, вартість препарату невисока.



Задовго до винайдення аспірину люди шукали способів подолання *лихоманки* — так називають стан, що характеризується підвищеною температурою та ломотою в усьому тілі. Методом спроб і помилок було встановлено, що відвар кори вербового дерева допомагає в лікуванні. До речі, Гіппократ понад 2000 років тому використовував екстракт вербової кори для зняття жару й зменшення болю.

Відвари кори верби — доступні ліки для кожного, кому потрібна допомога в лікуванні простудних захворювань. Для його приготування одну столову ложку подрібненої вербової кори заливають однією склянкою води кімнатної температури і кип'ятять на помірному вогні протягом 20–30 хв. Хімічний аналіз відвару кори верби вказує на наявність у ньому саліцилової кислоти.

З давніх часів українцям були відомі лікувальні властивості верби. Завдяки їм та іншим властивостям верби (із деревини виготовляли найкращі бандури, а з лози — різні плетіння) вона стала для українців рослиною-символом: «Без верби й калини немає України».



Ця рослина звеличена в народних піснях. Тарас Шевченко взяв із собою на заслання вербову гілку і в кос-аральських пісках



виростив із неї деревце. Зображення верби бачимо на зробленому ним малюнку, зворотна сторона якого містить напис олівцем: «Т. Г. Шевченко. Верба. Офорт».



Т. Г. Шевченко.  
Мангислацький сад.  
1859 р.

З дохристиянських часів уважалось, що верба оберігає людей від нечистої сили, злих духів, захищає оселі від пожеж. *Вербна неділя*, остання неділя перед Великоднем, — це велике свято християн. Освячені гілочки верби зберігають в оселях як оберіг.

### Ерудитам на замітку

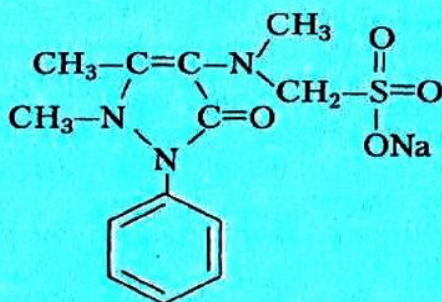
Синтетичну саліцилову кислоту широко застосовують у медицині й косметології завдяки її антисептичній дії. Вона входить до складу мазей, паст, присипок і спиртових розчинів для лікування інфекційних уражень шкіри, опіків, мозолів, бородавок, підвищеного потовиділення стоп, випадання волосся, псоріазу, вугрів, екземи тощо (рис. 21).



Рис. 21. Лікарські препарати на основі саліцилової кислоти



Такий поширений лікарський засіб, як **анальгін**, виявляє подібні з аспірином лікувальні властивості — зменшує болі різного походження, знижує температуру. Анальгін діє швидко й ефективно завдяки наявності в його складі групи атомів  $-\text{SO}_3\text{Na}$ :



Саме це угруповання впливає на розчинність анальгіну: він легко всмоктується і швидко створює лікувальну концентрацію препарату в крові (лікувальний ефект стає помітним уже через 20 хв після вживання препарату, досягає максимуму через 2 год).



### Перевірте себе

1. Обґрунтуйте позитивний вплив органічних речовин на здоров'я людини.
2. За наведеною в тексті параграфа структурною формулою аспірину обчисліть його відносну молекулярну масу. У разі правильного виконання обчислень ви отримаєте значення, що дорівнюватиме відносній молекулярній масі глюкози.
3. Опишіть властивості аспірину і його дію на організм людини.
4. З якою метою вживають аспірин?
5. Як ви вважаєте, чому аспірин і досі перебуває в лідерах серед численних лікарських препаратів?
6. Чим народна медицина пропонує скористатися замість аспірину?
- 7\*. Дізнайтеся більше про лікарські препарати, що є у вашій домашній аптечці.
- 8\*. Суспензія для лікування шкіри «Анти-акне» містить 2 % саліцилової кислоти, 5 % сірки, 15 % цинк оксиду. Обчисліть масу активних компонентів лікарського засобу для приготування одного флакону препарату масою 30 г.
- 9\*. Поцікавтеся, які навчальні заклади готують фармацевтів.
- 10 За добу 1 га хвойного лісу виділяє в повітря майже 4 кг органічних речовин різних класів. Обчисліть, яку кількість органічних речовин продукують хвойні ліси Криму за рік, якщо їх площа становить майже 40 тис. га.



## § 8. Шкідливий вплив уживання алкоголю, наркотичних речовин, тютюнокуріння на організм людини

i

### Інформаційна довідка

• Оксигеновмісна органічна сполука **етанол**  $C_2H_5OH$  є представником гомологічного ряду одноатомних насичених спиртів. Щодо цієї речовини вживають також назви **етиловий, винний, медичний спирт**.

• Етанол — легкокипляча рідина зі специфічним запахом, легша за воду, змішується з нею в будь-яких співвідношеннях, є розчинником для багатьох речовин, виявляє антисептичні властивості.

• У медичній практиці етанол застосовують для виготовлення настоянок і як зовнішній дезінфікуючий засіб. При внутрішньому споживанні діє як наркотична речовина.

**Наркотичні речовини.** Таку загальну назву мають речовини, не-одноразове вживання яких спершу викликає бажання та потребу організму в повторному вживанні нових порцій речовини, а потім — непереборний потяг до постійного їх надходження. Уживання цих речовин шкодить здоров'ю, зменшує тривалість життя, спричинює передчасну смерть, а також має негативні соціальні наслідки. Таких речовин багато. Залежно від впливу на організм людини і загрози її життю можна виокремити три групи наркотичних речовин:

1) речовини, поширення та вживання яких не обмежується законодавством. Це **етанол**, що входить до складу спиртних напоїв, **нікотин** — основна наркотична речовина тютюну;

2) речовини із сильно вираженою наркотичною дією, які обмежено використовують у медицині під ретельним контролем лікарів як знеболювальні, снодійні лікарські засоби (зокрема, **амфетамін, морфін, кодеїн**);

3) надзвичайно небезпечні речовини, виготовлення і поширення яких суворо заборонено законодавством (наприклад, **гашиш, героїн**).

**Шкідливий вплив уживання алкоголю на організм людини.** На відміну від основних компонентів їжі — білків, жирів і вуглеводів — етанол швидко й повністю всмоктується в шлунку. Уже за годину його концентрація в крові досягає максимуму, і настає стан сп'яніння. Це зумовлено хімічними властивостями сполуки: молекули



етанолу мають невеликий розмір, добре розчиняються у воді, самі є розчинниками *lipidiv* — основного структурного матеріалу клітинних мембран. Це забезпечує алкоголю легке проникнення не тільки в кров, а й у клітини інших тканин.

Під впливом етанолу гальмуються мозкові центри, пов'язані з формуванням емоцій. Тому вживання алкогольних напоїв спершу викликає стан ейфорії, душевного задоволення, зняття стресу. Та одночасно з цим підвищується артеріальний тиск, посилюється серцебиття, виникає тремтіння рук, дратівливість. У людини, котра продовжує вживати спиртні напої, ці негативні прояви посилюються, з'являються гнів, роздратування, знижується соціальний статус через сварки в сім'ї, часту зміну роботи, втрату інтересу до повноцінного життя. До зазначених психічних наслідків уживання алкоголю додаються негативні соматичні наслідки — хвороби нирок, підшлункової залози, серця, головного мозку й периферичної нервової системи та ін. Страждає пам'ять, інтелект, людина поступово деградує. Присутність у крові алкоголю порушує роботу печінки, спричинюючи небезпечні захворювання — цироз та рак печінки. Алкоголь може спровокувати сильну кровотечу й постійні розлади шлунку. Уживання алкоголю — одна з причин депресії. У деяких випадках спостерігається таке ускладнення алкогольної залежності, як алкогольне марення («біла лихоманка»). Статистика доводить, що майже 65 % спроб самогубств здійснювалися в стані алкогольного сп'яніння. Алкоголь небезпечний і тим, що при його вживанні виникає загроза фізичної залежності — бажання випити набирає форми настирливої ідеї, людина втягується в пияцтво, стає *алкоголіком*.

**Алкоголізм** — захворювання, що характеризується систематичним патологічним потягом до вживання спиртних напоїв, розвитком психічної і фізичної залежності від алкоголю. У разі тривалого перебігу хвороба супроводжується стійкими психічними й соматичними розладами (захворюваннями різних органів), що призводить до смерті.

Учені встановили, що вживання навіть невеликих доз спиртного утруднює передавання нервових імпульсів, призводить до розладу активного мислення, відмирання клітин мозку. Так, 100 г спожитого пива стають для організму втратою майже 3000 клітин головного мозку.

Спирти викликають зсідання (денатурацію) білкових молекул. У цьому можна пересвідчитись, виконавши такий *демонстраційний*

**дослід.** Приготуємо розчин білка курячого яйця (рис. 22а) і розподілимо його в три хімічні стакани. Перший стакан залишимо для порівняння, у другий доллемо етанол, у третій — розчин фенолу. Вміст останніх двох стаканів ретельно перемішаємо. Будемо спостерігати утворення в них білого осаду внаслідок того, що білок денатурував (рис 22б, в).



а



б



в

Рис. 22. Розчин білка курячого яйця (а) та денатурація білка під впливом етанолу (б) і фенолу (в)

Дослід доводить, що алкоголь на молекулярному рівні негативно впливає на функції і структуру всіх органів і систем.

**Запам'ятайте!** Будь-яке захворювання легше попередити, ніж лікувати. Алкоголізм — це важка хвороба, захворювання на яку настає не через віруси чи інших збудників, а через байдуже ставлення людини до власного здоров'я і благополуччя.

**Шкідливий вплив наркотичних речовин.** Поняття *наркоманія* походить від двох грецьких слів: *narke* — заціпеніння, сон і *mania* — божевілля, пристрасть, потяг. Цим терміном позначають ненормальний стан організму, викликаний уживанням певних речовин (наркотиків).

Список наркотичних речовин дуже великий і з роками збільшується внаслідок синтезу нових сполук. Найпоширенішими видами наркоманії є *алкоголізм* (пристрасть до напоїв, що містять етанол) і *тютюнокуріння* (пристрасть до нікотину). Нині значного поширення набуло вживання наркотичних речовин на основі конопель (гашиш, маріхуана), маку (морфін, героїн), коки (кокаїн) та деяких інших як природного, так і синтетичного походження, які подібні до перелічених за впливом на організм людини. Саме ці вкрай небезпечні речовини й називають *наркотиками*, хоча це не зовсім точна назва. Адже і етанол (алкоголь), і нікотин — теж наркотики, відмінність полягає лише в тому, що фізична залежність від них розвивається не так стрімко.



**Наркотики (наркотичні речовини)** — загальна назва групи речовин різного складу, що виявляють дурманний вплив на свідомість людини, шкодять її здоров'ю, загрожують життю.

Проявами наркоманії є непереборний потяг до прийому наркотиків (пристрасть до них) і потреба в підвищеній кількості наркотичної речовини порівняно з одноразовим попереднім уживанням.

При вживанні наркотиків прийомний стан ейфорії, відчуття бадьорості швидко змінюються поганим самопочуттям, появою спочатку психічної залежності (непереборного потягу до вживання наркотиків), а потім і фізичної залежності. Хворобливий стан наркоманів (алкоголіків), зумовлений припиненням вживання наркотиків (алкоголю), дістав назву *абстинентний синдром*, або *ломка*. Поновлення вживання наркотиків рятує від цих відчуттів на нетривалий час. Людина стає наркотично залежною, і її життя невідомо змінюється. Усі дії наркотично залежної людини спрямовуються на те, щоб будь-яким способом дістати наркотики. Сім'я, друзі, робота, навчання, їжа, здоров'я — усе відходить на другий план. Наркомани стають однаковими, незалежно від того, де живуть, скільки мають грошей, чим раніше займалися, яким до згубного захворювання був рівень їхнього розумового розвитку. Вони переймаються лише одним — як дістати наркотик, заради одноразового вживання якого здатні на будь-який злочин: крадіжку, розбій і навіть убивство.

Наркомани є найбільшою групою ризику захворювання на СНІД, 70 % хворих на СНІД — наркомани. Жахливо те, що серед наркотично залежних переважна більшість — це молоді люди.

**Наркоманія** — це захворювання, що завдає серйозної шкоди здоров'ю, призводить до деградації особистості, інвалідності й смерті в молодому віці.



*Застереження щодо вживання наркотичних речовин*

Через шкідливий вплив наркотичних речовин наркомани втрачають здоров'я, деградує як повноцінні члени суспільства,

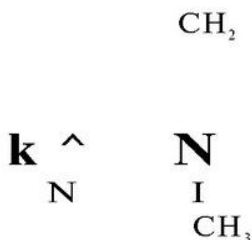
змінюється навіть їхній зовнішній вигляд — обличчя набуває сірого відтінку, шкіра стає сухою, волосся та зуби поступово випадають.

Лікування наркоманії часто не має успіху, бо для позитивного результату необхідна активна позиція самого хворого, що в дійсності буває не завжди.

Боротьба з наркоманією ведеться на законодавчому рівні. Майже в усіх країнах передбачені жорсткі кримінальні санкції за виробництво і поширення наркотичних речовин. Разом з тим силові заходи не дають бажаних результатів, адже не всі молоді люди розуміють, що вживання наркотичних речовин — це не безтурботне веселе проведення вільного часу, а причина дуже небезпечної хвороби, здолати яку не кожному вдається.

**Шкідливий вплив тютюнокуріння на організм людини.** У процесі тютюнокуріння в організм людини потрапляють десятки різних речовин, передусім органічного походження, серед яких найбільшу наркотичну дію виявляє нікотин.

*Нікотин* є нітрогеновмісною органічною сполукою гетероциклічної будови, структурна формула якої:



Найбільший його вміст у листках тютюну. В одній сигареті масою 1 г міститься 10-15 мг нікотину, курець вдихає ту його частину, що не згоріла. У чистому вигляді нікотин — прозора масляниста пекуча рідина. Це відчуває курець, коли докурює недокурок. Для дорослої людини смертельною може бути доза поглинутого нікотину — 50-100 мг на кілограм маси тіла.

У тютюновому диму присутні й інші, не менш шкідливі та отруйні сполуки — ціанідна кислота HCN, карбон(II) оксид (чадний газ) CO, феноли, ароматичні вуглеводні, неорганічні сполуки Арсену та радіоактивного Полонію тощо.

При курінні нікотин розкладається лише частково, тому з димом потрапляє в організм курця, а також поширюється в повітрі й наражає на небезпеку інших людей (пасивних курців), оскільки легко проникає через шкіру, слизові оболонки рота й носа в їхні бронхи і легені.



Доведемо наявність шкідливих речовин у сигаретному диму та здійснимо їх адсорбцію активованим вугіллям за допомогою *демонстраційного досліду*, що моделює процеси, які відбуваються в легенях курців. Для цього закріпимо сигарету в лапці штатива і через скляну та гумові трубки під'єднаємо до неї з боку фільтра шприц, перед цим випустивши з нього повітря. Підпалимо сигарету й почнемо повільно наповнювати шприц газами, утвореними при горінні тютюну, відтягуючи поршень шприца на себе (рис. 23а). Спостерігатимемо, як дим, що мав би при курінні надійти в легені людини, заповнює шприц. Від'єднаємо наповнений димом шприц від сигарети й випустимо дим у попередньо підготовлену колбу об'ємом 100 мл, у якій міститься 10–15 мл дистильованої води. Повторимо декілька разів забір і випускання сигаретного диму в колбу (щоразу закриваючи її пробкою!), доки триває тління сигарети. Після цього струшуванням колби досягнемо розчинення диму у воді і побачимо, що розчин набуває жовто-коричневого кольору (рис. 23б), зумовленого різними продуктами тютюнокуріння. Саме вони осідають на верхніх дихальних шляхах курця, легенях і надходять у кров. Потрапивши до легень, значна їх частина адсорбується альвеолами. Через це з'являються кашель, мокроти, задишка, бронхіт та інші захворювання дихальної системи курця і тих, хто вдихає тютюновий дим, перебуваючи поруч із ним.

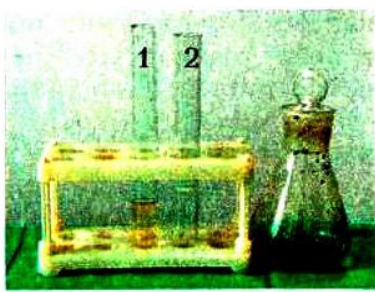
Продовжимо дослід із наявними в колбі розчиненими речовинами й проведемо їх адсорбцію активованим вугіллям. Для цього спершу віділлємо в пробірку 1 частину досліджуваного розчину і залишимо його для порівняння (рис. 23в). У колбу помістимо порошок активованого вугілля, перемішаємо його з розчином струшуванням, а потім уміст колби профільтруємо — фільтрат 2 буде прозорим (рис. 23в). Активоване вугілля адсорбувало шкідливі речовини, як це в організмі курця роблять легеневі альвеоли.



а



б



в

Рис. 23. Адсорбція активованим вугіллям продуктів тютюнокуріння

Першою від тютюнокуріння потерпає зубна емаль. На ній з'являються мікроскопічні тріщинки. Порушення зубної емалі призводить до відкладання на поверхні зубів тютюнового дьогтю, унаслідок чого зуби стають жовтуватого кольору, а з ротової порожнини відчувається специфічний запах, який проявляється під час розмови з курцем.

Нікотин завдає великої шкоди нервовій системі й мозку, знижуючи обсяг пам'яті, точність виконання математичних дій, здатність до навчання. Від куріння в людини прискорюється пульс і підвищується кров'яний тиск, пошкоджуються слизова оболонка губ, язика, гортані, порушується нормальне дихання. І це ще не весь перелік шкідливого впливу тютюнокуріння на організм людини.

Втрата апетиту, біль у шлунку, хронічні гастрити і, у найгіршому випадку, виразка шлунку або дванадцятипалої кишки — ці хвороби виникають у людей, котрі курять набагато частіше, ніж у тих, які не мають цієї шкідливої звички. Хронічні подразнення слизової оболонки голосових зв'язок змінюють тембр голосу. Він втрачає милозвучність і чистоту, що дуже добре помітно в дівчат і жінок, які зловживають курінням. Серед хворих на рак курців у 30 разів більше, ніж тих, хто не курить. Викурюючи по пачці сигарет у день, курець вкорочує вік на 8–10 років.

**Щорічно в Україні тютюн є причиною смерті  
понад 100 тисяч чоловік.**

**Куріння — шкідлива звичка,  
від якої необхідно свідомо вберегти  
власний організм.**

Куріння завдає великої шкоди не лише тим, хто курить, а й тим, хто знаходиться поруч. Особливо небезпечне куріння в молодому віці, коли організм перебуває в процесі статевого дозрівання. Людина, яка провела в накуреному приміщенні понад годину, отруюється так само, як і той, хто викурих чотири сигарети. Вона не зі своєї вини стає «пасивним курцем».

Отруйність нікотину відчув кожен, хто вперше спробував закурити. Ніхто не може докурити першої сигарети до кінця. Цьому заважають запаморочення й нудота, а часом і більш неприємні відчуття: інтенсивне слиновиділення, шум у голові, головний біль, серцебиття, загальна слабкість, тремтіння рук, блювання. Бувають випадки, коли людина непритомніє. Поступово організм пристосовується до нікотину й куріння не викликає таких неприємних відчуттів. Однак ця надзвичайно сильна отрута не



припиняє негативно впливати на нервову, а також на дихальну й серцево-судинну системи, укорочуючи вік людини, котра курить, спричинюючи різні захворювання її організму, про що вже йшлося.

Наведених фактів цілком достатньо, аби пересвідчитись, наскільки шкідливим є тютюнокуріння, щоб у молодому віці не піддаватись звабливому наслідуванню тих, хто курить, утверджуючись у колективі однолітків таким дорогим для власного здоров'я способом.

На території нашої держави вживання тютюну регулюється Законом України «Про заходи щодо попередження та зменшення вживання тютюнових виробів і їх шкідливого впливу на здоров'я населення», останні зміни і доповнення в який внесені 21 січня 2010 р. Зокрема, законом передбачено відповідальність за продаж тютюнових виробів неповнолітнім і куріння в громадських місцях (стаття 13) та ряд інших положень. Наразі знаки про заборону куріння (рис. 24) можна побачити на зупинках громадського транспорту, у підземних переходах, залізничних вагонах, громадських організаціях тощо. За невиконання положень закону з порушників стягується штраф.



Рис. 24. Знак заборони куріння



Тютюн використовують у боротьбі з комахами — шкідниками рослин. З цією метою можна придбати водний розчин нікотин сульфату з масовою часткою розчиненої речовини 40 %, водну витяжку тютюну, тютюновий пил та інші препарати.

В індивідуальних господарствах для знищення комах-листогризів легко самому приготувати тютюнову настоянку. Для цього потрібно 40 г махорки (тютюну) залити 1 л води та настояти не менше 2 діб. Перед обприскуванням настоянку треба процідити, розбавити водою вдвічі, додати мила з розрахунку 3 г на 1 л приготовленої рідини для обприскування.

## Ерудитам на замітку

Причинами виникнення й розвитку наркоманії найчастіше називають особливості характеру, психічні й фізичні розлади, вплив різних соціальних чинників. Трапляються випадки наркоманії серед хворих, змушених тривалий час приймати наркотичні речовини в медичних цілях. Інакше кажучи, лікарські засоби, які застосовують в офіційній медицині (насамперед снодійні, заспокійливі й знеболювальні), можуть викликати важкі форми наркотичної залежності.

У деяких країнах уживання наркотиків пов'язано з певними релігійними й культурними традиціями (жування індіанцями листя коки, куріння гашишу в мусульманських країнах). В Європі та Америці наркоманія набула великого поширення з 60-х років минулого століття, і тому її називають «чумою XX століття».



### Перевірте себе

1. Охарактеризуйте зміни в психічному й соматичному станах людини, спричинені вживанням наркотичних речовин різних груп.
2. Висловіть судження про згубну дію на організм людини: а) алкоголю; б) наркотичних речовин; в) тютюнокуріння.
3. З різних інформаційних джерел дізнайтеся, які заходи розробляють Україна та інші держави, різні всесвітні організації з метою викоренення тютюнокуріння.
4. Тютюн належить до родини пасльонових. Представниками цієї родини є баклажани, картопля, помідори. Як ви вважаєте, чому люди, не побоюючись наркотичної залежності, залюбки використовують їх у їжу?
- 5\*. Розробіть проект «Наркоманія, алкоголізм, тютюнокуріння — глобальні проблеми людства», яким охопите таке коло питань:
  - склад і будова наркотичних речовин;
  - психічна дія наркотичних речовин різних груп;
  - фізична залежність як відчуття, несумісні з нормальною життєдіяльністю організму людини і її соціальним статусом;
  - перебіг захворювань на різні види наркоманії;
  - як люди стають наркоманами;
  - засоби і заходи боротьби з наркоманією, алкоголізмом, тютюнокурінням.
- 6\*. Підготуйте наочні матеріали для пропаганди здорового способу життя — життя без наркотиків.





## § 9. Природні джерела вуглеводнів. Природний і супутній нафтовий газ, їх склад, використання



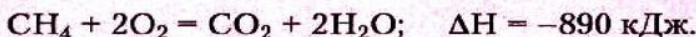
### Інформаційна довідка

- За стандартних умов насичені вуглеводні (алкани, або парафіни) з числом атомів Карбону в молекулі  $C_1-C_4$  є газами,  $C_5-C_{15}$  — рідинами з характерним «бензиновим» запахом, з  $C_{16}$  і далі — твердими речовинами.

- Завдяки високій міцності одинарних  $C-C$ ,  $C-H$  зв'язків парафіни стійкі проти дії кислот, лугів, окисників.

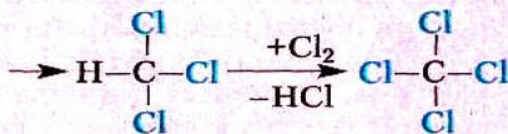
- Парафіни не вступають у реакції приєднання, тому що всі зв'язки атомів Карбону максимально використані на утворення одинарних зв'язків.

- Парафіни горять з виділенням великої кількості тепла, наприклад:



- Парафінам характерні реакції заміщення атомів Гідрогену на інші атоми чи групи атомів. Реакції потребують ініціювання шляхом нагрівання, освітлення, опромінення тощо.

- При взаємодії парафінів із хлором залежно від кількісних співвідношень речовин у реакції можуть утворюватися хлорометан  $CH_3Cl$ , дихлорометан  $CH_2Cl_2$ , трихлорометан  $CHCl_3$ , тетрахлорометан  $CCl_4$ :



Сполуками Карбону, з яких побудовані тіла організмів, не вичерпується поширення органічних речовин у природі. У давні геологічні епохи відбулося утворення вуглеводнів, які нині розвідані в покладах природного газу, нафти, кам'яного вугілля. Їх утворення вчені пов'язують з різного роду природними процесами. Однією з теорій є *біогенна теорія*, згідно з якою природні джерела вуглеводнів утворилися внаслідок анаеробного розкладу організмів. Про склад і застосування природних джерел вуглеводнів ви дізнаєтеся з цього та наступних параграфів.

**Природний газ як корисна копалина.** *Природним газом* називають суміші газів, що в стисненому стані перебувають у пустотах пористих порід, утворюючи в надрах землі газоносні пласти. Вони містяться на глибині від 800 м до кількох кілометрів, тому газ із них добувають через свердловини, самочинно природний газ дуже рідко виходить на поверхню землі.

Скориставшись додатковими інформаційними джерелами, підготуйте розповідь про це цікаве явище, пов'язані з ним легенди тощо.

В Україні розвідані й використовуються родовища природного газу в Карпатському, Дніпровсько-Донецькому та Причорноморсько-Кримському регіонах. За поширенням природного газу Україні належить 33 місце у світі.

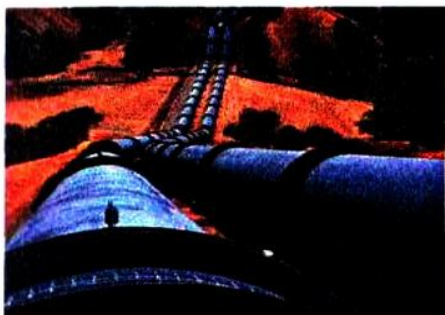
З економічної географії України пригадайте розвідані в нашій державі родовища природного газу.

**Природний газ як суміш речовин.** Природний газ на 80–98 % (у різних родовищах різний відсоток) складається з *метану*  $\text{CH}_4$ . Решту становлять інші газоподібні насичені вуглеводні: *етан*  $\text{C}_2\text{H}_6$ , *пропан*  $\text{C}_3\text{H}_8$ , *бутан*  $\text{C}_4\text{H}_{10}$ . Окрім зазначених парафінів, у невеликих кількостях присутні вуглеводні, що за атмосферного тиску мають рідкий агрегатний стан (пентан, гексан, гептан), але в умовах підвищеного тиску трапляються в газовій суміші, а також водень, сірководень (гідроген сульфід), вуглекислий газ, азот, гелій.

На суходолі природний газ транспортують під тиском у кілька десятків атмосфер трубопроводами (рис. 25а), протяжність яких — тисячі кілометрів. Зокрема, в Україні довжина магістральних газопроводів, включаючи й ті, якими добутий у Росії природний газ транспортують до країн Європи, становить понад 36 тис. км.

Спеціальні морські судна — газовози — транспортують природний газ водними шляхами (рис. 25б) у стисненому чи скрапленому стані.





*а*



*б*

Рис. 25. *Транспортування природного газу суходолом (а) і водними шляхами (б)*

Потрібно зазначити, що весь процес постачання газу — від видобутку й аж до надходження споживачам — є герметичним (рис. 26).



Рис. 26. *Газові станції*

**Фізичні властивості природного газу.** Природний газ безбарвний, майже вдвічі легший за повітря, погано розчинний у воді, без запаху.

Як і в усіх сумішах, компоненти природного газу зберігають свої властивості, а тому для їх виділення застосовують фізичні методи. У місцях видобутку газу, неподалік від родовища, споруджують установки з очищення природного газу від неорганічних газуватих домішок і води та підготовки його до транспортування споживачам (рис. 27).



Рис. 27. *Завод з підготовки транспортування природного газу (Полтавська обл.)*

**Використання природного газу.** У використанні природного газу в господарській діяльності людини можна виокремити два основні напрями — *джерело енергії* та *сировина* для газопереробної промисловості.

Зважаючи на те, що реакції горіння вуглеводнів екзотермічні й супроводжуються виділенням великої кількості тепла (у середньому 50 кДж від згоряння 1 г речовини), природний газ широко використовують як дешеве та екологічно чисте паливо для теплових електростанцій, котелень, житлових приміщень, автомобілів. До газових плит у ваших оселях також підведено природний газ. В екологічному плані природний газ вигідний тим, що, згоряючи, він утворює менше шкідливих речовин, аніж інші види палива. Разом з тим його участь у створенні парникового ефекту не виключається.

▶ Пригадайте з 10 класу, у чому полягає сутність парникового ефекту.

Природний газ є цінною сировиною для виробництва багатьох органічних і неорганічних речовин (рис. 28).

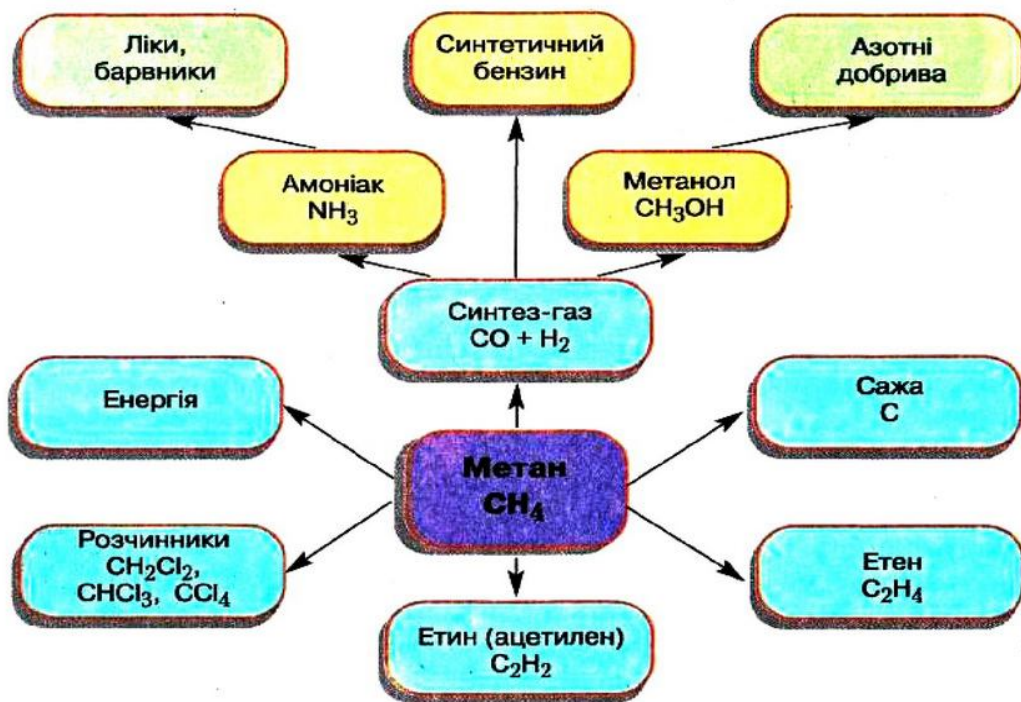
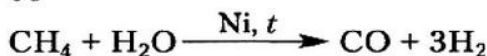


Рис. 28. Схема використання метану



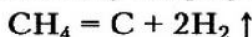
Основний компонент природного газу — метан — використовують у виробництві етену, етину (ацетилену), сажі, *синтез-газу* — суміші чадного газу з воднем.

Синтез-газ утворюється при нагріванні метану з водяною парою при температурі 800 °С і за наявності каталізатора нікелю:



Як бачимо з рисунку 28, синтез-газ використовують для виробництва багатьох речовин, зокрема синтетичного бензину. Для країн, у яких родовищ природного газу немає, це важливо в плані розв'язання проблеми з паливом для двигунів внутрішнього згоряння.

Термічним розкладом метану одержують сажу та водень:



До речі, у виробництві амоніаку переважно використовують водень, добутий із природного газу, а не з інших джерел.

**Природний газ** — цінне джерело енергії та різноманітних органічних і неорганічних речовин.

**Супутній нафтовий газ.** Таку назву дістала суміш газів, що утворилася разом із нафтою й в умовах високого тиску перебуває в ній у розчиненому стані чи утворює газове скупчення — «газову шапку». Склад супутнього нафтового газу подібний до складу природного газу, однак уміст метану значно менший, а його гомологів (до гексану включно) — значно більше (рис. 29).

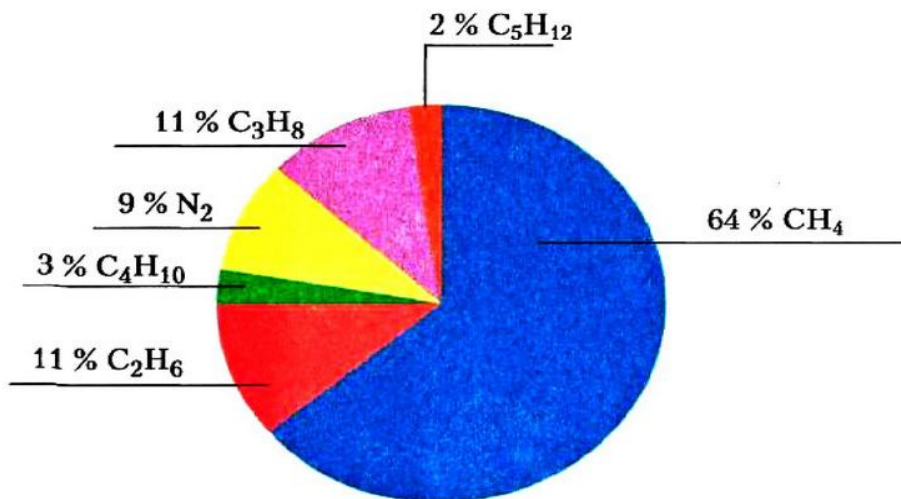


Рис. 29. Приблизний склад супутнього нафтового газу

Тривалий час супутній нафтовий газ елементарно спалювали у факелах, тобто не використовували як цінне джерело енергії та хімічних речовин. Факели горіли цілодобово, тепло й продукти згоряння надходили в атмосферу. Нині ситуація змінюється на краще, і супутній газ набуває промислового застосування. Багатьом із вас відоме його використання для приготування пропан-бутанової суміші, якою під тиском наповнюють сталеві балони. Їх використовують для роботи газових плит у разі, коли немає централізованого газопостачання.

З екологічних та економічних міркувань на автотранспорті встановлюють двигуни, що працюють на газовому пальному, а не на бензині (рис. 30а):



а



б

Рис. 30. Автомобіль, переобладнаний на газове пальне (а), та зберігання газу на заправці (б)

Від згоряння газового пального у двигунах автомобілів довікля не забруднюється шкідливими сполуками Плюмбуму, як це має місце при використанні бензину. Вміст чадного газу  $\text{CO}$  у викидах значно нижчий, оскільки газ легше, ніж пари бензину, змішується з повітрям і тому згоряння відбувається більш повно.

З-поміж різних джерел енергії природного походження газове пальне екологічно найчистіше.



Природний газ у суміші з повітрям вибухонебезпечний. Якщо концентрація газу в повітрі перевищує 15 %, загоряння відбувається від запаленого сірника і навіть від умикання світла. Щоб уберегти людей і будівлі від можливого лиха, у природний газ, який не має запаху, додають речовини зі стійким



неприємним запахом. Цілком достатньо 1 % таких речовин у природному газі, щоб нюховий аналізатор людини відчув їх запах уже при незначних витоках газу.

Безперечно, ви знаєте, як діяти в подібних ситуаціях. Нагадаємо, що необхідно відразу ж відчинити вікна і двері (зробити протяг), щоб якомога швидше довести концентрацію природного газу в приміщенні до безпечного рівня. Якщо витік газу стався в оселі, то потрібно негайно перекрити газовий кран. Якщо ж аварійна ситуація виникла в газовій мережі поза вашим помешканням — сповістити спеціальні служби.

Прикро, але час від часу ми отримуємо сумні звістки про аварії на вугільних шахтах. Здебільшого вони спричинені вибухами природного газу, який утворився в кам'яновугільних пластах і скупчився до небезпечних концентрацій у місцях роботи шахтарів.

***Запам'ятайте!** При користуванні природним газом треба неухильно дотримуватися правил безпеки.*

### Ерудитам на замітку

Свідченням розвитку й практичного впровадження хімічних знань є те, що люди навчилися із залишків рослин і сміття добувати **біогаз**, який на 50–70 % складається з метану. Так, у Згурівському районі Київської області функціонує завод з виробництва біогазу (рис. 31).



Рис. 31. Завод з виробництва біогазу

Проаналізуйте економічні й екологічні переваги такого пального.

<http://shkilniypidruc.ucoz.ru>



Є всі підстави вважати, що в майбутньому біогаз добуватиметься в значних кількостях, а місцевим його виробництвом зацікавляться багато господарів.

На прикладі структурних формул молекули метану, що використовувалися в різні роки, виразно простежується еволюція знань про хімічну будову основного компонента природного газу — метану. На рисунку 32 наведено зображення формул метану, які пропонували відомі вчені та якими користувалися в науковій літературі в різний час.

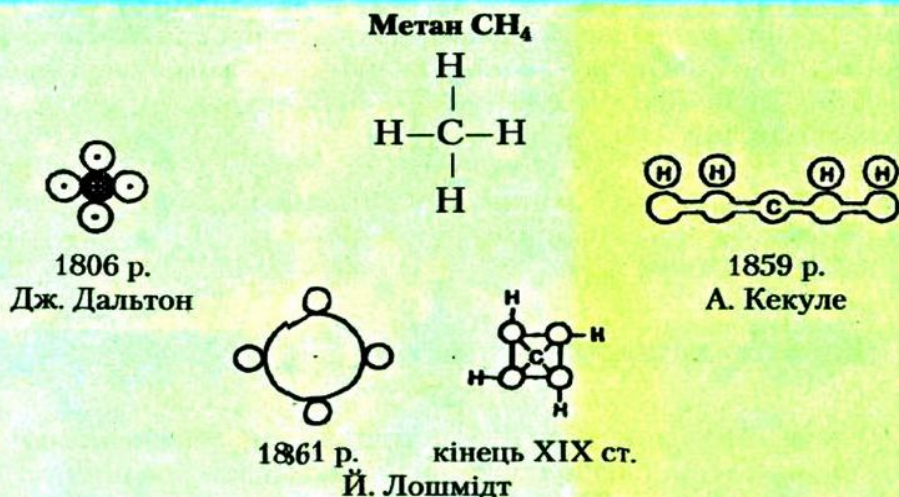


Рис. 32. Графічні формули молекули метану в підручниках XIX ст.

Стереохімія пояснює просторову будову молекули метану у формі правильного тетраедра, у центрі якого перебуває атом Карбону, а на вершинах розташовані 4 атоми Гідрогену. Валентний кут скрізь однаковий і дорівнює  $109^\circ 28'$  (рис. 33).

Тетраедрична будова карбонового ланцюга властива всім гомологам метану.



Рис. 33. Тетраедрична будова молекули метану





## Перевірте себе

1. Назвіть вуглеводні, що входять до складу природного газу. Яке застосування має природний газ та його окремі компоненти?

2. Знайдіть відносну молекулярну масу  $M_r$  і напишіть формулу одного з компонентів природного газу, відносна густина за воднем якого дорівнює 15, а масова частка Карбону в ньому становить 80 %.

3. Який газ називають *супутнім нафтовим*? Порівняйте його склад із складом природного газу.

4. Укажіть, за якими ознаками укладено перелік речовин: *метан, етан, пропан, бутан*

А представники одного гомологічного ряду

Б представники різних гомологічних рядів

В за звичайних умов перебувають у газоподібному стані

Г входять до складу синтез-газу

Д входять до складу супутнього нафтового газу

Е за звичайних умов мають різний агрегатний стан

5\*. Проілюструйте схему, зображену на рис. 28, записом відповідних рівнянь реакцій.

6\*. Виконайте груповий проект на тему «Газові види пального: їх сьогодення і майбутнє».

В Україні щорічно накопичується майже 120 млн т органічних відходів. Відомо, що з 1 т відходів можна добути в середньому 500 м<sup>3</sup> біогазу (уміст метану в ньому 60 %). Обчисліть, на скільки відсотків можна задовольнити енергетичні потреби України в метані (щорічно витрачається 70 млрд м<sup>3</sup> метану), якщо всі органічні відходи переробити на біогаз.

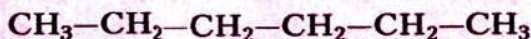


## § 10. Нафта, її склад, властивості та продукти перегонки

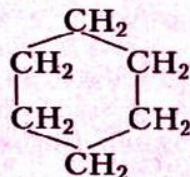


### Інформаційна довідка

До сполук, що характеризуються наявністю лише одинарних зв'язків, крім насичених вуглеводнів (парафінів), належать **циклопарафіни**, або **циклоалкани**. На відміну від парафінів вони мають замкнуту (циклічну) будову карбонового ланцюга:

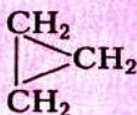


гексан

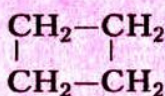


циклогексан

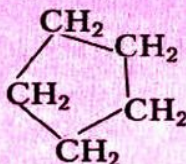
- У циклі може бути щонайменше 3 атоми Карбону. Номенклатура циклоалканів подібна до номенклатури алканів, лише на початку назви додають префікс *цикло-*:



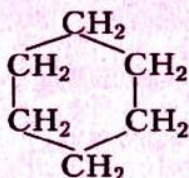
циклопропан



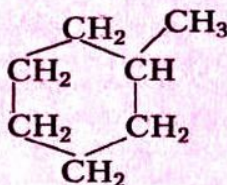
циклобутан



циклопентан



циклогексан



метилциклогексан

- Циклопентан, циклогексан, а також їх гомологи* російський учений В. В. Марковников запропонував називати *нафтенами*, оскільки вони входять до складу нафти.

- Арени*, або *ароматичні вуглеводні*, — назва гомологічного ряду *бензену*  $C_6H_6$ . Походження назви пов'язане з тим, що першими були відкриті саме ті представники гомологічного ряду, які мали специфічний запах.

- Особливістю електронної будови аренів є наявність *єдиної* для 6 атомів Карбону  $\pi$ -хмари, утвореної з 6 негібридизованих  $p$ -електронів (рис. 34).

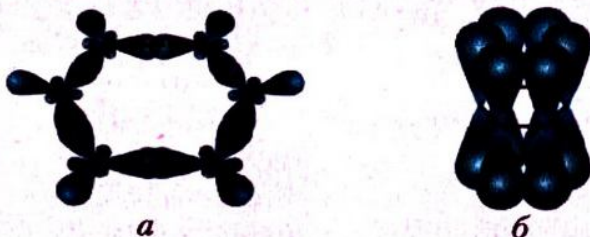
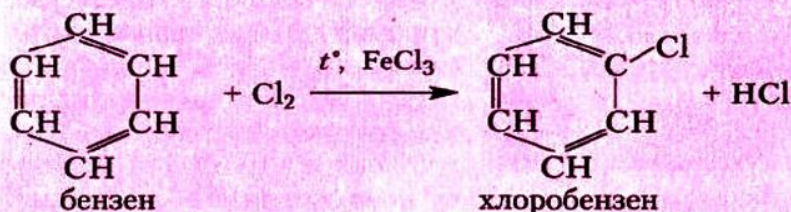


Рис. 34. Схеми зв'язків у молекулі бензену, утворених гібридизованими (а) та негібридизованими (б) орбітями

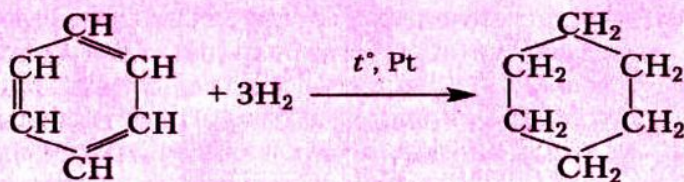
Зв'язок, утворений у такий спосіб, називають *ароматичним*. За довжиною він займає проміжне місце між одинарним і подвійним зв'язками.



- Особливість хімічного зв'язку атомів Карбону в молекулах аренів позначається на їх хімічних властивостях. Так, бензен легше вступає в реакції заміщення (а), ніж приєднання (б):



а



б

- Як і всі вуглеводні, циклопарафіни й ацени горять з утворенням води і вуглекислого газу та виділенням тепла.

Не менш важливим за природний газ джерелом органічних сполук є нафта.

**Нафта** — природна рідка оліїста суміш вуглеводнів і деяких неорганічних речовин. Основними вуглеводнями нафти є *парафіни, циклопарафіни, ацени*.

**Нафта як корисна копалина.** Поклади нафти трапляються на глибині від десятків метрів до 6 км і більше. На суходолі поклади нафти найчастіше містяться на глибині 1–3 км, проте нафтоносні пласти є і на дні морів та океанів. Нині налагоджено промислове видобування нафти з морських глибин (рис. 35).

Видобувають нафту через свердловини. Спершу вона може фонтанувати самочинно завдяки стисненому супутньому нафтовому газу. Надалі для витискування нафти у свердловину закачують повітря чи воду.



Рис. 35. Нафтова вишка  
(Азовське море)

Про цю корисну копалину людям було відомо здавна. Згадування про темну, зі специфічним запахом рідину, що сочиться з каменів, знаходимо в працях давньогрецьких і давньоримських істориків — Геродота, Плутарха, Плінія. Уже в ті часи люди використовували «кам'яне масло» (від латин. *petroleum*): в Єгипті та Вавилоні нафту застосовували як дезінфікуючу мазь, речовину для бальзамування. На Близькому Сході нею заправляли

ліхтарі, а візантійці змішували нафту із сіркою і виготовляли запальні снаряди — в історію ця зброя ввійшла під назвою «грецький вогонь».

До другої половини XIX ст. нафту добували з колодязів і використовували в натуральному вигляді, не піддаючи ніякій переробці. Ця так звана *сира нафта* тривалий час застосовувалась як звичайне паливо й мастильний матеріал, аж доки вивчення складу та властивостей нафти не показало, наскільки цінною сировиною вона може бути.

**Нафта як суміш речовин, склад нафти.** У нафті налічується до 1000 компонентів — переважно речовин органічного походження. Як уже зазначалося, вуглеводнева частина нафти складається з *парафінів, циклопарафінів, ароматичних вуглеводнів (аренів)*. Найбільше в складі нафти рідких вуглеводнів, а в них у розчиненому стані містяться газоподібні й тверді. Приблизний вуглеводневий склад нафти — 30–35 % парафінів, 25–75 % циклопарафінів, 10–20 % аренів. Він свідчить про те, що нафта різних родовищ відрізняється за вмістом конкретних вуглеводнів. Елементний склад нафти показано на рисунку 36.

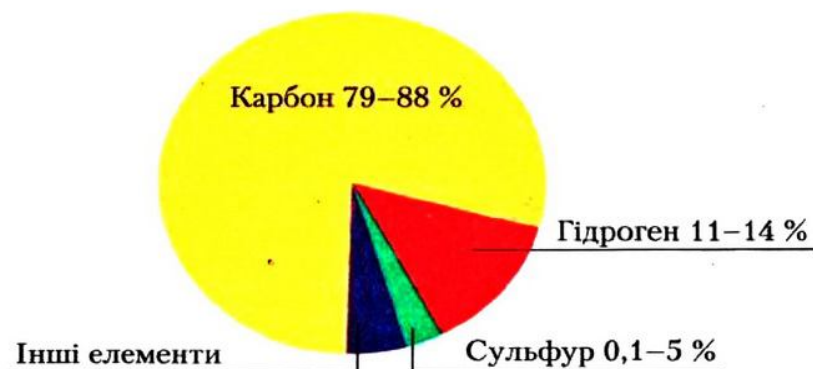


Рис. 36. Елементний склад нафти



### Фізичні характеристики нафти.

Це густа олійста рідина зі специфічним запахом. Через відмінності в кількісному та якісному складі нафта різних родовищ може мати чорний, червоно-коричневий або жовто-зелений колір (рис. 37), трапляється також нафта, що майже не має кольору.

Нафта — нерозчинна у воді рідина, густина нафти різних родовищ коливається в межах від 0,65 до 1,05 г/см<sup>3</sup>.

Нерозчинність у воді й менша, аніж у води, густина — ці дві властивості нафти створюють особливу екологічну небезпеку в разі витікання нафти у воду річок, морів тощо. Розтікаючись по водній поверхні, нафтова пляма перешкоджає доступу повітря у водне середовище; пір'я водоплавних птахів, хутро морських ссавців покривається шаром нафти, від якого тварині самотужки важко позбутися. Усунення наслідків такого екологічного лиха потребує значних матеріальних витрат.

**Поняття про переробку нафти.** Видобуту зі свердловини сиру нафту спершу зневоднюють і знесолюють, відокремлюють від домішок гірських порід і газів, після чого відправляють на *переробку*. Існує два принципово відмінні способи переробки нафти. Перший спосіб, що дістав назву *пряма перегонка нафти*, ґрунтується на фізичних методах розділення сумішей, тому хімічний склад компонентів нафти не змінюється. За основу другого способу взято хімічні перетворення вуглеводнів нафти під впливом температури, тиску й каталізаторів, тобто процес супроводжується утворенням нових речовин.

**Переробка нафти** — складний багатостадійний процес фізичної і хімічної природи, унаслідок якого одержують понад 500 найменувань різноманітних нафтопродуктів.

Найважливіші нафтопродукти — це *моторне паливо* (авіаційний і автомобільний бензин, реактивне й дизельне паливо); *енергетичне паливо* (паливо для газових турбін і котелень); *нафтові масла* (засоби, призначені для зменшення сили тертя).



Рис. 37. Зразки нафти різних родовищ



Пелікан, постраждалий від виливу нафти



а



б

Рис. 38. Одеський (а)  
і Кременчуцький (б)  
нафтопереробні заводи

Нафтопереробні заводи (рис. 38) виробляють нафтопродукти й готують сировину для такої галузі промисловості, як **нафтохімія**. Один завод переробляє за рік у середньому від 5 до 15 млн т нафти.

В Україні переробку нафти здійснюють потужні нафтопереробні заводи: найбільший в Європі Лисичанський (Луганська обл.), Херсонський, Одеський, Кременчуцький (Полтавська обл.), Дрогобицький (Львівська обл.), Надвірнянський (Івано-Франківська обл.). І все ж на сьогодні нафтопереробні підприємства України не задовольняють потреби автотранспорту в паливі. Згідно з оцінками аналітиків, це є однією з причин зростання цін на пальне.

**Пряма перегонка (фракційна дистиляція) нафти.** Як багатокомпонентна суміш, нафта не має сталої точки кипіння. Тому при нагріванні речовини з нижчою температурою

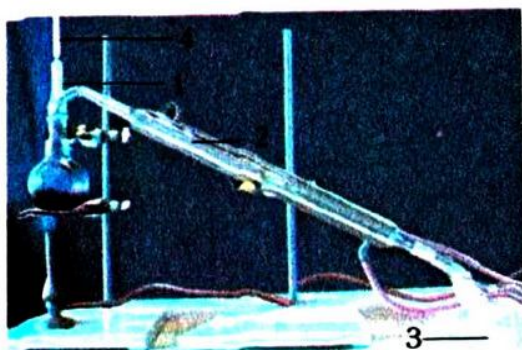
кипіння першими набудуть газоподібного стану, тоді як речовини з вищою температурою кипіння залишатимуться рідкими.

На цій властивості нафти базується промисловий спосіб одержання з неї окремих груп речовин — фракцій.

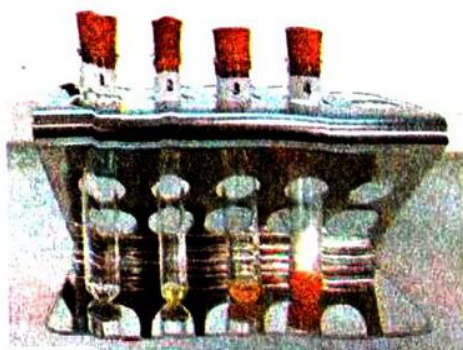
У нафтохімії під **фракцією** розуміють суміш вуглеводнів, що киплять у певному температурному інтервалі.

Кожна з фракцій — це суміш вуглеводнів з певним числом атомів Карбону в молекулі. Розділити нафту на фракції можна навіть у лабораторних умовах. Проведемо *демонстраційний дослід*. Складемо прилад, що являє собою лабораторну модель нафтоперегінної установки (рис. 39а): до круглодонної колби з бічним відгалуженням 1 під'єднаємо холодильник 2, кінець якого сполучимо з колбою-приймачем 3. У колбу 1 наллємо нафту, закриємо пробкою з умонтованим у неї термометром 4. Нагріваючи колбу 1, спостерігатимемо, як спочатку випаровуються й конденсуються в холодильник 2 легкокиплячі компоненти суміші, а потім ті, які переходять у газоподібний стан при більш високих температурах (рис. 39б).





а



б

Рис. 39. Лабораторна установка з розділення компонентів нафти (а) і фракції нафти (б)

У промисловості нафту нагрівають у спеціальній *трубчастій печі* до температури 320–350 °С. Компоненти нафти, температура кипіння яких нижче від зазначеної, переходять у газоподібний стан, зберігаючи при цьому цілісність молекул. Далі суміш надходить до *ректифікаційної колони* (рис. 40), де за певної температури відбувається конденсація окремих фракцій – бензину, лігроїну, гасу, газойлю.

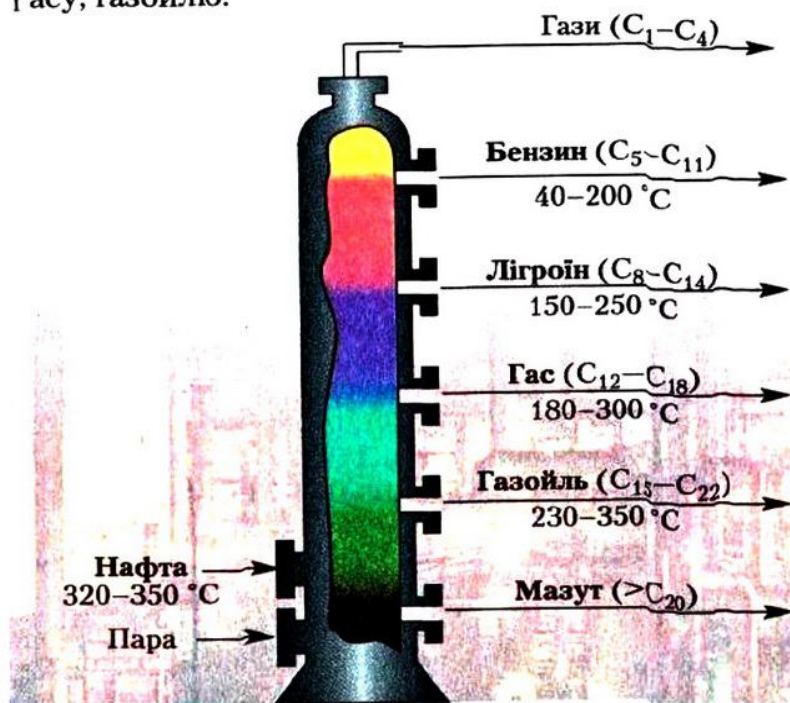


Рис. 40. Схема промислової установки з перегонки нафти

Так, найлегші вуглеводні, що містять від 5 до 11 атомів Карбону, піднімаються найвище й утворюють рідку світлу суміш вуглеводнів — **бензин**. Це основне пальне для автомобільних двигунів. **Лігроїн** — прозора жовтувата рідина, суміш рідких вуглеводнів із вмістом атомів Карбону  $C_8$ – $C_{14}$ . Застосовують як пальне в карбюраторних і дизельних двигунах, як розчинник у лакофарбовій промисловості. Вуглеводні, що містять від 12 до 18 атомів Карбону, утворюють наступну фракцію — **гас**. Він є паливом для дизельних і реактивних двигунів. До винайдення електричного освітлення користувалися газовими лампами, ліхтарями, примусами. Наступна фракція — **газойль**, до якої входять вуглеводні з числом атомів Карбону від 15 до 22. Це паливо для дизельних двигунів. І нарешті, остання фракція — **мазут** — є сумішшю важких вуглеводнів, які при температурі первинної перегонки нафти не досягають точки свого кипіння, а тому стікають у нижню частину колони. Мазут використовують як сировину для виробництва мастил, котельного палива, вазеліну, гудрону.

**Прямою перегонкою нафти** (випаровуванням у певному інтервалі температур і подальшим конденсаванням речовин) одержують фракції: бензин, лігроїн, гас, газойль, мазут.

**Вторинна переробка нафти.** З року в рік зростають потреби в бензині, тоді як його вихід при прямій перегонці 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 із них — **крекінг** нафти — полягає в розщепленні великих молекул вуглеводнів на менші, тобто відбувається хімічне явище, під час перебігу якого змінюється склад і будова вуглеводнів. Сировиною для крекінгу є не лише сира нафта, а й окремі фракції, одержані при прямій перегонці нафти. Продукти крекінгу піддають перегонці в умовах зниженого тиску і, як і при первинній перегонці, розділяють на окремі фракції: крекінг-бензин (вихід бензину може становити 75 %), масла, гудрон тощо.

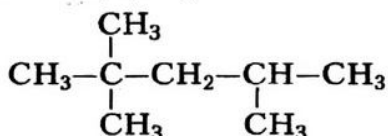
У ході виконання *лабораторного дослід*у 3 (с. 101) ознайомтеся зі зразками нафтопродуктів, закріпіть знання про нафту, її склад і нафтопереробну продукцію.

**Октанове число.** Вибухонебезпечним сумішам, до яких належить і суміш бензину з повітрям, властиве неконтрольоване самозаймання. Воно супроводжується горінням вибухового характеру і має назву **детонація**, що призводить до передчасного спрацювання, перегріву, оплавлення деталей двигуна. Зовні детонація супроводжується характерними вібрацією і різким звуком (постукуванням) двигуна, збільшенням витрат палива, підвищенням умістом



токсичних речовин у викидних газах і навіть частковим руйнуванням деталей двигуна. Щоб уникнути детонації бензину у двигуні автомобіля, необхідно використовувати паливо, рекомендоване для даної марки машин заводом-виробником. А воно, як свідчать позначення на бензозаправних колонках, буває різним — А-76, А-92, А-93, А-95 тощо.

З'ясуємо, що ці цифри означають. Загалом вони показують *детонаційну стійкість* бензину конкретної марки — його здатність протистояти самозапаленню в разі стиснення. За стандарт пального з низькою детонаційною стійкістю взято *n*-гептан  $\text{CH}_3\text{—CH}_2\text{—CH}_2\text{—CH}_2\text{—CH}_2\text{—CH}_2\text{—CH}_3$ . Зазначимо, що вуглеводні з розгалуженим карбоновим ланцюгом мають більшу детонаційну стійкість, ніж нерозгалужені. Одним із вуглеводнів, який має особливо високу детонаційну стійкість, є ізомер октану (ізооктан)  $\text{C}_8\text{H}_{18}$ , а саме 2,2,4-триметилпентан:



На спеціальних установках порівнюють поведінку в моторі сумішей *n*-гептану й ізооктану, узятих у різних пропорціях, з поведінкою досліджуваного пального, тобто визначають октанове число бензину.

**Октанове число** — умовна одиниця, що чисельно дорівнює відсотку (за об'ємом) ізооктану в суміші, утвореній ним з *n*-гептаном і за своїми антидетонаційними властивостями рівноцінній даній марці бензину.

Октанове число ізооктану взято за 100, а нормального гептану — за 0. Отже, бензин марки А-95 — це паливо, що витримує у двигуні стиснення, рівноцінне стисненню суміші, до складу якої входять 95 % ізооктану і 5 % *n*-гептану.

▶ Прокоментуйте, що означає марка бензину А-76.

Октанове число бензину визначають на спеціальних установках порівнянням характеристик горіння випробуваного палива й еталонних сумішей ізооктану з *n*-гептаном. Чим вище октанове число бензину, тим більша його детонаційна стійкість.

**Застосування продуктів перегонки нафти.** Продукти перегонки нафти набули найбільшого застосування в паливно-енергетичній

галузі: бензин — як пальне для двигунів внутрішнього згоряння, розчинник масел, каучуку, очисник тканин від жиру; гас — як пальне для реактивних і дизельних двигунів; мазут — як паливо для теплових електростанцій (ТЕС), заводів, кораблів тощо. Після перегонки мазуту утворюється твердий залишок гудрон, який використовують для асфальтування доріг. Широке застосування продуктів перегонки нафти як палива пояснюється тим, що вони мають велику теплоту згоряння й не утворюють твердого залишку.

В останні роки нафту та продукти її перегонки дедалі більше використовують як цінну сировину для хімічної промисловості. Пластмаси, синтетичні волокна, синтетичний каучук, метанол й етанол, амоніак, азотні добрива, стимулятори росту, протруйники



Рис. 41. Застосування продуктів перегонки нафти



насіння, мастила й розчинники, білково-вітамінні концентрати, синтетична етанова та інші кислоти, продукція фармацевтичної і парфумерної промисловості — ось неповний перелік виробів на основі нафти і продуктів її переробки (рис. 41).



## Досліджуємо речовини та їх властивості

### Лабораторний дослід 3. Ознайомлення зі зразками нафтопродуктів.

**Завдання.** Розгляньте видані вам зразки нафти і нафтопродуктів. З'ясуйте їх агрегатний стан, колір, запах. За даними параграфа та додатковими інформаційними джерелами з'ясуйте склад і застосування кожного з них.

Результати проведеної роботи оформіть у робочих зошитах у вигляді таблиці.

Зразки нафтопродуктів

Назва нафтопродукту	Склад	Температура кипіння	Застосування



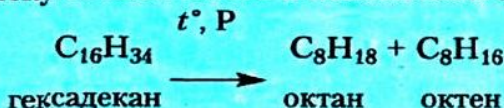
Окрім газуватих і рідких природних сумішей вуглеводнів, зустрічаються також тверді. До них належить **озокерит** — суміш природних високомолекулярних твердих вуглеводнів із домішками рідких масел і асфальтово-смолистих речовин. На вигляд він нагадує бджолиний віск і має запах гасу.

Поклади озокериту розміщені по обидва боки Карпат. В Україні його добувають у м. Бориславі. Озокерит — «чорний віск» або «застиглі сльози землі» — у Прикарпатті був відомий з часів виявлення там покладів нафти. Ця природна суміш твердих вуглеводнів має низьку температуру плавлення (в інтервалі 58–100 °С).

У медицині озокерит використовують з лікувальною метою у вигляді озокеритових аплікацій. **Озокеритотерапія** є поширеним методом теплолікування при багатьох захворюваннях опорно-рухової та інших систем. Основна властивість озокериту як лікувального засобу полягає в стимуляції периферичного кровообігу й обміну речовин, а також заспокійливій, протизапальній і антисептичній дії.

## Ерудитам на замітку

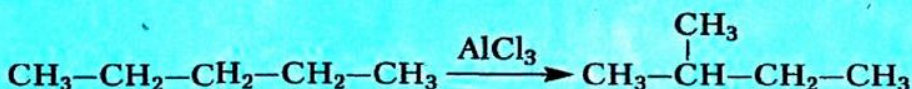
**Крекінг** (з англ. *розщеплення*) — це високотемпературна переробка нафти та її окремих фракцій для одержання продуктів із меншою молекулярною масою. У процесі крекінгу карбон-карбоніві одинарні зв'язки розриваються, молекула розщеплюється на молекули насиченого й ненасиченого вуглеводню:



Під час крекінгу може відбуватися *ізомеризація*:

*n*-пентан

ізопентан (2-метилбутан)

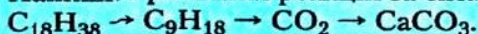


Основними продуктами крекінгу є компоненти моторних палив. Існує кілька видів крекінгу нафти і нафтопродуктів.

**Термічний крекінг** відбувається при температурі 450–550 °С і тиску 20–70 атм. Термічному крекінгу піддають гас, газойль, мазут і гудрон (один із продуктів вакуумної перегонки нафти).

**Каталітичний крекінг** проводять при дещо нижчій температурі й тиску, ніж термічний ( $t^{\circ} = 480\text{--}490^{\circ}\text{C}$ ,  $P = 1\text{--}5$  атм), за наявності каталізатора (суміші  $\text{Al}_2\text{O}_3$  і  $\text{SiO}_2$ ). Для каталітичного крекінгу основною сировиною є газойль. Вихід бензину і його якість при застосуванні цього виду крекінгу є вищими, аніж при термічному крекінгу.

Напишіть рівняння реакцій за схемою:



## Перевірте себе

- Охарактеризуйте: а) склад нафти; б) нафту як корисну копалину; в) нафту як суміш речовин; г) фізичні властивості нафти.
- Які продукти одержують первинною перегонкою нафти?
- Опишіть процес перегонки нафти.



4. Напишіть рівняння реакцій горіння вуглеводнів, що входять до складу бензину.

5. Охарактеризуйте детонаційну стійкість бензину, поясніть його маркування.

6. Найвище октанове число (130) має 2,2,3-триметилбутан. Запишіть його структурну формулу, наведіть приклади ізомерів.

7\*. Вагомий внесок у розвиток нафтохімії зробив Д. І. Менделєєв. Користуючись різними інформаційними джерелами, підготуйте доповідь на тему «Д. І. Менделєєв і розвиток нафтохімічної промисловості» та презентуйте її.




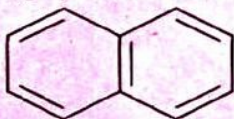
## § 11. Кам'яне вугілля, продукти його переробки. Значення основних видів палива в енергетиці країни



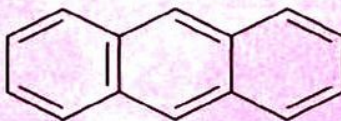
### Інформаційна довідка

- **Бензен (бензол)**  $C_6H_6$  — токсична, безбарвна, легша за воду і нерозчинна в ній рідина зі специфічним запахом. Одержують промисловою переробкою кам'яного вугілля. Бензен набув широкого застосування в хімічній промисловості як сировина для виробництва полімеру полістирену, фенолу, барвників, фармацевтичних препаратів тощо.

- Структурна формула бензену  вказує на наявність у його молекулі одного бензольного кільця (ядра), тому він належить до *одноядерних* ароматичних вуглеводнів. Існують також *багатоядерні* ароматичні вуглеводні, представниками яких є нафтален (нафталін) і антрацен, що містять 2 і 3 бензольні кільця (ядра) відповідно:



нафтален

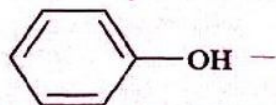


антрацен

- Гідроксильна група  $-OH$  є функціональною групою як спиртів, так і фенолів.

• **Феноли** — оксигеновмісні органічні сполуки, у молекулах яких гідроксильні групи сполучені з бензольним ядром, тобто є замісниками атомів Гідрогену в молекулі бензену та його гомологів. Найпростіший представник цієї групи речовин — сполука з однойменною назвою.

• **Фенол**  $C_6H_5-OH$ , структурна формула



безбарвна кристалічна речовина з температурою плавлення  $+43\text{ }^{\circ}\text{C}$ , малорозчинна у воді. Має характерний їдкий запах. При потрапленні на шкіру спричиняє опіки, сильний антисептик. Фенол застосовується у виробництві термореактивних полімерів, ліків, барвників, вибухових речовин. Відомий вам індикатор лужного середовища фенолфталеїн отримав таку назву тому, що для його добування використовують фенол. Уперше фенол виділили в 1834 р. з продуктів переробки кам'яного вугілля й дотепер одержують цим способом.

Кам'яне вугілля як паливо люди почали використовувати раніше, ніж продукти переробки нафти й природний газ. Тривалий час вони робили це лише задля одержання енергії.

► Поцікавтесь історією транспорту, з'ясуйте, які його види працювали на енергії, одержаній від спалювання вугілля.

У час атомної енергетики вугілля все ще залишається на першому місці в енергетичному балансі більшості країн світу. Водночас із року в рік зростає його роль як цінної сировини для виробництва різноманітних речовин.

**Кам'яне вугілля в природі.** Поклади кам'яного вугілля утворилися з відмерлих мільйони років тому решток рослин. Без доступу повітря в умовах підвищеної температури і тиску відбулися перетворення: торф  $\rightarrow$  буре вугілля  $\rightarrow$  кам'яне вугілля. Ця тверда природна суміш речовин має чорний, іноді темно-сірий колір, блискучу або матову поверхню і густину  $1,2\text{--}1,7\text{ г/см}^3$  (рис. 42).



Рис. 42. Зразки торфу (а), бурого (б) і кам'яного (в) вугілля



В Україні найбільші запаси кам'яного вугілля розвідані в Донецькому та Львівсько-Волинському кам'яновугільних басейнах. Поклади вугілля в одних місцях виходять на поверхню, в інших — залягають на глибині до 2500 метрів і більше, мають товщину від кількох сантиметрів до декількох десятків і сотень метрів.

Наша держава — одна з найбагатших країн світу за розвіданими запасами кам'яного вугілля і входить у десятку найбільших світових його експортерів (рис. 43).

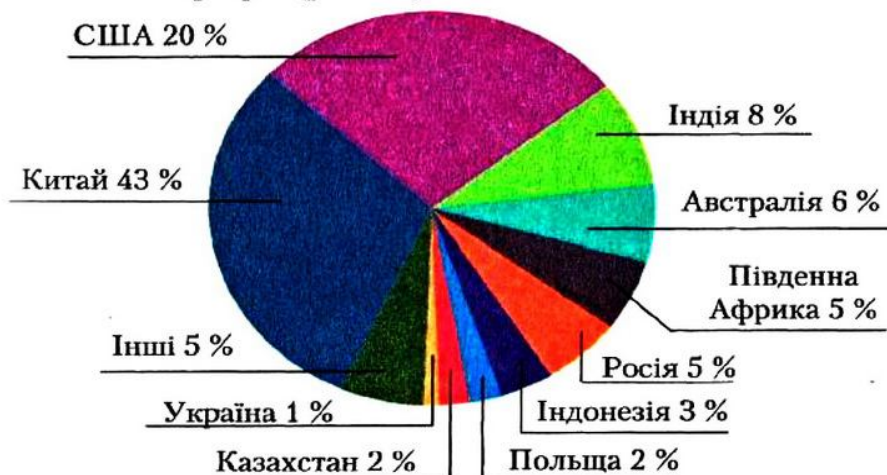


Рис. 43. Частки країн у світовому експорті вугілля

Ще більшими є запаси *бурого вугілля*, що за якістю поступається кам'яному.

**Склад кам'яного вугілля.** У процесі розвитку хімічних знань дані про склад і будову вугілля змінювалися. Нині в складі вугілля розрізняють *органічну* й *неорганічну* частини. Органічній частині властива високомолекулярна структура, яка включає ациклічні й циклічні фрагменти та функціональні групи (рис. 44).

Як бачимо, органічна частина вугілля має складну будову.

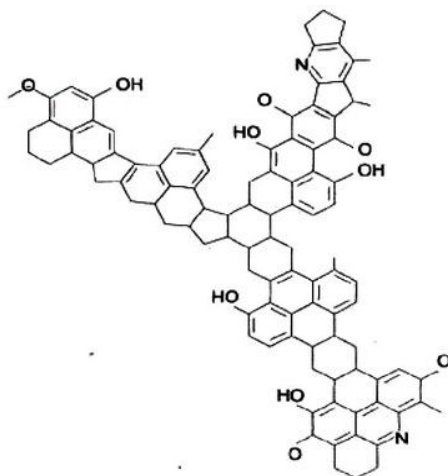


Рис. 44. Фрагмент структури органічної частини кам'яного вугілля

Атоми яких хімічних елементів утворюють органічну частину вугілля?

**Кам'яне вугілля** — природна суміш вуглецю (майже 10 %), органічних сполук складної будови (майже 80 %), води, неорганічних домішок, що після спалювання вугілля залишаються у вигляді твердого залишку — *шлаку*.

Основні споживачі кам'яного вугілля — енергетика (60 %), коксохімія (25 %), комунальне господарство та інші галузі промисловості (15 %).

**Процес переробки кам'яного вугілля.** Існує кілька способів переробки цієї корисної копалини, серед яких основним є коксування.

**Коксування** — термічна переробка вугілля, що полягає в його нагріванні без доступу повітря до 900–1100 °С і витримуванні при цій температурі до 20 годин, унаслідок чого вугілля розкладається з утворенням *твердого коксу і летких органічних і неорганічних (здебільшого води) речовин*.

Зазначені продукти коксування — результат фізичних і хімічних перетворень, які відбуваються під час переробки кам'яного вугілля.

Основним апаратом, у якому здійснюють коксування вугілля, є коксова піч. Вона складається з вузьких камер коксування завширшки 0,4–0,5 м, завдовжки 13–16 м і заввишки 4–7 м, куди одноразово завантажують майже 10 тис. кг подрібненого кам'яного вугілля. Для забезпечення належного перебігу процесу коксування 60–70 печей об'єднують в одну коксову батарею (рис. 45, 46), у якій між печами розташовують опалювальні простінки. Необхідну для коксування теплову енергію одержують, спалюючи природний чи коксовий газ.



Рис. 45. Зовнішній вигляд коксової батареї



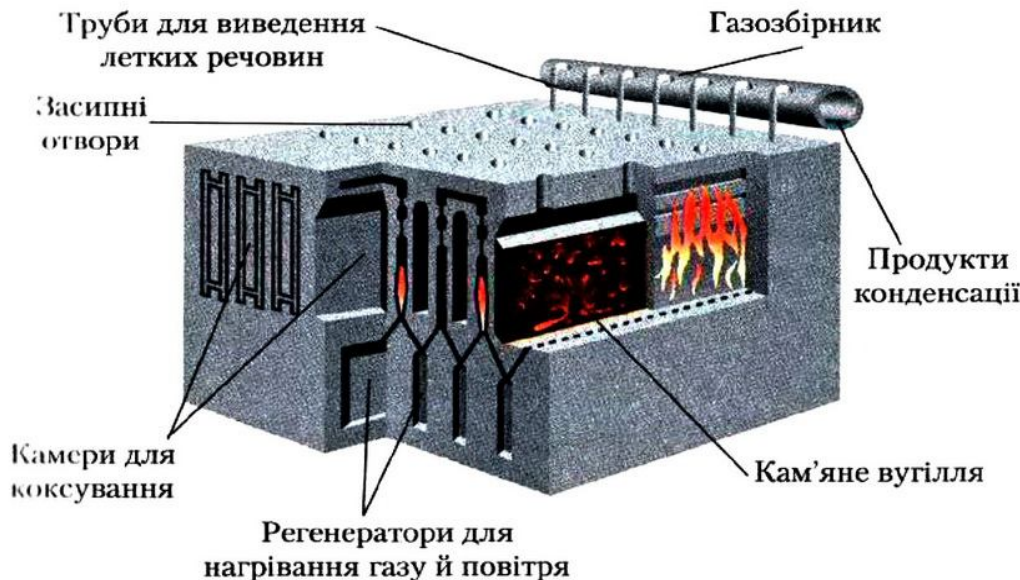


Рис. 46. *Схема будови коксової батареї*

Під час коксування леткі сполуки збирають у спеціальні збірники, після закінчення коксування утворений кокс («коковий пиріг») спеціальним пристроєм виштовхують із печі (рис. 47а) для охолодження, а піч завантажують новою порцією кам'яного вугілля (рис. 47б).

**Коксування** — складний перервний процес, що потребує спеціальних апаратів — коксових печей і великих затрат теплової енергії.



а



б

Рис. 47. *Вивантаження коксу (а) і завантаження кам'яного вугілля в коксову піч (б)*



Рис. 48. Авдіївський коксохімічний завод

Коксохімічне виробництво функціонує в п'ятих областях України. Перший вітчизняний коксохімічний завод став до ладу 1872 р. в м. Юзівці (колишня назва м. Донецька). Нині майже 70 % усієї продукції переробки вугілля виробляють у Донецькій і Дніпропетровській областях, а ВАТ «Авдіївський коксохімічний завод» (рис. 48) є найбільшим виробником

коксу в Європі. Щорічно на ньому одержують понад 6 млн т коксу та понад 40 видів іншої високоякісної продукції.

**Продукти переробки кам'яного вугілля і їх використання.** Переробку вугілля здійснюють здебільшого шляхом його коксування, газифікації або гідрування.

Основний продукт коксування — *кокс*, що на 96–98 % складається з вуглецю. Він набув промислового застосування в доменному й ливарному виробництві, кольоровій металургії як відновник і паливо, є сировиною для виробництва ацетилену та інших речовин.

Разом із коксом утворюються *кам'яновугільна смола* і *ковсовий газ*, що є джерелами різноманітних речовин.

Перегонкою й хімічною обробкою кам'яновугільної смоли добувають ароматичні вуглеводні: бензен та його гомологи, феноли, нафтален (нафталін), антрацен, інші цінні речовини.

Ковсовий газ містить майже 60 % водню, 25 % метану, 5 % карбон(II) оксиду, 4 % азоту, 2 % нітроген(IV) оксиду, 2 % етену та 2 % інших газів. Його використовують для обігрівання кокових печей, а також піддають хімічній переробці для одержання різноманітних продуктів.

Ще одним із продуктів коксування є *надсмольна вода*, що являє собою водний розчин амоніаку. Її обробляють сульфатною кислотою та одержують мінеральне добриво амоній сульфат.

▶ Пригадайте, що називають добривами, їх класифікацію, наведіть приклади.

На основі летких продуктів коксування на хімічних заводах одержують добрива, пластмаси, синтетичні волокна, лаки, фарби, штучний графіт та інші речовини.

З неорганічної частини кам'яного вугілля в промислових масштабах вилучають ванадій, германій, сірку, молібден, цинк, свинець.

Одним із видів переробки твердого палива є *газифікація вугілля*, яка полягає в обробці низькосортного вугілля, бурого вугілля і торфу сумішшю повітря, водяної пари й вуглекислого газу.



Частина вугілля згоряє, забезпечуючи процес газифікації теплом, а друга частина реагує з окисниками, унаслідок чого утворюється газоподібне паливо — *генераторний газ* — суміш водню, чадного газу та деяких інших газів. Перспективним вважають спосіб *підземної газифікації вугілля* з метою переведення його в горючий газ. Ідея такого способу належить Д. І. Менделєєву.

**Гідрування вугілля** — каталітичний процес обробки твердого палива воднем при температурі майже 500 °С і тиску 20–70 МПа. Продукти гідрування — це переважно суміш легких вуглеводнів, за складом аналогічних легким нафтопродуктам, що утворюють фракцію бензину. Тому цей процес вважають одним із перспективних способів добування синтетичного бензину.

Основні продукти переробки кам'яного вугілля зображено на рисунку 49.

**Значення основних видів палива в енергетиці країни.** Енергетика країни — це електрична енергія, вироблена атомними, гідро- й теплоелектростанціями; енергія, яку отримують спалюванням пального у двигунах різних видів транспорту; енергія, завдяки якій у системах опалення циркулює гаряча вода; енергія, що виділяється від спалювання коксу в домнах, природного газу в коксових печах, газових плитах; енергія, яку у вигляді тепла чи світла люди отримують для повсякденних потреб, спалюючи вугілля, вугільні брикети, дрова, торф.



Рис. 49. Продукти переробки кам'яного вугілля

Незважаючи на те, що нині набуває розвитку атомна енергетика і потужною є гідроенергетика, кам'яне вугілля, продукти переробки нафти та природний газ займають у світовій енергетиці лідируючі позиції (рис. 50).

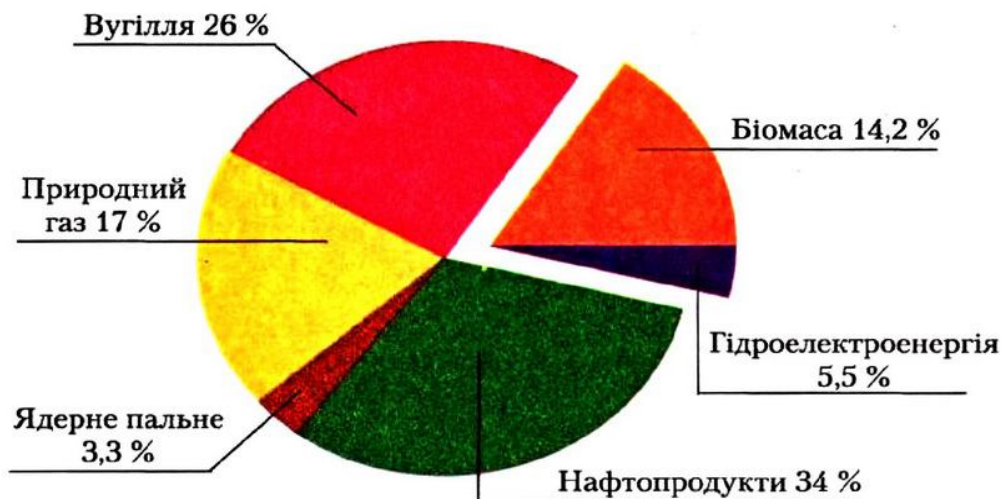


Рис. 50. Частки різних джерел енергії у світовому виробництві

В Україні щорічно видобувають майже 80 млн т кам'яного вугілля, що загалом достатньо, аби забезпечити вітчизняні потреби в цій корисній копалині не тільки як палива, а як і сировини хімічної промисловості. Згідно з прогнозами експертів, вітчизняних запасів кам'яного вугілля вистачить на найближчі 200–300 років. Вітчизняний щорічний видобуток природного газу забезпечує потреби України в ньому лише на 20 %, тоді як у нафті ще менше — на 10 %. Цілком очевидними є перспективи розвитку альтернативних джерел енергії (сонячної, вітрової, біогазу). Сира нафта безпосередньо не використовується, хоча продукти її переробки є основними енергетичними джерелами для автомобілів, літаків, кораблів, тракторів тощо. Зокрема, мазут має теплоту згоряння в 1,5 раза більшу, ніж кращі сорти вугілля. Крім того, на відміну від вугілля при його згорянні не утворюється твердий залишок. Завдяки зазначеним характеристикам мазут набув застосування на теплових електростанціях, залізничному і водному транспорті.

Узагальніть матеріал про природні джерела вуглеводнів як основні види палива та подайте його у формі таблиці.





В етнографічних музеях серед старожитностей можна бачити праски, нагрівання яких здійснювали розжареними шматочками деревного вугілля. Деревне вугілля застосовується і в наш час. Завдяки особливим властивостям (довго горить, точніше, тліє, практично не утворює диму й відкритого полум'я, а продукує лише тепло) його використовують у побуті для приготування страв (барбекю, шашлик), у промисловості для виробництва кристалічного силіцію (кремнію), сірководню, чорних і кольорових металів, активованого вугілля. При згорянні 1 кг деревного вугілля виділяється 31 000–35 000 кДж теплоти.

Що ж являє собою деревне вугілля?

**Деревне вугілля** — це мікропористий багатий вуглецем продукт розкладу деревини без доступу повітря. Установки з виробництва деревного вугілля працюють здебільшого в лісгоспах, а як сировину використовують деревні відходи.

Деревне вугілля не є самостійною алотропною видозміною Карбону, а утворене з різнозорієнтованих дрібних кристаликів графіту.

▶ Пригадайте з 10 класу явище алотропії та алотропні видозміни Карбону.

Деревне вугілля гігроскопічне, добре поглинає запахи, тобто є хорошим адсорбентом. Багатьом із вас, напевно, відомо, що при харчових отруєннях уживають пігулки активованого вугілля.

### Ерудитам на замітку

З ім'ям російського вченого Д. І. Менделєєва пов'язано чимало видатних сторінок у розвитку економіки й транспорту Донбасу.

Під час візиту до м. Юзівки (нині м. Донецьк) у 1888 р. вчений відвідав металургійний завод і шахту при ньому. Він цікавився обладнанням цехів, якістю металу, виробленого на заводі, умовами праці металургів і гірників.

Результатом поїздки Д. І. Менделєєва до Юзівки стала праця «Сила, що ґрунтується на берегах Донця», у якій відкривач



періодичного закону висловив своє захоплення невичерпними багатствами Донецького краю.



*Стара Юзівка (з альбому Д. І. Менделєєва), 1888 р.*

Наразі за розвіданими запасами вугілля Україна посідає перше місце в Європі й восьме — у світі.



### Перевірте себе

1. У чому полягають особливості кам'яного вугілля як: а) корисної копалини; б) джерела енергії; в) сировини для виробництва інших речовин?

2. Назвіть склад і властивості кам'яного вугілля.

3. Опишіть процес переробки кам'яного вугілля в коксових печах.

4. Охарактеризуйте склад і застосування продуктів коксування вугілля.

5. У чому полягає відмінність між процесами газифікації та гідрування вугілля?

6. Назвіть якомога більше речовин, що добувають переробкою вугілля.

7\*. Серед напрямів підготовки фахівців у вищих навчальних закладах з'явилася відносно нова спеціальність — еколог. З'ясуйте, яку роботу виконують екологи, наскільки вона важлива й цікава. Можливо, декому з вас це допоможе вибрати майбутню професію.

8 Зимової пори на опалювання сільської хати площею  $54 \text{ м}^2$  та приготування їжі сім'я споживала близько  $10 \text{ м}^3$  природного газу на добу. Обчисліть об'єм кисню (н. у.), витрачений на спалювання природного газу, вміст метану в якому дорівнював 97 %. Здійсніть обчислення добової кількості виділеної теплоти, якщо при спалюванні 1 моль метану виділяється 880 кДж теплоти.





## § 12. Охорона навколишнього середовища від забруднень при переробці вуглеводневої сировини та використання продуктів її переробки

### Інформаційна довідка

- Щорічно у світі спалюється майже 2,5 млрд т нафто-продуктів і понад 20 млрд т кам'яного вугілля. Це призводить до потрапляння в атмосферу великої кількості шкідливих речовин і величезних витрат кисню. За останні 50 років кисню було використано стільки ж, скільки за всю попередню історію людства.

- Щоб уберегти організм людини й усе живе на нашій планеті від негативного впливу різного роду забруднень, на державному рівні встановлюють граничнодопустимі концентрації (ГДК) шкідливих речовин.

- **Граничнодопустима концентрація** — це та кількість шкідливої речовини, яка практично не впливає на здоров'я людини і не має побічної дії на її потомків. Розрізняють *максимальну разову й середньодобову дози* впливу шкідливої речовини.

- При переробці вуглеводневої сировини обов'язковим є дотримання норм ГДК речовин, що потрапляють у навколишнє середовище. Для цього встановлюють оснащення, здатне запобігати прямим викидам шкідливих речовин у біосферу, знешкоджувати чи нейтралізовувати їх; відходи виробництва використовують як повторну сировину тощо.

**Охорона навколишнього середовища від забруднення продуктами переробки кам'яного вугілля.** Не тільки хімічна промисловість, а й побут людей пов'язані з використанням різних видів палива, причому енергоспоживання з розвитком цивілізації неухильно зростає. Усе це не лише приносить людству користь, але й має негативні наслідки. Зростання обсягів видобування й використання природних джерел вуглеводнів та одержаних з них продуктів, зменшення площ зелених насаджень завдають відчутної шкоди довкіллю, а інколи мають й незворотну дію. Розглянемо деякі конкретні приклади.

При спалюванні кам'яного вугілля утворюється також сульфур(IV) оксид (сірчистий газ)  $\text{SO}_2$ , а вам відомо з 10 класу про його

небезпеку для довкілля як одного з чинників кислотних дощів. Продукт переробки кам'яного вугілля — кокс — теж містить залишки сірки, які в доменній печі, де кокс використовують як джерело теплової енергії й відновник, вигоряють з утворенням сульфур(IV) оксиду.

Пригадайте хімізм доменного процесу і зробіть висновок, чому доменне і коксохімічне виробництва розташовують у безпосередній близькості.

Щоб зберегти довкілля від забруднення цим та іншими шкідливими викидами, доменний газ уловлюють і спрямовують у теплообмінники для нагрівання повітря, яке подають у домну. Екологічній безпеці сприяє впровадження глибокої переробки хімічних продуктів коксування.

У місцях проведення підземного видобування кам'яного вугілля створюється загроза зміни ландшафту, трапляється провалювання земної поверхні над виробкою відпрацьованих шахт (рис. 51).



а



б

Рис. 51. Провалювання земної поверхні над виробкою відпрацьованих камер шахт поблизу м. Кривий Ріг (а) і смт Солотвино (б)

Ще одним негативним наслідком добування кам'яного вугілля є поява териконів (рис. 52).

**Терикони** — індустриально-виробничі відходи, що височіють поблизу кам'яновугільних шахт.

Більш ніж за столітній період видобування й переробки вугілля на території Донецького басейну в териконах і відвалах нагромадилася величезна кількість вугільних порід і відходів. Лише в Донецькій області нараховують понад 600 териконів. Під ними перебувають значні площі родючих земель.





*a*



*б*

Рис. 52. Терикони на Донеччині (а) і Волині (б)

Терикони завдають довікільню відчутної шкоди ще й тим, що в них продовжують відбуватися процеси окиснення з утворенням шкідливих речовин, усередині тримається висока температура і бувають випадки самозаймання (рис. 53), що є вкрай небезпечним.

Горіння териконів, пилоутворення, інші негативні прояви їх впливу на навколишнє середовище спричиняють міграцію токсичних речовин, призводять до забруднення повітря, погіршення стану підземних і поверхневих вод.

Тривають пошуки способів раціонального використання індустріально-виробничих відходів, що містяться в териконах. Нині їх схили оформляють у вигляді терас, які озеленюють невибагливими до умов проростання кущами і деревами. Найвні в териконах речовини використовують у виготовленні шлакоблоків, будівництві доріг тощо. Значну роботу щодо озеленення териконів проводять співробітники Донецького ботанічного саду. І все ж ця проблема залишається до кінця не вирішеною.

Які власні проекти з утилізації відходів, що нагромаджуються в териконах, ви можете запропонувати?

**Охорона навколишнього середовища від забруднення продуктами переробки нафти.** Діяльність нафтопереробних заводів супроводжується широкомасштабним впливом на



Рис. 53. Горіння териконів (Донецька обл.)

довкілля. Негативного впливу нафтопереробних комплексів зазнають усі елементи біосфери: поверхневі й підземні води, повітря, ґрунтовий покрив, фауна і флора. Цей вплив не обминає і здоров'я людини.

Нині питання викидів в атмосферу речовин підприємствами з переробки вуглеводневої сировини, транспортними засобами, двигуни яких працюють на добутому з нафти пальному, привертає увагу світової спільноти через небезпеку забруднення навколишнього середовища, зокрема, прояву одного з його наслідків — виникнення парникового ефекту.



Пригадайте з курсу хімії 10 класу, які гази дістали назву *парникові* та в чому полягає сутність парникового ефекту.

З метою захисту навколишнього середовища від забруднення в 1997 р. підписано міжнародний Кіотський протокол, до якого на сьогодні приєдналися понад 180 країн світу, і серед них Україна.

У процесі видобутку, підготовки й переробки нафти утворюються стійкі нафтові емульсії, нафтошлами та інші небезпечні відходи. На більшості підприємств нафтовидобувної та нафтопереробної промисловості України такі відходи збирають і тимчасово зберігають у ставках-відстійниках, нафтових пастках тощо. Місця зберігання відходів через їх неправильне облаштування, експлуатацію та старіння стають джерелами забруднення атмосферного повітря, ґрунтового покриву, поверхневих і підземних вод. Якщо не вживати відповідних природоохоронних заходів, можливе забруднення питної води.

У разі повного згоряння вуглеводнів, що входять до складу бензину (чи іншого вуглеводневого палива), кінцевими продуктами є вода і вуглекислий газ. Завдяки рослинам вуглекислий газ включається в процес синтезу органічних речовин і негативних екологічних наслідків (парникового ефекту, підвищеного вмісту  $\text{CO}_2$  у складі повітря) не виникає. Однак викидні гази містять певний відсоток токсичних і навіть канцерогенних речовин. Вам відомо, що до складу викидних газів автомобільних двигунів входять небезпечні для людини і всієї живої природи чадний газ  $\text{CO}$ , нітроген(IV) оксид  $\text{NO}_2$ , сполуки Плюмбуму. Чим більший пробіг і термін експлуатації автомобіля, тим більшу екологічну небезпеку він створює. Кожна з держав установлює свої граничнодопустимі норми вмісту шкідливих викидів автомобілів, запроваджує технічні огляди машин для з'ясування відповідності роботи двигуна цим нормам. Проте в одних країнах ці норми вищі, в інших нижчі.



В одних державах за їх порушення на власника машини накладається відчутна санкція, в інших — мінімальні штрафи.

► Поцікавтеся, які природоохоронні заходи, що стосуються збереження довкілля від шкідливих викидних газів автомобілів, здійснюються в нашій державі.

Нині у світі випущено й експлуатується стільки автомобілів, побудовано стільки промислових об'єктів, що проблема забруднення повітря набула глобального масштабу. Демократичне об'єднання країн Європи — Європейський Союз (ЄС) — задля розв'язання цієї проблеми встановлює норми, що діють у всіх його державах-членах. Так, з 1993 р. в ЄС запроваджено систему контролю токсичності відпрацьованих газів автомобільних двигунів. Вона відображає норми токсичності, що відомі під загальною назвою «Євро», яким мають відповідати автомобілі та інша техніка в країнах Євросоюзу. У міру того, як норми змінюються, а вони щоразу змінюються в бік посилення вимог, їм надають новий цифровий номер. Екологічні норми в Євросоюзі, що стосуються роботи двигунів автомобілів, дістали назви «Євро-1» — «Євро-4». Очікується поява «Євро-5» і всесвітніх екологічних норм.

Відповідати встановленим стандартам «Євро» мають не лише автомобілі, а й паливо.

Незважаючи на те, що Україна не є учасницею Євросоюзу, вона не може ігнорувати загальноєвропейські норми. Прийняття подібних екологічних норм щодо токсичності викидів двигунів автомобілів, якості бензину для нашої держави є також актуальним, і вони, хоч і з відставанням від Євросоюзу, запроваджуються в Україні.

Найбільше проблем з дотриманням норм «Євро» існує для власників старих автомобілів. Щоб забезпечити роботу власного транспорту в межах розроблених стандартів, їм доводиться здійснювати переоснащення двигунів, застосовувати каталітичні нейтралізатори тощо.

Прикро, але доводиться констатувати, що нині в Україні існує проблема якості палива, яке б забезпечило вітчизняним власникам належну експлуатацію придбаної ними імпоротної техніки та дотримання норм «Євро» щодо складу пального і викидних газів.

**Переваги природного газу як палива.** Природний газ використовують як паливо для електростанцій, автомобілів, газових плит тощо. Вивчаючи природний газ, ми зазначили, що порівняно з бензином він є екологічно чистішим паливом для двигунів автомобілів. Перехід із бензинового пального на газове — це ще один надійний спосіб збереження довкілля від забруднення.

Газ легше, ніж пари бензину, змішується з повітрям, тому відбувається більш повне згоряння, завдяки чому менше токсичних викидів надходить в атмосферу. При використанні газу у двигуні нагар утворюється набагато повільніше, ніж при використанні бензинового пального. Тим самим зменшуються викиди шкідливих речовин у довкілля, збільшується термін служби двигуна.

Перспектива заміни бензину на природний газ викликана ще й економічними чинниками, адже газове пальне коштує в 3–4 рази дешевше бензину та й ресурси природного газу більші за нафтові. Важливо і те, що автобуси та автомобілі, переведені на природний газ, економлять чимало бензину. До того ж метан має октанове число 120, високі октанові числа властиві й таким газам, як пропан і бутан (октанові числа 90–110).

З природного газу здійснюють половину світового виробництва водню, який, окрім цінної хімічної сировини, є перспективним екологічно чистим видом палива. Світові лідери автомобілебудування активно розробляють нові моделі транспортних засобів, що працюють на водневому пальному (рис. 54).



Рис. 54. Транспорт, що працює на водневому пальному



## Досліджуємо речовини та їх властивості

*Лабораторний дослід 4. Ознайомлення зі зразками продуктів коксування вугілля та різних видів палива.*

**Завдання.** Розгляньте видані вам зразки продуктів коксування вугілля та різних видів палива. З'ясуйте їх агрегатний стан, колір, запах. За наведеними в параграфі даними та додатковими інформаційними джерелами з'ясуйте склад і застосування кожного з них.

Результати проведеної роботи оформіть у робочих зошитах у вигляді таблиці.



Назва	Зовнішній вигляд	Склад	Застосування



Будь-який органічний матеріал (рештки рослин і тварин, продукти органічного синтезу, різні види палива) при горінні може бути безпечним за однієї умови — відсутності в складі продуктів горіння шкідливих для довкілля речовин. Проте досягається це тільки при дуже високій температурі й надлишковій кількості кисню. За незначної вологості горючого матеріалу температура знижується, і разом з вуглекислим газом і водою з'являються інші, у тому числі й шкідливі продукти горіння.

Наприклад, спостерігаючи за горінням опалого листя й трави, зібраних до купи, бачимо, що тільки верхня частина купи горить, бо отримує достатньо кисню, у той час як середні шари тліють і димлять, виділяючи токсичні або просто шкідливі для здоров'я хімічні речовини.

Головна складова диму — карбон(II) оксид (чадний газ)  $\text{CO}$  — небезпечна сполука для здоров'я людини, оскільки легко зв'язує гемоглобін крові, блокуючи доставку кисню до тканин і клітин організму. Особлива підступність неповного згорання рослинної сировини в тому, що її основа — целюлоза — розпадається на фрагменти з короткими карбоновими ланцюгами або утворює поліциклічні сполуки. Серед таких речовин є етанова (оцтова) кислота і акролеїн — основні винуватці червоних, сльозавих очей і нападів кашлю; ароматичні поліциклічні вуглеводні, багато з яких є дуже сильними канцерогенами.

Якщо в листяну купу потрапляють вироби з полімерів, то хлоровмісні полімери можуть перетворитися на діоксини (хлоровмісні похідні ароматичних вуглеводнів, що мають



імунодепресивні, мутагенні й канцерогенні властивості), *фосген* (отруйну речовину задушливої дії, яку застосовували як хімічну зброю під час Першої світової війни) тощо. Усього ж при спалюванні опалого листя утворюється майже 70 потенційно токсичних речовин.

Багато хто вірить, що робить корисну справу, спалюючи опале листя й побутове сміття у вогнищах, розведених прямо на газонах, під вікнами будинків. Насправді вони наражають на небезпеку власне здоров'я та здоров'я оточуючих, замість того, щоб знайти більш розумне застосування для рослинних решток. Наприклад, зробити компостну купу чи яму, а компост використовувати для підживлення газонів і дерев. Або прикопати, залишити листя в землі, і мешканці ґрунту самі перероблять його на родючий гумус. Адже кожен з вас, перебуваючи в лісі, жодного разу не «потопає» у кучугурах опалого листя, відмерлої торішньої трави. Тож варто не шкодити природі, а навчитися в неї!

### Ерудитам на замітку

Однією зі сторінок тривалої історії добування кам'яного вугілля в Україні та його переробки стало створення в Харкові в 1930 р. Українського державного науково-дослідного вуглехімічного інституту. Сучасний етап діяльності вчених інституту стосується досліджень твердих горючих копалин, коксохімічного виробництва, газифікації вугілля, захисту навколишнього середовища від шкідливого впливу коксохімічних та інших підприємств переробки горючих копалин.

Пізніше, у 1949 р., у Києві почав працювати Інститут газу Національної академії наук України. Основними напрямками наукових досліджень інституту є підвищення ефективності використання природного газу, створення нових технологій та обладнання для ефективного використання газу та інших теплоносіїв у галузях промисловості. Одна з новітніх розробок учених стосується використання природного та супутнього нафтового газу як палива для двигунів внутрішнього згоряння.





## Перевірте себе

1. Оцініть вплив продуктів переробки вуглеводневої сировини на навколишнє середовище.

2. Про важливе значення збереження довкілля України від різних забруднень свідчить той факт, що в нашій державі функціонує Міністерство екології та природних ресурсів України. За додатковими інформаційними джерелами дізнайтеся про його природоохоронну діяльність.

3\*. Зберіть інформацію про техногенні аварії, що сталися наприкінці XX — на початку XXI ст. і призвели до забруднення навколишнього середовища природними джерелами вуглеводнів і продуктами їх переробки. Які вони мали наслідки?

Продумайте способи презентації зібраної інформації.

➔ Пропан-бутанова суміш застосовується як паливо для газових плит у разі відсутності забезпечення природним газом. Червоний колір наповнених стисненою сумішшю сталевих балонів попереджає користувачів про небезпечність легковажного поводження з нею. Обчисліть, скільки молекул пропану припадає на одну молекулу бутану в такій суміші, якщо об'ємна частка пропану в ній дорівнює 80 %.

⑤ Унаслідок аварії на нафтопереробному заводі в озеро потрапило 500 кг нафтопродуктів. Чи виживе після аварії риба в озері, якщо токсична концентрація нафтопродуктів для риб дорівнює  $0,05 \text{ мг/дм}^3$ , а приблизний об'єм озера —  $10\,000 \text{ м}^3$ ?



## Тестові завдання для самоперевірки знань

1. Позначте основне положення теорії О. М. Бутлерова

- А** властивості хімічних елементів і їх сполук перебувають у періодичній залежності від значення заряду ядра атома
- Б** атоми в молекулах органічних речовин сполучені між собою хімічними зв'язками в чітко визначеній послідовності відповідно до їх валентності
- В** розплави або розчини електролітів проводять електричний струм
- Г** у реакціях приєднання галогеноводнів до ненасичених вуглеводнів Гідроген приєднується до більш гідрогенізованого атома Карбону

2. Укажіть валентність Карбону в органічних сполуках

- |               |                 |
|---------------|-----------------|
| <b>А</b> один | <b>В</b> три    |
| <b>Б</b> два  | <b>Г</b> чотири |

3. Укажіть, для якого з алканів можливе існування структурних ізомерів

- А метану
- Б етану
- В пропану
- Г бутану

4. Укажіть загальну формулу насичених вуглеводнів (алканів, парафінів)

- А  $C_nH_{2n-6}$
- Б  $C_nH_{2n-2}$
- В  $C_nH_{2n}$
- Г  $C_nH_{2n+2}$

5. Установіть відповідність між вуглеводнями та їх напівструктурними формулами

*Вуглеводень*

1 етан

2 етен

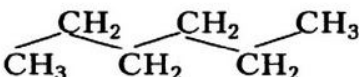
3 етин

4 бензен

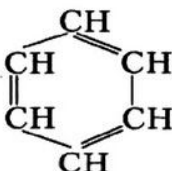
*Напівструктурна формула*

А  $CH_3-CH_3$

Б  $CH_2=CH_2$

В 

Г  $CH\equiv CH$

Д 

6. Укажіть характеристики, властиві гомологам

- А мають однаковий кількісний склад
- Б подібні за хімічною будовою
- В склад молекул відрізняється на одну або кілька груп атомів  $CH_2$
- Г мають різний якісний склад

7. Укажіть характеристики, властиві ізомерам

- А різні за хімічною будовою
- Б мають однаковий кількісний склад



**В** відрізняються за фізичними і хімічними властивостями  
**Г** мають однаковий якісний склад

8. Установіть відповідність між характеристичними (функціональними) групами та їх назвами

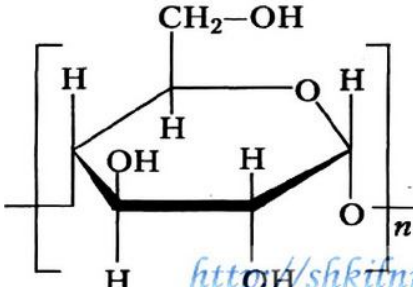
Характеристична група	Назва
1 $-\text{OH}$	А аміногрупа
2 $-\text{C} \begin{array}{l} \text{O} \\ \parallel \\ \text{OH} \end{array}$	Б нітрогрупа
3 $\text{>C=O}$	В гідроксильна група
4 $-\text{NH}_2$	Г карбонільна група Д карбоксильна група

9. Установіть відповідність між сполуками та класами, до яких вони належать

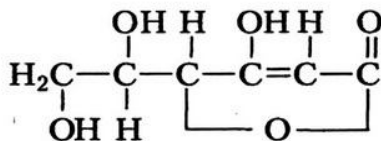
Сполука	Клас
1 етан	А насичені вуглеводні
2 етанол	Б ненасичені вуглеводні
3 етанова кислота	В амінокислоти
4 аміноетанова кислота	Г спирти
	Д карбонові кислоти

10. Установіть відповідність між назвами продуктів — речовин живої природи — та їх формулами

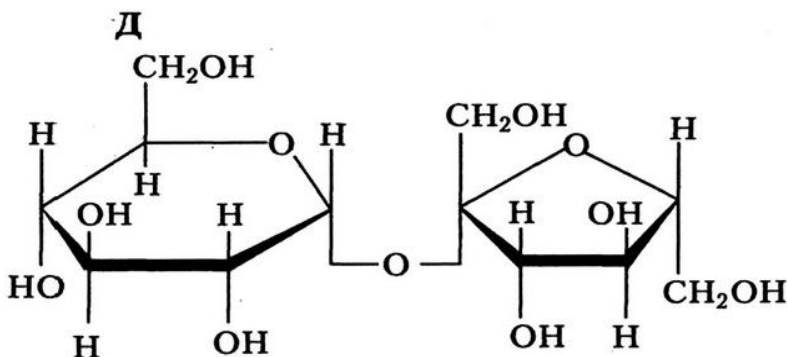
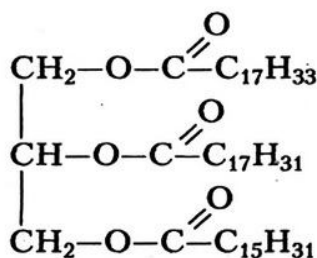
Назва	Формула
1 глюкоза	А $\begin{array}{ccccccc} \text{H} & \text{H} & \text{H} & \text{HO} & \text{H} & & \\   &   &   &   &   & & \\ \text{H}-\text{C}- & \text{C}- & \text{C}- & \text{C}- & \text{C}- & \text{C} & \\   &   &   &   &   & \diagup & \diagdown \\ \text{OH} & \text{OH} & \text{OH} & \text{H} & \text{OH} & \text{O} & \text{H} \end{array}$

2 олія	Б 
--------	---

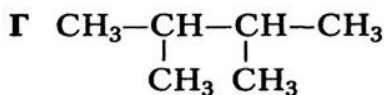
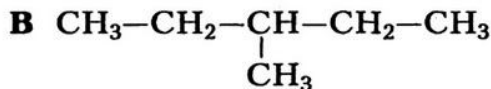
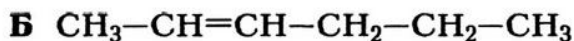
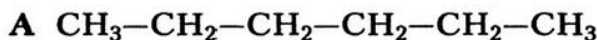
3 крохмаль В



4 сахароза Г

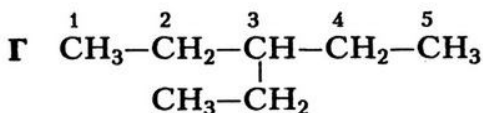
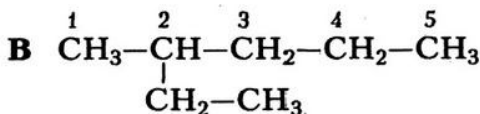
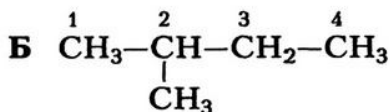
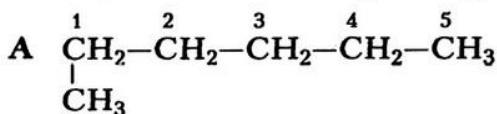


11. Укажіть структурні формули ізомерів, що мають молекулярну формулу  $\text{C}_6\text{H}_{14}$





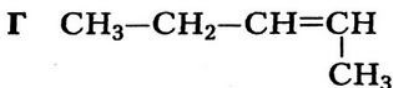
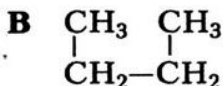
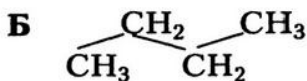
12. Укажіть, у яких формулах допущено помилку у виборі головного ланцюга насиченого вуглеводню



13. Укажіть, які з назв гомологів *n*-гептану складені неправильно

- А 1-метилгексан
- Б 2,4-диметилпентан
- В 3-етилпентан
- Г 1,5-диметилпентан

14. Укажіть, формули скількох речовин зображено



15. Позначте правильне твердження: у складі природного газу
- А найбільше ненасичених вуглеводнів
  - Б найбільше вуглецю
  - В найбільше ароматичних вуглеводнів
  - Г найбільше метану
16. Напишіть рівняння реакцій горіння пропан-бутанової суміші, у відповіді зазначте загальну суму коефіцієнтів перед формулами кисню в обох рівняннях
- А 2
  - Б 5
  - В 13
  - Г 18
17. Укажіть властивості метану
- А легший за повітря
  - Б важчий за повітря
  - В стійкий проти дії окисників
  - Г погано розчиняється у воді
18. Укажіть правильні твердження щодо нафти
- А складна речовина
  - Б суміш речовин
  - В добре розчинна у воді
  - Г нерозчинна у воді
19. Укажіть перелік класів речовин, що становлять основний склад нафти
- А вуглеводи, білки, насичені вуглеводні
  - Б насичені вуглеводні, спирти, карбонові кислоти
  - В парафіни, арени, циклопарафіни
  - Г солі, карбонові кислоти, амінокислоти
20. Установіть послідовність конденсації вуглеводневих фракцій у процесі перегонки нафти
- А гас
  - Б бензин
  - В газойль
  - Г лігроїн



21. Установіть відповідність між назвами і складом фракцій перегонки нафти

Назва	Склад
1 лігроїн	А $C_8 - C_{14}$
2 газойль	Б $C_{12} - C_{18}$
3 бензин	В $C_1 - C_4$
4 гас	Г $C_5 - C_{11}$
	Д $C_{15} - C_{22}$

22. Укажіть можливі продукти крекінгу насиченого вуглеводню октадекану  $C_{18}H_{38}$

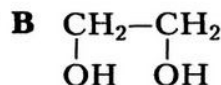
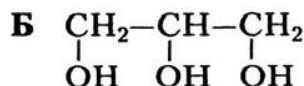
- А вода і карбон(IV) оксид
- Б нонан і нонен
- В глюкоза і гліцерол
- Г октан і декан

23. Доберіть слово, що робить завершеним речення:

*Процес термічного розкладу кам'яного вугілля без доступу повітря має назву ...*

- А газифікація
- Б коксування
- В крекінг
- Г гідрування

24. Укажіть формулу гліцеролу (гліцерину)



25. Установіть відповідність між назвами й формулами кислот

Назва	Формула
1 карбонатна кислота	А $C_{17}H_{35}COOH$
2 етанова кислота	Б $H_2CO_3$
3 олеїнова кислота	В $CH_3COOH$
4 стеаринова кислота	Г $C_{17}H_{33}COOH$
	Д $C_2H_5COOH$

26. Позначте правильне твердження щодо переліку речовин:  
*глюкоза, гліцерол, кальцій гідроксид*

- А органічні сполуки
- Б неорганічні сполуки
- В містять гідроксильні групи
- Г належать до природних сполук

27. Укажіть назву вуглеводу, якого багато в стиглих плодах винограду

- А крохмаль
- Б глюкоза
- В сахароза
- Г целюлоза

28. Укажіть характеристику, за якою укладено перелік речовин:  
*жири, білки, вуглеводи*

- А наркотичні речовини
- Б компоненти їжі
- В вітаміни
- Г компоненти бензину



# СИНТЕТИЧНІ ОРГАНІЧНІ СПОЛУКИ

У цьому розділі ви дізнаєтеся про:

- органічний синтез і його сировину;
- різноманітність продукції органічного синтезу;
- пластмаси як сучасні матеріали;
- синтетичні каучуки та гуму;
- штучні й синтетичні волокна;
- побутові хімікати й загальні правила поводження з ними;
- склад і мийну дію мила;
- синтетичні мийні засоби;
- органічні розчинники та їх застосування;
- екологічні наслідки використання органічних речовин у побуті.







### § 13. Синтез органічних сполук різних класів на основі вуглеводневої сировини



#### Інформаційна довідка

• **Синтез** — цілеспрямований процес сполучення або об'єднання розрізнених предметів чи понять у єдине ціле.

• **Хімічний синтез** — процес утворення складних молекул із більш простих. Розрізняють *неорганічний* і *органічний хімічний синтез*. Прикладом неорганічного синтезу є синтез амоніаку  $\text{NH}_3$  з азоту  $\text{N}_2$  і водню  $\text{H}_2$ .

• **Органічний синтез** як напрям наукових досліджень в органічній хімії стосується розробки методів штучного створення органічних речовин.

• **Органічний синтез** як технологічний процес — промислове виробництво органічних сполук на основі вуглеводневої сировини (газу, нафти, кам'яного вугілля) і продуктів її переробки. Завдяки органічному синтезу добувають велику кількість речовин, зокрема й такі, яких немає в природі.

• **Сировина** — природні мінерали чи добуті промисловим способом речовини, з яких доцільно виготовляти ту чи іншу хімічну продукцію.

• **Хімічна технологія** як наука вивчає речовини і процеси їх перетворення на хімічних виробництвах.

**Синтез органічних сполук.** Згідно з віталістичною теорією, що панувала в хімії на початку XIX ст., годі було й думати про можливість створення органічних сполук за межами організму. І все ж XIX ст. ознаменувалося першими синтезами (див. § 1). Ці синтези розвінчали віталістичну теорію як псевдонаукову й започаткували *органічний синтез*. Нині органічний синтез у науковому плані — це видатні відкриття вчених, а в практичному — вагомі здобутки хімічної технології з виробництва в промислових масштабах різноманітних органічних сполук.

Характеризуючи природні джерела вуглеводнів, ми весь час наголошували на двох аспектах їх використання — як *джерел енергії* та як *сировини* для одержання інших речовин. Адже виробництво багатьох речовин і матеріалів, без яких життя в постіндустріальному цивілізованому суспільстві неможливе, є результатом синтезу органічних сполук різних класів на основі вуглеводневої сировини.



Продукція органічного синтезу надзвичайно різноманітна. Це пластмаси, синтетичні волокна, каучуки, спирти, кислоти, поверхнево-активні речовини (ПАР), мастила, синтетичні види палива, розчинники, лакофарбові матеріали, хімічні засоби захисту рослин, синтетичні лікарські препарати, запашні речовини, фотохімічні матеріали та багато-багато інших (рис. 55).



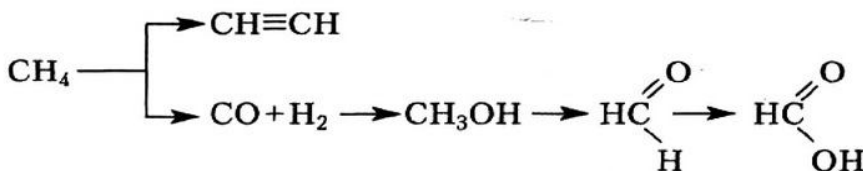
Рис. 55. Продукція органічного синтезу

Органічний синтез є великотоннажним виробництвом, усі процеси якого автоматизовані, а для їх інтенсифікації добирають оптимальні температуру, тиск, високоефективні каталізатори. Однак небезпека забруднення навколишнього середовища існує. Довкілля потерпає ще й від того, що навіть незначні викиди в атмосферу, потрапляння у водойми сировини та окремих продуктів органічного синтезу завдають шкоди живій природі через токсичність багатьох із них.

**Вуглеводнева сировина для синтезу органічних сполук.** Майже до середини ХХ ст. основою органічного синтезу були речовини, виокремлені з кам'яновугільної смоли, що утворюється при коксуванні кам'яного вугілля, та сировина рослинного й тваринного походження. Проте з 20-х років минулого століття важливого значення для органічного синтезу набули досягнення нафтохімії, які спричинили поступову заміну кам'яновугільної сировини нафтою. В органічному синтезі почали використовувати й природний газ, зокрема, основну його складову частину **метан**  $\text{CH}_4$ .

Для синтезу органічних сполук сировиною є органічні речовини, що входять до складу нафти, природного газу, кам'яного вугілля, а також речовини, виокремлені з них шляхом первинної переробки (наприклад, продукти прямої перегонки нафти).

Метан у великих кількостях використовують для добування етину (ацетилену), метанолу, метаналю, метанової кислоти:



► Проілюструйте схему відповідними рівняннями реакцій, назвіть речовини.

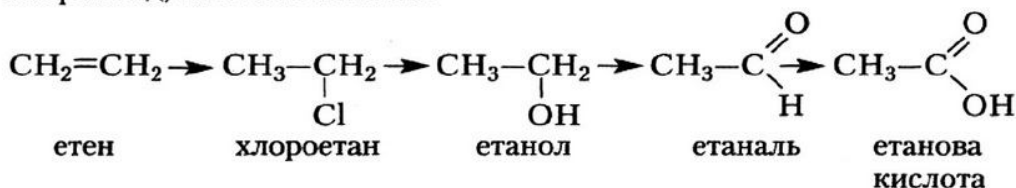
Кожна з розглянутих речовин є проміжним продуктом в одержанні нових, не менш важливих речовин. Зокрема, **метаналь**, або **формальдегід**, — важлива сировина для виробництва пластмас, лаків, клеїв та інших матеріалів. У метаналю, як і в метановій кислоті, вуглеводневий замісник відсутній, а функціональна **карбонільна група**  $\text{>C=O}$  сполучена з двома атомами Гідрогену.



Порівняйте склад метаналю й метанової кислоти. Скориставшись матеріалом рубрики «Ерудитам на замітку» § 4, запропонуйте, як у лабораторних умовах можна перетворити метаналь на метанову кислоту.

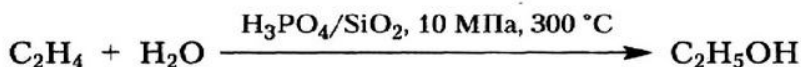
Поширеним в органічному синтезі є окиснення повітрям твердих *парафінів* нерозгалуженої будови, унаслідок чого утворюються вищі спирти та вищі жирні кислоти (містять понад 10 атомів Карбону). Вони необхідні для виробництва поверхнево-активних речовин (ПАР), синтетичних мийних засобів, мила тощо.

З *етену (етилену) C<sub>2</sub>H<sub>4</sub>* у промисловому органічному синтезі добувають етанол, етанову (оцтову) кислоту, поліетилен. Щоб добути етанову кислоту, потрібно провести кілька реакцій (стадій), наприклад, за такою схемою:



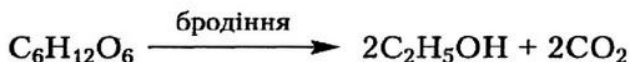
Спробуйте проілюструвати схему відповідними рівняннями реакцій.

Ви вже знаєте, що одну й ту саму сполуку можна добувати з різних речовин і різними способами. Розглянемо це положення на прикладі синтезу *етанолу C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>OH*. Його можна добути з етену за одну стадію, здійснивши реакцію гідратації з використанням ортофосфатної кислоти як каталізатора та при нагріванні до 300 °C і тиску:



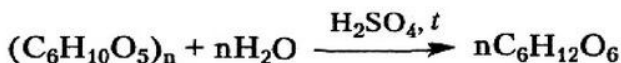
У промисловості цей спосіб набув широкого застосування. Одержаний етанол (його ще називають *технічним етиловим спиртом*) є цінною сировиною для синтезу каучуків, барвників, лікарських препаратів тощо.

Для медичних цілей і виготовлення спиртних напоїв етанол добувають спиртовим бродінням глюкози, одержаної із сахарози або крохмалю:



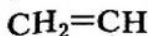
Реакція відбувається за наявності дріжджів, а добутий цим способом етанол називають ще *винним спиртом*.

Інший спосіб промислового добування етанолу ґрунтується на використанні деревини. Тирсу піддають гідролізу в присутності розбавленої сульфатної кислоти при 150–170 °C:

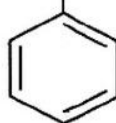


З одержаної глюкози добувають етанол, який називають *гідролізним спиртом*.

Етен використовують як вуглеводневу сировину органічного син-



тезу у виробництві стирену (стиролу) добувають полімери.




, з якого надалі

Цінною вуглеводневою сировиною органічного синтезу є **етин (ацетилен)  $C_2H_2$** . З нього одержують етаналь  $CH_3-C \begin{smallmatrix} \nearrow O \\ \searrow H \end{smallmatrix}$ ,

а також акрилонітрил  $CH_2=CH-C \equiv N$ , вінілхлорид  $CH_2=CH-Cl$ , що є мономерами для синтезу полімерів поліакрилонітрилу, з якого виготовляють штучне хутро, і полівінілхлориду, з якого виготовляють штучну шкіру, лінолеум, металопластикові вікна.

Використовуючи **арени (ароматичні вуглеводні)**, одержують фенол  $C_6H_5OH$  і ацетон  $CH_3-CO-CH_3$ , синтезують мастила, поверхнево-активні речовини. Окисненням аренів одержують

терефталеву кислоту , що є мономером

для виробництва волокна лавсану й компонентом термостійких пластмас. З хлоропохідних аренів виробляють ефективні гербіциди, розчинники та ізоляційні масла для трансформаторів.

Розглянутими прикладами не обмежується асортимент продукції органічного синтезу. Нині він налічує декілька мільйонів сполук.

Отже, на основі вуглеводневої сировини здійснюють різноманітні синтези, продукти яких мають велике практичне значення (рис. 56).



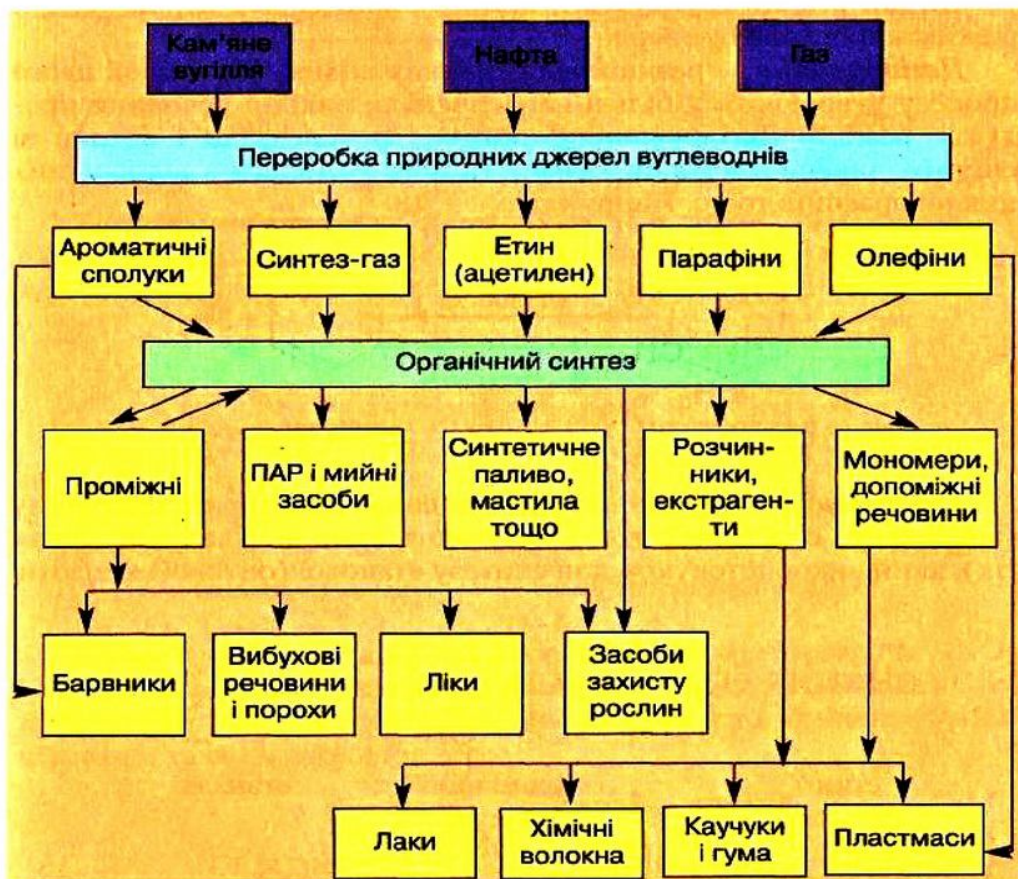
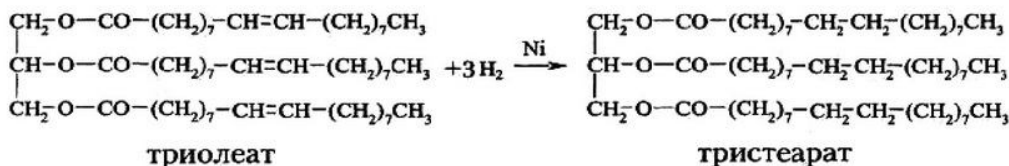


Рис. 56. Схема використання вуглеводневої сировини для синтезу органічних сполук різних класів

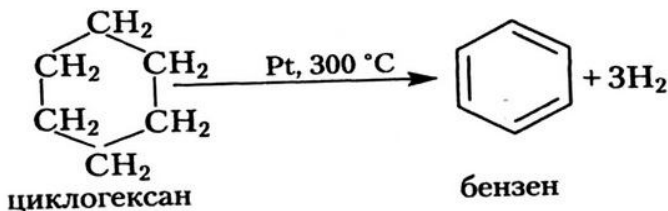
**Реакції, на яких базуються синтетичні методи добування органічних речовин.** У процесі синтезу органічних сполук мають місце різні типи реакцій, більшість з яких ви вже знаєте. Розглянемо деякі конкретні приклади.

**Гідрування, або гідрогенізація,** — процес приєднання водню. У ненасичених сполук він відбувається за місцем розриву кратних (подвійного, потрійного) зв'язків в умовах підвищеного тиску, температури в інтервалі 20–200 °C і за участю каталізаторів. Наприклад:

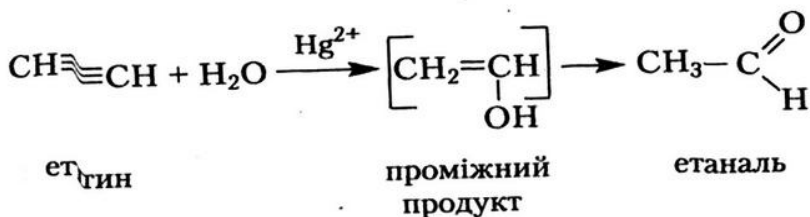


На цій реакції ґрунтується промисловий спосіб перетворення рідких жирів (олії) у тверді.

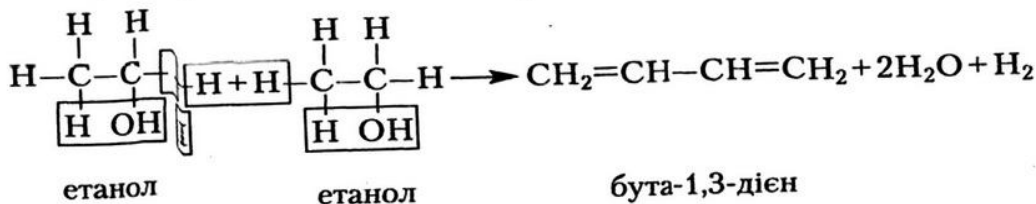
**Дегідрування** — реакція відщеплення водню. Унаслідок цього процесу утворюються більш ненасичені за вихідні речовини продукти реакції. Дегідруванням синтезують альдегіди і кетони зі спиртів, алкени з алканів, бензен та його гомологи з відповідних циклопарафінів тощо. Наприклад:



**Гідратація** — процес приєднання води. Так, гідратацією етину (ацетилену) в промисловості добувають етаналь (оцтовий альдегід), який використовують для синтезу етанової (оцтової) кислоти:

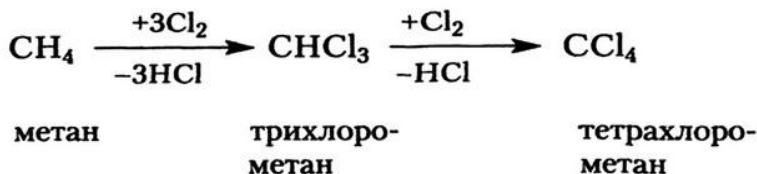


**Дегідратація** — відщеплення молекул води. Прикладом одержання органічної сполуки за участю двох реакцій відразу (дегідратації і дегідрування) є добування бута-1,3-дієну — мономера одного з каучуків:

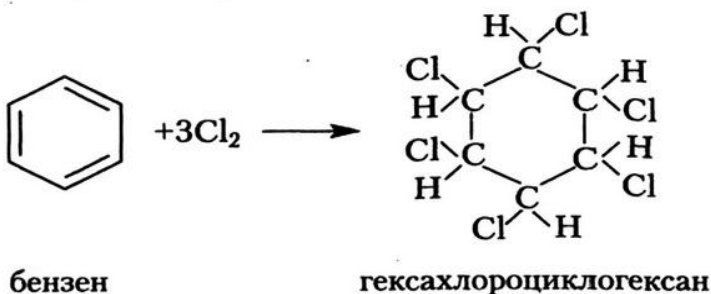


**Галогенування** — введення атомів галогенів (Флуору, Хлору, Брому, Йоду) у молекулу органічної сполуки. Галогенуванням метану одержують розчинники, наприклад трихлорометан (хлороформ), тетрагалохлорометан:

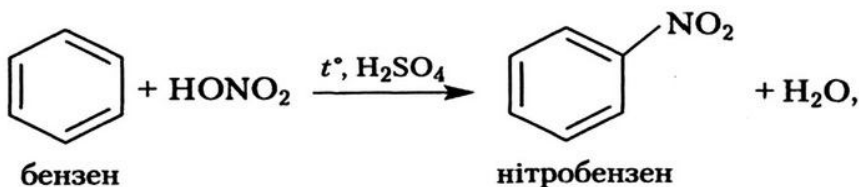




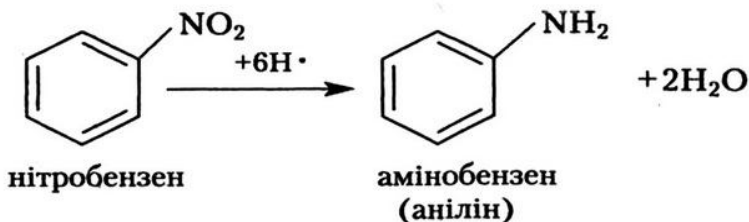
Хлоруванням бензену, що відбувається під впливом світла, добувають гексахлороциклогексан (гексахлоран), який використовують у сільському господарстві як інсектицид:



**Нітрування** — реакція введення до сполуки нітрогрупи  $-\text{NO}_2$ . Так, виокремлений з кам'яновугільної смоли бензен (бензол)  $\text{C}_6\text{H}_6$  піддають нітруванню сумішшю, що складається з концентрованих нітратної та сульфатної кислот:



а добутий нітробензен (нітробензол)  $\text{C}_6\text{H}_5\text{NO}_2$  перетворюють на анілін (амінобензен)  $\text{C}_6\text{H}_5\text{NH}_2$ :

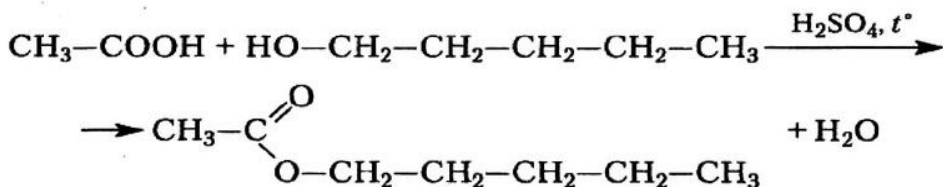


**Анілін** — один з найважливіших продуктів хімічної промисловості. З нього виготовляють барвники, лікарські препарати, вибухові речовини, високомолекулярні сполуки тощо. Порівняння

якісного й кількісного складу нітробензену й амінобензену вказує на відмінність у складі функціональних груп цих речовин.

Реакція перетворення нітробензену на анілін була відкрита російським хіміком М. М. Зініним у 1842 р. Відтепер в органічній хімії це іменна реакція, що є доказом важливості розглянутого способу добування аніліну. Один із зарубіжних сучасників М. М. Зініна наголошував, що якби вчений, окрім цього синтезу, нічого більше не зробив, то його прізвище все одно потрібно було б вписати в історію хімії золотими літерами. І дійсно, з відкриттям цього синтезу розпочалося промислове виробництво барвників, яке започаткувало розвиток промисловості органічного синтезу.

**Естерифікація** — взаємодія органічної або оксигеновмісної неорганічної кислоти зі спиртом, унаслідок якої утворюються *естери*. Наприклад, при взаємодії етанової кислоти  $\text{CH}_3\text{COOH}$  з пентанолом  $\text{C}_5\text{H}_{11}\text{OH}$  утворюється естер, що має запах груші:



Завдяки різноманітним синтетичним методам з вуглеводневої сировини добувають велику кількість органічних речовин різних класів, що набувають подальшого використання в різних галузях хімічної промисловості.

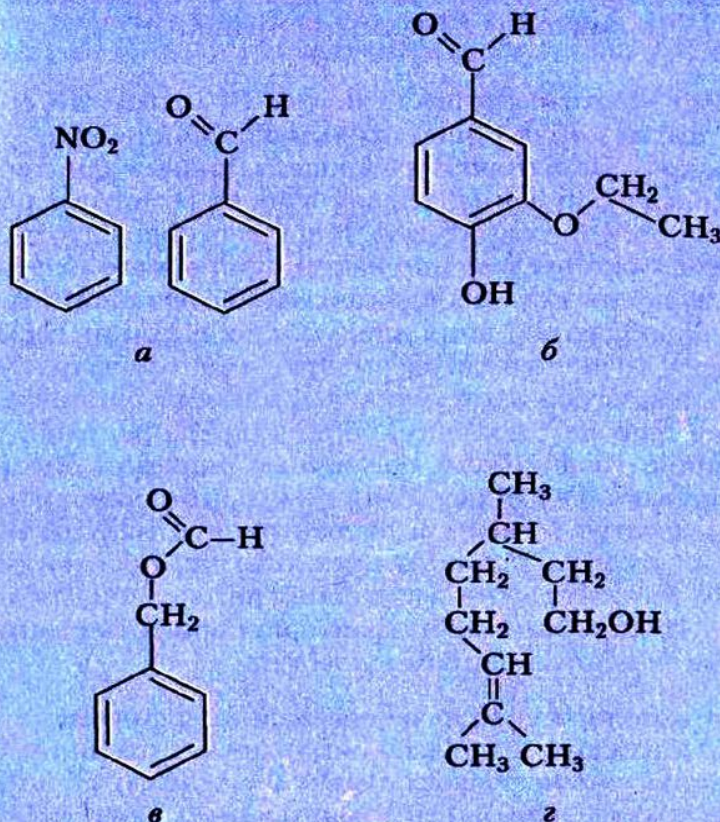


**Ефірні масла** — леткі запашні речовини, виділені з певного виду ефіроолійних рослин (наприклад, з троянд, лаванди, ванілі, конвалії, розмарину, м'яти, шавлії, евкаліпту, коріандру). Добувати їх з натуральної сировини складно і надто дорого. Так, трояндове масло містить понад 200 різних сполук. Щоб виділити 1 кг такого масла, потрібно переробити 3 т пелюсток троянд! Тому сучасна парфумерна промисловість переважно використовує продукцію органічного синтезу. У наш час налагоджено



виробництво майже всіх натуральних запашних речовин синтетичним способом, а також синтезовано запашні речовини, аналогів яких не існує в природі.

Про те, що запашні речовини належать до різних класів органічних сполук, ви зробите висновок, поглянувши на структурні формули речовин, що причетні до створення аромату мигдалю (а), ванілі (б), жасмину (в), троянд (г):



Парфумерна продукція, крім природних і синтетичних запашних речовин, містить фіксатори запаху, етанол, воду, бальзами, барвники тощо. Залежно від умісту запашної речовини та спирту парфумерну продукцію поділяють на *парфуми* (20–50 % запашних речовин), *одеколони* (2–8 % запашних речовин, до 80 % спирту, решта — вода) і *туалетну воду* (1–1,5 % запашних речовин, 59–68 % спирту, решта — вода).





## Ерудитам на замітку

Наукові досягнення біохімії, генетики, молекулярної біології та хімічної технології започаткували таку галузь суспільного господарства, як біотехнологія.

**Біотехнологія** — сукупність промислових способів добування корисних продуктів із використанням живих організмів і біохімічних процесів.

Сам термін «біотехнологія» з'явився в 70-х роках ХХ ст. (від грец. *bios* — життя, *technē* — мистецтво, майстерність, *logos* — слово, учення), хоча біотехнологічні процеси людина здійснювала давно — випікала хліб, займалася виноробством, виготовленням сиру та інших молочних продуктів. Нині на основі відходів промислової переробки вуглеводнів нафти, природного газу, деревини тощо за допомогою мікроорганізмів біотехнологічна промисловість виробляє такі цінні продукти, як вітаміни, гормони, кормові білки, антибіотики, ферменти, амінокислоти, бактеріальні добрива, засоби захисту рослин, метанол, органічні кислоти (оцтову, лимонну, молочну) і безліч іншої продукції.

Порівняно з традиційним органічним синтезом біохімічні процеси відбуваються в більш м'яких умовах, без використання високих температур і тиску, а висока продуктивність мікроорганізмів дає змогу здійснювати технологічні процеси безперервно. Крім того, одержувана продукція нетоксична для людини і тварин. Ці та багато інших факторів сприяють стрімкому розвитку біотехнологічної промисловості.

**Біотехнологія** — це сучасний напрям у синтезі органічних сполук, що дає змогу одержувати цінну продукцію, сприяє розв'язанню екологічних проблем шляхом переробки сільськогосподарських, промислових і побутових відходів.



## Перевірте себе

1. Охарактеризуйте природний і супутній нафтовий газ, нафту, кам'яне вугілля як джерела добування органічних сполук.
2. Висловіть судження про значення синтетичних методів добування органічних речовин.



3. Перелічіть реакції, що лежать в основі синтетичних методів добування органічних речовин.

4. Наведіть приклади синтезів органічних сполук на основі:  
а) природного газу; б) нафтопродуктів; в) продуктів переробки кам'яного вугілля.

5\*. Запропонуйте якомога більше способів добування з гептану сполук інших класів. Складіть схеми відповідних реакцій.

6\*. За різними інформаційними джерелами дізнайтесь, які підприємства органічного синтезу працюють у вашому регіоні, та з'ясуйте асортимент їх продукції. Презентуйте результати свого дослідження.

7. Поясніть, чому циклопарафіни, маючи, як і парафіни, одинарні зв'язки між атомами Карбону, вступають у реакцію гідрування, а парафіни — ні.

8. Із 1 т відходів лісоматеріалів можна добути до 300 кг етанолу. Обчисліть, яку масу гідролізного етилового спирту (масова частка етанолу 96 %) можна добути із 100 т деревини (вміст целюлози 50 %).



## § 14. Пластмаси



### Інформаційна довідка

• **Полімери** — високомолекулярні сполуки, макромолекули яких складаються з великої кількості структурних ланок, що послідовно сполучені між собою хімічними зв'язками. Відносна молекулярна маса таких сполук становить від кількох тисяч до кількох мільйонів.

Дослівно з грецької полімер — це молекула, що складається з багатьох (*poli*) частин (*meros*).

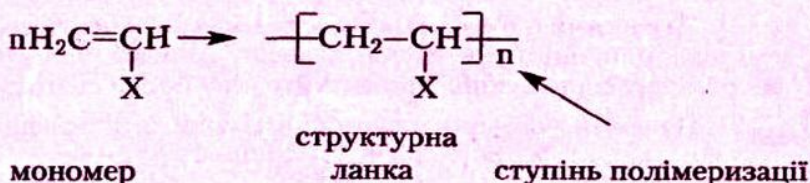
• Полімери бувають *природні* (білки, крохмаль, целюлоза, нуклеїнові кислоти, натуральний каучук тощо) і *синтетичні* (поліетилен, поліпропілен, синтетичний каучук тощо).

• Полімери є продуктами реакцій полімеризації та поліконденсації.

• **Полімеризація** — реакція послідовного сполучення молекул вихідних речовин, що дістали назву *мономери*, в одну макромолекулу.

• **Поліконденсація** — процес утворення високомолекулярних сполук унаслідок взаємодії функціональних груп молекул мономерів.

- Ділянки полімерного ланцюга, що постійно повторюються, називають *структурними (елементарними) ланками*, а число цих ланок у полімерному ланцюзі — *ступенем полімеризації*. При написанні формули полімеру в дужках указують структурну ланку, а за дужками літерою *n* як нижнім індексом позначають ступінь полімеризації. Це показано в схемі полімеризації:



**Органічні речовини як основа сучасних матеріалів.** Розглядаючи білки, жири, вуглеводи, ми акцентували увагу на їх біологічній ролі. Однак органічні речовини виконують у житті людини й інші функції. Зокрема, їх широко використовують як матеріали.

**Матеріали** — те, з чого будують дороги, будинки, мости, виготовляють машини, посуд, меблі, одяг тощо.

Людина використовувала матеріали здавна. Спершу це були матеріали природного походження (шкіра, деревина, камінь, глина). Завдяки розвитку хімії та хімічної промисловості нині створено багато матеріалів, що мають корисні властивості, однак не існують у природі. Цим насамперед можна пояснити велику різноманітність сучасних матеріалів синтетичного походження. Нині зростання їх виробництва набагато випереджає зростання виробництва металів.

**Уявлення про пластмаси.** Основними представниками полімерних матеріалів є *пластмаси, каучуки, волокна*.

**Пластмаси** — це матеріали на основі полімерів, які здатні при нагріванні набувати заданої форми та зберігати її після охолодження.

За масштабами виробництва серед полімерних матеріалів пластмаси посідають перше місце. Основною їх складу є високомолекулярна сполука — *полімер*. Крім нього, до складу пластмас входять *стабілізатори* (антиоксиданти, світлостабілізатори), які сприяють зберіганню властивостей пластмас у процесі їх переробки і використання; *пластифікатори*, що підвищують еластичність і знижують крихкість пластмас; *барвники*, які надають матеріалу



потрібного забарвлення; *наповнювачі* (деревне й кварцове борошно, тканина, скловолокно, азбест, папір, мелена слюда тощо). Наповнювачі поліпшують механічні властивості матеріалу й зменшують його собівартість. Зокрема, використовуючи скловолокно, одержують матеріали з механічною міцністю, що не поступається сталі. Наповнення повітрям або азотом робить пластмаси легким теплоізоляційним матеріалом.

Молекули полімерів можуть мати лінійну, розгалужену і зшити (у площині чи просторі) будову. Це позначається на властивостях пластмас, зокрема, зумовлює такі їх властивості, як термопластичність і термореактивність. **Термопластичні пластмаси**, або **термопласти**, можна багаторазово розм'якшувати нагріванням і робити вироби різної форми. **Термореактивні пластмаси**, або **реактопласти**, після затвердіння виробу не підлягають повторному розплавленню чи повторній переробці. Як перші, так і другі набули широкого застосування в господарській діяльності людини.

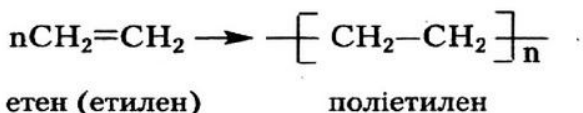
Поміркуйте, якими явищами — фізичними чи хімічними — є виготовлення виробів із пластмас.

До термопластів належать поліетилен, поліпропілен, полівінілхлорид, полістирен, до реактопластів — фенолформальдегідні смоли.

**Поліетилен**  $\left[ \text{CH}_2 - \text{CH}_2 \right]_n$  — продукт полімеризації ете-

ну (історична назва — етилен)  $\text{C}_2\text{H}_4$ , тверда, напівпрозора речовина, термопластична, дещо жирна на дотик (нагадує парафін), горить блакитним слабкосвітлим полум'ям, без запаху, легша за воду, не розчиняється в ній, не токсична. Як матеріал може бути різного кольору залежно від добавлених барвників (рис. 57).

З-поміж відомих полімерів поліетилен має найпростішу будову. Його добувають полімеризацією етену, створюючи відповідні умови (тиск, температура, каталізатор):



З наведеної схеми стає зрозуміло, що утворення макромолекули поліетилену відбулося внаслідок розриву подвійних зв'язків у молекулах мономеру. Відтепер у макромолекулі полімеру присутні лише одинарні зв'язки. Інакше кажучи, за хімічною будовою поліетилен належить до насичених сполук.



Рис. 57. Поліетилен і вироби з нього

Кулестрижнева модель утвореного полімеру зображена на рисунку 58 (у моделі виділено структурну ланку).

Вам відомо, що насичені вуглеводні від ненасичених можна відрізнити за допомогою якісних реакцій. Так, ненасичені вуглеводні за звичайних умов уступають у реакції приєднання та окиснення, насичені — ні.

▶ Пригадайте, що однією з якісних реакцій на ненасичені сполуки є їх окиснення розчином калій перманганату, і назвіть ознаку цієї реакції.

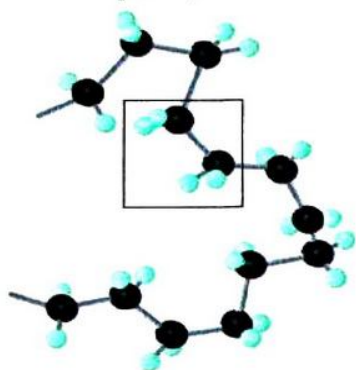


Рис. 58. Фрагмент кулестрижневої моделі поліетилену

Щоб з'ясувати, до термопластичних чи термореактивних пластмас належить поліетилен, насиченою чи ненасиченою сполукою є цей полімер і його відношення до дії кислот і лугів, виконаємо *демонстраційний дослід*. Шматочок зразка поліетилену помістимо на предметне скло та будемо нагрівати. Через деякий час спробуємо скляною паличкою змінити форму зразка — це легко вдається. Отже, поліетилен належить до термореактивних пластмас. Дослідимо характер горіння поліетилену, для цього шматочок зразка закрі-



нимо в пінцеті й підпалимо. Спостерігатимемо, що зразок швидко спалахує і горить слабкосвітлим блакитним полум'ям без кіптяви (рис. 59а).

Щоб установити відношення поліетилену до кислот, лугів і розчину калій перманганату, продовжимо виконання досліду. У чотири пробірки (рис. 59б) наллємо по 5 мл розчинів нітратної кислоти (1), сульфатної кислоти (2), лугу (3) й калій перманганату (4). У кожен з них помістимо по декілька шматочків поліетилену. Спостерігатимемо, що в жодному з розчинів поліетилен не зазнає змін.

На підставі результатів досліду можна зробити висновок, що поліетилен — це термопластична, стійка проти дії кислот, лугів й окисників пластмаса.

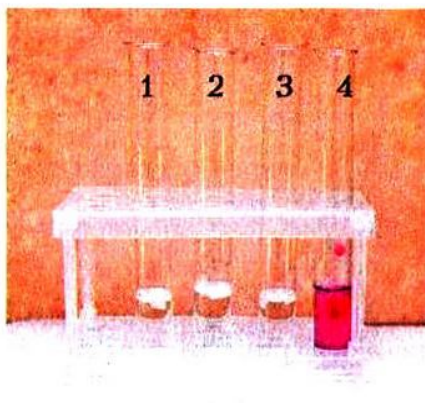
**Поліетилен на відміну від свого мономера етену (етилену) виявляє хімічні властивості насичених сполук. Він стійкий проти дії кислот, лугів, окисників, змінює форму при нагріванні та зберігає набуту форму після охолодження.**

Стійкість поліетилену при кімнатній температурі проти дії органічних розчинників забезпечує йому широке застосування у виготовленні посуду, труб, ємкостей для зберігання і транспортування кислот, лугів. Однак гаряча концентрована нітратна кислота руйнує поліетилен.

Майже половина всього поліетилену використовується у виробництві поліетиленової плівки та як пакувальний матеріал. Завдяки



а



б

Рис. 59. Виявлення властивостей поліетилену

нетоксичності поліетилен використовується як матеріал для виготовлення водопровідних труб, зручних виробів домашнього вжитку. Високі діелектричні показники поліетилену дають змогу використовувати його для ізоляції дротів.

Широке застосування поліетилену пояснюється вдалим поєднанням таких його властивостей, як легкість, простота переробки, висока хімічна стійкість, термопластичність, відсутність електропровідності.

**Ознайомлення з властивостями інших термопластів.** Такі полімери, як поліпропен (поліпропілен), полівінілхлорид і полістирен (полістирол) утворюються за подібною з етенем схемою полімеризації. З'ясувати їх утворення допоможе рисунок 60.

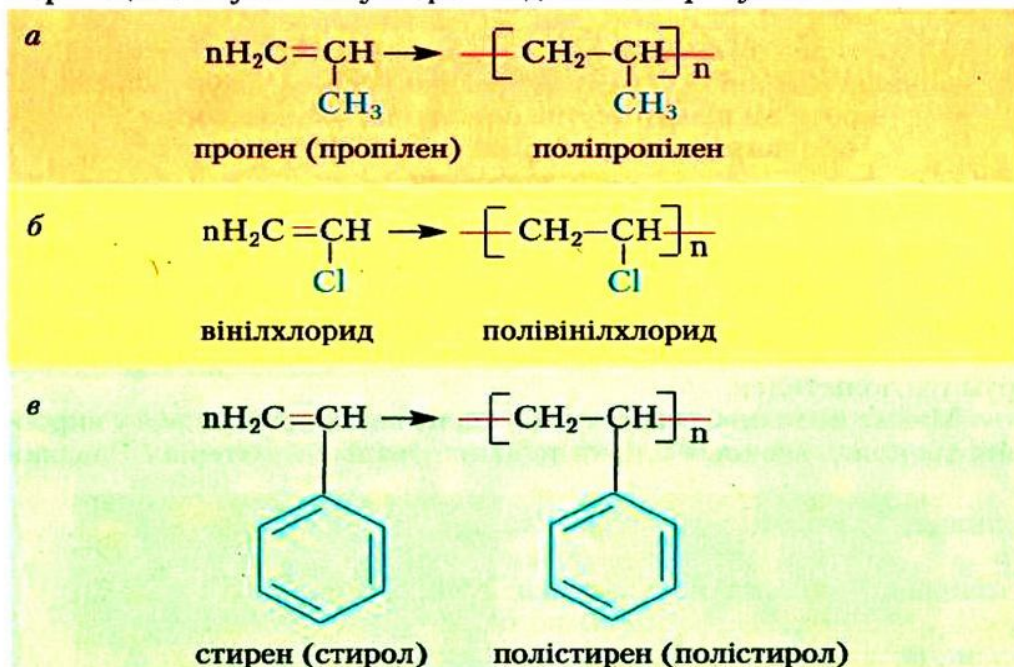


Рис. 60. Схеми реакцій полімеризації пропену (пропілену) (а), вінілхлориду (б) і стирену (стиролу) (в)

Як бачимо, головний ланцюг цих полімерів побудований з однакових груп атомів, а відрізняються лише бічні відгалуження.

Зважаючи на хімічну будову поліпропілену, полівінілхлориду й полістирену, спрогнозуйте, яким буде їх відношення до нагрівання, розчинів кислот, лугів, окисників.



Для підтвердження або спростування передбачення продовжимо *демонстраційний дослід* із цими полімерами, аналогічно виконаємо з поліетиленом. Усі досліджувані речовини виявляють стійкість проти дії кислот, лугів і розчину калій перманганату, а також усі розм'якшуються при нагріванні. Проте горять вони по-різному: поліпропілен — так само, як і поліетилен, а полівінілхлорид і полістирен згоряють із кіптявою, причому полівінілхлорид на відміну від полістирену поза полум'ям не горить (рис. 61, 62).

**Поліетилен, поліпропілен і полістирен — термопластичні пластмаси, стійкі проти дії кислот, лугів, окисників.**



*a*



*б*

Рис. 61. Горіння полівінілхлориду (*a*) і полістирену (*б*) у полум'ї



*a*



*б*

Рис. 62. Горіння полівінілхлориду (*a*) і полістирену (*б*) поза полум'ям

**Поліпропілен**  $\left[ \text{CH}_2 - \underset{\text{CH}_3}{\text{CH}} \right]_n$  — продукт полімеризації про-

пену (пропілену)  $\text{CH}_2 = \underset{\text{CH}_3}{\text{CH}}$ , твердий, жирний на дотик, молочно-білого кольору, термопластичний, легший за воду й нерозчинний у ній. Поліпропілен також характеризується високою стійкістю проти дії кислот, лугів, розчинів солей та багатьох інших агресивних середовищ. Горить яскравим полум'ям. При кімнатній температурі поліпропілен не розчиняється в більшості органічних розчинників, а з підвищенням температури набухає або розчиняється, зокрема в бензені.

Поліпропілен за використанням подібний до поліетилену, однак вироби з нього витримують більше навантаження й нагрівання, ніж поліетиленові. Велика стійкість проти численних згинань і стирання забезпечує високу міцність поліпропіленових канатів, сіток, технічних тканин. Крім того, його застосовують при виготовленні взуття та одягу, іграшок, гребінців, футлярів, посуду тощо (рис. 63).



Рис. 63. Вироби з поліпропілену



**Полівінілхлорид**  $\left[ \text{CH}_2 - \underset{\text{Cl}}{\text{CH}} \right]_n$  — продукт полімеризації

вінілхлориду (хлоровінілу)  $\text{CH}_2 = \underset{\text{Cl}}{\text{CH}}$ , білий порошок, стійкий про-

ти дії кислот і лугів, легко фарбується, діелектрик, має високу механічну міцність, не горить, проте порівняно легко розкладається при нагріванні, виділяючи гідроген хлорид. Застосовується як ізоляційний матеріал електричного дроту й антикорозійний матеріал для покриття днищ автомобілів, у виробництві лінолеуму, штучної шкіри для взуття, металопластикових вікон, клеїнки, деталей хімічної апаратури, труб (рис. 64). З полівінілхлориду виготовляють також плащі від дощу тощо.

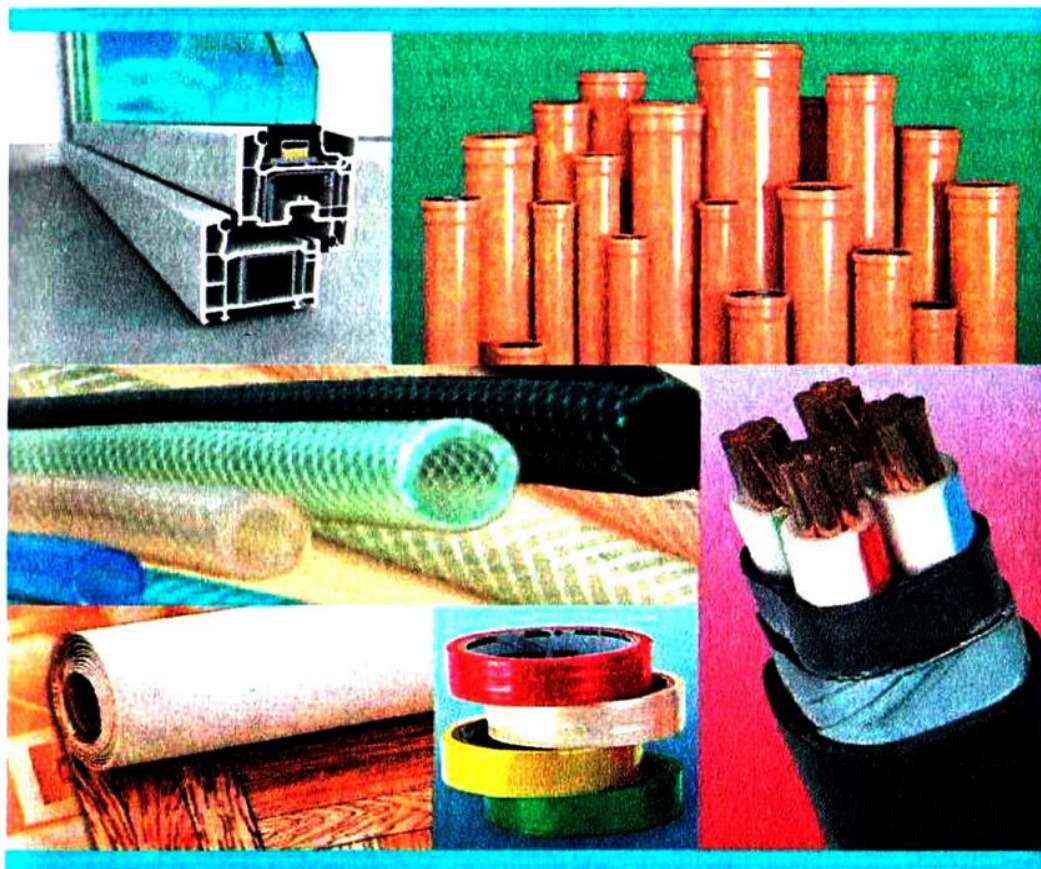
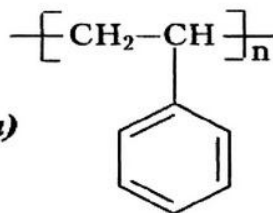


Рис. 64. Вироби з полівінілхлориду



**Полістирен (полістирол)**

— продукт поліме-

ризації стирену (стиролу), твердий, прозорий, склоподібний матеріал. Полістирен досить стійкий проти дії лугів і кислот, крім гарячої нітратної; розчиняється в багатьох органічних розчинниках. Полістирен розм'якшується при температурі 85 °С і на відміну від уже розглянутих полімерів при нагріванні досить легко деполімеризується, тобто розкладається з утворенням молекул мономера. Полістирен легко займається і горить на повітрі з виділенням великої кількості кінтяви.

Як досить термопластичний матеріал, полістирен легко піддається формуванню. З нього виготовляють вироби, що не потребують великих механічних навантажень, наприклад, декоративно-оздоблювальні матеріали, облицювальна плитка. Зважаючи на нетоксичність полістирену, його використовують для виготовлення посуду, канцелярського приладдя, галантерейних виробів, іграшок, освітлювальної апаратури (рис. 65). Як хороший діелектрик, полістирен використовується для виготовлення деталей електро- і радіоапаратури, кабельної ізоляції.

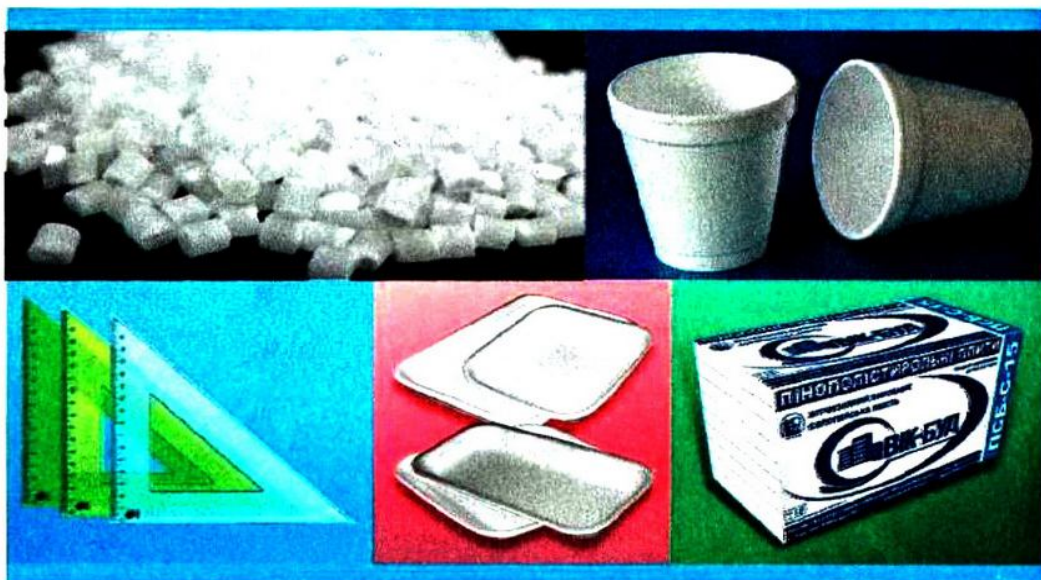


Рис. 65. Полістирен та вироби з нього

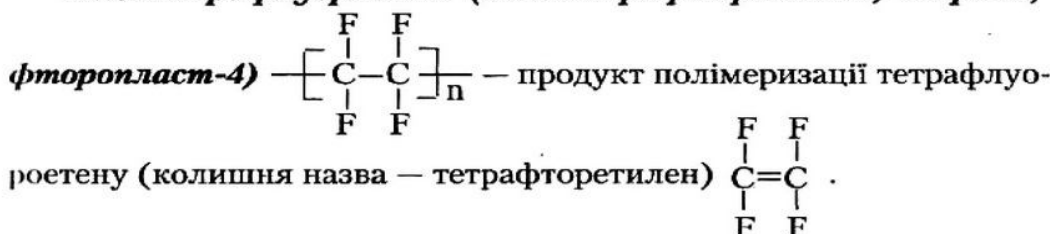


Різновидністю полістирену є *пінополістирен (пінополістирол)*, або *пінопласт*. Кожний з вас його добре знає, варто лише нагадати, що побутову техніку (телевізор, холодильник тощо) ми купуємо унакованими в пінопласт. У процесі виготовлення цього матеріалу до полістирену додають спінювачі, зокрема повітря, і він набуває структури застиглої піни із закритими порами. Такий матеріал дуже легкий, міцний, стійкий проти деформації. Нині пінопласт — ефективний та універсальний тепло- й звукоізоляційний, а також пакувальний матеріал (рис. 65).

**Завдяки тепло- й звукоізоляційним властивостям пінопласт набув широкого застосування.**

Висотні будинки (понад 20 поверхів) мають зовнішню теплоізоляцію з пінопласту. Якби не було цього матеріалу, яку б масу мали висотні будинки, виготовлені лише з цегли і бетону?!

**Політетрафлуороетен (політетрафторетилен, тефлон,**



Порівняно з розрозглянутими полімерами випускається в менших кількостях, проте набув широкого застосування завдяки своїм властивостям — високій температурі плавлення, великій твердості, термічній і хімічній стійкості, низькому коефіцієнту тертя. За хімічною стійкістю тефлон перевищує такі метали, як платина й золото. На нього не діють органічні розчинники, розчини навіть гарячих концентрованих кислот, у тому числі й нітратної, лугів тощо. Більше того, не існує жодного розчинника, у якому тефлон хоча б набухав. Специфічна структура молекул зумовлює унікальні фізичні й хімічні властивості фторопластів, які відсутні в інших матеріалів. Ці властивості забезпечили полімеру широке застосування в авіації, радіотехніці, харчовій, фармацевтичній і холодильній промисловості. Інертність тефлону до масел, кислот і жирів дає змогу виготовляти з нього різний посуд для приготування і зберігання харчових продуктів, лікарських препаратів (рис. 66). Він не впливає на фізіологічні процеси, тому використовується у виготовленні штучних хрящів і кісток.



Рис. 66. Вироби з тефлону



продукт поліконденсації двох мономерів — фенолу  $\text{C}_6\text{H}_5\text{OH}$  і метанолу (формальдегіду)  $\text{HCHO}$ . Характер взаємодії речовин залежить від їх кількісного співвідношення та від природи каталізатора: може утворитися як полімер лінійної будови, так і тривимірний полімер. Просторове структурування робить полімер термореактивним.

Фенолформальдегідні смоли і пластмаси на їх основі належать до найпоширеніших термореактивних пластмас. З них виготовляють ламінат, облицювальні матеріали, лаки, клеї тощо. Фенолформальдегідні смоли в сукупності з порошкоподібними наповнювачами (деревним борошном, папером, слюдою, графітом тощо) є тим матеріалом, з якого виробляють панелі й різні деталі для радіоапаратури, корпуси телефонних апаратів, електричні вмикачі-вимикачі, штепсельні розетки, патрони для електроламп тощо (рис. 67).



Рис. 67. Вироби на основі фенолформальдегідних смол



Пластмаси — сучасні синтетичні матеріали з широким спектром застосування. Завдяки своїм властивостям вони здебільшого успішно замінюють такі матеріали, як деревина, чавун і сталь, цегла, силікатне скло тощо.

Ознайомитися зі зразками деяких пластмас вам допоможе виконання *лабораторного дослід* 5.



### Досліджуємо речовини та їх властивості

*Лабораторний дослід 5. Ознайомлення зі зразками пластмас.*

**Завдання.** Розгляньте видані вам зразки пластмас. З'ясуйте їх зовнішній вигляд, колір, твердість, пластичність. За наведеними в параграфі даними та додатковими інформаційними джерелами з'ясуйте склад та застосування кожного з них.

Результати проведеної роботи оформіть у робочих зошитах у вигляді таблиці.

**Зразки пластмас**

Назва	Хімічна формула	Зовнішній вигляд	Застосування	Властивості, що зумовлюють застосування



Щоб внутрішня камера мікрохвильової печі не забруднювалася через розбризкування страв при розігріванні чи приготуванні їжі, досить помістити посудину у звичайнісінький поліетиленовий кульок. Страва розігріється, а кульок, залишившись неушкодженим, захистить мікрохвильову піч від бруду.

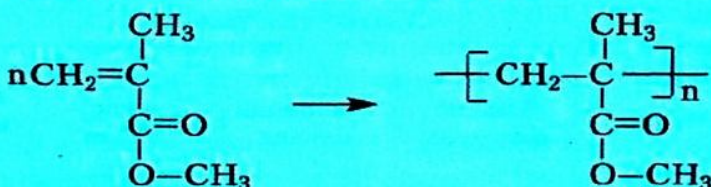
Пластмаси є довговічним матеріалом. З одного боку, це добре — вироби з них мають значний термін придатності. З іншого, пластмасова тара — це ще й сміття, якого з роками стає все більше. У великих містах почали використовувати окремі контейнери для відпрацьованих пластмасових пакувальних матеріалів, пластмасових пляшок, посуду тощо.

Обов'язково скористайтеся можливостями такої утилізації полімерних матеріалів. Цим ви збережете повітря від забруднення продуктами їх горіння, а виробництво збагатите вторинною сировиною.



### Ерудитам на замітку

**Поліметилметакрилат (органічне скло, плексиглас)** — продукт полімеризації метилметакрилату:



Це тверда, безбарвна, прозора, світлостійка, стійка проти дії кислот і лугів речовина, що не розбивається при ударі й не розчиняється в багатьох органічних розчинниках.

Через свою прозорість полімер дістав назву *органічне скло*. Його можна фарбувати в будь-які кольори. На відміну від звичайного силікатного скла органічне скло легко обробляється механічним способом і склеюється. Цінною його властивістю є здатність пропускати до 74 % ультрафіолетового випромінювання, тоді як звичайне віконне скло пропускає його лише 0,6 %. Тому з органічного скла виготовляють різноманітні світлотехнічні вироби, зокрема ліхтарі стоп-сигналів і покажчики поворотів автомобілів, шибки ілюмінаторів літаків, лінзи для лазерної техніки, фотоапаратів, мікроскопів, біноклів, скельця окулярів тощо. З нього також виготовляють вази, гудзики, лінійки, ручки та багато інших виробів. Водними дисперсіями (типу латексу) поліметилметакрилату просочують деревину,



шкіру, тканини, папір, підвищуючи їх водостійкість і надаючи їм блиску. Завдяки фізіологічній інертності й високій механічній міцності цей полімер широко застосовують для виготовлення зубних та очних протезів.



### Перевірте себе

1. На прикладі конкретного полімеру розкрийте поняття «полімер», «мономер», «структурна ланка», «ступінь полімеризації».
  2. За допомогою яких дослідів можна підтвердити властивості полімерів?
  3. Наведіть приклади полімерів, що підлягають і не підлягають повторній переробці.
  4. Поясніть, завдяки яким властивостям пластмаси набули широкого застосування.
  5. Розташуйте мономери пластмас за збільшенням відносної молекулярної маси
    - А пропен
    - Б етен
    - В стирен
    - Г тетрафлуороетен
- 6\*. Порівняйте хімічний склад поліетилену й полістирену, масові частки Карбону в їх складі. На основі результатів аналізу поясніть, чому поліетилен згоряє світлим полум'ям, тоді як горіння полістирену супроводжується утворенням кіптяви.
- 7\*. З'ясуйте, виробництво яких пластмас чи виробів з них здійснюють у вашому регіоні.
- 8\*. Якби вам довелося вирішувати, якими трубами — металевими чи пластмасовими — підвести воду в дім, то якому з цих матеріалів ви надали б перевагу? Поясніть, чому.
- 9\*. Установіть формулу одного з термопластичних полімерів, якщо його мономер (алкен) об'ємом 5,6 л (н. у.) має масу 10,5 г.
10. Полівінілхлорид (ПВХ) використовують як пакувальний матеріал для харчових продуктів, а також у виробництві дитячих іграшок, шпалер. Напишіть рівняння реакцій добування полімеру з природного газу (об'ємна частка метану 95 %) та обчисліть, який об'єм (н. у.) природного газу витрачається на добування 1 кг полівінілхлориду, масова частка практичного виходу якого становить 96 %. Розрахунки проведіть на одну структурну ланку полімеру.



## § 15. Синтетичні каучуки

### Інформаційна довідка

• Крім алканів, алкенів, алкінів, аренів і циклопарафінів, існують також алкадієни (дієнові вуглеводні, дієни).

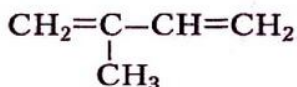
• **Алкадієни**, або **дієнові вуглеводні** — це вуглеводні з двома подвійними зв'язками в молекулі, їх загальна формула  $C_nH_{2n-2}$ .

• Два подвійні зв'язки в молекулах алкадієнів можуть бути розміщені біля одного атому Карбону  $C=C=C-C$  або біля різних  $C=C-C=C$ ,  $C=C-C-C=C$ . Дієнові вуглеводні здатні вступати в реакції полімеризації. Найширше в промисловості використовуються алкадієни, у яких подвійні зв'язки розміщені через один одинарний, наприклад  $C=C-C=C$ .

• У складанні назв дієнових вуглеводнів дотримуються таких загальних правил: головний ланцюг молекули має включати обидва подвійні зв'язки. Нумерацію атомів Карбону в ланцюзі здійснюють так, щоб подвійні зв'язки одержали найменші номери. Назву алкадієну утворюють від назви відповідного алкану (з таким самим числом атомів Карбону), у якій суфікс *-ан* замінюють на *-дієн*; після кореня назви цифрами зазначають місце подвійних зв'язків. Якщо є замісники, то спершу вказують номери атомів Карбону, біля яких вони розміщені, і назви замісників. Наприклад:



бута-1,3-дієн



2-метилбута-1,3-дієн (ізопрен)

• Бута-1,3-дієн і 2-метилбута-1,3-дієн є сировиною для виробництва полімерів із загальною назвою **каучуки**.

**Натуральний, або природний, каучук.** Корінне населення Південної Америки вже в XVII ст. вміло виокремлювати з молочного соку (латексу) тропічної рослини гевеї природний каучук, яким просочували тканини й взуття, завдяки чому ті не пропускали воду, виготовляли з каучуку пружні м'ячі.

Цим способом збирають натуральний каучук і нині. Щоб видобути каучук із каучуконосних дерев, роблять на корі дерева вузький



спіралеподібний надріз. Білий сік (латекс) повільно стікає в посудину, закріплену під надрізом (рис. 68б). За кілька годин після надрізання збирається майже 150 г соку (надрізи можна робити кожні два дні). Сік густіє й застигає, перетворюючись на грудочки, а потім висихає. Це і є каучук-сирець. Він твердіє на холоді й розм'якшується на сонці.



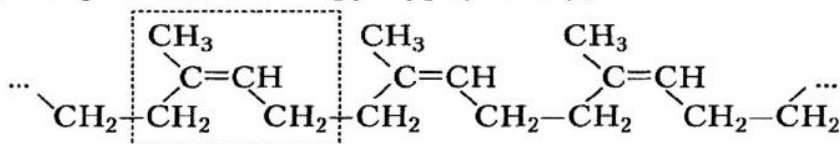
а



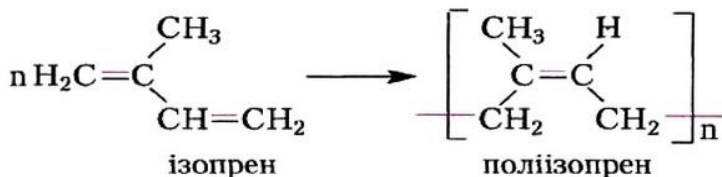
б

Рис. 68. Плантація гевеї (а) та збирання латексу (б)

Натуральний (природний) каучук — це високомолекулярний ненасичений вуглеводень із відносною молекулярною масою 15 000–500 000, мономером якого є дієновий вуглеводень 2-метилбута-1,3-дієн (його ще називають *ізопрен*  $C_5H_8$ ). Ознайомтеся з фрагментом запису молекули природного каучуку (пунктиром виділено структурну ланку):



Реакцію полімеризації ізопрену за наявності каталізатора передає схема:



Як бачимо, кожна структурна ланка каучуку містить один подвійний зв'язок.

**Каучуки** — ненасичені полімерні сполуки.  
Їх макромолекули мають лінійну структуру,  
хоча і закручені в клубок.

Каучук — еластичний матеріал: кожного разу під впливом фізичних навантажень макромолекули каучуку розкручуються, а після припинення дії сили повертаються в попередній стан. Каучук не розчиняється в таких поширених розчинниках, як вода, спирт, ацетон, однак у деяких інших розчинниках, наприклад сірководневоді чи скипидарі, він розчиняється з утворенням в'язкої маси, її використовують як клей.

Для європейців каучук був заморською великою рідкістю до 1823 р., доки в Англії не започаткували виробництво плащів від дощу, тканину для яких обробляли натуральним каучуком. Швидко з'ясувалося, що такі плащі придатні до використання лише за прохолодної дощової погоди, у спеку ж вони робляться липкими, а в холод — грубими, жорсткими й нееластичними. Лише з винайденням у 1839 р. *вулканізації* — способу перетворення каучуку в гуму — стало можливим широке застосування натурального каучуку (рис. 69).

**Вулканізація каучуку. Гума.** З'ясуємо, навіщо потрібно вулканізувати каучук.

Як і всі ненасичені речовини, невулканізований каучук виявляє значну хімічну активність. Зокрема, під впливом атмосферного кисню він швидко втрачає еластичність, стає крихким. Разом з тим вулканізований каучук має більшу механічну міцність і твердість, пружність та еластичність, стійкий проти дії розчинників. Гумову



Рис. 69. Вироби з натурального каучуку



пластинку можна тисячі разів згинати і розгинати, гумовий шланг — скручувати і розкручувати, і вони не пошкодяться. Жодний із матеріалів, виготовлений на основі природної сировини, не має такої еластичності, як гума. Вона стійка проти стирання. Так, шини автомобіля, що подолав відстань 1000 км, утрачають лише 80–100 г гуми. А деякі сорти гуми стираються менше, ніж сталь. Отже, вулканізація поліпшує фізичні характеристики каучуку, робить його більш придатним до використання.

**Вулканізація** — процес взаємодії каучуку із сіркою, унаслідок чого утворюється цінний матеріал з поліпшеними властивостями — **гума**.

Вулканізацію проводять здебільшого при помірному нагріванні, заповнюючи спеціальні форми сумішшю каучуку, сірки, наповнювача, інколи барвників та інших добавок. Одночасно з вулканізацією формується і сам виріб. Як наповнювач найчастіше використовують сажу. Пригадайте, що шини автомобілів, мотоциклів, скутерів, велосипедів тощо мають чорний колір.

**Міцність і опір проти зношування каучуків посилюють наповнювачі. Найпоширенішим наповнювачем є сажа.**

Поліпшені, порівняно з каучуком, властивості гуми пояснюються тим, що лінійний полімер набуває тривимірної структури. Атоми Сульфуру вступають в реакцію з макромолекулами каучуку за місцем розриву подвійних зв'язків і «зшивають» їх, утворюючи сульфідні місточки, що можуть складатися з різної кількості атомів Сульфуру (рис. 70).

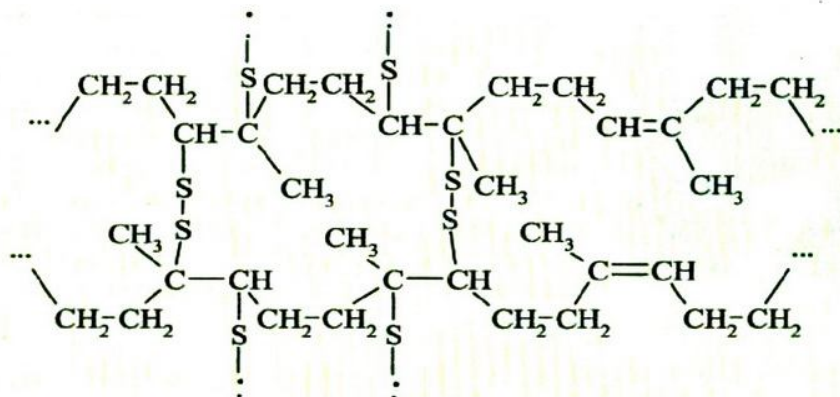


Рис. 70. Схема просторової будови гуми

Сірки беруть не більше 10 % від загальної маси, тому не всі подвійні зв'язки розриваються.

До речі, м'яка гумка, якою ви користуєтеся для стирання написів, виготовлена з гуми, що містить 3–4 % Сульфуру. Автомобільні шини містять 5–6 % Сульфуру. Якщо ж сірки взяти з розрахунку понад 30 % від маси каучуку, то вулканізація закінчиться утворенням твердого, нееластичного й неелектропровідного матеріалу — *ебоніту*. Він широко застосовується в електротехніці як ізоляційний матеріал.

Спочатку потреби в натуральному каучуку повністю задовольнялися тими його кількостями, які одержували спеціальною обробкою соку каучуконосних рослин. Та з кожним роком попит на каучук зростає, збільшувався перелік виробів із нього. Унаслідок стрімкого розвитку промислового застосування натурального каучуку, і передусім в автомобіль- й літакобудуванні, натурального каучуку забракло. Адже для добування 1 т цієї речовини потрібно впродовж 5 років збирати сік 270 дерев гевеї, засівати десятки гектарів полів трав'янистими каучуконосними рослинами, наприклад кок-сагізом. До того ж ці рослини ростуть не всюди, а лише в жаркому й вологому кліматі. Тому виникла об'єктивна потреба розробити способи заміни натурального каучуку синтетичним.

**Синтетичний каучук.** Уперше синтетичний каучук у промислових масштабах було вироблено в колишньому Радянському Союзі в 1932 р. за методом, розробленим ученим С. В. Лебедевим.

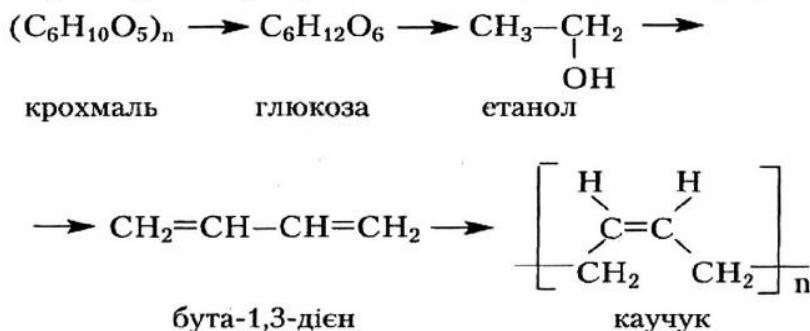


**Сергій Васильович Лебедєв (1874–1934)** — учений, основоположник промислового способу одержання синтетичного каучуку, академік АН СРСР. Його наукові дослідження стосуються полімеризації, ізомеризації, гідрування ненасичених сполук. За винайдення способу добування синтетичного каучуку удостоєний державних нагород. Нині в Росії його ім'ям названий Науково-дослідний інститут синтетичного каучуку, співробітником якого він був. З 1995 р. Російська академія наук присуджує премію імені С. В. Лебедєва «За видатні праці в галузі хімії та технології синтетичного каучуку й інших синтетичних полімерів».

Мономером у цьому процесі був бута-1,3-дієн. Його полімеризацію здійснювали при температурі 40–60 °С і тиску 6–8 атм,



використовуючи металічний натрій як каталізатор. Спершу сировиною були харчові продукти. Етапи виробництва передає схема:



Нині бута-1,3-дієн одержують синтетичним способом із супутнього нафтового газу і продуктів переробки нафти.

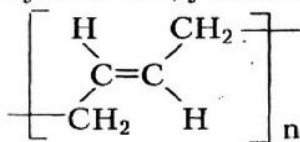
Синтетичний каучук є тим матеріалом, з якого виробляють гуму у великій кількості, що використовується для виготовлення шин та інших виробів. З року в рік зростає потреба в цьому матеріалі, а отже, збільшується його виробництво, оскільки природного каучуку недостатньо для забезпечення всіх потреб у цьому полімерному матеріалі.

Синтетичні каучуки за хімічними і фізичними властивостями подібні до натуральних. І все ж спершу добутий синтетичний каучук за основною властивістю — еластичністю — поступався натуральному.

Як з'ясувалося, причина полягала в тому, що він не мав *стереорегулярної будови*: поряд із ланками, у яких атоми Гідрогену

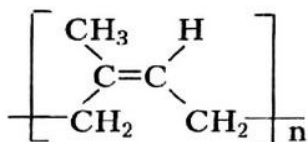
розміщувались по один бік головного ланцюга  $\left[ \begin{array}{cc} \text{H} & \text{H} \\ & \diagdown \quad \diagup \\ & \text{C}=\text{C} \\ & \diagup \quad \diagdown \\ \text{CH}_2 & \text{CH}_2 \end{array} \right]_n$ ,

були й такі, у яких атоми Гідрогену розміщувались по різні боки:



**Стереорегулярна будова** — це упорядковане просторове розташування однакових замісників у молекулі.

У натурального каучуку такими замісниками є групи  $-\text{CH}_2-$ :



Застосовуючи каталізатори, що регулюють стереобудову каучуку, нині виготовляють синтетичні каучуки, які за властивостями не поступаються натуральному. Використовуючи як мономери дієнові вуглеводні, у молекулах яких атом Гідрогену заміщений на інший атом чи групу атомів, добувають різні каучуки спеціального призначення (наприклад, *фторопренові* й *хлоропренові* каучуки). Зокрема, хлоропреновий каучук — негорючий, світло- й термостійкий, завдяки чому він є незамінним матеріалом у літакобудуванні.

Перелік гумових виробів на основі синтетичного каучуку налічує майже 50 тисяч найменувань. Найбільше синтетичних каучуків використовує машинобудівна промисловість. Із синтетичних каучуків виготовляють технічні вироби, гумове взуття, прогумовані тканини, побутові гумові вироби, медичні товари тощо (рис. 71). Каучуки й гума мають високі діелектричні властивості, тому



Рис. 71. Вироби із синтетичних каучуків і гуми



в електротехніці вони незамінні для ізоляції дротів і оболонок кабелів, виговлення захисних рукавичок і килимків. Каучуки є компонентами клеїв, антикорозійних матеріалів, зв'язувальною речовиною при виготовленні твердого ракетного палива.

Ознайомтеся зі зразками каучуків, виконуючи *лабораторний дослід 6*.

Каучук і гума є основними матеріалами шинної та гумово-азбестової промисловості. Найпотужніші підприємства розташовані в Дніпропетровську, Білій Церкві, Запоріжжі, Києві, Лисичанську, Горлівці, Одесі, Сумах, Харкові.

Наповнювач гуми сажу виробляють у Дашаві, Стаханові, Кременчуці.



## Досліджуємо речовини та їх властивості

*Лабораторний дослід 6. Ознайомлення зі зразками каучуків.*

**Завдання.** Ознайомтеся з колекцією каучуків і виробів з них. За матеріалом підручника та різними інформаційними джерелами з'ясуйте склад зразків і встановіть властивості, які забезпечують використання кожного з них у тій чи іншій галузі промисловості, побуті, медицині, спорті тощо.

Результати досліджень оформіть у робочих зошитах у вигляді таблиці.

**Характеристика зразків каучуків**

Назва	Хімічна формула	Зовнішній вигляд	Властивості	Використання



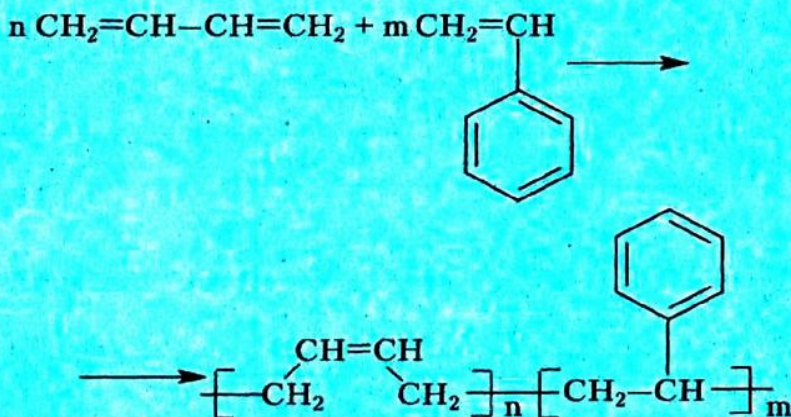
Склеїти дві гумові поверхні (типовий приклад — заклеювання проколеної камери велосипеда гумовою латкою) можна клеєм «Гумовий» або клеєм «Момент», якщо латка буде з тканини чи шкіри. В обох випадках позитивний результат досягається лише тоді, коли поверхню камери попередньо очистити мийним засобом від бруду і висушити, після чого поверхню камери і латку потрібно зачистити абразивним матеріалом і знежирити бензином.

### Ерудитам на замітку

Ще одним способом одержання каучуків є кополімеризація.

**Кополімеризація** — процес сумісної полімеризації двох чи більше мономерів.

Прикладом кополімеризації є добування *бутадієн-стиренового каучуку*. Назва вказує, що для добування цього полімеру використовують два мономері: бута-1,3-дієн і стирен. Схематично кополімеризацію бута-1,3-дієну зі стиреном можна записати так:



Бутадієн-стиреновий каучук легко піддається вулканізації, добре змішується з наповнювачами та іншими каучуками.



Як каучук загального призначення, його широко застосовують для виготовлення протекторів та інших деталей автомобільних і велосипедних шин, гумового взуття, а також у радіотехнічній промисловості. Нині він займає перше місце за обсягами виробництва серед усіх каучуків (майже 50 % загального випуску).



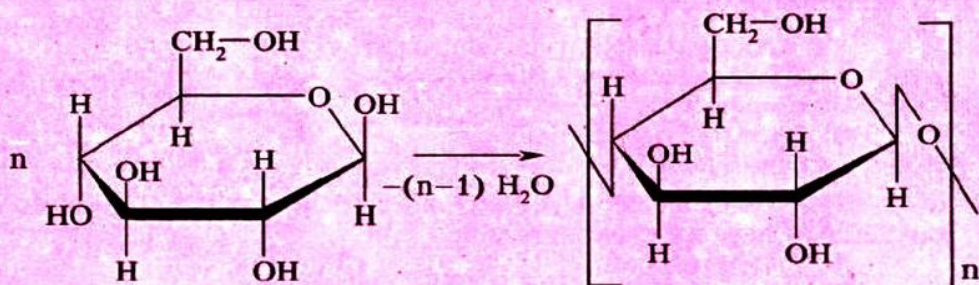
### Перевірте себе

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. Укажіть властивість каучуку, що забезпечує його застосування як ущільнювача пластикових вікон  
А теплопровідність  
Б електропровідність  
В еластичність  
Г світлопровідність
3. Обчисліть масову частку Карбону в бута-1,3-дієні.
4. З якою метою вулканізують каучук?
5. Назвіть галузі застосування гуми.
6. Укажіть речовину, яку використовують для вулканізації каучуку  
А сірка  
Б кисень  
В азот  
Г повітря
- 7\*. Укажіть класи сполук, до яких можна віднести вуглеводень із молекулярною формулою  $C_4H_6$   
А алкани і циклоалкани  
Б алкени і арени  
В алкіни і дієни  
В алкіни і алкени
8. Спрогнозуйте, що очікує на гумове виробництво в третьому тисячолітті.
- 9 Полімеризацією хлоропрену одержують хлоропреновий каучук, що має високу стійкість до розчинників, нагрівання і світла. Установіть молекулярну формулу хлоропрену, якщо масова частка Карбону в ній 54,24 %, Гідрогену – 5,65 %, а відносна густина пари речовини за воднем дорівнює 44,25.

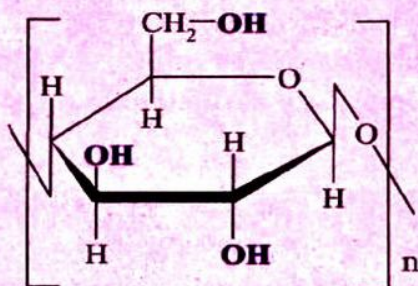


### Інформаційна довідка

- Природний полімер **целюлоза** ( $C_6H_{10}O_5$ )<sub>n</sub> є продуктом поліконденсації глюкози. Реакцію відображає схема:



- Кожна **структурна ланка** целюлози має циклічну будову і містить три гідроксильні групи  $-OH$ :

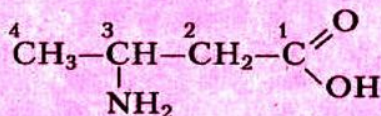
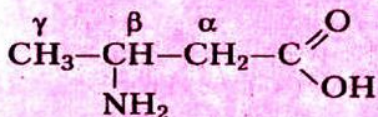


Щоб підкреслити це, молекулярну формулу целюлози можна записати як  $[C_6H_7O_2(OH)_3]_n$ . За рахунок гідроксильних груп целюлоза вступає в реакцію *естерифікації* — взаємодіє з оксигеновмісними кислотами, унаслідок чого утворюються *естери* (складні ефіри).

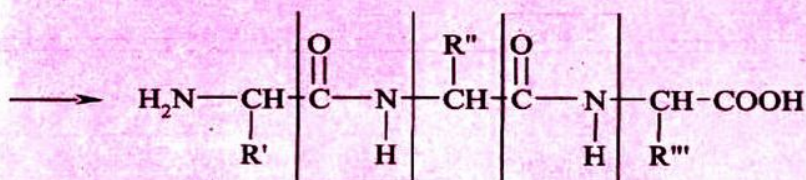
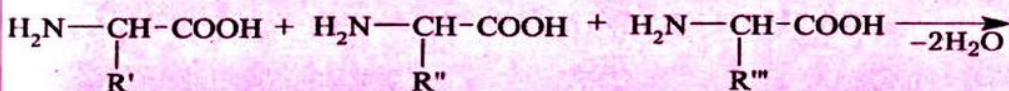
- Целюлоза зумовлює механічну міцність та еластичність рослинних тканин. У деревині її вміст становить 40–55 %, у волокнах бавовнику, розташованих навколо насіння, — 90–98 %, у волокнах льону й конопель — 60–85 %.



• **Амінокислоти** — це органічні кислоти, молекули яких містять одну чи кілька аміногруп  $-\text{NH}_2$ . Положення аміногрупи відносно карбоксильної позначають буквами грецького алфавіту  $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$ ,  $\delta$ ,  $\epsilon$  тощо, наприклад  $\beta$ -аміномасляна кислота. За сучасною систематичною номенклатурою — 3-амінобутанова кислота:



• Природні полімери **білки** — продукт поліконденсації  $\alpha$ -амінокислот. У наведеній схемі показано взаємодію трьох молекул  $\alpha$ -амінокислот і виділено групи атомів, за рахунок яких структурні ланки білкової молекули сполучені між собою:



• Групу атомів  $\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ -\text{C}-\text{N}- \\ | \\ \text{H} \end{array}$ , за допомогою якої сполучені

залишки молекул амінокислот, називають **пептидним зв'язком**. У разі добування синтетичних сполук з амінокислот цей зв'язок називають **амідним**.

• З білкових молекул складається **натуральний шовк і вовна** — тонка довга шерсть тварин (овець, кіз, верблюдів), з якої виготовляють пряжу, а з неї — шерстяну тканину.



**Поняття про волокна.** *Волокна* — це матеріали, що складаються з довгих і тонких ниток або відрізків ниток, придатних для виготовлення пряжі й тканин. За походженням їх поділяють на натуральні (природні) і хімічні. *Натуральні волокна* виготовляють із природної сировини. Люди здавна використовували природні волокнисті матеріали для виготовлення одягу й різних предметів домашнього вжитку, вітрил тощо. Майже в кожній сільській українській оселі була власна прядка, призначена для ручного прядіння волокна. Як сировину використовували вирощені влітку, а потім вимочені у воді й відділені від костриці (непридатної для прядіння частини рослинного стебла) коноплі та льон. Нині з матеріалів рослинного походження на фабриках виготовляють льняні та бавовняні тканини, із шерсті тварин — шерстяні тканини, з коконів тутового шовкопряду — натуральний шовк.

З другої половини XIX ст. попит на тканини значно зріс і обсягів виробництва натуральних волокон забракло. Тому постала потреба в одержанні волокон *хімічним способом*. Учені використали знання складу та будови природних полімерів — целюлози й білків, з яких утворені натуральні волокна бавовни й шерсті.



*Експонати музею Г. С. Сковороди  
(смт Чорнухи, Полтавська обл.)*



**Класифікація волокон.** Серед натуральних волокон розрізняють волокна рослинного, тваринного й мінерального походження. Класифікацію хімічних волокон здійснюють залежно від походження 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 волокно називають *синтетичним*.

Для виробництва хімічних волокон придатні полімери з довгими, лінійними або злегка розгалуженими макромолекулами, що мають досить високі молекулярні маси й здатні або плавитися без розкладу, або розчинятися в доступних розчинниках.

Сучасна легка промисловість виготовляє велику кількість сортів тканин із натуральних, хімічних і комбінованих волокон. Кожен із них має як переваги, так і недоліки. Тому огульно говорити про волокно, з якого виготовлена тканина, що воно погане чи хороше, не можна. Бо одне й те саме волокно може бути непридатним для одних цілей і незамінним для інших.

Ознайомтеся з класифікацією волокон, скориставшись рисунком 72.

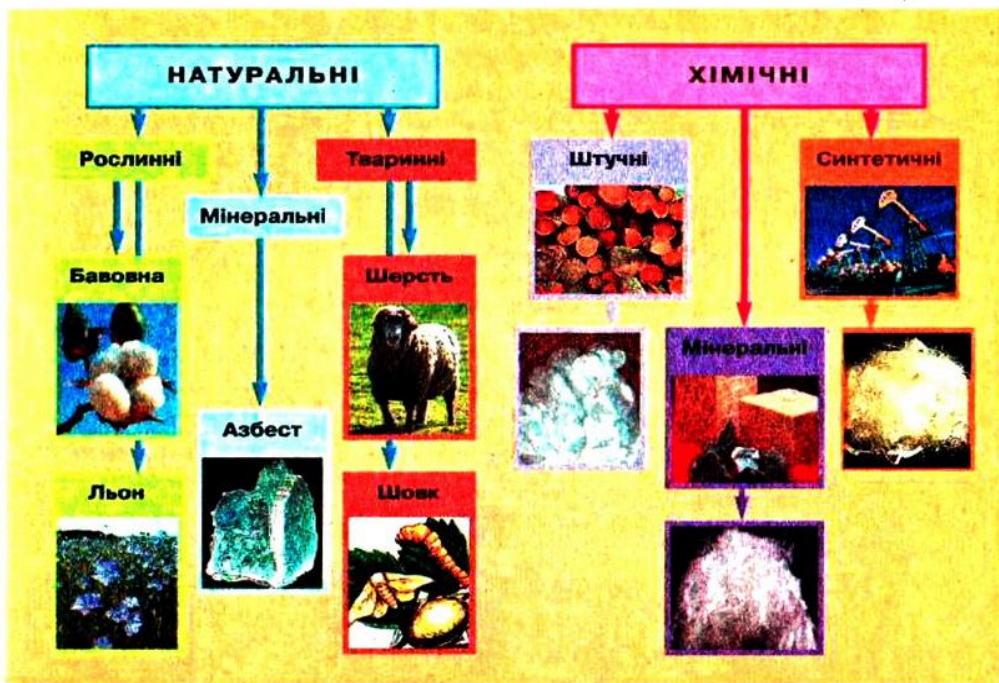


Рис. 72. Схема класифікації текстильних волокон

Успіхи вчених і технологів у створенні волокон незаперечні. Так, нині виготовляють надміцні, термостійкі, хемостійкі, еластичні, негорючі та багато інших видів волокон.

**Штучні волокна.** До штучних волокон належать волокна, виготовлені хімічною обробкою *природної сировини* целюлозного й білкового походження. Спершу готують прядильний розчин, тому що для виготовлення хімічних волокон необхідно, щоб молекули сировини були рухливі. Тільки за таких умов їх можна розмістити вздовж осі утворюваного волокна і сформувати нитку.

Зробити тверду речовину рухливою можна двома способами: нагріти її вище температури плавлення або ж розчинити. Перший спосіб для целюлози непридатний, бо від нагрівання вона руйнується. Тому зупинилися на другому. Природний полімер целюлозу обробляють певною речовиною, а утворені продукти реакції розчиняють у відповідних розчинниках. Одержану однорідну рідку суміш за спеціальними технологіями перетворюють на волокна. Наприклад, діацетат целюлози  $[C_6H_7O_2(OH)(OCOCH_3)_2]_n$  і триацетат целюлози  $[C_6H_7O_2(OCOCH_3)_3]_n$  — естери целюлози й етанової (інші назви — ацетатна, оцтова) кислоти — розчиняють у суміші дихлорометану  $CH_2Cl_2$  й етанолу  $C_2H_5OH$ . Щоб виготовити з такої гомогенної рідкої маси волокно, її продавлюють крізь тонесенькі отвори. Струмені розчину опускаються вниз, а назустріч їм подається нагріте повітря. За таких умов дихлорометан та етанол випаровуються, а діацетат целюлоза і триацетат целюлоза утворюють волоконця, які скручують у нитки.

Які процеси у виробництві цього штучного волокна належать до хімічних явищ, а які — до фізичних?

Виготовлене з ацетатів целюлози **ацетатне волокно** (ацетатний шовк) стійке, має низьку теплопровідність, тому добре зберігає тепло, м'яке, мало мнеться, майже не збігається під час прання, має приємний блиск. І все ж ацетатне та інші хімічні волокна, маючи чимало цінних властивостей, поступаються перед натуральними волокнами гігієнічними характеристиками.

Для того щоб добути інше штучне волокно — **віскозне**, целюлозу обробляють розчином лугу й сірковуглецем  $CS_2$ . З одержаної густої в'язкої маси видаляють розчинники і формують волокно з впорядкованим розташуванням молекул целюлози. Віскозне волокно багато в чому подібне до натуральних волокон льону і бавовни. У нього шовковистий блиск, тканина



з віскозного волокна приємна на дотик, м'яка, гігроскопічна, легко й рівномірно зафарбовується. Крізь неї добре проникає повітря, тобто тіло «дихає», що в спеку створює відчуття прохолоди. Завдяки переліченим властивостям віскозне волокно набуло широкої популярності й використовується у великих кількостях.

Тонше за шовк віскозне мікрОВОлокно під назвою *мікромодал* зовні подібне на натуральний шовк, бархатисте, м'яке й дуже легке. Найпоширенішим застосуванням цього волокна є виготовлення панчох і колготок.

До штучних волокон, виготовлених на основі целюлози, належить і *мідноаміачне*, яке використовують у виробництві килимів, технічних тканин і трикотажних виробів.

Цінним у виробництві хімічних волокон є те, що в процесі їх виготовлення можна змінювати властивості волокна, а отже, з одного волокноутворювального полімеру одержувати широкий асортимент виробів, поліпшувати їх зовнішній вигляд (рис. 73).

Уперше виробництво штучного волокна було розпочато наприкінці ХІХ ст. Як сировину використовували естер целюлози і нітратної кислоти. За роки, що минули, удосконалилася технологія виробництва, були створені основні види штучних волокон.

Штучні волокна одержують переробкою природних полімерів, здебільшого целюлози, хімічним способом. Вони набагато дешевші за натуральні, мають більшу зносостійкість. Прикладом волокон цієї групи є віскозне волокно, ацетатний шовк, мідноаміачне волокно.



Рис. 73. Штучні волокна та вироби з них: а) віскозне, б) ацетатне

**Синтетичні волокна.** Хімічні волокна, які формують із синтетичних полімерів, тобто у їх виробництві натуральна (природна) сировина не використовується, називають *синтетичними*.

Хоча виробництво синтетичних волокон розпочалося пізніше, ніж виробництво штучних, — у 60-і роки ХХ ст., проте нині воно зростає значно швидшими темпами за виробництво штучних волокон. Пояснюється це доступністю відносно дешевої сировини, попитом на синтетичні волокна, зумовленим їх цінними властивостями.

Як сировину для виробництва синтетичних волокон використовують продукти переробки нафти, кам'яного вугілля, природного газу. З них спершу добувають полімер, який далі перетворюють на волокно (подібно до того, як це відбувається при виробництві штучних волокон), а термопластичні полімери просто розплавляють.

У штучних волокнах основу становить природний полімер, тоді як синтетичні волокна виготовляють лише з продуктів переробки вуглеводневої сировини, які хімічна промисловість продукує у великих кількостях.

Нині популярними є такі хімічні волокна, як поліпропіленове, полівінілхлоридне й поліуретанове волокна, капрон, поліестер, акрил, еластан тощо. Їх виробництво з року в рік зростає, адже вони практичні в некомфортних умовах, легкі, міцні, довговічні, швидко сохнуть, не мнуться. Тому багато синтетичних волокон («синтетики») використовують у виробництві модного вбрання, спортивного одягу та взуття, спецодягу, необхідного для безпечного перебування в екстремальних умовах, а також інших товарів. Розглянемо конкретні приклади синтетичних волокон.

**Поліпропіленове волокно** (на етикетках виробів часто позначається РР) — синтетичне волокно, виготовлене з розплаву поліпропілену. Всі ті властивості поліпропілену, що розглядалися в § 14, характерні й для цього синтетичного волокна. Воно також стійке проти дії відбілювачів, кислот і органічних розчинників, його не псують пліснява, бактерії та комахи. Спецодяг, килими, ковдри, тканини для верхнього одягу — приклади застосування цього волокна.

**Поліестер**, або **поліефір** (РЕ), зокрема *лавсан*, — волокно, виготовлене з продукту поліконденсації двохатомного насиченого

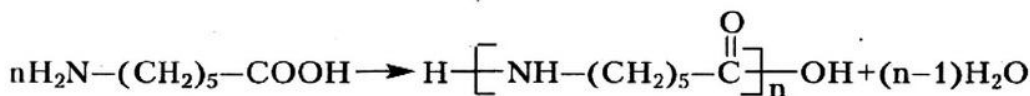


спирту етиленгліколю й терефталевої кислоти. З нього виготовляють штучне хутро та килими. Доволі широко використовується у виробництві комбінованих тканин, у складі яких можуть бути шерсть, бавовна, льон. З таких тканин шиють верхній одяг — костюми, пальта, сорочки, сукні, а також гардинно-тюлеві вироби.

**Полівінілхлоридне волокно** формують із розчину полівінілхлориду. Розглядаючи дещо раніше полімери, ми відзначали таку властивість полівінілхлориду, як негорючість. Ця ж властивість притаманна й волокну, яке вам доводилося не раз бачити, бо виготовлені з нього тканини використовують для сидінь автомобілів, літаків, сучасних електричок тощо.

**Еластан** (поліуретанове волокно), або **спандекс**, формують із розчинів і розплавів поліуретану. Основна властивість цього волокна, як і каучуків, — еластичність. Його добавляють до багатьох видів інших натуральних і штучних тканин задля того, щоб вони добре облягали фігуру, тривалий час зберігали форму, не сковували рухів, були легкими й зручними. Добавки еластану містяться в такому одязі, як спортивні костюми, блузки, сорочки, штани, купальні костюми. Недолік цього волокна полягає в чутливості до дії світла і швидкому тьмянінні.

**Капрон** (найлон-6) — синтетичний полімер, структурними ланками якого є залишки  $\epsilon$ -амінокапронової кислоти, сполучені амідними зв'язками. Хімічна будова цієї амінокислоти така, що функціональні 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:



$\epsilon$ -амінокапронова  
кислота

капрон (найлон-6)

Як бачимо, при створенні капрону за прототип було взято природні полімери — білки.

Капронове волокно та деякі інші (найлон-6,6, або анід тощо) утворені за рахунок амідних зв'язків, а тому дістали назву *поліамідні волокна*. Серед природних волокон аналогічно утворені волокна шерсті й шовку.

Капрон — стійка проти дії більшості розчинників тверда речовина білого кольору, пом'якшується при температурі  $210^\circ\text{C}$ .



Рис. 74. Витягування нитки з розплавленої смоли капрону

З розплаву капрону можна легко витягувати нитки навіть у лабораторних умовах.

Проведемо *демонстраційний дослід*. Розплавимо в порцеляновій чашці капрон, скляною паличкою підхопимо краплю розплаву й почнемо витягувати з нього нитку, прикріпивши її до іншої палички та прокручуючи, як це показано на рисунку 74.

Капронове волокно еластичне, дуже міцне, стійке проти стирання та згинання, з нього роблять канати. Це волокно негігроскопічне. Рибалкам добре відомі такі властивості капрону, адже з капронових волокон виготовляють риболовні сітки, волосінь. Багато капрону переробляють на комбіновані волокна, з яких виготовляють спортивні костюми, панчохи, шкарпетки тощо. Проте капрон має й небажані властивості — він нестійкий до нагрівання, дії кислот і лугів. Через негігроскопічність капрон незручний для тіла.

З'ясувати відношення волокон різних видів до нагрівання та концентрованих розчинів кислот і лугів допоможе *демонстраційний дослід*. Невеликі зразки волокон (рис. 75): бавовняне (1), шовк натуральний (2), віскозне (3), капронове (4) і поліестерне (лавсан) (5) — помістимо окремо у дві пробірки кожне (рис. 76а,б).

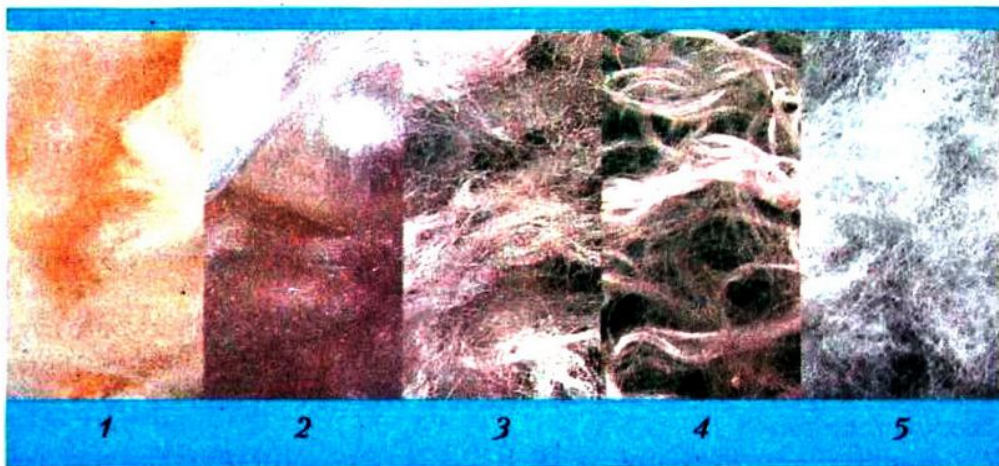
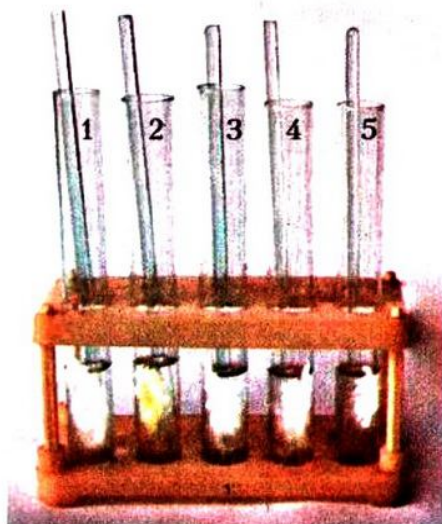
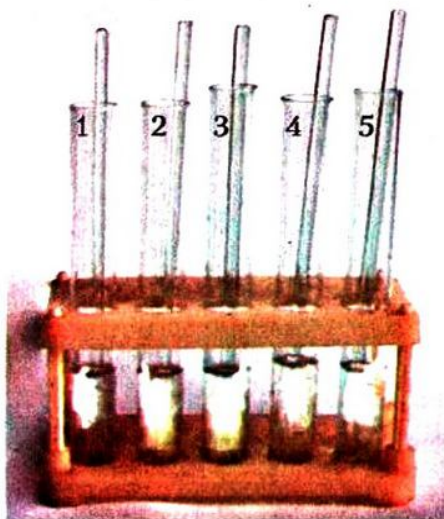


Рис. 75. Зразки природних і хімічних волокон





*a*



*б*

Рис. 76. Відношення природних і хімічних волокон до нітратної кислоти (а) і лугу (б)

Не порушуючи порядку розміщення волокон у пробірках, по черзі перевіримо, як на них діють концентровані розчини нітратної кислоти (рис. 76а) і натрій гідроксиду (рис. 76б).

Результати досліду свідчать, що стійким проти дії нітратної кислоти є поліестерне волокно, а проти дії лугу — бавовна, капрон і лавсан.

Визначити, яку основу — синтетичну чи натуральну — має волокно, можна ще за його відношенням до нагрівання та за характером горіння. Целюлозні волокна (бавовна, ацетатне, віскозне) спалахують швидко і згорають, поширюючи запах паленого паперу. Грудочка, що залишається після їх згорання, легко розтирається пальцями. Білкові волокна (шерсть, шовк) згорають аналогічно целюлозним, оширюючи запах паленого пір'я. Синтетичні поліамідні волокна (наприклад, капрон) спершу плавляться, а потім згорають, поширюючи різкий мишачий запах. Поліестерні волокна (наприклад, лавсан) плавляться і швидко згорають. Після припинення горіння синтетичних волокон залишається некрихка грудочка, яка пальцями не розтирається.

Щоб детальніше ознайомитися з властивостями волокон, виконайте лабораторний дослід 7. Він допоможе вам у засвоєнні нового матеріалу.



## Досліджуємо речовини та їх властивості

*Лабораторний дослід 7. Ознайомлення зі зразками натуральних, штучних і синтетичних волокон.*

*Реактиви та обладнання:* зразки волокон, пінцет, сірники.

**Завдання.** Уважно розгляньте видані вам зразки волокон і тканин. Перевірте їх еластичність, визначте колір, блиск. Затисніть невеличкий шматочок волокна в пінцеті чи тримачі для пробірок і підпаліть. Зверніть увагу на швидкість спалахування, характер горіння, запах продуктів горіння та залишок після припинення горіння. Користуючись інформацією підручника та інших джерел, спробуйте визначити, до якої групи волокон належить кожен зразок.

Результати дослідження оформіть у робочих зошитах у вигляді таблиці.

**Характеристика волокон**

Назва	Зовнішній вигляд	Характер горіння	Тип волокна	Використання



Одяг надходить у продаж з етикетками, де зазначено склад тканини. Цією інформацією не потрібно нехтувати, адже вона допомагає придбати річ, що за фізико-хімічними характеристиками волокон найкраще придатна для тієї чи іншої пори року, відповідає призначенню (відвідування школи, заняття спортом, відпочинок на природі, святкування урочистостей тощо). Пам'ятайте, що оптимальним є поєднання в тканині натуральних і хімічних волокон, які забезпечують дотримання



гігієнічних норм, міцність та еластичність тощо. Наявність такого поєднання демонструє фото етикетки.

Якщо на етикетці склад волокна не вказано, ви можете самостійно визначити, з якої сировини — природної чи синтетичної — його виготовили. Достатньо спалити кілька ниток, аби одержані результати порівняти з характеристиками волокон, описаними в параграфі.

На етикетках також містяться знаки щодо прання й прасування виробу, можливості використання розчинників для виведення плям тощо:

КУРТКА ДЛЯ ДІВЧИНКИ  
ГОСТ 25295-91  
АРТ ВМР05У 6823-Р20  
І МОДЕЛІ М-429-88  
РОЗМІРИ 140-68-63  
АРТ ТКАНИНИ РУБІНО  
88% ШЕРСТЬ 20% ПОЛІАМІ.  
СОРТ 1  
ВІЛЬНА ВІДПУСКНА ЦІНА

Рис. 77. Інформація, що міститься на етикетках одягу



Ручне прання



Не прати



Лише ручне прання, температура не вище 30 °С, не терти, не викручувати



Ручне або машинне прання при температурі, що не перевищує зазначеної



Якщо коритце підкреслено однією або двома рисками, це означає, що потрібно дотримуватися особливих застережних заходів: ручне або машинне прання; обов'язково дотримуватися зазначеної температури; не піддавати сильній механічній обробці; полоскати прохолодною водою; віджимання в пральній машині здійснювати в повільному режимі обертання центрифуги



Дуже делікатна обробка у великій кількості води й мінімальна механічна обробка, швидке полоскання при низьких оборотах



Прання з кип'ятінням



Машинне прання дозволяється



Машинне прання заборонено





Дозволяється прання з відбілювачем, що містить хлор; стежити за повним розчиненням порошку



При пранні не використовувати вибілювальні хлоровмісні засоби



Прасування дозволяється



Прасування не дозволяється



При максимальній температурі 100 °С допустимо для вовни і змішаних волокон з поліестером і віскозним волокном використовувати вологу тканину



При максимальній температурі 150 °С допустимо для вовни і змішаних волокон з поліестером і віскозним волокном використовувати вологу тканину



При максимальній температурі 200 °С допустиме для льняних і бавовняних тканин, можливе зволоження виробу

Завжди ознайомлюйтеся з етикетками й дотримуйтеся зазначених указівок для речей, тоді ви довго користуватиметеся ними.



### Перевірте себе

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 штучними і синтетичними волокнами?
6. Проаналізуйте етикетки вашого одягу. Які волокна — натуральні, хімічні, комбіновані — переважають у його складі?
- 7\*. На основі узагальнення знань про волокна зробіть висновок щодо придатності різних типів волокон для використання в конкретних умовах.





## § 17. Органічні сполуки в побуті

У побуті практично щоденно людина має справу з продуктами хімічної промисловості. Дійсно, як можна обійтися без них при пранні білизни, митті посуду, догляді за меблями, умиванні, чищенні зубів, дрібному ремонті оселі тощо? Усі засоби, що при цьому використовуються, дістали назву *побутові хімікати*, а галузь промисловості, яка їх виробляє, — *побутова хімія*.

**Побутові хімікати** — це окремі хімічні речовини, а частіше суміші речовин, які використовують у побуті за певним призначенням. Повсякденне життя сучасної людини не можна уявити без систематичного використання чималої кількості побутових хімікатів різного призначення.

Залежно від призначення побутові хімікати поділяють на групи, яких нині нараховується майже 20. Основними серед них є *мийні й дезінфікуючі засоби, засоби особистої гігієни, засоби для чищення, догляду за житлом і предметами побуту, садом і городом, автомобільним транспортом* тощо. До продукції побутових хімікатів належать також *клеї, абразивні матеріали, лакофарбові засоби, парфумерія і косметика* тощо. Щороку у світі виробляється майже 30 млн т засобів побутової хімії.

Розгляньте схему (див. рис. 78), що ознайомить вас із різноманітністю продукції побутової хімії. Які з них використовує ваша родина?

Сучасні високоефективні засоби побутової хімії — це корисні надбання людства. Вони допомагають нам у повсякденному житті і є досить безпечними для здоров'я за умови правильного використання. Розробка сучасних засобів побутової хімії відбувається за напрямками вдосконалення їх гігієнічних і фізико-хімічних показників задля відповідності вимогам безпечного використання споживачами.

**Приклади побутових хімікатів.** Чи не найширшого побутового застосування набули *мийні засоби* — пральні порошки, тверде та рідке мило. Чиста вода видаляє із забрудненої поверхні лише речовини, які в ній добре розчиняються. Проте багато органічних

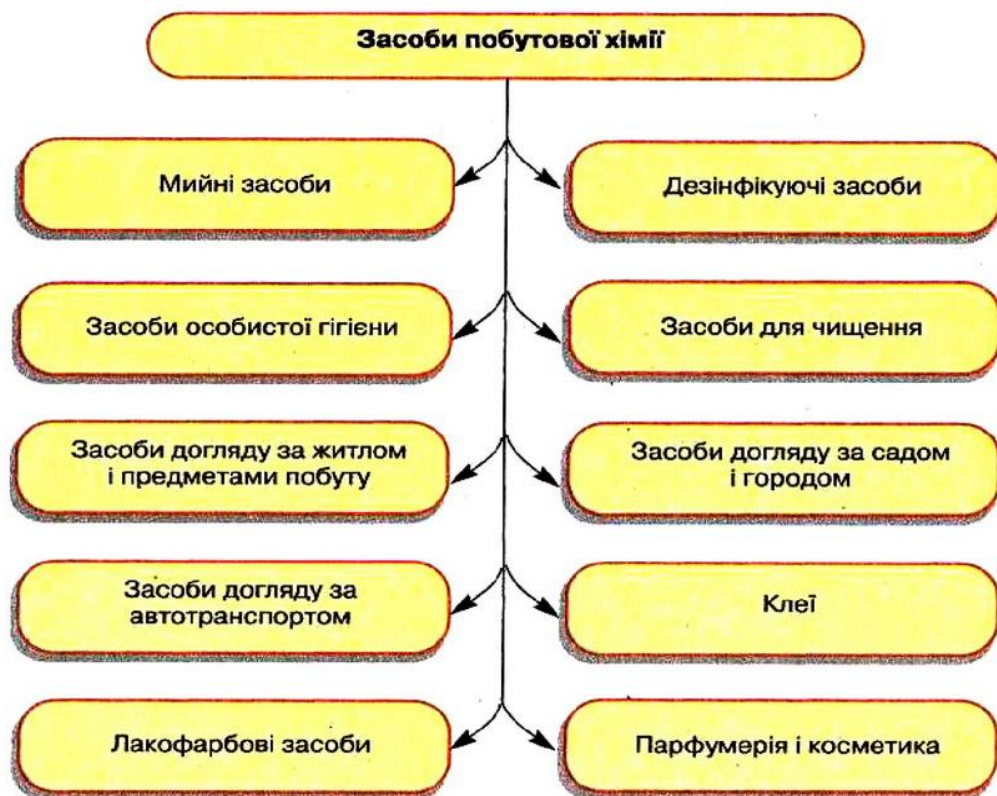


Рис. 78. *Схема класифікації засобів побутової хімії*

забруднень вода не змиває, видалити їх допомагає додавання до води мийних засобів.

Кожна господиня знає, що жирний посуд погано миється навіть у гарячій воді. Проте достатньо використати невелику краплю одного з численних нині побутових хімікатів, наприклад рідини для миття посуду «Гала», яку виробляють у м. Дніпродзержинську Дніпропетровської області, як посуд набуде сяючої чистоти. Треба зауважити, що при роботі з побутовими хімікатами їх пряме контактування зі шкірою рук здебільшого є небажаним. Адже можуть мати місце подразнення у вигляді почервонінь, відчуття свербіння тощо. Тому працювати треба в захисних рукавичках або користуватися різного роду щітками. Детальніше ознайомитися з властивостями мийних засобів ви зможете в § 18.

Розглянемо приклади й стислі характеристики побутових хімікатів інших груп.



*Дезодоранти* для приміщень, *поглиначі запахів* стали звичними в наших власних оселях, не кажучи вже про місця загального користування, де постійно перебуває багато людей. Широкого використання набули дезодоранти для тіла.

Доглядати за взуттям, іншими виробами зі шкіри і шкірозамінників нам допомагають *креми* для взуття та шкіряного одягу.

Багато волокон здатні електризуватися, тобто накопичувати електричні заряди. Ця здатність властива таким волокнам, як нітрон, лавсан, ацетатне, а також капрону, частково шерсті й шовку. Для запобігання електризації виробів із синтетичних тканин доводиться користуватися *антистатиками*. Цікаво, що льняні та бавовняні тканини поглинають вологу, а це сприяє стіканню електричних зарядів, тому вони не електризуються.

У побутових *хімікатах* для чищення посуду, раковин, газових плит і кахлю містяться тверді інертні речовини — абразиви, які полегшують механічне руйнування твердих забруднень, і дезінфікуючі компоненти. Зокрема, з етикетки на засобі під назвою «Тест» дізнаємося, що як абразив тут використано порошок доломіту  $\text{CaCO}_3 \cdot \text{MgCO}_3$ , а як знезаражувальна речовина — хлорinol. Узагалі Хлор є тим хімічним елементом, атоми якого входять до складу багатьох *дезінфікуючих засобів*. Серед побутових хімікатів цієї групи виокремлюють засоби м'якої дезінфекції, які застосовують для знезараження шкіри, одягу, білизни, і засоби сильної дезінфекції, призначені для очищення та знезараження взуття,



Рис. 79. Засоби для чищення і знезараження, інші товари побутової хімії

туалетів, раковин, ванн, а також засоби для дезінфекції приміщень. Це такі засоби, як «Білизна», «Доместос», «Містер Мускул» та ін. (рис. 79).

Зазначимо, що універсального дезінфікуючого засобу немає.

Спільним для всіх знезаражувальних засобів є їх швидке і повне розчинення у воді або утворення стійких емульсій, ефективна дія, довготривале зберігання, мала токсичність для людей.

Повз розмаїття кондиціонерів, антистатиків, ополіскувачів (рис. 80), шампунів, бальзамів для тіла тощо не пройде жодна господиня.



Рис. 80. Засоби догляду за тканинами

Щоб приклеїти шпалери, полагодити ліжжє чи взуття, склеїти розбитий предмет, провести дрібний ремонт меблів, ми обов'язково скористаємося клеєм.

**Клеї** — це полімери чи сполуки на їх основі, які застосовують як побутові хімікати для з'єднання різних матеріалів.

По-справжньому універсального клею немає (хоча клей з такою назвою й існує). Тому умовно універсальними вважають ті з них, якими можна склеювати кілька різних матеріалів. Для склеювання паперу рекомендують користуватися клеями «Силікатний», «Аго», «Марс», «Гумовий», «Момент-1», «Синтетичний для паперу». Для ремонту меблів і виконання столярних робіт застосовують полівінілацетатні клеї «ПВА», «ПВА-М», а також «Синтетичний столярний», для склеювання металів — «Епоксидний універсальний».



До групи найкращих клеїв, смол і лаків належать епоксидні — їм властива висока клейова здатність щодо скла, порцеляни, металів, пластмас, дерева та дуже висока міцність склеювання. У побуті широко використовують клеї типу БФ, БФ-2, БФ-5, виготовлені на основі фенолформальдегідних смол.

Дія клеїв ґрунтується на їх здатності взаємодіяти з поверхнею матеріалів, що склеюються. Міцність зчеплення клеєм двох поверхонь визначається силами міжмолекулярної взаємодії (електростатичними силами) або хімічними силами, які зумовлюють утворення хімічного зв'язку. До складу клею входять полімери (клейові речовини), розчинники, наповнювачі, пластифікатори тощо. Безпечність клею залежить від властивостей усіх його компонентів. Хімічна промисловість випускає великий асортимент клеїв.

*Фарби, лаки, малярні ґрунтовки та шпаклівки* — це ще одна окрема група побутових хімікатів.

Найбільш прибутковою галуззю є *парфумерно-косметична промисловість*, продукція якої також належить до побутових хімікатів.

**Парфумерні засоби** — засоби, які при застосуванні виконують гігієнічні та естетичні функції.

**Косметичні засоби** — засоби, які застосовують для догляду за шкірою, волоссям, ротовою порожниною, тобто вони виконують гігієнічні, профілактичні та естетичні функції.

Треба зазначити, що косметика (косметичні засоби) тісно пов'язані з гігієною, тому що багато косметичних засобів (лосьйони, креми, шампуні) виконують і косметичну, і гігієнічну функції.

Донедавна для чищення зубів широко застосовували *зубні порошки*, які складаються з абразивного матеріалу: найчастіше це очищена крейда, де абразивом є кальцій карбонат  $\text{CaCO}_3$ , рідше — кальцій гідрогенортофосфат  $\text{CaHPO}_4$  або суміші цих речовин. До абразивних матеріалів для надання порошкам легкості й рихлості додають магній оксид  $\text{MgO}$ , одержаний прожарюванням  $\text{MgCO}_3$ . У деякі сорти порошоків вводять магній пероксид, що має відбілювальні властивості, у невеликих кількостях включають поверхнево-активні речовини, а також запашні речовини, зазвичай це ментол або екстракт м'яти.

Нині на заміну зубному порошку приходять найрізноманітніші *зубні паст*, які за призначенням поділяють на *гігієнічні* й

лікувально-профілактичні. Перші тільки очищають і освіжають, а другі використовують для профілактики захворювань зубів і порожнини рота, мають лікувальну дію.

Чимало продукції побутової хімії випускають в аерозольній упаковці. Як речовини, що створюють тиск в аерозольних балонах, виявилися зручними *фреони* — група галогеновмісних речовин, які киплять за невисокої температури, леткі, інертні, нешкідливі для організму людини. Фреони також використовують у промислових і побутових холодильниках як холодоагенти. Однією з таких речовин є дифлуородихлорометан  $\text{CF}_2\text{Cl}_2$ .

Будучи неотруйними й доволі інертними біля поверхні Землі, у верхніх шарах атмосфери, що межують з озоновим шаром, фреони піддаються фотохімічному розкладу з виділенням аніонів Хлору, під впливом яких руйнується озоновий шар, а він, як вам уже відомо з природознавства та хімії, відіграє надзвичайно важливу роль у збереженні життя на Землі. Це своєрідний фільтр, що затримує шкідливе ультрафіолетове випромінювання Сонця. Тому на рівні міжнародної угоди ухвалено рішення щодо скорочення виробництв аерозольних балонів, що містять фреони, холодильників із холодоагентами фреонами.

Наведений далеко не повний перелік побутових хімікатів, розглянуті приклади переконують у надзвичайній різноманітності речовин, які людина використовує в повсякденному житті з користю для себе. Вони мають багато цінних фізичних і хімічних властивостей, проте часто не позбавлені негативного впливу на природу. Про це треба завжди пам'ятати й бути обережними і виваженими в поводженні з ними.

Кожний засіб побутової хімії має маркування, етикетки з інформацією про назву виробу, масу або місткість, термін придатності, призначення та спосіб застосування, умови зберігання, попереджувальні написи та запобіжні заходи, найменування підприємства-виробника, його місцезнаходження, товарний знак, дату виготовлення тощо. Безумовно, вам відомо, що серед побутових хімікатів чимало отруйних або вогнєнебезпечних. На них є попереджувальні написи або знаки: «Отрута», «Вогнєнебезпечно», «Берегти від вогню», «Не розпилювати поблизу відкритого вогню», «Оберігати від потрапляння в очі» тощо, а також інформація про правила й умови безпечного їх використання.

Фарби мають додаткові маркувальні дані: марку, колір, витрати на  $1 \text{ м}^2$ , правила поводження з товаром, вид розчинника.

З наведеної на етикетках, упаковці або в інструкції інформації про побутовий хімікат стає відомо, чи містить він отруйні речо-



вини, кислоти та луги, під впливом яких порушується міцність тканин, чи може спричинити опіки тощо.

Серед наявних у вашому домі побутових хімікатів знайдіть хімікати з різного роду застережними написами. Проаналізуйте, наскільки ретельно ви їх дотримуетесь.

Виконайте *лабораторний дослід 8* і візьміть собі за правило бути завжди уважними під час роботи з побутовими хімікатами.

**Загальні правила поводження з побутовими хімікатами.** Необхідно усвідомлювати, що всі предмети побутової хімії діють ефективно тільки в певних умовах, які завжди зазначені в інструкції. Кожен побутовий хімікат має конкретні, притаманні лише йому властивості, і від цього залежать наслідки поводження з ним. Проте є і загальні правила (див. рубрику «*Нотатки на повсякчас*»), яких треба дотримуватися в разі використання хімікатів у побуті.

Будь-який засіб, якщо його вживати не за призначенням або в підвищених дозах, може бути шкідливим для здоров'я людини. Якщо ж його використовувати відповідно до цільового призначення, згідно з інструкцією, то він буде цілком безпечним і нешкідливим.

Перед тим, як скористатися будь-яким побутовим хімікатом, необхідно уважно ознайомитися з інструкцією, адже недбале ставлення до наведених у них рекомендацій і застережень становить небезпеку для здоров'я.

**Побутова хімія України.** Основною сировиною для виробництва побутових хімікатів є продукція переробки нафти, природного й супутнього нафтового газів. Україна з її добре розвиненою нафтопереробною й коксохімічною промисловістю, промисловим органічним синтезом має потужну сировинну базу для виробництва продукції побутової хімії. Нині практично всі види та найменування цієї продукції виготовляють в Україні. Заводи з виробництва різних продуктів побутової хімії працюють в Ужгороді, Дрогобичі, Тернополі, Хмельницькому, Славуті, Луцьку, Чернівцях, Вінниці, Конотопі, Києві, Кіровограді, Одесі, Херсоні, Сімферополі, Дніпропетровську, Донецьку та інших містах України. Не відмовляються українці й від імпорту побутових хімікатів із різних країн світу.



## Досліджуємо речовини та їх властивості

**Лабораторний дослід 8. Ознайомлення зі змістом інструкцій до товарів побутової хімії.**

**Обладнання.** Інструкції до різних товарів побутової хімії.

**Завдання 1.** Уважно вивчіть інструкції. З'ясуйте, з яких основних компонентів складається кожен досліджуваний хімікат, що в ньому є «діючою» речовиною. Це важливо для запобігання негативним наслідкам застосування побутових хімікатів.

Результати ознайомлення запишіть у робочих зошитах у вигляді таблиці.

**Результати ознайомлення зі змістом інструкцій до побутових хімікатів**

Назва товару побутової хімії	Склад	Призначення	Заходи безпеки при роботі

**Завдання 2.** Порівняйте зміст різних інструкцій і зробіть висновок, чи могли б ви, не знаючи застосування хімікату, самостійно визначити, з якою метою його використовують, наскільки він безпечний у користуванні.



### Загальні правила поведінки з побутовими хімікатами

- Потрібно уважно вивчити додану до побутового хімікату інструкцію й чітко її дотримуватися.
- Товари побутової хімії зберігати в закритій, сухій і чистій упаковці.



- Легкозаймисті й горючі рідини в аерозольній упаковці, пляшках та іншій тарі необхідно зберігати в захищеному від дії прямих променів світла й теплового впливу місці.

- При тривалому зберіганні товари побутової хімії потрібно періодично оглядати, у разі потреби просувувати, перевіряти щільність і герметичність упаковки отрутохімікатів, лакофарбових товарів, клеїв тощо.

- Не купувати хімікати, термін придатності яких закінчився або скоро закінчується.

- Уникати тривалого контакту хімікатів зі шкірою. Під час роботи з побутовими хімікатами варто користуватися захисними гумовими рукавицями, халатами, у разі потреби — респіраторами чи захисними масками. Виконання тривалих видів робіт (наприклад, нанесення фарби, обприскування саду чи городу від шкідників) бажано розпочинати не натщесерце, а поївши.

- У разі потрапляння хімікату в очі — промити їх великою кількістю води, але не терти.

- Після закінчення роботи ретельно вимити руки.

- Усі побутові хімікати мають зберігатися в недоступному для дітей місці.

### Ерудитам на замітку

**Зубні пасти** — це багатокомпонентні суміші (рис. 81). До їх складу входить значно більше речовин, ніж до складу зубних порошків. Абразивні речовини, як і в порошку, забезпечують механічне очищення зубів від нальоту, їх полірування. Як абразиви найчастіше застосовують  $\text{CaCO}_3$  (виділений із хімічно обробленої крейди), а також кальцієві й натрієві солі ортофосфатної кислоти. Окремі виробники використовують як абразивні матеріали алюміній оксид і алюміній гідроксид, силіцій(IV) оксид, абразиви синтетичного походження. Щоб перетворити сипучі порошки в гомогенну суміш, додають желатиновий згущувач.





а



б

Рис. 81. Зубні пасты: абразивні (а) та гелеподібні (б)

Пригадайте, як легко й рівномірно паста видавлюється з туби. А все тому, що в неї спеціально додають:

гліцерол  $\text{HO}-\text{CH}_2-\text{CH}(\text{OH})-\text{CH}_2\text{OH}$ ;

шестиатомний спирт сорбіт  $\text{HO}-\text{CH}_2-(\text{CHOH})_4-\text{CH}_2-\text{OH}$ ;

поліоксиетилен  $\{ \text{O}-\text{CH}_2-\text{CH}_2 \}_n$ .

Ці речовини гігроскопічні, добре втримують воду, і паста довго не висихає. Гігієнічні, а особливо лікувально-профілактичні пасты містять витяжки з рослин, які чутливі до мікроорганізмів, що потрапляють у ротову порожнину. Щоб вберегти речовини витяжок від руйнування мікроорганізмами, до складу паст додають антисептичні речовини: формальдегід  $\text{HCHO}$ , хлоровані феноли та деякі інші.

Ще одним компонентом зубних паст є речовини-піноутворювачі. У зубні пасты обов'язково додають віддушки та смакові компоненти. Найпоширеніші віддушки м'ятного й коричневого характеру. Є в складі зубних паст і підсолоджувачі.

Деякі закордонні фірми розпочали виробництво гелеподібних безабразивних прозорих зубних паст (рис. 81б). У них використовують гелі  $\text{SiO}_2$ , а також кополімери акрилової кислоти

ти  $\text{CH}_2=\text{CH}-\text{C} \begin{array}{l} \text{O} \\ \parallel \\ \text{OH} \end{array}$  та алілового спирту  $\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CH}_2-\text{OH}$ .

Ці пасты мають високу піноутворювальну здатність, приємний смак. Вони легко фарбуються в різні яскраві кольори — червоний, синій, зелений, жовтий. Однак їх очищувальна здатність набагато нижча, ніж паст із використанням абразивів.





## Перевірте себе

1. Сформулюйте поняття «побутові хімікати».
2. Наведіть приклади різних груп побутових хімікатів.
3. Перелічіть основні правила безпечного поводження з побутовими хімікатами.
4. Охарактеризуйте роль побутових хімікатів у житті людини.
- 5\*. Узагальнивши матеріал рубрики «Ерудитам на замітку», поясніть, наскільки важливо правильно підібрати компоненти побутового хімікату та їх кількість.
- 6\*. Зважаючи на особисті уподобання, оберіть тему проекту, що стосуватиметься виробництва й використання конкретної групи хімікатів:
  - Косметика для автомобіля.
  - Побутові хімікати й літній відпочинок на природі.
  - Парфумерна продукція: наскільки вона корисна особисто для вас.
  - Побутова хімія і ремонт житла.
  - Ініціативний проект.

Розробку проекту здійснить у малих групах. За одержаними результатами підготуйтеся до рекламування хімікату чи аргументованого заперечення його використання.



## § 18. Мило і синтетичні мийні засоби



### Інформаційна довідка

• Наявні в природній воді солі Кальцію і Магнію зумовлюють її **твердість**. У твердій воді погано розварюються овочі, важко прати речі милом.

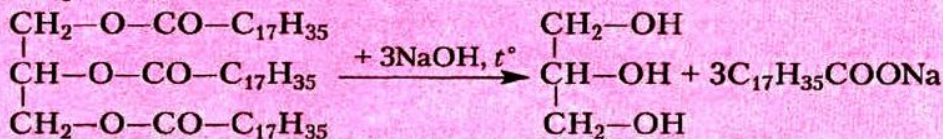
• **Тимчасова твердість води** — це твердість, зумовлена кальцій гідрогенкарбонатом  $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$  і магній гідрогенкарбонатом  $\text{Mg}(\text{HCO}_3)_2$ . Усунути її можна звичайним кип'ятінням або хімічним способом.

• **Постійну твердість** зумовлюють хлориди й сульфати Кальцію і Магнію. На відміну від тимчасової твердості її можна усунути лише хімічним способом.

• Під час виробництва **мила** жири піддають гідролізу, нагріваючи в присутності лугу. Продуктами цієї реакції є гліце-

рол і натрієві чи калієві солі вищих карбонових кислот.

Наприклад:



Сполуки, що забруднюють тіло, одяг й інші речі, є досить різноманітними за складом і будовою. Водночас вони малорозчинні або нерозчинні у воді, а тому вода не може впоратися з більшістю забруднень, що мають місце в повсякденному житті. Щоб позбутися таких забруднень, потрібні побутові хімікати з групи мийних засобів. У побуті найширшого застосування набули такі засоби, як мило, пральні порошки, рідини для миття посуду, шампуні тощо.

**Поняття про мило та його мийну дію.** Важко в те повірити, але це дійсно так — до винайдення мила жир і бруд зі шкіри видаляли лише водою, попелом і дрібним річковим піском. Нині ж мило — найпоширеніший, ефективний і надійний мийний засіб. Якщо два рази підряд помити руки з милом — ніяких дезінфікуючих засобів не потрібно. Мило застосовують при обробці тканин, у виробництві косметики, водоемульсійних фарб тощо.

Основною речовиною мила є розчинні у воді солі Натрію і Калію вищих карбонових кислот, вуглеводневий замісник яких містить від 11 до 17 атомів Карбону, наприклад натрій стеарат  $\text{C}_{17}\text{H}_{35}\text{COONa}$  і калій пальміат  $\text{C}_{15}\text{H}_{31}\text{COOK}$ . Їх добувають у процесі гідролізу жирів (рівняння реакції наведено в інформаційній довідці) або синтетичним способом із продуктів переробки нафти. Добавками в милі є барвники, ароматизатори, антисептичні речовини, зволожувальні речовини (гліцерол, касторове масло), наповнювачі (оксиди Титану і Цинку).

**Мило** — призначений для миття і прання побутовий хімікат, до складу якого входять солі Натрію і Калію вищих карбонових кислот, вуглеводневі замісники яких містять від 11 до 17 атомів Карбону, а також різні добавки.

Такі властивості мила, як твердість, розчинність у воді, здатність до піноутворення, мийна здатність, залежать від того, солі яких вищих карбонових кислот переважають у його складі.



Зокрема, солі пальмітинової кислоти надають милу твердість і високе піноутворення, олеїнової — розчинність у холодній воді й мийну здатність, стеаринової — посилюють дію мила в гарячій воді. Високоякісні сорти мила виготовляють із додаванням солей лауринової кислоти  $C_{11}H_{23}COOH$ , що міститься в кокосовому маслі.

Мийна дія мила пояснюється особливою будовою молекул солей, що входять до його складу (рис. 82).

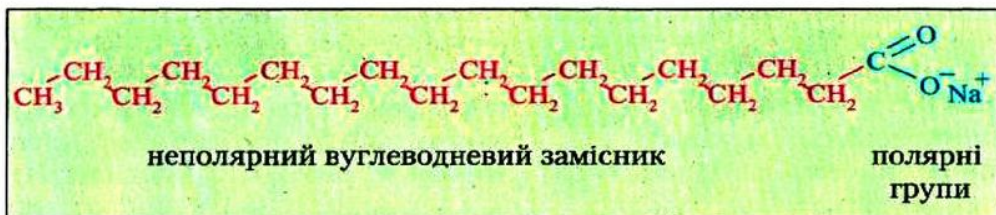


Рис. 82. Схема будови молекули натрій стеарату

У їх молекулах розрізняють дві частини: перша (на рис. 82 виділена червоним кольором) утворена вуглеводневим замісником, вона неполярна і *не змочується водою*, друга (на рис. 82 виділена синім кольором) — полярна, тому що в ній йон Натрію  $Na^+$  заряджений позитивно, а група атомів  $-COO^-$  — негативно. Полярна будова цієї частини забезпечує їй *змочування водою*. Завдяки такій будові молекули здатні «відірвати» часточки бруду, що не змочуються водою, від поверхні тканини чи посуду, шкіри рук тощо й утримувати їх у розчині.

**Історія створення й виробництва мила.** Історичні джерела вказують на те, що у Вавилоні мило виготовляли у 2800 р. до н. е. Як ви розумієте, це не було масовим виробництвом. Узагалі до XIV ст. мило мало ранг лікарського засобу, який можна було придбати лише в аптеці. Уперше промисловим способом розпочали виготовляти мило в 1424 р. в Севоні (Італія). Та вже в XVI ст. миловарні підприємства були досить поширеними і в Україні. Нині мило різного асортименту виробляють у великій кількості понад 10 українських миловарних заводів.

Тваринні жири — недешева сировина миловарної промисловості. Синтетичні жирні кислоти, тобто продукти органічного синтезу, значно дешевші, бо сировиною для їх одержання є парафіни нафти, які піддають каталітичному окисненню киснем повітря.

Ураховуючи, що в складі мила є натрієві або калієві солі вищих карбонових кислот, напишіть одне з рівнянь перетворення відповідного парафіну в мило.

За призначенням розрізняють сорти господарського й туалетного мила (рис. 83).

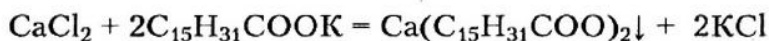
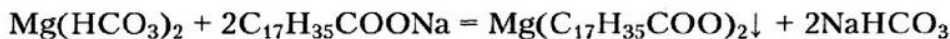


Рис. 83. Сорти мила: господарське (а), туалетне рідке (б) та тверде (в)

Відмінність полягає в походженні сировини. У господарському милі майже половина солей добути з продуктів переробки нафти, тоді як у туалетному милі переважають солі, одержані з натуральної сировини — жирів. Не випадково миловарні заводи є «сусідами» нафтопереробних підприємств і жирокOMBінатів.

До побутових хімікатів належать і мийні засоби для дітей. Поцікавтеся, у чому полягає особливість їх складу порівняно зі звичайним туалетним милом.

**Чому мило не використовують для прання у твердій воді.** Основним недоліком мила є те, що його мийна дія різко погіршується у твердій воді. При пранні в такій воді його доводиться витратити на 20–30 % більше, ніж при пранні в м'якій воді. А все через те, що катіони Кальцію і Магнію, які спричинюють твердість води, утворюють з аніонами вищих карбонових кислот, що входять до складу мила, нерозчинні солі. Тому при пранні білизни у твердій воді відбуваються реакції, які завершуються утворенням осадів:



Утворені нерозчинні солі осідають на тканині, забивають у ній пори, роблять тканину грубою, менш еластичною, з поганою повітро- і вологопроникністю. У тканини з'являється сіруватий відтінок, фарби тьмяніють, міцність знижується, тканина швидше рветься.



Зазначених небажаних наслідків можна уникнути, якщо замість мила використовувати синтетичні мийні засоби.

**Поняття про синтетичні мийні засоби (СМЗ).** Порівняно з милом СМЗ — це мийні засоби нового покоління, досягнення хіміків і технологів ХХ ст. Виробництво засновано на використанні дешевої сировини, якою є продукти переробки нафти й газу.

Основу СМЗ становлять органічні сполуки, що мають подібну до мила будову, але на відміну від нього не утворюють малорозчинних або нерозчинних у воді солей Кальцію і Магнію. Такі засоби однаково добре миють і перуть як у м'якій, так і у твердій воді. Деякі засоби придатні навіть для прання в морській воді. Цікаво, що СМЗ діють не тільки в гарячій воді, як це характерно для господарського мила, а й у воді з низькою температурою, що важливо при пранні тканин зі штучних і синтетичних волокон.

Перевагою синтетичних мийних засобів над звичайним милом є те, що вони не втрачають своїх мийних властивостей у твердій воді.

Для досягнення однакового мийного результату синтетичних мийних засобів треба значно менше, ніж мила. Щоб порівняти властивості мила й синтетичних мийних засобів, виконайте *лабораторний дослід 9*.

Цілком очевидним є економічний результат від заміни мила на пральний порошок, пральну пасту чи рідкий синтетичний мийний засіб. Уся ця продукція побутової хімії у великій кількості виробляється та без будь-яких обмежень продається в господарчих відділах торговельних закладів (рис. 84).

Призначені для прання синтетичні мийні засоби розрізняють за тим, для якої тканини вони рекомендовані. Окремо випускають засоби для прання шерстяних, шовкових і синтетичних тканин. Є пральні порошки універсальної дії.



Рис. 84.  
Пральні порошки

► При нагоді зайдіть у господарчий відділ одного з магазинів і за етикетками на різних синтетичних мийних засобах з'ясуйте, які з них призначені для прання: а) шерстяних; б) синтетичних; в) штучних; г) бавовняних речей, а які — універсальної дії. Одержана інформація вам буде корисною.

**Склад синтетичних мийних засобів.** Як і мило, СМЗ мають мийну основу та різні добавки (ферменти, або біодобавки, відбілювачі, ароматизатори, барвники тощо). За хімічним складом мийна основа — це різні органічні сполуки, що подібно до мила мають дві частини, а тому взаємодіють з речовинами забруднень на тканині та переводять їх у розчин. За таку дію синтетичні мийні засоби й мило одержали назву *поверхнево-активні речовини (ПАР)*.

**Синтетичні мийні засоби — досить складні суміші, які, окрім мийної основи, містять різні добавки. СМЗ, що надходять у продаж, можуть бути порошкоподібними, рідкими, у вигляді паст.**

**Ферменти, або ензими, як добавки синтетичних мийних засобів.** Під час прання виробів, які мають забруднення біологічного походження (наприклад, плями крові, молока, поту), використовують синтетичні мийні засоби, що містять ферменти. Про їх наявність свідчить напис на упаковці «біо». Проте треба пам'ятати, що ферменти — це білки, а тому не можна використовувати їх при температурі понад 40 °С.

► Поясніть, що відбудеться, якщо не дотриматися цих температурних меж.

У порошках містяться *відбілювачі*, однак у різній кількості. У порошках для прання кольорової білизни їх менше, тоді як порошки для білих речей містять більшу кількість відбілювачів, завдяки чому білизна стає білосніжною. Це так звані оптичні відбілювачі. А ще є хімічні відбілювачі, вони видаляють плями від соку, кави тощо.

Побутує думка, що чим більше піни, тим кращим буде результат прання. Це справджується лише для мила. А от у випадку синтетичних мийних засобів прямого зв'язку між ефектом прання й піноутворювальною здатністю засобу не існує. Мийна здат-



ність сучасних синтетичних мийних засобів не визначається кількістю піни. Створено порошки, які майже не піняться, але завдяки їм чудово видаляється бруд. Для пральних машин рясна і стійка піна небажана, бо ускладнює прання — через піну знижується механічний вплив на тканину, необхідний для видалення бруду, рідина може переливатися через край. Тому для пральних машин випускають малопінні засоби, що містять *стабілізатори піни*.

До назви мийних засобів, призначених для прання в пральних машинах, часто додають слово «автомат».

При пранні синтетичними мийними засобами й наступному сушінні вироби з тканин можуть стати грубішими на дотик. Щоб запобігти цьому, у порошок додають *пом'якшувачі*.

Нині світове виробництво синтетичних мийних засобів обчислюється десятками мільйонів тонн у рік. Однак майже 70 % СМЗ споживають жителі найбільш розвинених країн, хоча таких держав лише п'ята частина.

**Захист навколишнього середовища від забруднення синтетичними мийними засобами.** Є влучний вислів: «Немає отрути, існує перебільшення дози». Це стосується і синтетичних мийних засобів.

Людина завжди розглядала навколишнє середовище як джерело своїх життєвих ресурсів, за рахунок нього задовольняла власні потреби, не враховуючи при цьому можливих негативних екологічних наслідків.

Менше століття тому, коли масштаби виробництва мийних засобів (спершу мила) були невеликими, від того, що воду після прання виливали будь-де, природа не потерпала. Нині ж, особливо в місцях виливу відходів банно-пральних комбінатів, відбуваються незворотні зміни в рослинному і тваринному світі. Не проходить безслідно неконтрольований вилив води після прання білизни, миття автомобілів різноманітними синтетичними мийними засобами і в індивідуальних господарствах.

Треба зазначити, що синтетичні мийні засоби можуть викликати алергію, подразнення шкіри рук, органів зору і дихання. Тому мають бути дотримані заходи індивідуального захисту.

Щоб захистити навколишнє середовище від забруднення синтетичними мийними засобами, потрібно використовувати їх у помірних кількостях. Тоді буде більше гарантії, що засіб витрачатиметься повністю і не створюватиметься його надлишок, який і потрапляє в навколишнє середовище. Актуальними наразі є пошуки промислових способів утилізації надлишкового надходження синтетичних мийних засобів у водойми і ґрунт.



## Досліджуємо речовини та їх властивості

### Лабораторний дослід 9. Порівняння властивостей мила і синтетичних мийних засобів.

**Реактиви та обладнання.** Дрібно натерте господарське мило, пральний порошок, мірні совочки (дозатори), колби на 100–200 мл, пробки до колб, мірні стакани, тверда вода.

**Завдання.** Відберіть мірним совком натерте мило та помістіть його в першу колбу. Відміряйте і вилийте в неї 50 мл води. У другу колбу помістіть стільки ж прального порошку і води. Закрийте обидві колби пробками й ретельно струшуйте протягом хвилини. По закінченні процесу порівняйте розчинність цих мийних засобів, кількість піни та її стійкість, а також наявність (відсутність) осаду в колбах.

Результати спостережень оформіть у робочих зошитах у вигляді таблиці.

**Властивості мила та СМЗ**

Мийний засіб	Розчинність	Наявність осаду	Піноутворення	Висновок

Зробіть загальний висновок про доцільність використання цих мийних засобів для прання у твердій воді.



Більшою чи меншою мірою з мийними засобами справу має кожен із вас. Щоб при пранні не зашкодити здоров'ю, не погіршити якість тканин, досягти якнайкращого результату прання, скористайтеся практичними порадами.



- Уникайте ручного прання без гумових рукавиць тими синтетичними мийними засобами, що призначені для бавовняних і льняних тканин, бо вони містять подразнюючі шкіру лужні добавки.

- Універсальними мийними засобами можна прати тканини всіх видів, але малозабруднені.

- Тонкі синтетичні, шерстяні й шовкові тканини краще прати рідкими мийними засобами.

- Полоскання рекомендується починати в теплій воді, а закінчувати обов'язково в холодній. Уважається, що п'ятиразового полоскання достатньо для повного відмивання мийних засобів.

- Задавлені забруднення білкового походження (кров, піт, молоко, соуси, яйця) прати особливо важко. Тому брудна білизна не повинна лежати довго. Її треба якомога швидше випрати. Для видалення забруднень білкового походження речі спершу замочують у холодній воді. Користуйтеся при їх пранні порошками з добавками ферментів.

- Засоби, що містять ферменти, не можна застосовувати для прання шерстяних і шовкових тканин — разом із забрудненнями білкового походження може бути пошкоджена тканина, адже вона також білкового походження.

- Засоби для прання бавовняних і льняних тканин містять добавки натрій силікату  $\text{Na}_2\text{SiO}_3$ , кальцинованої соди  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ , натрій ортофосфату  $\text{Na}_3\text{PO}_4$ , які полегшують процес прання, оскільки гідролізуються з утворенням лужного середовища. Але ці засоби не можна застосовувати для прання виробів із шерсті й лавсану, для їх прання підходять СМЗ, водні розчини яких мають нейтральне середовище.

- При пранні у твердій воді до прального розчину треба додавати більше мийного засобу, ніж зазначено на упаковці.

Визначити, тверда чи м'яка у вас вода, можна і в домашніх умовах. Для цього в гарячій воді розчиніть подрібнене мило: якщо після охолодження розчин залишається прозорим — вода м'яка. Розчин у твердій воді при охолодженні покривається плівкою. Ще можна визначити твердість води, намагаючись збити мильну піну: у твердій воді вона не утвориться.

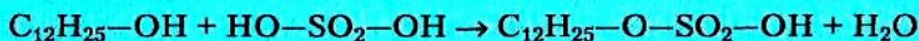
З наведених порад стає зрозуміло, що в домі має бути не один, а декілька мийних засобів, різних за призначенням.



## Ерудитам на замітку

Одним з основних компонентів синтетичних мийних засобів є натрієві солі кислих естерів вищих спиртів і сульфатної кислоти.

Спершу добувають кислий естер. Слово «кислий» у назві сполуки вказує на те, що в складі кислотного залишку присутній один атом Гідрогену. Наприклад:

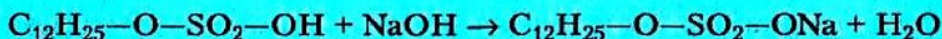


лауриловий  
спирт

сульфатна  
кислота

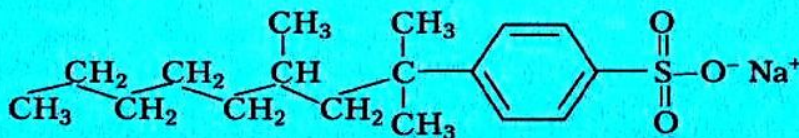
кислий  
естер

Утворений лауриловий кислий естер сульфатної кислоти, що має в кислотному залишку один незаміщений атом Гідрогену  $\text{—O—SO}_2\text{—OH}$ , піддають взаємодії з натрій гідроксидом та одержують сіль:



Продукт цієї взаємодії  $\text{C}_{12}\text{H}_{25}\text{—O—SO}_2\text{—ONa}$  і є тією поверхнево-активною речовиною, яка становить основу синтетичного мийного засобу.

Ще одним прикладом мийного компонента СМЗ є натрій алкілбензенсульфонат:



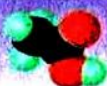
## Перевірте себе

1. Назвіть склад мила і вкажіть відмінність, що існує між господарським і туалетним милом.
2. З якої сировини виготовляють мило та синтетичні мийні засоби?
3. Завдяки чому мило та синтетичні мийні засоби проявляють свою мийну дію?
4. Порівняйте мило й синтетичні мийні засоби за компонентним складом.



5. Чому милом погано прати у твердій воді, а пральним порошком — ні?

6. У чому полягає безпечне поводження із синтетичними мийними засобами?



## § 19. Органічні розчинники, їх застосування



### Інформаційна довідка

- **Розчинність** — здатність речовини утворювати з іншими речовинами однорідні системи.

- Істинним розчином прийнято називати однорідну суміш змінного складу, що містить два і більше компонентів. У ній навіть за допомогою мікроскопа не можна розгледіти частинки розчиненої речовини.

- У розчині розрізняють розчинник і розчинену речовину. **Розчинник** — це компонент, агрегатний стан якого не змінюється під час розчинення. Уміст розчинника переважно більший за вміст розчиненої речовини, у його середовищі рівномірно розподілені частинки розчиненої речовини.

- Водні розчини мають нижчу температуру замерзання і вищу температуру кипіння, ніж вода.

- Одним із способів вираження вмісту розчиненої речовини в розчині є **масова частка розчиненої речовини**. Вона визначається за формулою:

$$w = \frac{m_1}{m_2} \cdot 100 \%,$$

де  $w$  — масова частка розчиненої речовини,  $m_1$  — маса розчиненої речовини,  $m_2$  — маса розчину.

**Поняття про органічні розчинники.** У 9 класі ви вивчали властивості розчинів на основі розчинника води. У цьому полярному розчиннику розчиняється багато речовин з йонним і ковалентним полярним зв'язками. Достатньо поглянути на таблицю розчинності

основ, кислот, амфотерних гідроксидів і солей, щоб навести приклади таких речовин.

Наведіть приклади розчинних у воді основ, кислот, солей і напишіть рівняння їх електролітичної дисоціації. Пригадайте, яка роль полярних молекул води в цих процесах.

За розчинністю у воді органічні речовини поступаються неорганічним. З відомих вам органічних речовин добре розчиняються у воді глюкоза, сахароза, етанова (оцтова) кислота, етанол. Щодо етанолу, то за розчинністю у воді він випереджує багато неорганічних речовин — його масова частка може досягати 96 %. Зважаючи на загальне правило, що в розчині розчинник має більшу масу, ніж розчинена речовина, правильніше про такий розчин було б сказати як про розчин води в спирті.

Цілком можливо, що влітку у вашій родині будуть консервувати овочі, використовуючи як консервант оцет — розчин з масовою часткою етанової (оцтової) кислоти 9 %. Маринади для огірків роблять із розрахунку 80 г такого розчину на 1 л (дм<sup>3</sup>) води. Обчисліть масову частку кислоти в маринаді, вважаючи, що густина оцту становить 1 г/см<sup>3</sup>.

Більшість органічних сполук розчиняється в речовинах подібної природи — *органічних розчинниках*, прикладом яких є етанол, бензен, ацетон, гексан, бензин, гас, галогенопохідні насичених вуглеводнів тощо (рис. 85). Про деякі з них та їх розчини ви вже знаєте, варто хоча б пригадати йодну настоянку (розчин йоду в етанолі), бензин, ацетон чи інші рідини для розбавлення лаків і фарб, зняття лаку з нігтів тощо.



Рис. 85. Органічні розчинники



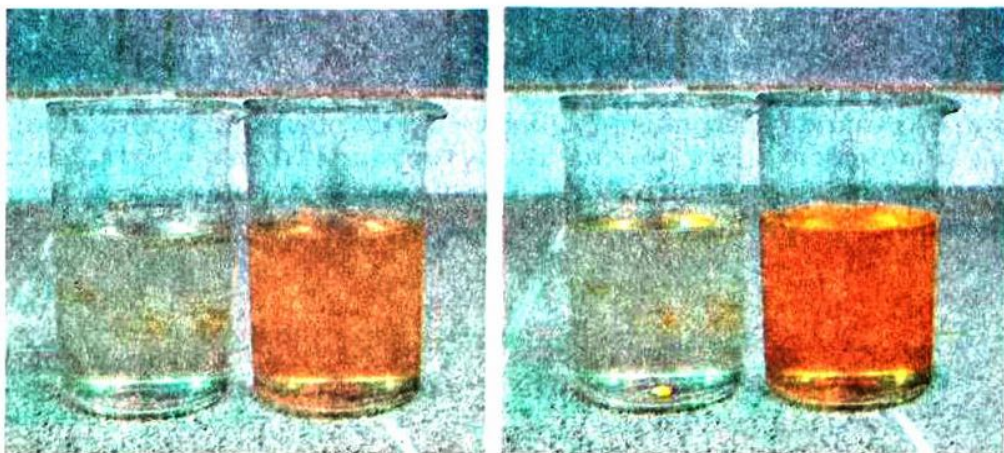
**Використання органічних розчинників.** Органічні розчинники набули широкого застосування в лакофарбовій промисловості. Під час фарбування гомогенними рідкими сумішами розчинники випаровуються і утворюється тверде покриття. Без органічних розчинників не працювала б жодна хімістка.

У здатності органічного розчинника гасу розчиняти олійну фарбу переконуємося на такому *демонстраційному досліді*. Наповнимо на третину (половину) один стакан водою, а інший — гасом (рис. 86а). Помістимо в обидва стакани по краплині олійної фарби й коливальними рухами перемішаємо їх уміст. Спостерігатимемо, що фарба в стакані з водою залишилася без змін, а в стакані з гасом розчинилася (рис. 86б). Тож робимо висновок, що при фарбуванні олійними фарбами щітку й плями на одязі буде легко відмити гасом.

Видалення плям, як і будь-яка обробка речей — прання, прасування тощо, відбувається в певній послідовності та з дотриманням конкретних правил, які необхідно пам'ятати, аби не зіпсувати речі. Ось деякі з них.

Перед тим, як вибрати засіб для роботи, потрібно визначити, з якого *волокна* виготовлена тканина та чим вона забруднена. Тут має значення також давність забруднення: свіжу пляму видалити значно легше. Особливо це стосується плям від фруктів і ягід.

Перед видаленням забруднення з тканини необхідно з'ясувати дію засобів для видалення плям на її хімічну основу та барвники. Для цього засіб випробовують на непомітній ділянці речі (наприклад, внутрішньому шві, під паском чи всередині кишені).



а

б

Рис. 86. Розчинність олійної фарби у воді та гасі

Тампоном, змоченим підготовленим засобом, обробляють маленьку ділянку тканини з метою перевірити, чи не змінюється під його дією колір і структура тканини. Щоб не зіпсувати річ, не потрібно застосовувати концентровані розчини для видалення плям. Якщо пляма відразу повністю не видаляється, то потрібно повторити обробку 2–3 рази, чергуючи її з промиванням.

Плями бажано видаляти при достатньому освітленні, краще всього вдень.

Видалення плям за допомогою розчинників треба робити зі зворотного боку тканини. Це запобігає утворенню «ореолів», які важко потім видалити. «Ореол» утворюється і від неправильного нанесення засобу на пляму — наносити слід тільки від її країв до центру. Терти треба злегка, коловими рухами доти, доки пляма не зникне. Бажано не торкатися тканини засобом за межами плями. Попередити утворення «ореолів» на тканині можна, змочивши місце навколо плями водою.

При видаленні плям із шерсті й натурального шовку ні в якому разі не можна застосовувати луги та лужні препарати, а з бавовняних і льняних тканин — препарати, що містять сульфатну, хлоридну й нітратну кислоти. Для ацетатного й віскозного шовку, а також більшості штучних тканин не можна використовувати оцтову кислоту й ацетон. У домашніх умовах для чищення одягу з цих тканин застосовують концентрований мильний розчин. Синтетичні тканини (капрон, лавсан тощо) можна зіпсувати дією бензину й бензену.

Для ефективного видалення плями потрібно знати також характер забруднення. Про основні способи видалення плям у домашніх умовах ви дізнаєтеся, ознайомившись з таблицею 7.

Як показує практичний досвід, на одяг учнів найчастіше потрапляють чорнило, чай, жир, фруктовий сік, іржа. Плями від них зникають після прання. Однак існують органічні розчинники, за допомогою яких можна позбутися цих плям у домашніх умовах. І в цьому ви переконаєтеся під час виконання *практичної роботи*.



### Досліджуємо речовини та їх властивості

**Практична робота.** Видалення забруднень із поверхні тканини.

**Мета.** Закріпити знання про волокна та розчинники, сформулювати вміння з виведення плям різного походження в побутових умовах.



**Реактиви та обладнання.** Зразки тканин із забрудненнями різного походження, гліцерол, нашатирний спирт, етанол, вода, етанова (оцтова) кислота, лимонна кислота, оксалатна (щавлева) кислота, розчин мила, розчин синтетичного мийного засобу, бензин (або гексан), пробірки, пробіркотримач, нагрівальний прилад, сірники, порцелянові чашки, хімічні стакани на 100 мл, шматочки вати.

### Хід роботи

**Завдання 1.** Скориставшись інформацією, наведеною в тексті параграфа, видаліть із поверхні тканини пляму від олії.

**Завдання 2.** Уважно перечитайте рекомендації з видалення плям від чорнила (*див. табл. 7*) і перевірте їх ефективність експериментально.

**Завдання 3.** Перевірте дію окропу на плями від фруктів або ягід.

**Завдання 4.** Уважно ознайомтесь зі способами видалення плям від іржі (*див. табл. 7*) і практично доведіть їх результативність.

**Завдання 5.** Перевірте ефективність видалення плям від чаю кислотою та спиртом, зробіть висновок про доцільність їх використання для видалення плям із поверхні тканин різної природи.

Результати роботи оформіть у робочих зошитах у вигляді таблиці.

### Результати видалення забруднень із поверхні тканини

Забруднювач	Дії з видалення забруднення	Одержаний результат

Зробіть загальний висновок про дію органічних розчинників на забруднення різного походження.

<http://shkilniypidruc.ucoz.ru>



Таблиця 7

## Способи видалення плям різного походження

Характер забруднення	Рекомендації з видалення
Чорнило	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Забруднену ділянку тканини ретельно протерти чистою ганчіркою, змоченою спиртом (етанолом).</li><li>2. Тканину з плямою потримати в гліцеролі майже 1 год, а потім прополоскати в теплій злегка підсолений воді. Якщо сліди залишилися, випрати річ у теплій мильній воді.</li><li>3. Протерти пляму ватою (замінювати в міру забруднення), змоченою в суміші однакових кількостей гліцеролу й етанолу, а потім тканину промити водою</li></ol>
Спиртові й нітроцелюлозні лаки	Протерти ватою, змоченою в спирті (етанолі)
Жири, масла	<ol style="list-style-type: none"><li>1. На виріб покласти шматочок білої бавовняної тканини або складений у кілька разів фільтрувальний папір, а забруднену ділянку тканини протерти зі зворотного боку круговими рухами (від периферії до центру) ватою, змоченою в бензині.</li><li>2. Протерти забруднену ділянку тканини ватою, змоченою теплим розчином суміші нашатирного спирту (водного розчину амоніаку з масовою часткою розчиненої речовини 10 %) і мийного засобу (одна чайна ложка на півсклянки теплої води). Потім виріб пропрасувати через чисту білу тканину.</li><li>3. Забруднену ділянку на шовковій тканині занурити на 5–10 хв у розчин, що складається з половини столової ложки нашатирного спирту, столової ложки гліцеролу й столової ложки води. Потім виріб промити в теплій воді</li></ol>



Характер забруднення	Рекомендації з видалення
Кров	Не видаляти пляму гарячою водою, оскільки така вода закріплює забруднення! Випрати забруднену ділянку тканини в холодній воді, а потім у теплій (не вище 40 °С), користуючись універсальним мийним засобом або засобом із додаванням ферментів
Чай	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Протерти забруднену ділянку ватою, змоченою в суміші з 2 чайних ложок гліцеролу й половини чайної ложки нашатирного спирту.</li> <li>2. Обробити пляму, якщо вона свіжа, крутим окропом.</li> <li>3. Для виведення застарілої плями використати розчин щавлевої (оксалатної) кислоти (2–3 г на склянку води): теплим розчином змочити пляму, а коли вона зникне, ретельно промити водою</li> </ol>
Какао	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Тканину з плямою натягнути на глибоку тарілку або миску й поливати пляму холодною водою, у якій розбавлено небагато мила чи мийного засобу.</li> <li>2. Застарілу пляму протерти теплим гліцеролом, потім промити водою</li> </ol>
Кава	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Пляму намити, злегка випрати, потім помістити в окріп і кип'ятити до зникнення плями.</li> <li>2. Застарілу пляму змочити та протерти сумішшю з 1 чайної ложки гліцеролу, 1 чайної ложки води та декількох крапель нашатирного спирту, після зникнення плями промити гарячою водою</li> </ol>
Парафін	Покласти на забруднену ділянку тканини з обох боків кілька шарів промокального паперу й пропрасувати гарячою праскою — папір вбере розплавлений парафін



Характер забруднення	Рекомендації з видалення
Трава (зелень)	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Плями на бавовняних, льняних і шовкових тканинах витримати в гарячій воді з додаванням кухонної солі (1 столова ложка на 1 склянку води); якщо сліди залишилися, випрати виріб з милом.</li> <li>2. Якщо речі не підлягають пранню, протерти пляму розчином кухонної солі, а потім спиртом.</li> <li>3. Застарілу пляму на бавовняних і льняних тканинах обробити гарячим розчином щавлевої (оксолатної) кислоти (1 чайна ложка на 0,5 л гарячої води), потім ретельно прополоскати водою</li> </ol>
Іржа	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Ділянку забрудненої тканини (льняної, бавовняної або шерстяної) покласти в емальований таз із розбавленим оцтом (2 столові ложки на 1 склянку води) і підігріти до 80–90 °С. Потім тканину промити в теплій воді, у яку додати нашатирний спирт (1 столова ложка на 2 л води).</li> <li>2. З кольорових тканин краще всього виводити іржу лимонною кислотою.</li> <li>3. Найпростіший спосіб позбутися плям іржі — за допомогою шматочка лимона. Загорнути його в марлю, прикласти до плями й провести кілька разів з протилежного боку тканини гарячою праскою. Цей спосіб застосовують для всіх видів тканин</li> </ol>
Фрукти, ягоди	Тканину з плямою розтягнути над тарілкою (мискою) і поливати окропом, доки пляма не зникне
Косметичні засоби	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Протерти пляму теплим гліцеролом або спиртом.</li> <li>2. Обробити ділянку з плямою уайт-спіритом або бензином, «ореол» змити розбавленим оцтом чи теплим гліцеролом, а потім промити водою</li> </ol>





## Тестові завдання для самоперевірки знань

1. Установіть відповідність між назвами і формулами органічних сполук, що широко використовують як сировину органічного синтезу

	Назва	Формула
1	метан	А $C_6H_6$
2	етен	Б $C_2H_6$
3	етин	В $C_2H_4$
4	бензен	Г $CH_4$
		Д $C_2H_2$

2. Укажіть продукцію органічного синтезу

А целюлоза  
Б цукор  
В пластмаси  
Г цемент

3. Укажіть термін, що робить завершеним речення:

*Реакція, унаслідок якої з жирів одержують гліцерол і вищі карбонові кислоти, має назву...*

А гідрування  
Б гідратація  
В гідроліз  
Г полімеризація

4. Виберіть слово чи словосполучення, що робить завершеним речення:

*У промисловості мономери термопластичних пластмас добувають з...*

А жирів  
Б води і повітря  
В нафтопродуктів  
Г білків

5. Укажіть назву ділянки полімера, що багаторазово повторюється в його макромолекулі

А мономер  
Б кополімер  
В структурна ланка  
Г ступінь полімеризації

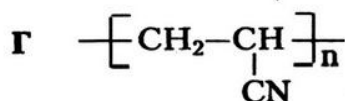
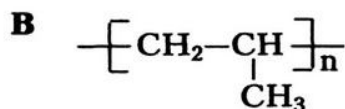
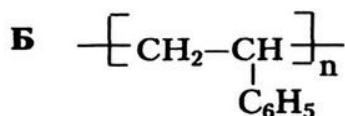
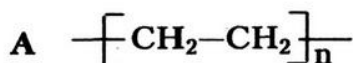
6. Укажіть полімери, мономерами яких є дві та більше низькомолекулярні сполуки

- А поліетилен
- Б фенолформальдегідна смола
- В білок
- Г натуральний каучук

7. Укажіть матеріал, якому властива еластичність

- А пінопласт
- Б гума
- В поліпропілен
- Г скло

8. Визначте структурну ланку поліпропілену

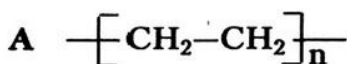


9. Установіть відповідність між назвою полімеру та його загальною формулою

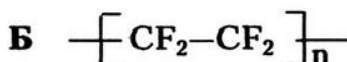
*Назва*

*Формула*

1 поліетилен

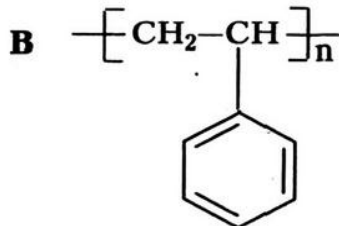


2 полістирен

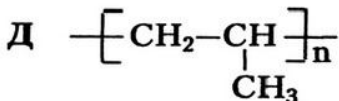
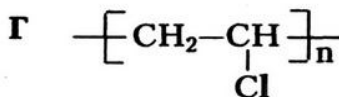




3 полівінілхлорид



4 поліпропілен



10. Укажіть термопластичні матеріали

- А поліетилен
- Б фенолформальдегідна смола
- В поліпропілен
- Г деревина

11. Укажіть полімер, який добувають реакцією поліконденсації

- А полістирен
- Б капрон
- В тефлон
- Г поліетилен

12. Укажіть якісний склад натурального каучуку

- А Карбон, Гідроген, Оксиген
- Б Карбон, Гідроген, Нітроген
- В Карбон, Гідроген, Хлор
- Г Карбон, Гідроген

13. Установіть відповідність між назвою полімеру й загальною сумою коефіцієнтів у рівнянні реакції горіння його мономеру

Назва полімеру	Сума коефіцієнтів
1 поліетилен	А 8
2 поліпропілен	Б 13
3 целюлоза	В 17
4 натуральний каучук	Г 18
	Д 23

14. Укажіть полімер, з якого виготовляють пінопласт

**А** каучук

**В** полістирен

**Б** полівінілхлорид

**Г** поліпропілен

15. Укажіть полімер, у структурних ланках якого наявний подвійний зв'язок

**А** полістирен

**В** целюлоза

**Б** поліетилен

**Г** каучук

16. Установіть відповідність між назвою синтетичного матеріалу та одним із прикладів продукції, виготовленої з його використанням

<i>Назва</i>	<i>Приклад</i>
<b>1</b> поліетилен	<b>А</b> автомобільні шини
<b>2</b> тефлон	<b>Б</b> водопровідні труби
<b>3</b> каучук	<b>В</b> синтетична тканина
<b>4</b> капрон	<b>Г</b> сковорідка з антипригарним покриттям
	<b>Д</b> малярна фарба

17. Установіть відповідність між полімером і класом сполук, до якого належить його мономер

<i>Полімер</i>	<i>Клас сполук</i>
<b>1</b> целюлоза	<b>А</b> алкени
<b>2</b> капрон	<b>Б</b> алкадієни
<b>3</b> каучук	<b>В</b> вуглеводи
<b>4</b> поліетилен	<b>Г</b> карбонові кислоти
	<b>Д</b> амінокислоти

18. Укажіть, яка реакція відбувається зі збереженням якісного й кількісного складу реагентів і продуктів реакції

**А** гідроліз

**В** обмін

**Б** розклад

**Г** полімеризація

19. Укажіть властивості поліетилену, що забезпечили його широке використання

**А** розчинний у воді

**Б** нерозчинний у воді

**В** легкий і міцний

**Г** стійкий проти дії окисників, кислот і лугів



20. Укажіть властивості синтетичного каучуку, що забезпечили його широке використання

- А еластичний
- Б нерозчинний у воді
- В стійкий до стирання
- Г не горить

21. Укажіть властивості капрону, що забезпечили його широке використання

- А нерозчинний у воді
- Б стійкий проти дії кислот
- В легкий і міцний
- Г термостійкий

22. Укажіть назву процесу взаємодії каучуку із сіркою з одержанням гуми

- А вулканізація
- Б пресування
- В полімеризація
- Г пластифікація

23. Установіть відповідність між класифікацією волокна та його назвою

<i>Класифікація</i>	<i>Назва</i>
1 природне тваринне волокно	А натуральний шовк
2 штучне волокно	Б віскозне волокно
3 синтетичне волокно	В капрон
4 природне рослинне волокно	Г бавовна
	Д скловолокно

24. Установіть відповідність між загальними формулами волокон і їх назвами

<i>Формула</i>	<i>Назва</i>
1 $[\text{C}_6\text{H}_7\text{O}_2(\text{OCOCH}_3)_3]_n$	А шерсть
2 $[\text{C}_6\text{H}_7\text{O}_2(\text{OH})_3]_n$	Б віскозне волокно
3 $[-\text{HN}-\text{CH}_2(\text{R})-\text{CO}-]_n$	В ацетатний шовк
4 $[-\text{HN}-(\text{CH}_2)_5-\text{CO}-]_n$	Г капрон
	Д поліестерне волокно

25. Укажіть, що є основою мила
- А крохмаль
  - Б гліцерол
  - В вищі карбонові кислоти
  - Г натрієві й калієві солі вищих карбонових кислот
26. Доберіть слово чи словосполучення, що робить закінченим вислів:
- При пранні білизни у твердій воді мийна дія мила погіршується через наявність у ній...*
- А повітря
  - Б аніонів  $\text{HCO}_3^-$  і  $\text{Cl}^-$
  - В катіонів Калію і Натрію
  - Г катіонів Кальцію і Магнію
27. Укажіть характеристику, за якою укладено цей перелік:
- пральний порошок, клей, зубна паста, шампунь*
- А побутові хімікати
  - Б пластмаси
  - В мийні засоби
  - Г відбілювачі
28. Абразивні матеріали є компонентами
- А пральних порошоків
  - Б зубних порошоків
  - В порошоків для чищення
  - Г масляних фарб
29. Укажіть, вироби з якої тканини не можна прати пральними порошками з добавлянням ферментів (ензимів)
- А бавовняної
  - Б віскозної
  - В шерстяної
  - Г натурального шовку
30. Укажіть характеристики, за якими укладено цей перелік:
- етанол, ацетон, бензин, гас*
- А органічні розчинники
  - Б неорганічні розчинники
  - В полімери
  - Г рідини



31. Установіть відповідність між походженням плями й хімікатом (хімікатами), за допомогою яких пляму можна видалити з тканини

<i>Походження плям</i>	<i>Хімікат для видалення плям</i>
<b>1</b> пляма від крові	<b>А</b> гаряча вода
<b>2</b> пляма від іржі	<b>Б</b> холодна вода з додаванням СМЗ
<b>3</b> пляма від чорнила	<b>В</b> лимонна кислота
<b>4</b> пляма від вишневого соку	<b>Г</b> спирт
	<b>Д</b> бензин

32. Установіть відповідність між назвою, будовою карбонового ланцюга та застосуванням сполуки

<i>Назва</i>	<i>Будова карбонового ланцюга</i>		<i>Застосування у виробництві</i>	
пропен	<b>1</b>	лінійний	<b>А</b>	мила
	<b>2</b>	розгалужений	<b>Б</b>	гуми
	<b>3</b>	замкнутий	<b>В</b>	полімерів

33. Установіть відповідність між назвами груп речовин (матеріалів) та їх прикладами

<i>Назва</i>	<i>Приклад</i>
<b>1</b> природні полімери	<b>А</b> фарби, розчинники, пральні порошки
<b>2</b> вуглеводнева сировина для органічного синтезу	<b>Б</b> нафта, природний газ, вугілля
<b>3</b> будівельні матеріали	<b>В</b> крохмаль, целюлоза, білок
<b>4</b> побутові хімікати	<b>Г</b> капрон, лавсан, шерсть
	<b>Д</b> скло, цемент, бетон



## ПІСЛЯМОВА

Знання, які ви здобули за п'ять років навчання хімії, потрібні кожній освіченій людині. Без них неможливі побут, комфортне проживання, здоров'я, екологічна безпека тощо. Хімічні знання — це частина природничо-наукових знань. В 11 класі ви вивчили органічні речовини, що є основою живої природи, — білки, жири, вуглеводи, а також природні джерела вуглеводнів і продукцію органічного синтезу, побутові хімікати, ознайомилися з їх широким й безпечним використанням, іншою науковою і практичною інформацією.

Не менш важливим для вас було усвідомлення суспільної думки про те, що без природничої освіти держава не має майбутнього і що людині та зовнішньому середовищу завдають шкоди не хімія чи хімічні виробництва, а діяльність людей, які не мають достатніх хімічних знань або нехтують ними.

Як вам відомо, органічних сполук на Землі багато, проте це зовсім не означає, що їх можна витратити бездумно. Разом із видами рослин і тварин, занесених до Червоної книги, зникли й деякі речовини, припинили своє існування унікальні хімічні процеси, властиві лише зниклим представникам флори і фауни.

Запаси природних джерел вуглеводнів теж не безмежні. Тому нині вчені працюють над винайденням альтернативних способів їх заміни (виробництво біогазу, застосування водню як пального для двигунів автотранспорту тощо).

Успіхи органічного синтезу — уражаючі. Нині синтетичних речовин і матеріалів набагато більше, ніж природних, а вчені й надалі працюють над створенням нових речовин. Тож купуючи продукти харчування, одяг, взуття, посуд, ліки, будівельні матеріали, власні транспортні засоби тощо, вам щоразу доведеться робити вибір з-поміж великого розмаїття речовин і матеріалів. І тут не обійтися без знань про класи неорганічних й органічних речовин, їх фізичні й хімічні властивості, дію на організм людини, наслідки



впливу на навколишнє середовище. Відтак для сучасного випускника загальноосвітнього навчального закладу життєво необхідними є відповідні знання й уміння щодо безпечності речовин і матеріалів, їх правильного використання.

Якщо ви з розумінням поставилися до вивчення хімії, то ніколи не станете отруювати організм нікотином чи іншими наркотичними речовинами, а свій харчовий раціон будете добирати так, щоб у ньому були збалансовано представлені білки, жири, вуглеводи та вітаміни.

Конкретні приклади використання хімічних знань для створення речовин і матеріалів розкрили перед вами горизонти використання надбань хімічної науки й водночас прозвучали попередження про те, що в кожного позитивного хімічного процесу можуть бути небажані наслідки і їх краще попереджати, аніж усувати.

Знання побутової хімії — це скарбничка ваших практичних знань, корисних порад, своєчасних застережень. Ці знання ви розширюватимете та доповнюватимете впродовж життя — незалежно від професії й практичної діяльності.

Усе, що ви вивчали, зрозуміли й засвоїли в 11 класі, захистить вас від хемофобії — хворобливо боязного ставлення до продукції хімічної промисловості, окремих хімічних явищ, навчить вас усвідомлювати хімічну небезпеку до того, як з'являться її наслідки.

Для тих із вас, хто свою майбутню професію пов'язує з інженерними спеціальностями, медициною, агрономією, шкільна підготовка з хімії допоможе опанувати професію. Та яку б сферу діяльності ви не обрали, хімічні знання будуть складовою вашої *життєвої компетентності*, бо завдяки їм ви зможете безпечно поводитися з речовинами, використовувати їх без шкоди власному здоров'ю й навколишньому середовищу.

Хімічні знання і все, що з ними пов'язане в природі й житті людини, — це потужний стимул прогресу суспільства, запорука екологічної безпеки й міцного здоров'я, про що свідчить і рішення Генеральної Асамблеї ООН оголосити 2011 рік Міжнародним роком хімії.

- § 3 7  $C_2H_6O_2$ .
- § 5 9 253 г.
- § 7 8\* Маса саліцилової кислоти — 0,6 г;  
маса сірки — 1,5 г; маса цинк оксиду — 4,5 г.  
10  $5,84 \cdot 10^7$  кг.
- § 9 2  $M_r = 30$ ;  $C_2H_6$ .  
7 на 51,43 %.
- § 11 8  $19,4 \text{ м}^3$ ;  $3,81 \cdot 10^5$  кДж.
- § 12 4  $N(C_3H_8) : N(C_4H_{10}) = 4 : 1$ .  
5 Ні.
- § 13 8 29 578 кг.
- § 14 9\*  $\left[ \text{CH}_2 - \underset{\text{CH}_3}{\text{CH}} \right]_n$   
10 785,96 л.
- § 15 3 88,89 %.  
9  $C_4H_5Cl$ .
- § 19 ► 0,67 %.



- Алкани — 24
- Алкени — 22, 24
- Алкіни — 22, 24
- Альдегіди — 28
- Аміни — 26
- Амінокислоти — 167
- Анілін — 26, 137
- Аспірин — 69
- Ацетати целюлози — 170
- Ацетилен — 22, 134
- Ацетон — 29
- Ациклічні сполуки — 22
  
- Бензен — 27
- Бензин — 97, 98, 100
- Біотехнологія — 140
- Білки — 33, 39, 167
- Білки, роль в організмі людини — 47, 49
- Бута-1,3-дієн — 156, 157, 161
- Бутан — 14, 15
  
- Взаємний вплив атомів (груп атомів) — 10
- Вітамін А (ретинол) — 57, 58, 60
- Вітамін В<sub>1</sub> (тіамін) — 57, 60
- Вітамін В<sub>2</sub> (рибофлавін) — 57
- Вітамін В<sub>9</sub> (фолієва кислота) — 59, 61
- Вітамін С (аскорбінова кислота) — 57, 60
- Вітамін D (кальциферол) — 57, 61
- Вітамін Е (токоферол) — 57, 61
- Вітамін РР (ніацин, нікотинова кислота) — 57, 61
- Вітаміни — 56
- Волокно — 166, 168
  - ацетатне — 170
  - віскозне — 170
  - поліамідне (капрон) — 173
  - поліестерне (лавсан) — 173
  - природне — 168
  - синтетичне — 169

— хімічне — 168  
— штучне — 169, 170, 171  
Вугілля — 104  
Вуглеводи — 32  
Вуглеводи, роль в організмі людини — 50  
Вуглеводні — 24

Газойль — 97, 98  
Газ природний — 84  
Газ супутній нафтовий — 87  
Гас — 97, 98  
Генетично модифіковані організми (ГМО) — 52  
Гібридизація орбіталей — 21  
Гідроліз — 36, 45, 134  
Гліцерол (гліцерин) — 33, 188  
Глюкоза — 34  
Гомологи — 13  
Гомологічний ряд — 13  
Група альдегідна — 28  
— амінна — 26  
— гідроксильна — 25  
— карбоксильна — 25  
— карбонільна — 28  
— нітрогрупа — 26  
— функціональна (характеристична) — 25  
Гудрон — 100

Декстрини — 36

Ебоніт — 160  
Естери — 32  
Етан — 14, 15  
Етанол — 74, 133  
Етен — 22, 133  
Етери — 29  
Етиленгліколь — 173  
Етин — 22, 134  
Е-числа — 61

Жири — 36  
Жири рідкі — 38  
Жири, роль в організмі людини — 45  
Жири тверді — 38



Закон — 6  
Замісник — 15  
Зв'язок пептидний — 167  
Зв'язок амідний — 167  
Зв'язок ковалентний — 6  
Зв'язок  $\pi$  (пі) — 22  
Зв'язок  $\sigma$  (сигма) — 21

Ізомери — 13  
Ізомерія — 13  
— просторова — 18, 19  
— структурна — 13, 14  
Ізооктан — 99  
Ізопрен — 157

Капрон — 173  
Карбонові кислоти — 25  
Каучуки — 158  
Каучук бутадієн-стиреновий — 164  
— натуральний — 156  
— хлоропреновий — 162  
Кетони — 28  
Кислота  $\epsilon$ -амінокапронова — 173  
— арахідонова — 45  
— ацетилсаліцилова — 69  
— етанова (ацетатна, оцтова) — 133  
— лінолева — 45  
— ліноленова — 45  
— метанова (форміантна, мурашина) — 132  
— олеїнова — 45  
— пальмітинова — 38  
— саліцилова — 67  
— стеаринова — 38  
— терефталева — 134, 173  
— форміатна — 132  
Кислоти вищі — 45  
— незамінні — 46  
— нуклеїнові — 33  
Класифікація вуглеводнів — 24  
— нітрогеновмісних органічних сполук — 26  
— оксигеновмісних органічних сполук — 25  
Кокс — 106  
Конформації — 40

Кополімери — 164  
Крекінг — 102  
Крохмаль — 32, 36

Лавсан — 173  
Лактоза — 32  
Ланки структурні (елементарні) — 166  
Лігроїн — 97, 98

Мазут — 97, 98, 100  
Мальтоза — 32  
Маргарин — 47  
Матеріали — 142  
Метан — 83, 132  
Метанол — 25, 132  
Мило — 190  
Мономер — 142

Нафта — 93  
Нафтален — 103  
Нітробензен — 137  
Нітросполуки — 26  
Номенклатура насичених вуглеводнів — 14  
Номенклатури правила — 15, 17

Октанове число — 99  
Орбіталь — 21

Парафіни — 24, 133  
Пластмаси — 142, 153  
Поверхнево-активні речовини (ПАР) — 194  
Поліметилметакрилат — 154  
Полівінілхлорид — 149  
Поліетилен — 143, 145  
Полімери — 141  
Поліпропілен — 148  
Полістирен — 150  
Провітаміни — 60

Реакція галогенування — 136  
— гідратації — 136  
— гідрування — 135  
— дегідратації — 136



- дегідрування — 136
- естерифікації — 138
- Зініна — 138
- ізомеризації — 102
- нітрування — 137
- окиснення — 42
- поліконденсації — 141
- полімеризації — 141
- «срібного дзеркала» — 43
- якісна — 43

- Саломас — 47
- Сахароза — 32
- Сорбіт — 188
- Спирти — 25
- Спред — 47
- Стереоізомери — 19
- Стирен (стирол) — 146
- Структурні рівні організації речовин — 39
- Ступінь полімеризації — 142

- Теорія хімічної будови органічних сполук — 7
- Тетрахлорометан — 83
- Трихлорометан — 83

- Фенол — 27, 28, 104
- Ферменти — 50
- Формальдегід — 132
- Фенолформальдегідна смола — 152
- Формула структурна — 9

- Харчові добавки — 62
- Хімічна будова — 8
- Хлорометан — 83

- Целюлоза (клітковина) — 32, 36, 166
- Циклічні сполуки — 22
- Циклоалкани — 91

**Алкани (парафіни)** — насичені вуглеводні, що мають загальну формулу  $C_nH_{2n+2}$ .

**Алкени (олефіни)** — вуглеводні, що містять у своєму складі один подвійний зв'язок і мають загальну формулу  $C_nH_{2n}$ .

**Алкини (ацетиленові вуглеводні)** — вуглеводні, що містять у своєму складі один потрійний зв'язок і мають загальну формулу  $C_nH_{2n-2}$ .

**Альдегіди** — сполуки, що містять функціональну альдегідну групу.

**Альдегідна група** — функціональна група  $-CHO$ .

**Аміни** — сполуки, що містять функціональну аміногрупу.

**Аміногрупа** — функціональна група  $-NH_2$ .

**Амінокислоти** — сполуки, що містять дві функціональні групи — карбоксильну й аміногрупу.

**Анілін** — амін, похідна бензену складу  $C_6H_5NH_2$ .

**Антифриз** — охолоджувальна рідина для двигунів внутрішнього згоряння на основі етиленгліколю.

**Арени (ароматичні вуглеводні)** — вуглеводні, похідні бензену загального складу  $C_nH_{2n-6}$ .

**Ацетати** — загальна назва солей етанової (ацетатної, оцтової) кислоти.

**Ацетатний шовк** — штучний шовк на основі естерів целюлози.

**Ацетилен (етин)** — ненасичений вуглеводень складу  $C_2H_2$ .

**Ациклічні органічні сполуки** — сполуки з незамкнутим ланцюгом атомів Карбону.

**Бензен** — представник аренів (ароматичних вуглеводнів) складу  $C_6H_6$ .

**Білок** — біополімер, побудований із залишків молекул  $\alpha$ -амінокислот.

**Валентний кут** — кут між напрямками хімічних зв'язків у молекулах і кристалах.

**Валентність** — число ковалентних зв'язків, що утворює атом у даній сполуці.

**Віскозне волокно** — штучне волокно (штучний шовк) на основі целюлози.



**Вітаміни** — низькомолекулярні органічні сполуки різних класів, які в невеликих кількостях, але обов'язково потрібні для нормальної життєдіяльності організмів.

**Вуглеводи** — оксигеновмісні органічні сполуки, до складу яких входять атоми Карбону, Гідрогену й Оксигену. Переважно відповідають загальній формулі  $C_n(H_2O)_m$ . Їх ще називають цукрами або сахарами.

**Вуглеводні** — речовини, молекули яких складаються лише з атомів Карбону (колишня назва — вуглець) і Гідрогену (колишня назва — водень).

**Вуглеводні ароматичні** див. ацени.

**Вуглеводні насичені** див. *Насичені вуглеводні*.

**Вуглеводні ненасичені** див. *алкени, алкіни*.

**Галогенопохідні вуглеводнів** — сполуки, похідні вуглеводнів, у яких атом(и) Гідрогену заміщені на атоми Флуору, Хлору, Броду чи Йоду.

**Галогенування** — введення атомів галогенів до складу органічної сполуки.

**Генетично модифіковані організми (ГМО)** — організми, у яких змінено генетичний матеріал (ДНК), унаслідок чого вони набули нових якостей.

**Гербициди** — хімічні засоби для знищення бур'янів.

**Гетероциклічні сполуки** — сполуки, цикли яких містять, крім атомів Карбону, атоми інших елементів.

**Гібридизація орбіталей** — вирівнювання, перерозподіл електронної густини орбіталей валентних електронів атома, унаслідок чого утворюються гібридизовані орбіталі іншої форми.

**Гідратація** — реакція приєднання води.

**Гідрування** — реакція приєднання водню.

**Гліцерол** — трьохатомний спирт складу  $CH_2(OH)-CH(OH)-CH_2(OH)$ .

**Глюкоза** — вуглевод складу  $C_6H_{12}O_6$ .

**Головний ланцюг атомів Карбону** — найдовший із можливих суцільний карбон-карбоновий ланцюг.

**Гомологи** — сполуки з подібними властивостями, склад молекул яких відрізняється на одну чи кілька груп атомів  $CH_2$ , що дістала назву *гомологічна різниця*.

**Дегідратація** — відщеплення води від молекули речовини.

**Декстрини** — продукти часткового гідролізу крохмалю.

**Денатурація білків** — руйнування їх природної просторової структури (вторинної, третинної, четвертинної, але зі збереженням первинної).

**Екзотермічні реакції** — реакції, що супроводжуються виділенням теплоти в навколишнє середовище.

**Електронегативність** — умовна величина, що характеризує здатність атома в хімічній сполуці притягувати до себе електрони.

**Елементи хімічні** — вид атомів із певним протонним числом.

**Ендотермічні реакції** — реакції, що супроводжуються поглинанням теплоти із навколишнього середовища.

**Естери** — клас сполук складу  $\text{RCOOR}'$ .

**Естерифікація** — реакція утворення естеру зі спирту і карбонової кислоти.

**Етен** — ненасичений вуглеводень складу  $\text{C}_2\text{H}_4$ .

**Етери** — клас сполук складу  $\text{R}-\text{O}-\text{R}'$ .

**Етиленгліколь** — двохатомний спирт складу  $\text{CH}_2(\text{OH})-\text{CH}_2(\text{OH})$ .

**Е-числа** — європейська система кодифікації харчових добавок у вигляді буквених і числових кодів.

**Жири** — естери трьохатомного спирту гліцеролу (гліцерину) і вищих карбонових кислот.

**Закон** — безсумнівне твердження, яке за певних умов повністю стверджується щодо всієї сукупності досліджуваних об'єктів.

**Закон Авогадро** (А. Авогадро, 1811): в однакових об'ємах різних газів за однакових умов (температури й тиску) міститься однакова кількість молекул.

**Закон збереження маси** (М. В. Ломоносов, 1748): маса речовин, що вступають у хімічну реакцію, дорівнює масі речовин, що утворюються внаслідок реакції.

**Закон об'ємних відношень** (Ж. Гей-Люссак, 1808): об'єми газів, що вступають у реакцію, відносяться один до одного і до об'ємів добутих газоподібних продуктів як невеликі цілі числа.

**Закон періодичний** (Д. І. Менделєєв, 1869): властивості хімічних елементів, а також форми й властивості сполук елементів



перебувають у періодичній залежності від зарядів ядер їх атомів.

**Замісник вуглеводневий** — група атомів, що утворюється внаслідок формального відщеплення від молекули вуглеводню атома Гідрогену.

**Замісники** — атоми або групи атомів, що заміщують у головному ланцюзі один або кілька атомів Гідрогену.

**п-зв'язок (пі-зв'язок)** — зв'язок, розміщений у площині, перпендикулярній до площини  $\sigma$ -зв'язку.

**$\sigma$ -зв'язок (сигма-зв'язок)** — зв'язок, утворений перекриванням електронних хмар уздовж лінії, що сполучає центри атомів.

**Зв'язок ковалентний** — зв'язок, що утворюється за допомогою спільних електронних пар.

**Зв'язок ковалентний неполярний** — зв'язок, що виникає між двома атомами неметалічних елементів з однаковою електронегативністю. Електронні пари розміщуються симетрично відносно обох атомів.

**Зв'язок ковалентний полярний** — зв'язок, що виникає між атомами з різною електронегативністю. Електронні пари зміщені в бік більш електронегативного атома.

**Зв'язок подвійний** — хімічний зв'язок, в утворенні якого беруть участь дві пари електронів, наприклад  $\text{CH}_2=\text{CH}_2$ .

**Зв'язок потрійний** — хімічний зв'язок, в утворенні якого беруть участь три пари електронів, наприклад  $\text{CH}\equiv\text{CH}$ .

**Ізомери** — речовини з однаковим якісним і кількісним складом молекул, але різною будовою і властивостями.

**Ізомерія** — явище існування речовин з однаковим хімічним складом, молекулярною формулою та відносною молекулярною масою, але з різною хімічною будовою чи просторовим розташуванням атомів у молекулі, унаслідок чого вони мають різні властивості.

**Капрон** — синтетичне волокно на основі полімеру, одержаного поліконденсацією  $\epsilon$ -амінокапронової кислоти.

**Карбонові кислоти** — сполуки, що містять функціональну карбоксильну групу  $-\text{COOH}$ .

**Каталізатори** — речовини, які змінюють швидкість хімічної реакції, але не входять до складу її продуктів.

**Каталітичні реакції** — реакції, що відбуваються за участю каталізатора.

**Кількість речовини (позначення  $\nu$  — «ню»)** — величина, яка вказує на число 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.

**Масова частка розчиненої речовини (позначення  $\omega$  — «омега»)** — відношення маси розчиненої речовини до маси розчину.

**Мило** — натрієва або калієва сіль вищої карбонової кислоти.

**Молекули** — найменші електронейтральні частинки речовини, що виявляють її хімічні властивості й здатні до самостійного існування.

**Молярна концентрація** — відношення кількості розчиненої речовини до об'єму розчину.

**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.

**Насичені вуглеводні (алкани, або парафіни)** — це вуглеводні, у молекулах яких між атомами Карбону існують лише одинарні зв'язки.

**Нафта** — горюча корисна копалина, суміш вуглеводнів.

**Нафтенни** — загальна назва п'яти- і шестичленних циклопарафінів.

**Нітрогеновмісні органічні сполуки** — речовини, до складу яких входять атоми Нітрогену: амінокислоти, аміни, білки, нуклеїнові кислоти.

**Нітросполуки** — сполуки, що містять функціональну нітрогрупу  $-NO_2$ , сполучену з вуглеводневим замісником. Прикладом є нітробензен.

**Нуклеїнові кислоти (РНК — рибонуклеїнова, ДНК — дезоксирибонуклеїнова кислоти)** — природні полімери, структурними ланками яких є нуклеотиди. Кожен нуклеотид складається зі сполучених між собою залишків молекул так званої азотистої основи (гетероциклічної сполуки з атомами Карбону й



Нітрогену в циклі), моносахариду (рибози  $C_5H_{10}O_5$  чи дезоксирибози  $C_5H_{10}O_4$ ) й ортофосфатної кислоти.

**Оборотні хімічні реакції** — реакції, що відбуваються одночасно у двох протилежних напрямках: у прямому  $\rightarrow$  і зворотному  $\leftarrow$ .

**Оксигеновмісні органічні сполуки** — органічні сполуки, до складу яких входять атоми Оксигену.

**Олія** — рідкий жир рослинного походження.

**Орбіталь (електронна хмара)** — частина простору навколо ядра, у межах якої ймовірність перебування електрона перевищує 90 %.

**Органічні сполуки** — сполуки, які містять атоми Карбону, хімічно зв'язані з атомами Гідрогену й можуть містити атоми інших елементів-органогенів (Оксигену, Нітрогену, галогенів і деяких інших).

**Парафіни** — див. Алкани.

**Пептидний зв'язок** — група (зв'язок)  $-CO-NH-$ , що утворюється між залишками молекул амінокислот у білках.

**Пестициди** — хімічні засоби для знищення шкідників сільськогосподарських культур.

**Пластмаси** — матеріали на основі полімерів, що набувають заданої форми і зберігають її після охолодження.

**Поліконденсація** — реакція утворення полімеру внаслідок взаємодії функціональних груп мономерів.

**Полімер** — високомолекулярна речовина, що складається з послідовно сполучених структурних ланок.

**Полімеризація** — процес послідовного сполучення молекул низькомолекулярної речовини з утворенням високомолекулярної.

**Поняття** — узагальнена думка про тіла, речовини, явища тощо, що виникає на підставі багатьох фактів.

**Природний газ** — горюча корисна копалина, суміш газуватих вуглеводнів, у якій переважає метан.

**Провітаміни** — речовини їжі, що в організмі людини перетворюються на вітаміни.

**Радикал** — частинка, що має неспарений електрон.

**Реакція «срібного дзеркала»** — якісна реакція на альдегідну групу.

- Реакція нейтралізації** — взаємодія кислоти з основою, унаслідок якої утворюється сіль і вода.
- Розчинник** — компонент розчину, який перебуває в тому самому агрегатному стані, що й розчин.
- Розчинність речовини в даному розчиннику** — її здатність розчинятися в ньому за певних умов.
- Сахароза** — дисахарид, вуглевод складу  $C_{12}H_{22}O_{11}$ .
- Синтетичне волокно** — волокно, вироблене із синтетичного полімеру.
- Складні речовини** — речовини, які містять у своєму складі атоми різних хімічних елементів.
- Солі** — складні речовини, що у водних розчинах дисоціюють на катіони металічних елементів (або амонію  $NH_4^+$ ) та аніони кислотних залишків.
- Спирти** — сполуки, що містять функціональну гідроксильну групу  $-OH$ .
- Спиртове бродіння** — реакція перетворення глюкози на спирт під дією ферментів.
- Стереохімія** — галузь хімії, що вивчає просторову будову молекул, її вплив на їх фізичні властивості, напрям і швидкість реакцій.
- 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.
- Теорія** — обґрунтоване і сприйняте науковою спільнотою наукове знання, що описує і пояснює факти, виконує функцію передбачення та інші важливі для науки функції.
- Теорія хімічної будови** — установлює 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.
- Факти** — реальні події чи конкретні характеристики, достовірні дані, установлені в процесі наукового пізнання.



**Феноли** — сполуки, що містять функціональні гідроксильні групи, сполучені з бензеновим кільцем.

**Фенолформальдегідна смола** — полімер, продукт поліконденсації фенолу та формальдегіду.

**Ферменти** — каталізатори білкової природи, що прискорюють хімічні реакції в живих системах.

**Формальдегід** — найпростіший альдегід складу  $\text{HCHO}$ .

**Фруктоза** — моносахарид, вуглевод складу  $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ , ізомер глюкози.

**Функціональна (характеристична) група** — група атомів, характерна для певного класу речовин, яка визначає їх властивості.

**Харчові добавки** — речовини, які додають у продукти з метою продовжити термін їх придатності, запобігти їх швидкому псуванню, зміні кольору і консистенції.

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

**Хімічна реакція, або хімічне явище** — явище, під час якого з одних речовин утворюються інші, відмінні за хімічним складом і (або) будовою.

**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.

**Циклоалкани (циклопарафіни)** — насичені вуглеводні циклічної будови, наприклад циклогексан.

**Циклопарафіни** — див. **Циклоалкани**.

**Штучне волокно** — волокно, вироблене з природного полімеру хімічною обробкою.

**Якісна реакція** — реакція, що використовується для визначення речовини.

1. Домбровський А. В., Найдан В. М. Органічна хімія: навч. посіб. — К.: Вища шк., 1992. — 504 с.
2. Василега М. Д. Цікава хімія. — К.: Рад. школа, 1980. — 159 с.
3. Волков В. А., Вонский Е. В., Кузнецова Г. И. Выдающиеся химии мира. — М.: ВШ, 1991. — 656 с.
4. Генкова Л. Л., Славков Н. Б. Почему это опасно. — М.: Просвещение, 2001. — 273 с.
5. Гроссе З., Вайсмантель Х. Химия для любознательных. Основы химии и занимательные опыты: Пер. с нем. — Л.: Химия, 1987. — 343 с.
6. Крицман В. А. Книга для чтения по органической химии. — 3-е изд., перераб. — М.: Просвещение, 1993. — 192 с.
7. Кукушкин Ю. Н. Химия вокруг нас. — М.: Высшая шк., 1992. — 192 с.
8. Ластухін Ю. О., Воронов С. А. Органічна хімія: Підруч. для вищ. навч. закл. — Львів: Центр Європи, 2001. — 864 с.
9. Колтун Марк. Мир химии. — М.: Дет. лит., 1988. — 304 с.
10. Москвичев Ю. А., Фельдблюм В. Ш. Химия в нашей жизни (продукты органического синтеза и их применение): Монография. — Ярославль: Изд-во ЯГТУ, 2007. — 411 с.
11. Орлик Ю. Г. Химический калейдоскоп. — 2-е изд., перераб. и доп. — Минск: Народная асвета, 1988. — 112 с.
12. Оудиан Дж. Основы химии полимеров: Пер. с англ. — М.: Мир, 1974. — 614 с.
13. Пархотик И. И. Как сохранить здоровье. — К.: Наук. думка, 1981. — 174 с.
14. Перепелкина К. Е. Химические волокна: развитие производства, методы получения, свойства, перспективы. — СПб.: Изд-во СПГУТД, 2008. — 354 с.
15. Семчиков Ю. Д. Введение в химию полимеров. — М.: Высшая школа, 1988. — 152 с.
16. Смит В., Бочков А. Органический синтез: наука и искусство. — М.: Мир, 2001. — 573 с.
17. Сучасна термінологія та номенклатура органічних сполук: навч.-метод. посіб. для вчителів та учнів загальноосвіт. навч. закл. / В. С. Толмачова, О. М. Ковтун, О. В. Гордієнко, С. В. Василенко. — Тернопіль: Навчальна книга-Богдан, 2008. — 176 с.
18. Технология пластических масс / Под ред. В. В. Коршака. — М.: Химия, 1976. — 606 с.



19. Хімія. Великий довідник школяра з тестовими завданнями: Розділ «Хімія». — К.: Махаон-Україна, 2007. — С. 449–580.
20. Хімія і фізика горючих копалин / В. І. Саранчук, М. О. Ільяшов, В. В. Ошовський, В. С. Білецький. — Донецьк: Східний видавничий дім, 2008. — 600 с.
21. Цвилюк Г. Е. Азы безопасности: Книга для детей и родителей. — М.: Просвещение, 1997. — 126 с.
22. Чертков И. М. Эксперимент по полимерам в средней школе. — М.: Просвещение, 1980. — 128 с.
23. Эмануэль Н. М., Заиков Г. Е. Химия и пища. — М.: Наука, 1986. — 173 с.
24. Энциклопедический словарь юного химика. / Сост. В. А. Крицман, В. В. Станцо. — 2-е изд., исправ. — М.: Педагогика, 1990. — 303 с.
25. Энциклопедия для детей. Т. 17. Химия. — М.: Аванта+, 2001. — 640 с.
26. Эткинс П. Молекулы. — М.: Мир, 1991. — 216 с.
27. Ярошенко О. Г. Неорганічна хімія: компакт-підручник. — К.: Станіца, 2003. Ч. II. — 6 с.
28. Ярошенко О. Г. Органічна хімія: компакт-підручник. — К.: Станіца, 2004. — 6 с.
29. Ярошенко О. Г. Перевір, як ти знаєш органічну хімію: Для учнів 10–11 кл. загальноосвіт. шкіл та студ. вищ. навч. закл. I–II рівнів акредитації. — Вид. переробл. та доповн. — К.: ТОВ «ЛДЛ», 2000. — 112 с.
30. Ярошенко О. Г., Новицька В. І. Завдання і вправи з хімії: навч. посіб. — 6-е вид., виправл. і доповн. з прикладами розв'язків задач. — К.: Станіца, 2007. — 294 с.
31. Сайт віртуальної хімічної лабораторії творчої групи Єльнікової. — <http://www.elnik.kiev.ua/>
32. Хімія в Україні. Український хімічний портал. — [http://chemistry.com.ua/modules.php?name=Video\\_Stream](http://chemistry.com.ua/modules.php?name=Video_Stream)
33. Портал фундаментальної хімічної освіти. — [www.chem.msu.su](http://www.chem.msu.su)
34. Сайт «Світ хімії». — [www.chemistry.narod.ru](http://www.chemistry.narod.ru)
35. Цікава хімія, безпечні хімічні досліди вдома. — <http://moikompas.ru/kompas/etertainingchemistry>
36. Інтерактивний мультимедіа підручник. — <http://www.chemistry.ssu.samara.ru>