



Г. А. Лашевська, А. А. Лашевська

ХІМІЯ

РІВЕНЬ
СТАНДАРТУ

11

ББК 24.я721
Л32

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

Наукову експертизу проводив
Інститут органічної хімії НАН України.

Психологічну експертизу проводив
Інститут педагогіки НАПН України.

Лашевська Г.А.

Л32 Хімія : Підручн. для 11 кл. загальноосвіт. навч. закл. : рівень стандарту / Г.А. Лашевська, А.А. Лашевська. – К. : Генеза, 2011. – 160 с. : іл.

ISBN 978-966-11-0060-1.

ББК 24.я721

ISBN 978-966-11-0060-1

© Лашевська Г.А.,
Лашевська А.А., 2011
© Видавництво «Генеза»,
оригінал-макет, 2011

Вітаємо вас, учні!

Цього навчального року ви:

- **поглибите** знання з органічної хімії, набуті в основній школі;
- **встановите** причинно-наслідкові зв'язки між фізичними і хімічними властивостями найважливіших органічних сполук та їхнім використанням;
- **конкретизуєте** уявлення щодо багатоманітності органічних сполук;
- **дізнаєтеся більше** про теорію як вищу форму наукових знань і про рівні структурної організації речовини;
- **удосконалисте** вміння безпечно поводитися з найпростішим лабораторним обладнанням і реактивами під час виконання хімічних дослідів;
- **застосуєте** методи пізнання, відомі вам з основної школи, під час демонстрування хімічних дослідів учителем і власноруч виконуючи їх на уроці чи в позаурочний час;
- **використаєте** вміння працювати з навчальною літературою та іншими джерелами інформації для розширення свого світогляду;
- **розвинете** здатність мислити не лише абстрактно, а й образно, критично сприймати й аналізувати інформацію.

Реалізувати ці завдання вам допоможе підручник з хімії. Його рубрикація та умовні позначення полегшать вам орієнтування в навчальному матеріалі.

Ви маєте самі визначити обсяг роботи, власну освітню траєкторію – кількість завдань і їхня різноманітність достатні, аби кожен вибрав собі ті, які йому до снаги. Ваш найперший порадник у цьому – вчитель хімії. Хто, як не він, знає рівень навчальних можливостей, схильності та уподобання своїх вихованців, тож охоче допоможе правильно визначити обсяг домашнього завдання.

Яке призначення рубрики «Про головне»? Вона допоможе вам швидко пригадати й усвідомити найважливіше з того, про що йшлося у параграфі.

Для чого у підручнику наведено тестові завдання? Їхнє виконання сприятиме не лише закріпленню вивченого, а й удосконаленню вмінь працювати з тестовими завданнями взагалі. Ці вміння нагодяться вам під час проходження зовнішнього незалежного оцінювання.

Чи всі завдання виконувати? Завдання в основному тексті параграфів спрямовані на актуалізацію наявних і закріплення щойно здобутих знань, тому не варто залишати їх поза увагою. До того ж у такий спосіб ви змінюєте вид діяльності, це «розвантажує» мозок і сприяє розв'язанню проблем на рівні підсвідомості.

Завдання, наведені в рубриці «Здійсніть самоконтроль», призначені як для виконання під час роботи на уроці, так і для домашньої самостійної роботи. Текстові фрагменти, завдання та запитання, позначені *, не є обов'язковими, вони адресовані охочим до навчання, допитливим одинадцятикласникам, які не шкодують часу й зусиль на самоосвіту та розвиток ерудиції. Поза сумнівом, ви – саме такі учні.

Самоконтроль засвоєння навчального матеріалу ви також зможете здійснити за матеріалами рубрик «Завдання для підсумкового самоконтролю» і «Підсумки».

Інформаційні потоки пронизують життя сучасної людини. Тому в кожного з вас виникає не лише потреба оволодіння професійно значущою інфор-

мацією, а й необхідність пошуку відповідей на життєво важливі питання, визначення власного ставлення до проблеми. Ви вдосконалюватимете вміння сприймати альтернативні точки зору й висловлювати обґрунтовані аргументи за й проти кожної з них. Також ви зможете застосувати набуті знання та вміння для пошуку помилок в одержуваній інформації, внесення пропозицій щодо їхнього виправлення. Ви знаходитимете необхідну інформацію в різних джерелах, систематизуватимете запропоновану або самостійно підібрану інформацію за певними ознаками. До того ж вам доведеться переводити зорову інформацію у словесну знакову систему й навпаки.

Ці уміння неодмінно стануть вам у пригоді під час роботи над **завданнями рубрики «Творча майстерня»**. Зрозуміло, що всі їх виконати навряд чи можливо та й недоцільно. Вибирайте з-поміж них ті, що вам до душі та снаги, залучайте до співпраці однокласників, друзів, молодших школярів, членів родини, радьтеся з учителями. Цей вид роботи відкриє вам обрії для самовираження як унікальної творчої особистості. У такий спосіб ви зможете досягнути різноманітності способів пізнання навколишнього світу та його красу, усвідомити необхідність вивчення основ хімічної науки незалежно від вибраного профілю навчання і майбутньої професії.

Навчальна робота з підручником зорієнтована на формування вашої компетентності й розвиток ініціативи. Зауважимо, що нові слова, зокрема іноземного походження, які траплятимуться в тексті, *запам'ятовувати необов'язково*. На цих прикладах ви лише розвинете вміння використовувати довідковий апарат підручника, який правитиме за модель різноманітних джерел інформації.

Підручник хімії виконуватиме функції своєрідного «тренажера», на якому ви зможете вправлятися у сприйнятті та обробці інформації різного формату – алгоритмічних приписів, табличних даних, графіків, діаграм, схем, малюнків тощо. Вироблення навичок сприймати інформацію й, після належної обробки, застосовувати у практичній діяльності забезпечить зростання вашої інформаційної компетентності.

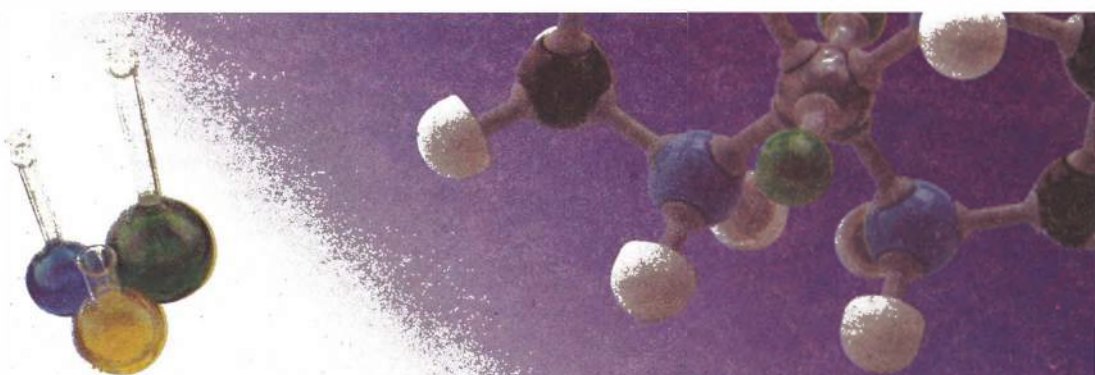
Зміст, відомості з **рубрики «Дізнайтеся більше...»**, предметний та іменний покажчики, тлумачний словничок, «Додатки» тощо допоможуть вам ефективно використовувати підручник як джерело знань, розширити ерудицію. Не оминайте своєю увагою **портрети науковців і біографічні довідки про них**. Адже доробок кожного із цих учених став цеглиною у грандіозній будівлі сучасної науки, фундаментом розвитку високих технологій.

Хімія приваблива ще й тим, що її положення й висновки часто можна перевірити, здійснюючи хімічні досліди. У підручнику є необхідні інструкції до виконання **лабораторних дослідів і практичної роботи**. Неухильно дотримуйтесь правил техніки безпеки! Це важливо не тільки під час виконання навчальних дослідів, але й у повсякденному житті.

Жоден підручник не в змозі задовольнити потребу допитливого учня у пізнанні. Використовуйте для самоосвіти найрізноманітніші джерела інформації (додаткову літературу, Інтернет, повідомлення ЗМІ). Вчіться критично сприймати інформацію, перевіряти й осмислювати її. Виробляйте власне ставлення до неї, аргументуйте свою позицію. Це допоможе вам стати успішними, компетентними особистостями, справжніми громадянами і патріотами України.

Ми віримо у вас, УЧНІ, і зичимо вам успіху.

Автори



ОРГАНІЧНІ СПОЛУКИ

§ 1. Ізомери. Теорія хімічної будови органічних сполук О.М. Бутлерова

Чому за однакового хімічного складу молекул фруктоза чи не втричі солодша за глюкозу? Чим зумовлене розмаїття органічних сполук і від чого залежать їхні властивості? У пошуку відповідей на ці та багато інших важливих запитань вам допоможе матеріал першого і наступних параграфів підручника.

Опрацювавши цей параграф, ви **пригадаєте** найважливіші наукові методи пізнання; **дізнаєтеся**, які речовини називають **ізомерами** і в чому суть явища **ізомерії**; **пересвідчитесь**, що **теорія є вищою формою наукових знань**; **зможете досягнути змісту основного положення теорії хімічної будови** й у подальшому **застосувати набуті знання** для пояснення багатоманітності органічних речовин.

Ізомери – речовини з однаковим якісним і кількісним складом, але різною будовою і різними властивостями. Яка причина ізомерії (від грец. – рівної, однакової міри) – явища існування ізомерів, як його було відкрито? Ви, звичайно, пам'ятаєте, що хімічний *аналіз і синтез* – *наукові методи пізнання*, які допомагають науковцям-хімікам досягнути таємниці світу речовин і їхніх перетворень. Зокрема, ці методи широко використовували Ф. Велер (мал. 1.1) і Ю. Лібіх (мал. 1.2). На початку XIX ст. вони *експериментальним шляхом* виявили, що ізоціанатна (HCNO) і фульмінатна (від лат. *fulmen* – блискавка, тривіальна назва – гримуча кислота) кислоти мають однаковий якісний і кількісний хімічний склад. Однак їхні властивості істотно різняться. Властивості солей фульмінатної та ізоціанатної кислот також різні. Приміром, аргентум(I) фульмінат (тривіальна назва – гримуче срібло) легко вибухає, тож ще від часів Наполеона його використовують як детонатор. Натомість аргентум(I) ізоціанат – порівняно стійка сполука.



Мал. 1.1.
Велер Фрідріх (1800–1882). Видатний німецький хімік, професор Геттінгенського університету. Працював у галузі органічної та неорганічної хімії. Синтезував низку органічних сполук, визначив їхні формули. Започаткував органічний синтез



Мал. 1.2.

Лібіх Юстус (1803–1873). Німецький хімік, президент Баварської АН. Відкрив (спільно з Ф. Велером) явище ізомерії, розробив методику аналізу та встановив склад багатьох органічних речовин. Висунув хімічну теорію бродіння і гниття. Класифікував харчові продукти на такі, що містять переважно жири, білки та вуглеводи. Один із засновників агрохімії



Мал. 1.3.

Берцеліус Йенс Якоб (1779–1848). Шведський хімік і мінералог, член Королівської шведської АН. Дослідив велику кількість органічних сполук, запропонував назву *органічна хімія*. Його підручники і щорічні огляди праць з хімії сприяли розвитку й популяризації хімічних знань

Така відмінність у властивостях зацікавила й збентежила Й.Я. Берцеліуса (мал. 1.3), який систематично досліджував елементний склад органічних сполук. Він піддав сумніву достовірність *експериментальних даних*, здобутих і оприлюднених німецькими колегами. Однак результати повторних *хімічних аналізів*, виконаних Ю. Лібіхом, були більш ніж переконливими.

Згодом Ф. Велер довів, що якісний і кількісний склад сечовини, яку він *синтезував* з неорганічних речовин, такий самий, як і в амонії ізоціанату.

У подальшому було виявлено ще чимало подібних фактів, які потребували наукового пояснення.

Чому виникають нові теорії? Причину цього ми визначили в попередньому пункті – відкриття явищ, які не можна пояснити в межах існуючих теоретичних уявлень. Для пояснення існування ізомерів Й.Я. Берцеліус висунув *гіпотезу: відмінності у властивостях сполук однакового складу зумовлені тим, що в їхніх молекулах атоми сполучені в різній послідовності*. Це припущення було частково обґрунтоване тогочасними знаннями і потребувало подальшої перевірки, підтвердження, пояснення.

Гіпотеза Й.Я. Берцеліуса була лише передтечею створення О.М. Бутлеровим (мал. 1.4) *теорії*, яка логічно й досконало відобразила та обґрунтувала систему наукових фактів, пов'язаних з існуванням ізомерів. Підхід О.М. Бутлерова ґрунтувався на провідних наукових ідеях того часу:

- запровадження 1852 р. Е. Франккладом поняття «сполучна сила», що стало фундаментом для розвитку вчення про валентність;



Мал. 1.4. Бутлеров Олександр Михайлович (1828–1886). Автор теорії хімічної будови органічних сполук. Видатний російський хімік, академік Петербурзької АН. Уперше добув суміш синтетичних цукристих речовин. Створив наукову школу хіміків-органіків. Високоосвічена й ерудована людина, цікавився медициною, захоплювався бджільництвом, садівництвом

- зауваження 1854 р. А. Кекуле (одночасно з А. Купером) здатності атомів Карбону сполучатися в ланцюги;
 - визнання на першому Міжнародному з'їзді хіміків 1860 р. у м. Карлсруе (Німеччина) існування атомів і молекул.
- Однак погляд О.М. Бутлерова на будову молекул був принципово новим.

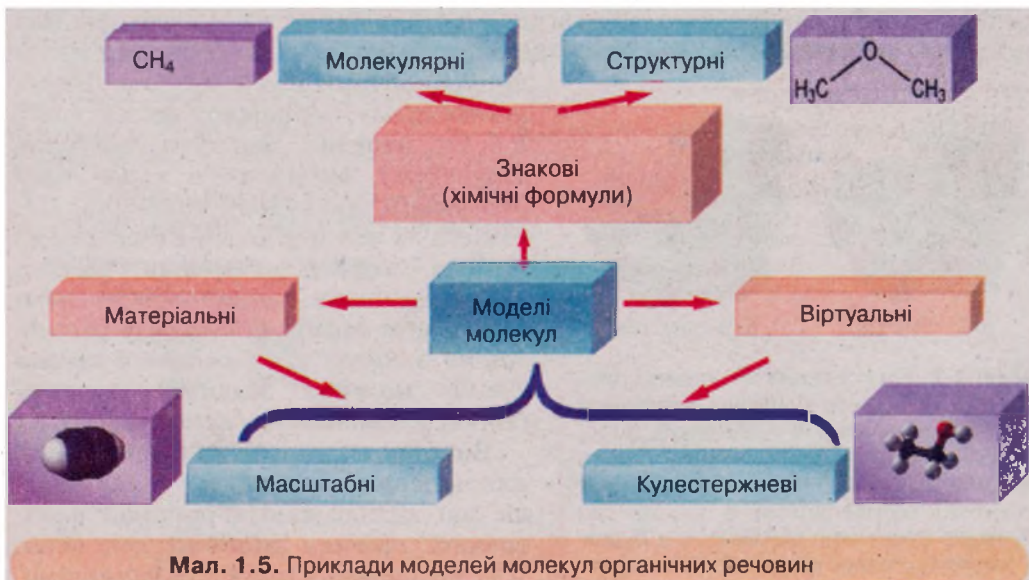
Дізнайтеся більше... Свої міркування із цього питання О.М. Бутлеров уперше виклав перед науковою громадськістю на З'їзді німецьких природодослідників і лікарів у м. Шпейєрі (1861). У доповіді «Про хімічну будову речовини» Олександр Михайлович зазначав: «...я назвав би хімічною будовою хімічний зв'язок, або спосіб взаємного сполучення атомів у складному тілі. Хімічну натуру складної частинки зумовлює натура елементарних складових частин, кількість їх і хімічна будова». Ці твердження донині не втратили своєї актуальності.

Сучасне формулювання *основного положення теорії хімічної будови* органічних речовин таке:

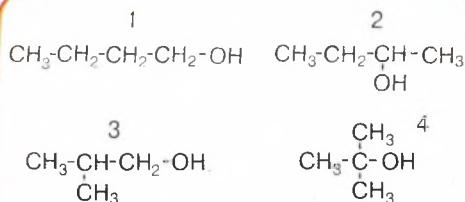
Властивості органічних речовин залежать не лише від їхнього якісного і кількісного складу, а й від будови молекул.

Осягнути зміст поняття *хімічна будова* вам допоможе *моделювання*. Цей науковий метод пізнання відомий вам не лише з основної школи, а й з повсякденного життя (*наведіть приклади*). Тож пригадаймо за схемою, зображеною на малюнку 1.5, деякі різновиди *моделей* молекул.

Теорія хімічної будови – наріжний камінь наукового фундаменту органічної хімії. Перш ніж це стало загальновідомою і беззаперечною істиною, О.М. Бутлеров багаторазово експериментально перевіряв сформульовані ним теоретичні положення. Таким чином науковець не лише *пояснив явище ізомерії*, а й *передбачив* існування різноманітних ізомерів. Він блиску-



Мал. 1.5. Приклади моделей молекул органічних речовин



Мал. 1.6. Спирти-ізомери мають однако-ву молекулярну формулу (яку?). За часів О.М. Бутлерова був відомий лише один з ізомерів (3), який добували з рослинної сировини. Існування інших трьох він передбачив, синтезував їх, вивчив вла-стивості (спрогнозуйте, однаковими чи різ-ними виявилися властивості цих сполук)

че підтвердив свої припущення **син-тезом** низки сполук, які до того часу не були відомі (приклад наведено на малюнку 1.6).

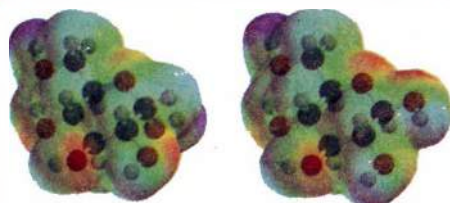
Важливим є **висновок** О.М. Бутле-рова, який викладено у статті «Про різні способи пояснення деяких видів ізомерії». Науковець наголошував: якщо за однакового складу речовини виявляють різні властивості, то й хі-мічна будова в них різна. Тож за **влас-тивостями речовини можна судити про її хімічну будову, а за будовою – спрогнозувати властивості**. Тобто **теорія** (від грец. – розгляд, досліджен-ня) – це система знань, яка має **перед-бачувальну силу** стосовно певного

явища (поміркуйте, чому створення О.М. Бутлеровим теорії хімічної будо-ви порівнюють з науковим подвигом Д.І. Менделєєва).

Дізнайтеся більше... 2008 р. було засновано Золоту медаль імені О.М. Бут-лерова, яку Російська академія наук присуджує за видатні праці в галузі органічної хімії.

На прикладі наукового доробку О.М. Бутлерова ви мали нагоду пересвід-читися, що **теорії формують, розробляють і перевіряють згідно з науко-вим методом**. Теорія хімічної будови органічних сполук О.М. Бутлерова дає цілісне уявлення про закономірності й істотні зв'язки між складом, будовою і застосуванням органічних речовин, тобто є **вищою формою наукових знань**.

Наукові ідеї О.М. Бутлерова щодо залежності властивостей органічних речовин від будови їхніх молекул згодом дістали блискуче підтвердження і розвиток завдяки дослідженням, здійсненим багатьма наступними поко-ліннями хіміків в усьому світі. Аналі-зуючи схему, зображену на малюнку 1.5, ви, напевно, звернули увагу, що



α-D-глюкоза

β-D-глюкоза

Мал. 1.7. Комп'ютерна візуалізація про-сторової структури молекул і розрахунків їхньої геометричної будови дають змогу спрогнозувати фізико-хімічні властивості органічних сполук, наприклад **ізомерів** глюкози. Відмінностями в будові цих ізомерів зумовлено відмінності в будові структурних ланок крохмалю й целюлози

структурна формула не надає всієї інформації про будову молекули. На-томість за масштабними і кулестерж-невими моделями можна дістати уявлення щодо просторового роз-ташування атомів у молекулі (**прига-дайте з курсу хімії основної школи форми молекул метану, етилену (етену), ацетилену (етину), ДНК**).

Використання новітніх комп'ютер-них програм дає змогу створити моде-лі, що відображають розподіл елек-тронної густини в молекулах (мал. 1.7). Це полегшує прогнозування ймо-

вірності існування речовин, передбачення їхніх властивостей і, як наслідок, галузей застосування. Не менш важливим є значення моделювання для вибору раціональних способів добування і розроблення стратегій створення новітніх матеріалів, ефективних лікарських засобів.

Дізнайтеся більше... «Великий хімік». Саме це було написано на дошці, яку наказала повісити на груди Сашкові Бутлерову адміністрація Казанської гімназії. Так було покарано юного хіміка за скоєння вибуху в пансіоні цього навчального закладу. За іронією долі напис виявився пророчим: ім'я творця теорії хімічної будови назавжди вписано в історію хімічної науки.

ПРО ГОЛОВНЕ

- ▶ Теорія – вища форма наукових знань.
- ▶ Ізомери – речовини з однаковим якісним і кількісним складом, але різною будовою і різними властивостями.
- ▶ Ізомерія – явище існування ізомерів.
- ▶ Властивості речовин залежать не лише від їхнього якісного і кількісного складу, а й від хімічної будови молекул.



Здійснить самоконтроль

1. Які речовини називають ізомерами?
 - А з однаковим якісним складом і різною формою молекул;
 - Б з однаковою кількістю атомів у молекулі і різною будовою;
 - В з однаковою будовою молекул і різним хімічним складом;
 - Г з однаковим хімічним складом і різною хімічною будовою.
2. Який науковець створив теорію хімічної будови органічних сполук?
 - А Ф. Велер; Б О. Бутлеров; В Я. Берцеліус; Г Д. Менделєєв.
3. Яке явище було пояснено за допомогою теорії хімічної будови органічних сполук?
 - А кислотні дощі; Б ізотопія; В ізомерія; Г парниковий ефект.
4. Що зміниться внаслідок зміни послідовності сполучення атомів у молекулі?
 - А кількість і об'єм речовини; Б кількісний склад і густина речовини;
 - В маса молекули і геометрична форма; Г хімічна будова і властивості.
5. Встановіть відповідність між кулестержневими моделями речовин і структурними формулами речовин, що є їхніми ізомерами:

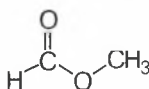
Кулестержнева модель

Структурна формула

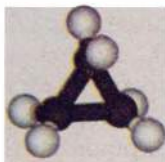
1



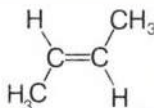
А



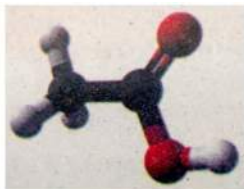
2



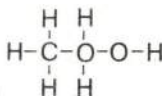
Б



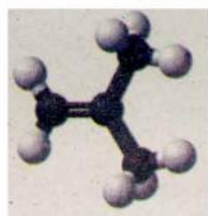
3



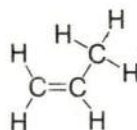
В



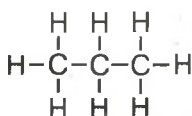
4



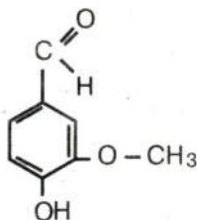
Г



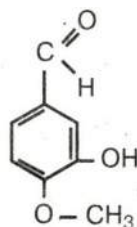
Д



6. *Доведено, що аромат ванілі заспокоює і зменшує стрес. Цей запах також використовують для ароматизування помешкань і... відлякування комарів. Речовина, що зумовлює запах ванілі, – ванілін (1). Поміркуйте й поясніть, чи можливо, аби речовина (2) з таким самим якісним і кількісним складом практично не мала запаху.



(1)



(2)



Творча майстерня



Візитну картку завжди асоціюють з її господарем. На візитівці, що зберігається в музеї Казанської хімічної школи, містяться лише повні прізвище, ім'я та по батькові О.М. Бутлерова. Впадає в око, що лівий нижній куток картки був загнутий (про що це свідчить?).

Використовуючи додаткові джерела інформації, дізнайтеся більше про наукові здобутки і особистість О.М. Бутлерова. З огляду на нові знання розробіть дизайни візитівок, що мали б, на вашу думку, найточніше відображати: а) наукові досягнення; б) захоплення; в) особистісні риси (або все разом) Олександра Михайловича. Обґрунтуйте свій підхід.

З'ясуйте, який дотепний жарт Бутлерова був пов'язаний з візитівкою, точніше – її відсутністю. Подайте цю інформацію у формі коміксу.

§ 2. Структурна ізомерія насичених вуглеводнів

Що таке структурна ізомерія і чим зумовлене її виникнення в алканів?

Опрацювавши цей параграф, ви **пригадаєте** суть явища гомології і назви гомологів метану; **закріпите вміння** складати їхні молекулярні та структурні формули; **навчитесь зображувати структурні формули ізомерів парафінів, глибше осягнете** зміст основного положення теорії хімічної будови й зможете в подальшому **застосувати набуті знання** для пояснення багатоманітності органічних речовин.

З курсу хімії основної школи ви пам'ятаєте, що алкани утворюють гомологічний ряд, загальна формула якого C_nH_{2n+2} , де $n \geq 1$. В алканах атоми Карбону сполучені між собою тільки простими (одинарними) зв'язками, а решта зв'язків з'єднує їх з атомами Гідрогену. Проаналізуйте таблицю 2.1 і пригадайте назви та структурні формули перших десяти членів гомологічного ряду метану.

Алканам властива ізомерія. У гомологічному ряду алканів структурні ізомери є не в усіх гомологіях (визначте за таблицею 2.1 мінімальну кількість атомів Карбону в ланцюзі, за якої стає можливим утворення ізомерів насичених вуглеводнів). Число ізомерів зростає зі збільшенням числа атомів Карбону в молекулі.

Таблиця 2.1. Гомологи метану (пригадайте, який суфікс у назві вказує на приналежність вуглеводню до гомологічного ряду метану – алканів)

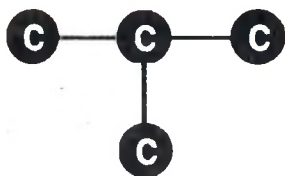
Назва	Молекулярна формула	Повна структурна формула	Число ізомерів
Метан	CH_4	<pre> H H — C — H H </pre>	1
Етан	C_2H_6	<pre> H H H — C — C — H H H </pre>	1
Пропан	C_3H_8	<pre> H H H H — C — C — C — H H H H </pre>	1
Бутан	C_4H_{10}	<pre> H H H H H — C — C — C — C — H H H H H </pre>	2
Пентан	C_5H_{12}	<pre> H H H H H H — C — C — C — C — C — H H H H H H </pre>	3
Гексан	C_6H_{14}	<pre> H H H H H H H — C — C — C — C — C — C — H H H H H H H </pre>	5

Назва	Молекулярна формула	Повна структурна формула	Число ізомерів
Гептан	C_7H_{16}	<pre> H H H H H H H H - C - C - C - C - C - C - C - H H H H H H H H </pre>	9
Октан	C_8H_{18}	<pre> H H H H H H H H H - C - C - C - C - C - C - C - C - H H H H H H H H H </pre>	18
Нонан	C_9H_{20}	<pre> H H H H H H H H H H - C - C - C - C - C - C - C - C - C - H H H H H H H H H H </pre>	35
Декан	$C_{10}H_{22}$	<pre> H H H H H H H H H H H - C - C - C - C - C - C - C - C - C - C - H H H H H H H H H H H </pre>	75

Гомологи – речовини з однаковим якісним складом, подібні за будовою і хімічними властивостями. За кількісним складом вони відрізняються один від одного на певну кількість груп $-CH_2-$. Цю групу називають *гомологічною різницею*. Гомологи, розташовані за зростанням їхньої відносної молекулярної маси, утворюють **гомологічний ряд**.

Дізнайтеся більше... Алкан з найдовшими молекулами синтезували англійські хіміки 1985 р. Це нонаконтатриктан $C_{390}H_{782}$.

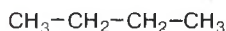
Структурна ізомерія алканів зумовлена здатністю атомів Карбону утворювати ланцюги різної будови. Цей вид ізомерії називають *ізомерією карбонового ланцюга*. Що таке *карбоновий ланцюг* молекули, ви легко зрозумієте з малюнка 2.1. На ньому зображено карбоновий ланцюг *ізобутану* – ізомеру бутану (*намалюйте карбоновий ланцюг бутану*). Існування цієї сполуки передбачив і підтвердив експериментально О.М. Бутлєров. Ізомери виявляють різні властивості. Пересвідчіться в цьому на прикладі ізомерів бутану (мал. 2.2) і гексану (мал. 2.3).



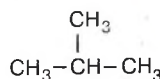
Мал. 2.1. Карбоновий ланцюг ізобутану



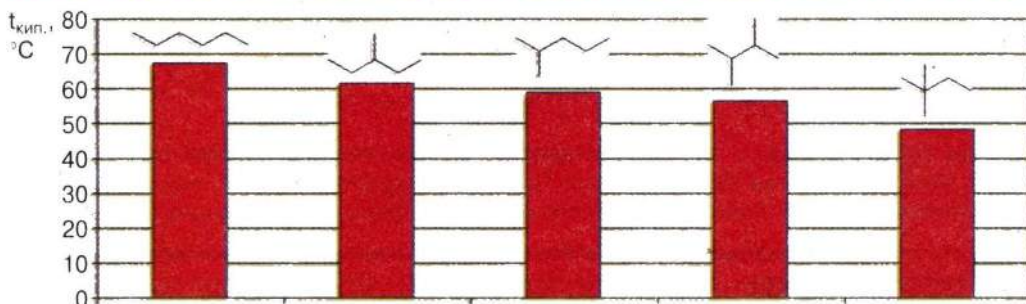
$t_{\text{пл}} = -0,5^{\circ}\text{C}$



$t_{\text{пл}} = -11,4^{\circ}\text{C}$



Мал. 2.2. Будова і властивості ізомерів бутану

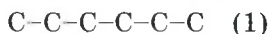


Мал. 2.3. Залежність температури кипіння ізомерів гексану від ступеня розгалуженості карбонового ланцюга молекул

Чому температура кипіння ізобутану нижча за температуру кипіння бутану, молекула якого має нерозгалужену будову? Відстань між нерозгалуженими молекулами менша, отже, міжмолекулярна взаємодія сильніша. Цю закономірність відображено на діаграмі (мал. 2.3).

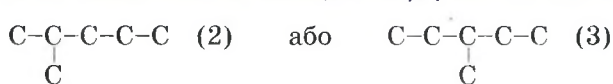
Як побудувати структурні формули ізомерів? Розгляньмо алгоритм розв'язання завдань такого типу на прикладі насиченого вуглеводню складу C_6H_{14} .

1. Зобразимо карбоновий ланцюг лінійного ізомеру:



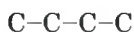
2. Скоротімо ланцюг на атом Карбону і приєднаймо його до будь-якого атома карбонового ланцюга, за винятком крайніх (поміркуймо, чому):

Якщо приєднати атом Карбону до одного з крайніх атомів, то хімічна будова ланцюга не зміниться, оскільки послідовно будуть з'єднані шість атомів Карбону: $C-C-C-C-C-C$.



Пильнуймо, аби не було повторів. Адже структура $C-C-C-C-C$ така сама, як (2).

3. Після того як усі положення головного ланцюга будуть вичерпані, знову скоротімо його на атом Карбону:

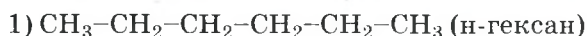


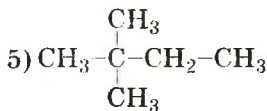
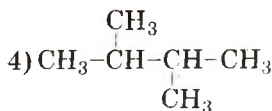
Можливі такі комбінації розташування двох атомів Карбону в бічних відгалуженнях:



Бічний замісник $-C-C-$ можна розташовувати лише в ланцюзі, що містить 5 атомів Карбону і більше. Його треба приєднувати тільки до третього атома і далі від кінців ланцюга.

4. Доповнивши побудовані карбонові ланцюги ізомерів зв'язками з атомами Гідрогену, дістанемо структурні формули п'ятих ізомерів:





Пам'ятайте, Карбон в органічних сполуках чотиривалентний! **Перевірте**: у кожного атома Карбону сума кількості атомів Гідрогену і кількості рисочок, якими позначено хімічні зв'язки, має становити 4 (поясніть, чому. *Перевірте себе за мал. 4.1 на с. 21*).

Структурні ізомери – сполуки однакового складу, що різняться послідовністю сполучення атомів у молекулі, тобто хімічною будовою, і властивостями.

Зі збільшенням числа атомів у молекулах стрімко зростає кількість ізомерів алканів (табл. 2.2). Тож нагальною стає потреба в *системі правил*, яка забезпечує можливість надання *однозначної назви кожній індивідуальній речовині*. Докладніше про це – у наступному параграфі.

Таблиця 2.2

Хімічна формула алкану	Теоретична кількість можливих структурних ізомерів
$\text{C}_{11}\text{H}_{24}$	159
$\text{C}_{12}\text{H}_{26}$	355
$\text{C}_{13}\text{H}_{28}$	802
$\text{C}_{14}\text{H}_{30}$	1858
$\text{C}_{15}\text{H}_{32}$	4347
$\text{C}_{20}\text{H}_{42}$	366 319
$\text{C}_{25}\text{H}_{52}$	36 797 588
$\text{C}_{30}\text{H}_{62}$	4 111 846 763
$\text{C}_{40}\text{H}_{82}$	62 481 801 147 341
$\text{C}_{100}\text{H}_{202}$	близько $5,921 \cdot 10^{39}$

Дізнайтеся більше... Задачу щодо теоретично можливого числа ізомерів алканів уперше розв'язав англійський математик Артур Келі (1821–1895) – один з основоположників важливого розділу математики – топології.

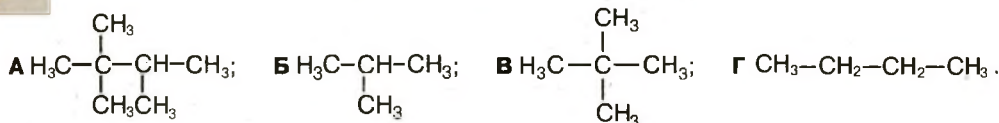
■ ПРО ГОЛОВНЕ

- Структурна ізомерія алканів зумовлена здатністю атомів Карбону утворювати ланцюги різної будови.
- Мінімальна кількість атомів Карбону в ланцюзі насичених вуглеводнів, за якої стає можливим утворення ізомерів, становить 4.
- Структурні ізомери – сполуки однакового складу, що різняться послідовністю сполучення атомів у молекулі, тобто хімічною будовою, і властивостями.

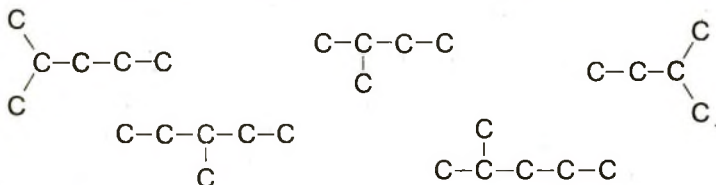


Здійснить самоконтроль

1. Укажіть, яка структурна формула зображує ізомер пентану:

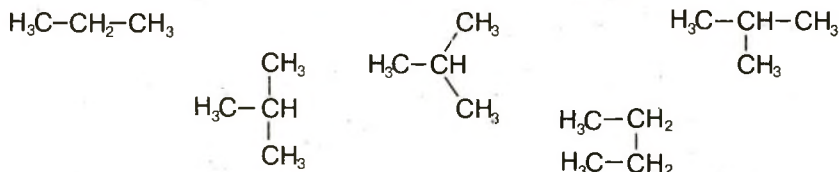


2. Визначте, скільки речовин зображено карбоновими ланцюгами:



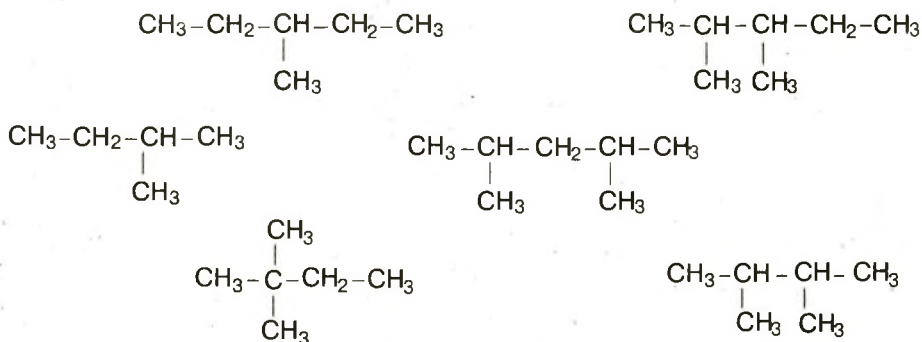
А 2; Б 3; В 4; Г 5.

3. Визначте, скільки речовин зображено структурними формулами:



А 2; Б 3; В 4; Г 5.

4. Визначте якісний і кількісний склад ізомерів, зображених структурними формулами:



Які алкани нерозгалуженої будови мають такий самий склад?

5. Порівняйте гомологи й ізомери за якісним і кількісним складом, хімічною будовою. Відповідь подайте в табличній формі:

Поняття	Приклади	Ознаки порівняння		
		склад молекул		будова молекул
		якісний	кількісний	
Гомологи				
Ізомери				



Творча майстерня



Досить часто зображення структурних формул і матеріальних моделей молекул органічних речовин використовують у дизайні сувенірів. Футболка із зображенням кулестержневої моделі молекули октану (хто не чув про октанове число?! Більше дізнаєтеся про це з § 6) і написом «Октан у центрі уваги» може стати оригінальним подарунком не лише для інженера чи менеджера нафтопереробної компанії. Розробіть дизайн сувеніра, зображення і слоган на якому були б пов'язані зі змістом параграфа 2.

§ 3. Номенклатура насичених вуглеводнів

Для чого запроваджено номенклатуру органічних сполук? Чому номенклатура ІЮПАК є систематичною?

Опрацювавши цей параграф, ви **навчитися називати парафіни за міжнародною номенклатурою і записувати їхні структурні формули за систематичною назвою.**

Номенклатура алканів (парафінів). Сполуці певної будови відповідає лише одна *систематична* назва, за якою можна уявити і відтворити будову сполуки, тобто її структурну формулу.

Дізнайтеся більше... Систематичні назви речовин – джерело інформації про їхню будову. Загальноприйнято є систематична номенклатура ІЮПАК (IUPAC – International Union of the Pure and Applied Chemistry) – Міжнародного союзу теоретичної і прикладної хімії (мал. 3.1).

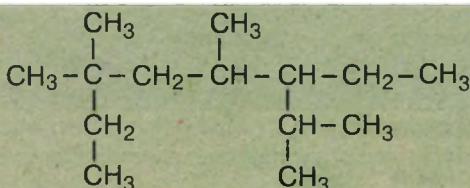
Алгоритм побудови назв алканів за систематичною номенклатурою наведено на малюнку 3.2. **Зверніть увагу:** назви *алкільних замісників* утворюють заміною суфікса **-ан** у назві алкану на суфікс **-ил (-іл)**; наприклад: метан – метил ($-\text{CH}_3$), етан – етил ($-\text{C}_2\text{H}_5$), пропан – пропіл $-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_3$ та ізопропіл $-\text{CH}(\text{CH}_3)-\text{CH}_2-\text{CH}_3$. Кількість однакових ал-

CH_3

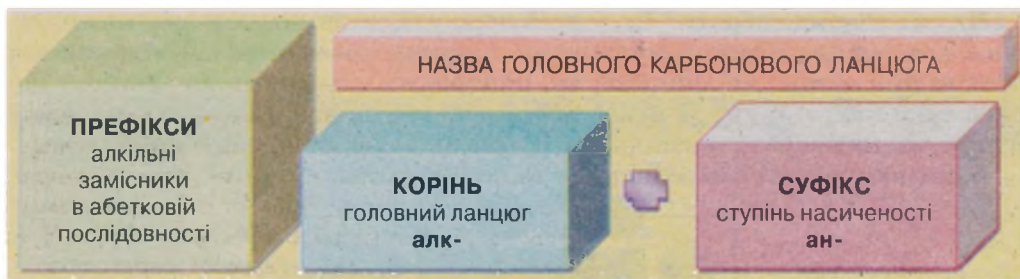
кільних замісників позначають *множинними префіксами*. Два однакові замісники позначають префіксом *ди-*, три однакові замісники – префіксом *три-*, чотири – *тетра-*, п'ять – *пента-* тощо.

Перед приголосними слід писати *ди-*, перед голосними – *ді-*: *диметил*, але *діетил*.

За алгоритмом (мал. 3.2) утворімо назву алкану розгалуженої будови. Його структурна формула така:



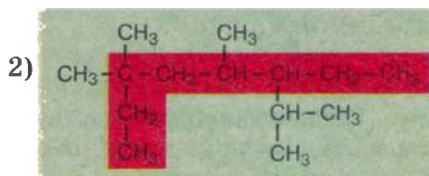
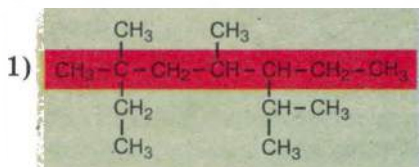
Мал. 3.1. Логотип ІЮПАК – міжнародної недержавної організації, діяльність якої спрямована на розвиток хімії як науки. ІЮПАК – визнане авторитетне джерело з розвитку стандартів хімічної номенклатури



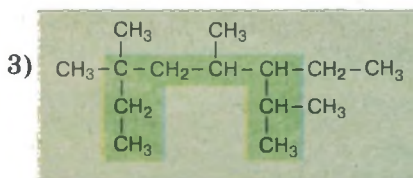
Мал. 3.2. Алгоритм побудови назв алканів за систематичною номенклатурою

1. Виберімо головний карбоновий ланцюг – найдовший з більшою кількістю найпростіших розгалужень.

Зверніть увагу: у варіанті (1) ланцюг *не є найдовшим*, містить 7 атомів Карбону, у варіанті (2) ланцюг, хоча й містить 8 атомів Карбону, але *не є найбільш розгалуженим*.



Правильним є варіант (3):

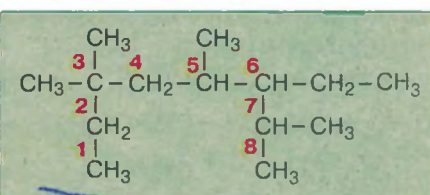
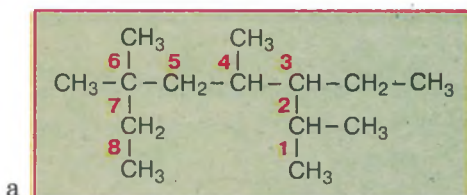


Головний карбоновий ланцюг містить 8 атомів Карбону, тому його назва – **октан**.

2. Пронумеруймо атоми Карбону головного карбонового ланцюга таким чином, аби положення замісників були позначені найменшими локантами.

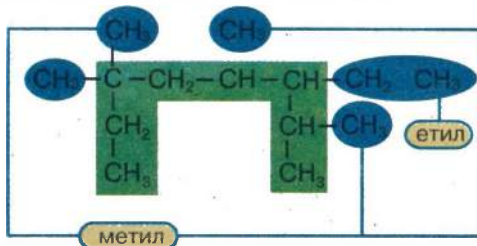
Локанти – розділені комами числа, що позначають положення замісників відносно головного карбонового ланцюга.

Тобто атоми Карбону слід нумерувати з того кінця ланцюга, до якого ближче розташований замісник. **Зверніть увагу:** якщо в молекулі алкану є кілька замісників, то треба скласти можливі послідовності нумерування атомів Карбону:



Яку з них слід вибрати? Ту, у якій першу відмінність позначено *найменшим локантом*. Якщо замісники розташовані на однаковій відстані від обох кінців головного ланцюга, то, нумеруючи, зважають на абеткову послідовність переліку назв цих замісників. Аби з двох можливих варіантів нумерування вибрати правильний, треба визначити і назвати замісники.

3. Визначмо алкільні замісники та їхні локанти.



Цей алкан містить чотири однакові замісники —CH_3 , тому треба використати множинний префікс тетра-. Оскільки два з них розташовані біля одного й того самого атома Карбону, локант, що відповідає їхньому положенню, слід зазначити двічі.

Аби визначити префікси в назві алкану, перелічимо алкільні замісники з локантами за абеткою. Визначаючи цю послідовність, множинні префікси до уваги не беремо. Від назв алкільних замісників локанти відокремимо дефісом. **Зверніть увагу:** локанти однакових алкільних замісників записують за зростанням чисел.

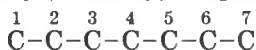
Відповідно до варіанта (а) нумерування атомів Карбону головного ланцюга (див. с. 17) префікси в назві алкану такі: 3-етил-2,4,6,6-тетраметил-, а згідно з варіантом (б) – 6-етил-2,3,5,5-тетраметил-. З огляду на попередній пункт алгоритму правильним є варіант нумерування (а). **Зверніть увагу:** назву останнього замісника записують разом із назвою головного ланцюга.

Тож назва алкану згідно з номенклатурою ІЮПАК така:

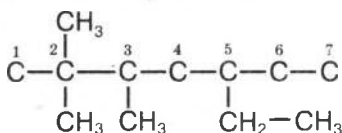
3-етил-2,4,6,6-тетраметилоктан

Складання структурної формули алкану за його систематичною назвою – завдання, обернене попередньому. Розгляньмо *алгоритм* розв'язання завдань такого типу на прикладі 5-етил-2,2,3-триметилгептану.

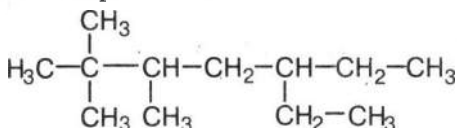
1. Зобразимо карбоновий ланцюг алкану, що відповідає головному ланцюгу (гептану), і пронумеруємо його:



2. До атомів Карбону, позначених у назві локантами, добавимо відповідні алкільні замісники:



3. Добавимо атоми Гідрогену, пам'ятаючи, що кожен атом Карбону має бути чотиривалентним:



Закріпіть уміння складати структурні формули ізомерів алканів і називати їх, унаочте явище ізомерії, виконавши лабораторний дослід.

Лабораторний дослід 1



Виготовлення моделей молекул парафінів

Пригадайте, у 9-му класі ви вже конструювали моделі молекул метану, етану, пропану тощо.

Інструкція

Використовуючи набір для конструювання кулестержневих моделей молекул (або за його відсутності пластилін і сірники), виготовте модель молекули бутану і його ізомеру (мал. 2.2). Порівняйте будову цих речовин. Назвіть ізомер бутану за номенклатурою ІЮПАК.

Сконструйте моделі молекул ізомерів складу C_5H_{12} . Порівняйте будову цих речовин і назвіть сполуки за номенклатурою ІЮПАК.

ПРО ГОЛОВНЕ

- Систематична номенклатура – система правил, яка забезпечує можливість надання однозначної назви кожній індивідуальній речовині.
- Загальноприйнятою є систематична номенклатура ІЮПАК.
- Систематичні назви речовин – джерело інформації про їхню будову.
- Сполуці певної будови відповідає лише одна систематична назва, за якою можна уявити і відтворити будову сполуки, тобто її структурну формулу.

Здійсніть самоконтроль

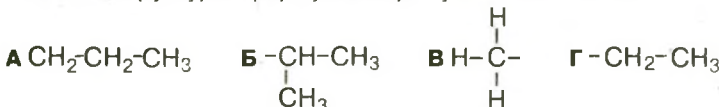
1. Визначте послідовність дій під час побудови назв алканів розгалуженої будови за систематичною номенклатурою.

А визначення локантів алкільних замісників; **Б** визначення алкільних замісників; **В** вибір головного карбонового ланцюга; **Г** нумерація атомів Карбону.

2. Визначте послідовність дій під час побудови структурних формул алканів розгалуженої будови за систематичною назвою.

А додавання алкільних замісників до атомів Карбону, позначених у назві локантами; **Б** додавання атомів Гідрогену до атомів Карбону з огляду на його чотиривалентність; **В** зображення головного карбонового ланцюга алкану.

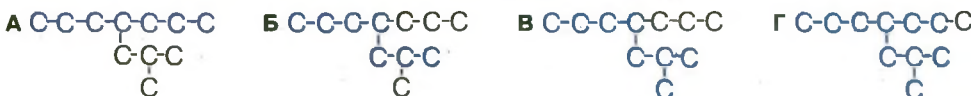
3. Яка структурна формула зображує замісник етил?



4. Який карбоновий ланцюг відповідає назві 2-метилбутан?



5. На якому зображенні карбонового ланцюга правильно позначено головний ланцюг?



6. Оцініть правильність вибору головного карбонового ланцюга і назвіть речовини за їхніми структурними формулами:



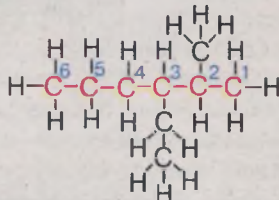
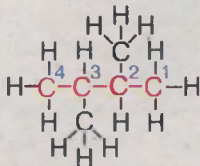
правильно



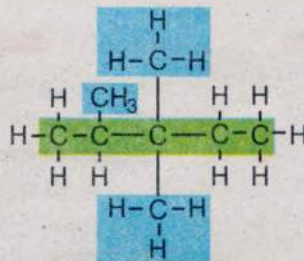
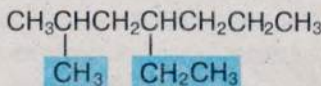
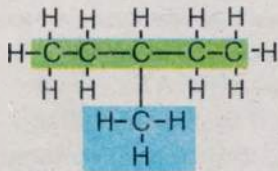
неправильно



7. Оцініть правильність нумерації атомів Карбону головного карбонового ланцюга і назвіть речовини за їхніми структурними формулами:



8. Назвіть речовини за їхніми структурними формулами:



9. Яка пара речовин є ізомерами?

А бутан і гексан;

Б бутан і етен;

В бутан і метилпропан;

Г бутан і 2-метилпентан.

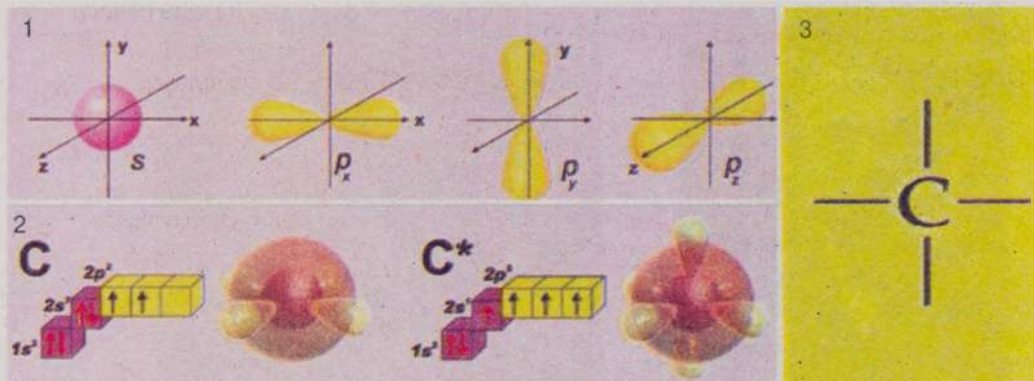
10. За назвами речовин складіть їхні структурні формули: а) 3-метилоктан; б) 2,3,5-триметилгексан; в) 3-етил-2,5-диметилгептан. Складіть по одній структурній формулі ізомерів цих сполук і назвіть їх за систематичною номенклатурою.

§ 4. Багатоманітність органічних сполук, їхня класифікація

Які причини багатоманітності органічних речовин? За якими ознаками їх класифікують?

Опрацювавши цей параграф, ви **застосуєте знання** про особливості будови атома Карбону, гомологію та ізомерію, характеристичні (функціональні) групи для пояснення багатоманітності органічних сполук; **зможете класифікувати** органічні сполуки за будовою карбонового ланцюга, видами карбон-карбонів зв'язків, функціональними групами; **наводити приклади** органічних речовин різних класів.

Багатоманітність органічних сполук зумовлена унікальними особливостями атомів Карбону (за малюнком 4.1 пригадайте їхню будову в основному і збудженому стані). Наявність чотирьох електронів на зовнішньому енергетичному рівні й найменший у IVA групі радіус атома – причина того, що



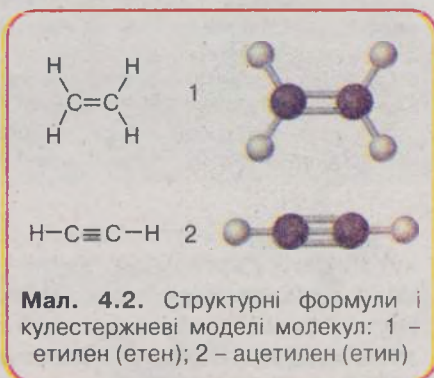
Мал. 4.1. 1. Види електронних орбіталей. 2. Будова атома Карбону в основному і збудженому* стані. 3. Атоми Карбону в збудженому стані виявляють валентність IV

атом Карбону не схильний ані втрачати, ані приєднувати електрони. Тому *Карбон утворює переважно ковалентні (а не йонні) зв'язки*.

З курсу хімії основної школи ви вже знаєте про здатність атомів Карбону сполучатися в довгі ланцюги (яке явище цим зумовлене? Зверніться за потреби до таблиці 2.1). Окрім того, карбонові ланцюги можуть набувати найрізноманітніших форм – лінійних, розгалужених, циклічних. Вивчаючи етилен (етен) і ацетилен (етин), ви дізналися про можливість існування кратних (подвійних і потрійних) зв'язків між атомами Карбону (мал. 4.2). Тобто властивість атомів цього хімічного елемента сполучатися у вигадливі, часом химерні конструкції є однією з причин розмаїття органічних речовин.

Унаслідок безлічі хімічних перетворень з вуглеводнів утворюються найрізноманітніші органічні сполуки. Це зазначав ще К. Шорлеммер (мал. 4.3, 1): «Органічна хімія – це хімія вуглеводнів і їхніх похідних, тобто продуктів реакцій, що супроводжуються заміною атомів Гідрогену на інші атоми або групи атомів». Тож дуже слушним є зауваження Д.І. Менделєєва (мал. 4.3, 2): «... у жодного з елементів здатність до ускладнення не розвинута такою мірою, як у Карбону».

Дізнайтеся більше... Атоми Карбону здатні утворювати зв'язки чи не з усіма хімічними елементами, що зумовило появу окремої галузі органічної хімії, пов'язаної з дослідженням гетероциклічних і елементоорганічних сполук. Світовою науковою спільнотою визнано велике теоретичне і практичне значення досліджень учених Інституту органічної хімії НАН України в галузі гетероциклічних, фосforo-, флуоро- і сульфуроорганічних сполук.



Мал. 4.2. Структурні формули і кулестержневі моделі молекул: 1 – етилен (етен); 2 – ацетилен (етин)

Мал. 4.3.



1



2

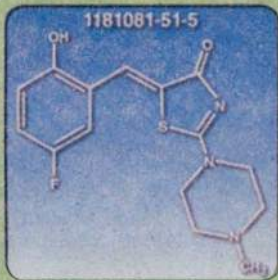
1. Шорлеммер Карл (1834–1892) – німецький хімік. Головні роботи присвячені загальним проблемам органічної хімії й синтезу найпростіших вуглеводнів. Запропонував розглядати насичені вуглеводні як основу для утворення решти класів органічних сполук. Визначив органічну хімію як хімію вуглеводнів і їхніх похідних. З огляду на це перебудував усю систематику органічних сполук і створив на її основі «Підручник карбонових сполук», який тричі перевидавали.

2. Дмитро Іванович Менделєєв (1834–1907) – видатний російський хімік; створив періодичну таблицю та відкрив Періодичний закон хімічних елементів, активний і послідовний прихильник хімічної теорії розчинів. Автор першого російського підручника «Органічна хімія» (1861). Висунув гіпотезу походження нафти з карбідів важких металічних елементів; запропонував принцип дробної перегонки під час нафтопереробки, висунув ідею підземної газифікації вугілля

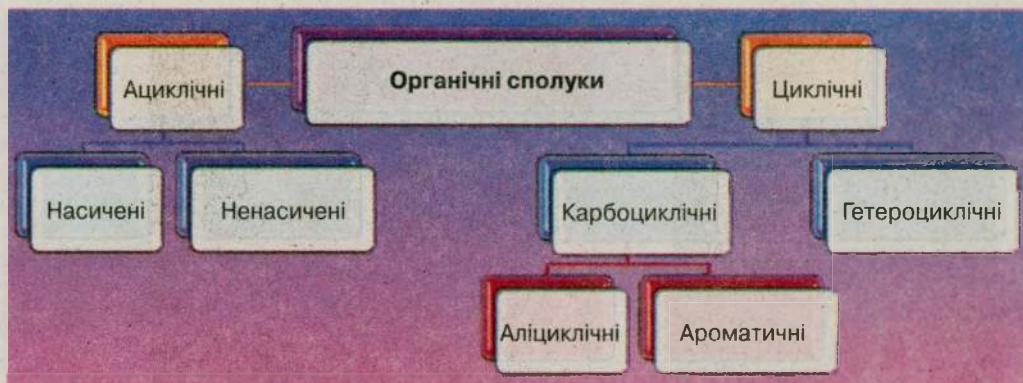
Вивчаючи в 9-му класі метанол, етанол, гліцерин (гліцерол), оцтову (етанову) кислоту, вуглеводи, амінокислоти, ви дізналися про існування *функціональних* (характеристичних) *груп* (наведіть кілька прикладів). Пригадайте: ці групи атомів, пов'язані з карбоновим ланцюгом, визначають належність сполуки до певного класу і (у його межах) її найважливіші хімічні властивості.

Отже, *будова карбонового ланцюга і функціональні (характеристичні) групи* – важливі чинники, що зумовлюють фізичні й хімічні властивості будь-якої органічної сполуки, яких наразі відомо понад 50 мільйонів.

Класифікація органічних сполук ґрунтується на теорії хімічної будови. Ознаки класифікації такі: 1) за типом карбонового ланцюга і наявністю в ньому одинарних і кратних зв'язків (мал. 4.4); 2) за функціональними групами (табл. 4.1). Розгляньмо ці критерії докладніше.


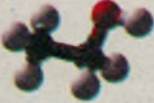


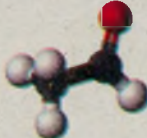



Дізнайтеся більше... 7 вересня 2009 р. Хімічна реферативна служба [Chemical Abstracts Service (CAS)] надала п'ятдесятимільйонний реєстраційний номер 1181081-51-5 гетероциклічній сполуці, що є анальгетиком. Сорокамільйонну сполуку було зареєстровано лише дев'ятьма місяцями раніше. Першій десятимільйонній відмітці в системі реєстраційних номерів CAS було досягнуто 1990 р., через 83 роки після створення реєстру. Метью Туссар (Matthew Toussant), старший віце-президент з видавничої діяльності CAS, зауважив, що 50 мільйонів сполук з реєстраційної бази CAS – потенційні об'єкти відкриттів у багатьох галузях: створенні протираккових препаратів й інших ліків, нових споживчих товарів, матеріалів для комп'ютерної техніки.



Мал. 4.4. Класифікація органічних сполук за будовою карбонового ланцюга

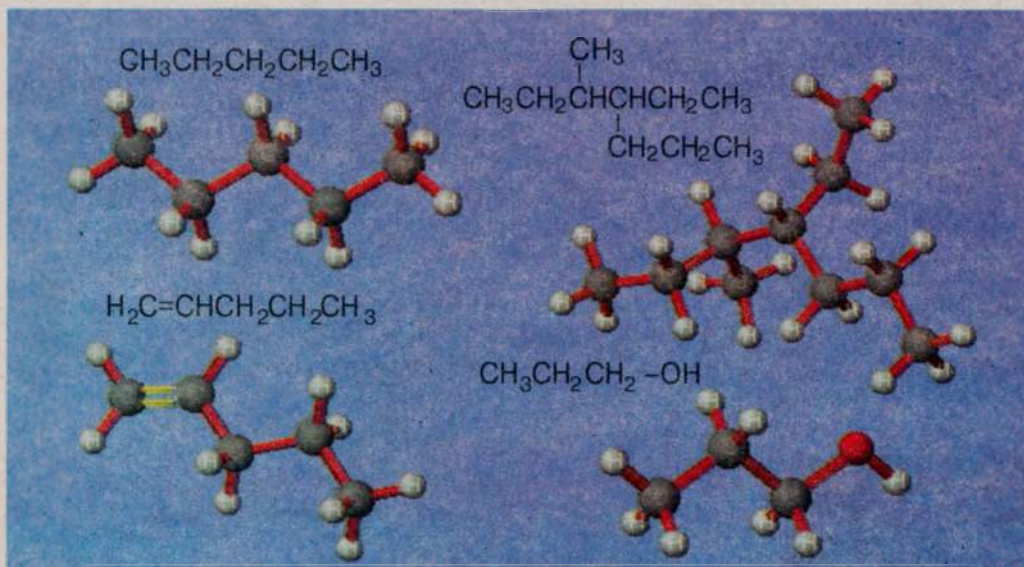
Таблиця 4.1. Функціональні групи – ознаки належності органічних речовин до певного класу

Функціональні групи		Клас органічних сполук	Приклади
позначення	назва		
-F, -Cl, -Br, -I	Галогено-*	Галогенопохідні вуглеводнів	Тетрахлорометан* 
-OH	Гідрокси-*	Спирти, феноли	Етанол*  Фенол 
>C=O	Карбо- нільна	Альдегіди, кетони	Оцтовий альдегід (етаналь)  Ацетон (пропанон) 
-C(=O)H	Карбо- кисільна*	Карбонові кислоти, амінокислоти	Оцтова (етанова) кислота* 

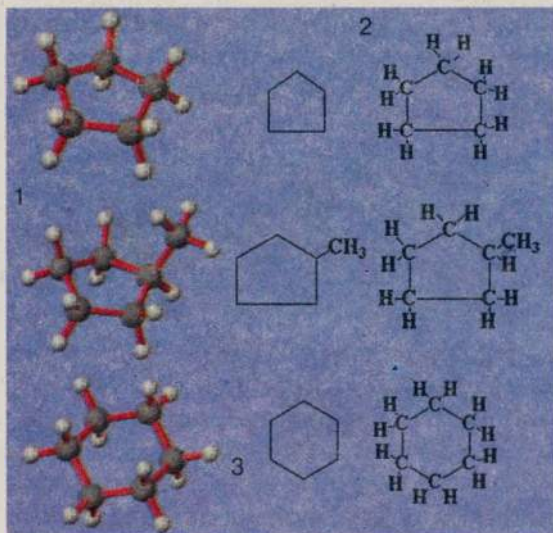
Функціональні групи		Клас органічних сполук	Приклади
позначення	назва		
$-\text{NH}_2$	Аміно-група*	Аміни, амінокислоти	Метиламін  Амінооцтова (аміноетанова) кислота* 
$-\text{NO}_2$	Нітро-група	Нітросполуки	Нітрометан 

Молекули ациклічних сполук (мал. 4.5) мають відкритий ланцюг, що може бути розгалуженим або нерозгалуженим, насиченим або ненасиченим, складатися лише з атомів Карбону або містити *гетероатоми* (від грец. – інший, відмінний; гетероатоми – атоми Оксигену, Нітрогену, Сульфуру тощо).

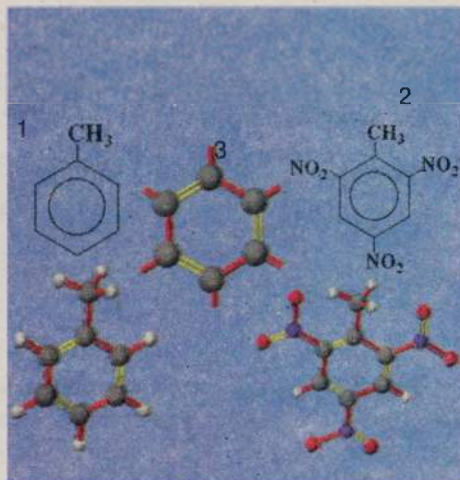
У молекулах *циклічних сполук* ланцюг замкнений (мал. 4.6–4.8). Це відрізняє їх від ациклічних. Решта зауважень щодо варіантів будови ланцюга (розгалуженість, ступінь насиченості, елементний склад) застосовні і для них. Про це свідчить назва *аліциклічні*, що утворена з двох слів – *аліфатичні* і *циклічні*. Аліфатичні сполуки (від грец. жир, смола) – вуглеводні та



Мал. 4.5. Ациклічні сполуки (визначте, які з-поміж них є насиченими, а яка – ненасиченою; які мають нерозгалужений, а яка – розгалужений ланцюг, яка сполука містить гетероатом; назвіть насичені вуглеводні, будову яких зображено на малюнку)



Мал. 4.6. Аліциклічні вуглеводні: циклопентан (1) – компонент холодоагентів у сучасних холодильниках; метилциклопентан (2) і циклогексан (3) – компоненти нафти, сировина для органічного синтезу (чи є поміж цих речовин ізомери? Ланцюг якої з молекул має відгалуження? Як називають цей замісник?)

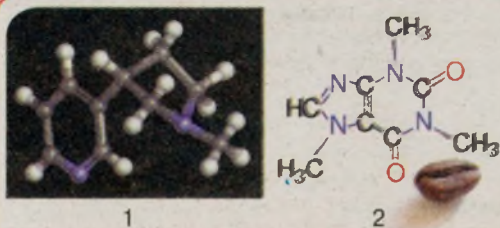


Мал. 4.7. Молекули ароматичних сполук. 1. Толуен – складова багатьох розчинників для лаків і фарб. 2. Одна з похідних толуену – чи не найвідоміша поміж вибухових речовин. Її тривіальна назва – тротил (порівняйте будову молекул толуену і тротилу, аби виявити спільний структурний фрагмент – **ароматичне карбонове кільце** (3))

їхні похідні, у молекулах яких атоми Карбону сполучені між собою у відкриті нерозгалужені або розгалужені ланцюги.

Дізнайтеся більше... Гетероциклічні сполуки дуже поширені: хлорофіл (яка його функція у рослинах?), героїн (чим він небезпечний?), теобромін (компонент шоколаду – як він впливає на настрій людини?). Гетероцикли входять до складу молекул нуклеїнових кислот (яка функція цих сполук в організмі?).

Деякі функціональні групи (назвіть їх, здійсніть самоконтроль за таблицею 4.1) уже відомі вам з курсу хімії основної школи. Саме за ними визначають належність речовини до певного класу органічних сполук. Усі класи органічних сполук взаємопов'язані. Перехід від одних класів сполук до інших відбувається переважно внаслідок перетворення функціональних груп без зміни карбонового ланцюга.



Мал. 4.8. Приклади гетероциклічних органічних сполук. У ланцюгах їхніх молекул, окрім атомів Карбону, містяться гетероатоми: 1 – молекула НЕБЕЗПЕЧНОГО ДЛЯ ЗДОРОВ'Я (чим саме?) алкалоїду нікотину містить гетероатоми Нітрогену (яким кольором вони позначені?); 2 – у молекулі психостимулятора кофеїну цикли також містять гетероатоми (які?)

Більше інформації про функціональні групи ви здобудете, проаналізувавши таблицю 4.1 (зобразіть структурні формули речовин, наведених у ній; визначте і назвіть функціональні групи в молекулах кофеїну, речовини з реєстраційним номером CAS 1181081-51-5, тротилу).

Дізнайтеся більше... Тротиловий еквівалент – міра енерговиділення високоенергетичних подій, виражена в масі порції тротилу, що виділяє під час вибуху таку саму кількість енергії. Енергія вибуху ядерної бомби «Малюк» над Хіросімою 6 серпня 1945 р. за різними оцінками еквівалентна енергії вибуху TNT масою від 13 до 18 кт.

Сполуки, що містять кілька функціональних груп, називають **поліфункціональними** (за таблицею 4.1 наведіть приклад такої сполуки).

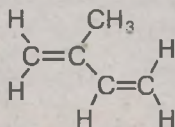
Зверніть увагу: наявність функціональної гідроксильної групи в молекулі етанолу (етилового спирту) зумовлює різницю відмінностей у властивостях порівняно з етаном: значно вищу температуру кипіння, необмежену розчинність у воді, здатність реагувати з натрієм тощо. Це лише один із численних фактів, що підтверджують залежність властивостей речовин від їхнього хімічного складу і будови молекул.

ПРО ГОЛОВНЕ

- ▶ Багатоманітність органічних сполук, явища ізомерії та гомології зумовлені унікальними особливостями атомів Карбону.
- ▶ Будова карбонового ланцюга і функціональні (характеристичні) групи – важливі чинники, що зумовлюють фізичні й хімічні властивості будь-якої органічної сполуки.
- ▶ Класифікація органічних сполук ґрунтується на теорії хімічної будови.
- ▶ Органічні сполуки класифікують за елементним складом, типом карбонового ланцюга, наявністю в ньому одинарних і кратних зв'язків та за функціональними групами.
- ▶ Сполуки, що містять кілька функціональних груп, називають поліфункціональними.
- ▶ Усі класи органічних сполук взаємопов'язані. Перехід від одних класів сполук до інших відбувається переважно внаслідок перетворення функціональних груп без зміни карбонового ланцюга.

Здійсніть самоконтроль

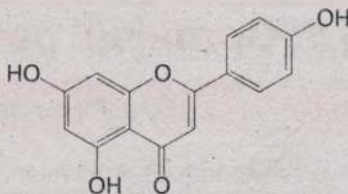
1. Визначте, до якого типу органічних сполук належить мономер натурального каучуку



ізопрен

А ненасичені аліциклічні;
В насичені аліфатичні;

Б ненасичені ациклічні;
Г ненасичені гетероциклічні.

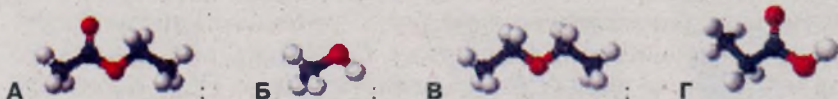


– жов-

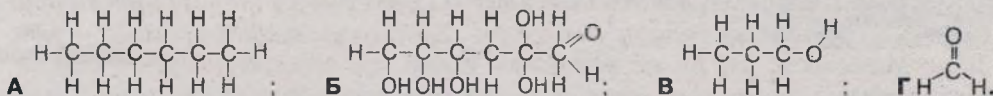
2. Укажіть, які функціональні групи є в **апігеніні** тій кристалічній речовині, що міститься в деяких овочах і фруктах, має протиракові властивості і яку раніше використовували для фарбування вовни:

- А** гідрокси- і аміно-; **Б** гідрокси- і карбонільна;
В карбонільна і аміно-; **Г** карбонільна і карбоксильна.

3. Визначте, яка модель зображує карбонову кислоту:



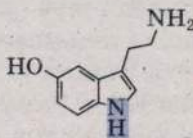
4. Укажіть, яка структурна формула зображує біфункціональну сполуку:



5. *Ягоди журавлини та брусниці багаті на природний консервант – речовину зі структурною формулою . Укажіть, яке твердження щодо її класифікаційної належності є правильним:

- А** насичена карбонова кислота; **Б** циклічний одноатомний спирт;
В ароматична карбонова кислота; **Г** насичений багатоатомний спирт.

6. *Визначте гетероатом і характеристичні групи в молекулі серотоніну – «гормону



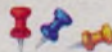
щастя» – за його структурною формулою.

Дізнайтеся, яка органічна речовина у харчових продуктах потрібна для постачання організму серотоніну. За структурною формулою визначте функціональні групи у її складі.

7. *Спираючись на власний повсякденний досвід, наведіть приклади речовин, які широко використовують у побуті і молекули яких містять одну чи кілька карбоксильних функціональних груп. За потреби використайте додаткові джерела інформації.



Творча майстерня



1. Випробуйте себе в ролі журналіста, якому доручили написати для молодіжного журналу науково-популярну статтю про розмаїття органічних речовин і причини цього явища.

2. Структурні формули популярних речовин (дізнайтеся про це більше з додаткових джерел інформації) надихають ювелірів на створення вишуканих прикрас. Уявіть себе дизайнером ювелірних виробів, пригадайте зміст поняття «функціональна група» і створіть колекцію ескізів до виставки «Функціональна краса».

§ 5. Органічні речовини в живій природі

Які органічні речовини є в живій природі?

Опрацювавши цей параграф, ви **зможете пригадати органічні речовини, що є у живих істот, їхню різноманітність і біологічне значення.**

Органічні речовини в живій природі були першими об'єктами дослідження науки, що згодом дістала назву *органічна хімія*. Уперше це поняття ввів шведський науковець Й.Я. Берцеліус (мал. 1.3). У своєму підручнику з хімії (1827) він наголошував, що у живій природі елементи підпорядковані іншим законам, ніж у неживій, тож органічні речовини не можуть утворюватися під впливом звичайних фізичних і хімічних сил, для цього потрібна особлива «життєва сила». Тому органічну хімію Й.Я. Берцеліус визначив, як *хімію рослинних і тваринних речовин*. Аби довести обмеженість цього твердження, досить пригадати відомі вам з основної школи *перші синтези органічних сполук*¹ «in vitro». До того ж, поглянувши навколо, ви пересвідчитесь: чи не на кожному кроці ми використовуємо *синтетичні* органічні речовини, яких у живій природі немає (*наведіть кілька прикладів*).

Однак жива природа з давніх-давен була й залишається невичерпним джерелом органічних речовин, важливість яких неможливо переоцінити. Олії та тваринні жири, різноманітні смолисті, клейкі й цукристі речовини, крохмаль, віск, духмяні есенції, барвники рослинного й тваринного походження ще в другій половині I ст. описав в енциклопедичному творі «Природнича історія» римлянин Гай Пліній-Секунд (*назвіть органічні речовини живої природи, які ви вже вивчали на уроках хімії і біології*).

До сьогодні людство використовує органічні речовини, вироблені живими організмами, аби задовольнити матеріальні потреби, передусім – у харчових продуктах, зручному одязі, комфортному житлі, теплі, дотриманні гігієни, збереженні здоров'я тощо. Доведемо це на прикладі целюлози (*про цей біополімер – головну складову клітинних стінок рослин – ви дізналися в 9-му класі*). Незважаючи на те, що організм людини практично не засвоює целюлозу, вона відіграє важливу роль у харчуванні і підтриманні здоров'я. Світовою медичною спільнотою визнано, що нестача клітковини в раціоні є однією з найважливіших причин погіршення здоров'я і, як наслідок, якості життя. Люди, у харчуванні яких достатньо рослинних продуктів і клітковини, набагато менш схильні до таких захворювань, як рак кишечника, а також надмірна маса тіла й ожиріння.

Водночас саме целюлоза, що міститься в рослинах, є основною поживною речовиною у складі корму для багатьох сільськогосподарських тварин, яких використовують для одержання м'яса, молока, жиру, яєць, вовни, щетини, шкіри, кісток, пуху й пір'я (*назвіть органічні речовини в складі цих продуктів*).

¹Щавлева кислота (Ф. Велер, 1824 р.), сечовина (Ф. Велер, 1828 р.), оцтова кислота (Г. Кольбе, 1845 р.), жир (М. Бергто, 1854 р.), цукристі речовини (О. М. Бутлеров, 1861 р.).

Лляний і бавовняний одяг має високі гігієнічні властивості і привабливий зовнішній вигляд (мал. 5.1).

Вата – складова будь-якої аптечки невідкладної допомоги. Усі ці речі виготовлено з волокон целюлози.

Деревина, головною складовою якої також є целюлоза, – чи не найдавніший вид палива, що й досі не втратив своєї актуальності й привабливості.

Пелети – гранули з відходів деревообробного виробництва, подрібненої соломки, лушпиння соняшнику тощо (мал. 5.2). Теплотворна здатність пелет щонайменше у 1,5 раза більша, ніж у деревини, і порівнянна з вугіллем. Тож недарма в Європі їх вважають паливом для *сталого майбуття*.

Пригадайте: за визначенням Комісії ООН зі сталого розвитку його мета – задовольняти потреби сучасного суспільства, не піддаючи небезпеці можливість майбутніх поколінь задовольняти свої потреби.

Задоволення духовних потреб людини, зумовлених суспільним існуванням, також тісно пов'язане з використанням целюлози. Зокрема, винайдення паперу – важлива історична віха в культурному розвитку людства. Це відразу розширило застосування писемності, яка до цього часу залишалася надбанням лише правителів, їхніх наближених і вузького кола науковців. Хоча наразі листування, читання, спілкування, навчання з використанням паперу поступається місцем електронним книжкам, пошті, зв'язку на основі комп'ютерних технологій, але папір як історичний, суспільний, мистецький, технологічний феномен викликає щире захоплення.



Мал. 5.1. Лляний одяг – гігієнічно й красиво



Мал. 5.2. Пелети – паливо для сталого майбуття



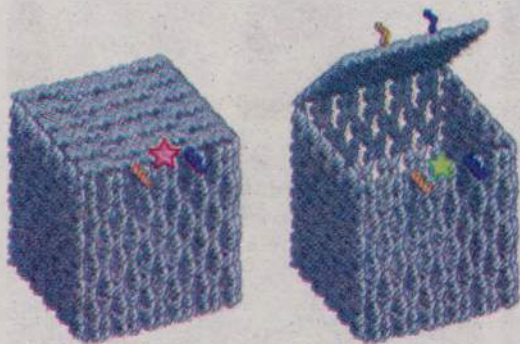
Мал. 5.3. Паперові оригамі-моделі молекул: 1. Кофеїну; 2. ДНК

Дізнайтеся більше... Хто не чув про оригамі (мал. 5.3) – мистецтво складання паперу, започатковане у храмових обрядах Сходу. Воно дотепер дарує радість і красу мільйонам людей в усьому світі. Показово, що в ХХІ столітті техніка оригамі набула зовсім нового змісту. Йдеться про унікальні властивості молекул ДНК (пригадайте: її склад, будову й біологічні функції ви вивчали на уроках хімії в основній школі і біології у 10-му класі).

Пол Ротемунд (Каліфорнійський технологічний інститут, Пасадена, США) 2006 року оприлюднив новий спосіб збирання складних двовимірних наноструктур з молекул ДНК, що ґрунтується на здатності цієї речовини до *самоорганізації*. Дослідники використали природне «стремління» молекул ДНК до формування подвійних спіралей і скручування (згинання) ділянок ланцюга. Причиною цього є різноманітні взаємодії між фрагментами молекул: утворення водневих зв'язків, електростатична взаємодія заряджених функціональних груп тощо. Саме сили міжмолекулярної взаємодії змушують довгий ланцюг ДНК скластися.

Наприкінці 2008 р. міжнародна наукова група, очолювана Йоргеном Кьємсом з Інституту молекулярної біології Університету Орхуса і Данського

національного центру ДНК-нанотехнологій, створила тривимірні «скульптури» з ДНК, що вирізняються жорсткістю стінок і наявністю рухомих деталей. Такі ДНК-скриньки (мал. 5.4) із замками в перспективі можуть бути використані для прицільного транспортування лікарських засобів всередині організму, створення ДНК-комп'ютера, що сам себе збирає. Це яскравий приклад єдності складу, будови та зумовлених ними властивостей і біологічних функцій речовини.



Мал. 5.4. Наноскриньки з молекул ДНК

ПРО ГОЛОВНЕ

- ▶ Жива природа – невичерпне джерело органічних речовин.
- ▶ Хімія живого – один зі стратегічних напрямів розвитку сучасної хімічної науки.

Здійсніть самоконтроль

1. Яка зі сполук належить до органічних речовин живої природи?
А вода; Б глюкоза; В алмаз; Г поліетилен.
2. Яка рослина є головним промисловим джерелом крохмалю?
А ріпак; Б льон; В картопля; Г виноград.
3. Яка рослина є головним промисловим джерелом духмяної есенції?
А троянда; Б капуста; В буряк; Г пальма.
4. Що є головним промисловим джерелом природного барвника бета-каротину?
А цибуля; Б капуста; В яблука; Г морква.
5. Який харчовий продукт найбагатший на білки?
А сало; Б капуста; В риба; Г кетчуп.
6. Яка з речовин здатна до самоорганізації?
А глюкоза; Б ДНК; В ЛСД; Г крохмаль.



Творча майстерня



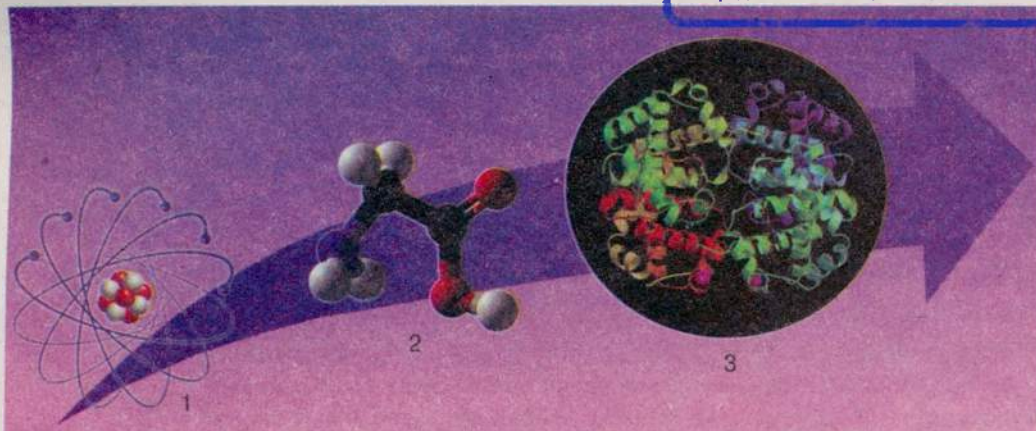
Дізнайтеся, використовуючи різноманітні джерела інформації, про технології оригамі, пап'є-маше, «холодна порцеляна», «цукрова мастика» тощо. Які саме органічні речовини природного походження використовують у них? Індивідуально чи в складі малої навчальної групи створіть свій неповторний виріб за допомоги однієї із цих чи іншої технології. Підготуйте і проведіть для молодших школярів майстер-клас, аби на прикладі органічних речовин живої природи довести справедливості твердження А.П. Чехова: «Хто зазнав насолоду творчості, для того всі інші насолоди вже не існують».

§ 6. Рівні структурної організації органічних речовин

Як класифікують органічні сполуки за рівнями структурної організації?

Опрацювавши цей параграф, ви зможете пригадати молекулярний рівень організації живого, *схарактеризувати значення рівнів організації органічних речовин у живій природі, класифікувати органічні сполуки за рівнями структурної організації.*

Рівні структурної організації органічних речовин тісно пов'язані з рівнями структурної організації хімічної форми руху матерії (мал. 6.1). Зверніть увагу: молекулярний рівень є продовженням атомного і водночас – попередником полімерного рівня. Це свідчить про єдність матеріального світу, зв'язок хімічної форми руху матерії з фізичною (на рівні елементарних частинок) і біологічною (на клітинному рівні).



Мал. 6.1. Рівні структурної організації хімічної форми руху матерії та їхні носії: 1 – атоми, немолекулярні структурні сполуки, приклад – атом Карбону; 2 – молекули, міжмолекулярні структурні сполуки, приклад – молекула амінооцтової (аміноетанової) кислоти; 3 – макромолекули, сітчасті полімери, надмолекулярні структури, приклад – білок гемоглобін

Пригадавши вже вивчені вами органічні речовини (метан і його гомологи, етилен, ацетилен, поліетилен, метанол, етанол і гліцерин, оцтова, амінооцтова, вищі жирні, нуклеїнові кислоти, глюкоза, сахароза, крохмаль, целюлоза, триолеїн, тристеарин, білки), ви легко дійдете висновку, що *рівні структурної організації органічних речовин – молекулярний і полімерний*. Розгляньмо їх докладніше.

Молекулярний рівень організації матерії має низку особливостей. Це ковалентний тип зв'язку між атомами в молекулах, сталий склад молекул і, як наслідок, стала молекулярна маса. Важливою є наявність певної *конфігурації*, що характеризує особливості стійкого взаємного розташування атомів або груп атомів у просторі молекули.

Чому це потрібно знати, з'ясуємо на прикладі з повсякденного життя. Під час технологічної обробки олій, як-от: нагрівання, знебарвлення, дезодорування і гідрування – змінюються конфігурації молекул вищих ненасичених карбонових кислот (мал. 6.2) та їхніх залишків у жирах. Тому з промисловою переробкою олій пов'язана проблема потрапляння до раціону значної кількості *транс*-жирів, що містять залишки елаїдинової кислоти.

Зміна просторової конфігурації молекул біологічно активних речовин зазвичай має фатальні наслідки: ферменти втрачають активність, змінюється склад клітинних мембран, порушуються їхні функції. Тому завсідникам закладів швидкого харчування, любителям чіпсів, майонезу, маргарину тощо варто пам'ятати: якщо замість нормального будівельного матеріалу ви пропонуєте своєму організмові «брак», утворюватимуться дефектні біологічні структури, що даватимуть збій у найрізноманітніших



Мал. 6.2. Моделі молекул речовин складу $C_{17}H_{33}COOH$: 1 – олеїнова кислота ($t_{пл} = 13,5\text{ }^{\circ}C$); 2 – елаїдинова кислота ($t_{пл} = 46,5\text{ }^{\circ}C$) (поміркуйте, чим є ці речовини одна відносно одної)

ситуаціях. Навчитися розпізнавати продукти, під час виготовлення яких використовують гідрогенізовані жири, та вилучати їх з раціону має кожна людина, яка дбає про своє здоров'я і здоров'я своїх нащадків.

З огляду на це не зайвим буде пригадати з торішнього курсу біології, що таке пріони, чому дослідження їх як інфекційно небезпечних білків має не лише медичне, а й загальнобіологічне значення (*зробіть це*).

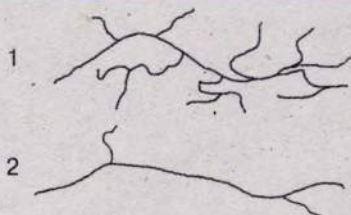
Конфігурації молекул одного й того самого складу можуть також відрізнятися одна від одної як оригінал і його дзеркальне зображення або як права й ліва руки, які дуже схожі між собою, однак не можуть бути суміщені в просторі (мал. 6.3). Навіть якщо хімічні властивості таких речовин однакові, їхня біологічна активність і фізіологічна дія можуть істотно відрізнятися.



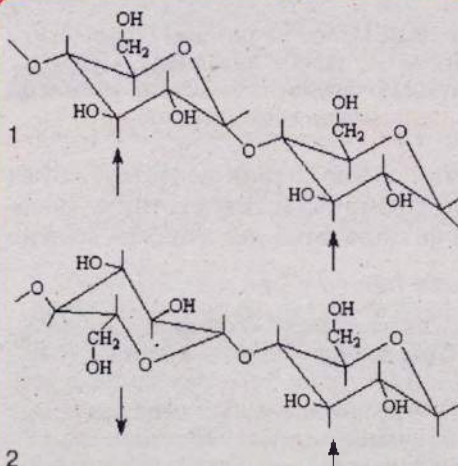
Дізнайтеся більше... У 60-ті роки минулого століття в країнах Європи трапилася так звана талідомідова трагедія. Унаслідок вживання вагітними жінками талідоміду як снодійного і заспокійливого лікарського засобу на світ з'явилося багато немовлят з уродженими каліцтвами. Згодом було виявлено, що препарат містив дві речовини з однаковим складом і хімічними властивостями, але з різною конфігурацією молекул (мал. 6.3). Одна з речовин дійсно справляла очікуваний терапевтичний ефект, а інша спричинила страхітливі вади розвитку.

Однак знання самої лише конфігурації недостатньо для розуміння просторової будови молекул органічних речовин. Часто необхідно знати також їхні *конформації*. Молекули перебувають у безперервному хаотичному русі як єдине ціле, водночас їхні окремі частини одна відносно одної здійснюють обертальні й коливальні рухи. Саме внутрішньомолекулярний рух зумовлює безперервне утворення нових форм – *конформацій*. Зверніть увагу: хімічні зв'язки в молекулах внаслідок цього *не руйнуються*, тобто конфігурація не змінюється. Виконуючи лабораторні дослідження з моделювання молекул парафінів, ви пересвідчилися, що починаючи з етану стає можливим обертання фрагментів молекули навколо одинарного зв'язку C–C. З подовженням карбонового ланцюга (і, відповідно, збільшенням кількості зв'язків, навколо яких можливе обертання) число імовірних і практично існуючих конформацій стрімко зростає. Більше того – у довгих *полімерних* ланцюгах унаслідок внутрішньомолекулярного обертання навколо величезної кількості простих зв'язків відбувається *перехід кількості в нову якість* – появу гнучкості. Однак цим унікальні властивості *високомолекулярних органічних сполук* не вичерпуються і потребують докладнішого розгляду.

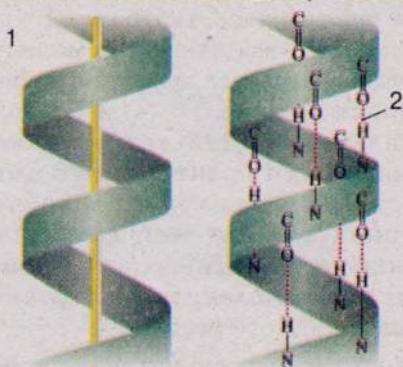
Полімерний рівень організації матерії, як ви вже пересвідчилися на уроках хімії і біології, – царина речовин з особливими властивостями. Багато із цих особливостей подекуди неможливо було б пояснити без введення нових понять.



Мал. 6.4. Схематична будова молекул поліетилену високого (1) і низького (2) тиску



Мал. 6.5. У макромолекулі крохмалю (1) всі повторювані мономерні ланки глюкози зорієнтовані однаково. А в целюлози (2) кожна наступна ланка глюкози повернута на 180° відносно попередньої ланки залишку молекули навколо осі основного ланцюга молекули полімеру



Мал. 6.6. Вторинна структура білка - α-спіраль (1) - зумовлена виникненням водневих зв'язків (2)

У 9-му класі ви довідалися, що молекули поліетилену істотно різняться своєю масою, яка залежить від ступеня полімеризації. Пригадайте: це кількість елементарних структурних ланок у полімерному ланцюзі. Наприклад, надвисокомолекулярний поліетилен з відносною молекулярною масою понад 1 000 000 має підвищені експлуатаційні властивості. Температурний інтервал його використання від -260 до $+120$ °C. Він має низький коефіцієнт тертя, високу зносостійкість, стійкість до розтріскування, хімічно стійкий у найагресивніших середовищах. Зауважимо: відносні молекулярні маси білків і нуклеїнових кислот - сталі величини.

Розгалуженість молекул цього найпоширенішого полімеру і, як наслідок, властивості залежать від умов синтезу. У поліетилені високого тиску розгалуженість ланцюгів становить 15-25 відгалужень на 1000 атомів Карбону в ланцюзі, а в поліетилені низького тиску - лише 3-6 відгалужень (мал. 6.4). Тому густина, температури розм'якшення й плавлення, ступінь кристалічності поліетилену з розгалуженим ланцюгом менші, ніж поліетилену низького тиску, спосіб полімеризації якого зумовлює малу розгалуженість.

Відмінностями в будові, ступені полімеризації, розгалуженості й регулярності полімерних ланцюгів крохмалю й целюлози (мал. 6.5) зумовлені й відмінності в їхніх властивостях і застосуванні.

Так само, як і в низькомолекулярних органічних сполук, характерною ознакою полімерів є ковалентні зв'язки. Водночас особливого значення набувають міжмолекулярні зв'язки, зокрема - водневі. Пригадайте, завдяки їм підтримується і вторинна структура білка - α-спіраль (мал. 6.6), і подвійна спіраль молекули ДНК.

Ці та інші складні конформаційні форми є характерною ознакою полімерного рівня організації органічних речовин.

Речовини полімерної будови – білки й нуклеїнові кислоти – місток для переходу від неживої природи до живої. Саме особливості їхньої просторової будови зумовлюють біологічні функції, властиві живим організмам.

■ ПРО ГОЛОВНЕ

- ▶ Рівні структурної організації органічних речовин – молекулярний і полімерний.
- ▶ Молекулярний рівень є продовженням атомного і переходить у полімерний рівень структурної організації матерії.
- ▶ Полімерний рівень структурної організації хімічної форми руху матерії є предтечею клітинного рівня біологічної форми руху.
- ▶ Зв'язок хімічної форми руху матерії з фізичною здійснюється на рівні елементарних частинок; з біологічною формою руху – на клітинному рівні.

Здійснить самоконтроль

1. Розташуйте рівні структурної організації матерії за зростанням складності.
А полімерний; **Б** молекулярний; **В** клітинний; **Г** атомний.
2. Який об'єкт належить до молекулярного рівня структурної організації матерії?
А етанол; **Б** атом Оксигену; **В** натрій хлорид; **Г** РНК.
3. Укажіть, які рівні структурної організації притаманні органічним речовинам.
А атомний і молекулярний; **Б** атомний і полімерний;
В молекулярний і полімерний; **Г** полімерний і клітинний.
4. Яка ознака притаманна речовинам молекулярного рівня структурної організації?
А стала молекулярна маса; **Б** змінний склад;
В йонний зв'язок; **Г** сітчаста будова.
5. Що визначає масу молекули полімеру?
А міжмолекулярні зв'язки; **Б** внутрішньомолекулярні зв'язки;
В ступінь розгалуженості; **Г** ступінь полімеризації.
6. Наведіть приклади природних органічних речовин молекулярного рівня структурної організації, які ви широко використовуєте у повсякденному житті.
7. Порівняйте характерні ознаки молекулярного і полімерного рівнів структурної організації речовин. Відповідь оформіть (за власним вибором) як таблицю або діаграму Вена.
8. *«Ну то що, Кицюню, хочеш пожити в Задзеркальній квартирі? Цікаво, чи давали б тобі там молока? Хоча, може, задзеркальне молоко й не питне... Отакої, Кицюню...» (Л. Керролл. Аліса в Країні чудес. Аліса у Задзеркаллі). А як вважаєте ви, чи придатне таке молоко для вживання? Аргументуйте вашу думку.

Творча майстерня

Не поодинокими є випадки, коли видатні досягнення в галузі медицини, науки і техніки були передбачені фантастами. Неймовірні речі і технології, описані в науково-фантастичних романах, згодом ставали реальністю буденного життя. Напишіть коротке науково-фантастичне оповідання, сюжет якого пов'язаний зі здатністю молекули ДНК до самоорганізації.

§ 7. Природні джерела органічних речовин

Які природні джерела органічних речовин? Чи відновлювані вони? Чим подібні і відрізняються природний і супутній нафтовий газ, для чого їх використовують?

Опрацювавши цей параграф, ви **пригадаєте ознаку класифікації органічних речовин на природні й синтетичні**, зможете **назвати найважливіші природні джерела органічних сполук**.

Природні джерела органічних речовин, відомі вам з курсів природознавства, хімії, географії, легко пригадати за схемою (мал. 7.1). Природний і супутній нафтовий газ, нафта, кам'яне і буре вугілля, торф і горючі сланці – найважливіші природні джерела *вуглеводневої* сировини. З неї за допомогою органічного синтезу одержують найрізноманітніші органічні сполуки. Зауважимо: *вуглеводнева сировина – вичерпний природний ресурс*.

Зверніть увагу: щорічний видобуток нафти, газу і кам'яного вугілля становить трохи більше 1 % від органічних сполук, що їх синтезує біомаса. Ресурси *рослинної біомаси* постійно поновлюються внаслідок *фотосинтезу*. Тож вони є важливим сировинним джерелом для добування безлічі органічних речовин і матеріалів, зокрема волокон, плівки і пластиків.



Мал. 7.1. Природні джерела органічних речовин. 1. Природний і супутній нафтовий газ. 2. Нафта. 3. Кам'яне вугілля. 4. Буре вугілля. 5. Торф. 6. Горючі сланці. 7. Рослинна сировина. 8. Сировина тваринного походження



Мал. 7.2. Лауреати Нобелівської премії з хімії за 2008 рік: 1 – Осаму Сімомура; 2 – Мартін Чалфі; 3 – Роджер Цянь

Спектр органічних речовин, які видобувають з рослинної і тваринної сировини, досить широкий. Це вуглеводні, багатоатомні спирти, карбонові кислоти, естери, жири, вуглеводи, речовини білкової природи, вітаміни, барвники, різноманітні поліфункціональні органічні сполуки. Багато з них є біологічно активними речовинами.

Виснаження світових запасів природного газу і нафти, прагнення країн до енергетичної незалежності зумовлює підвищений інтерес до альтернативного пального з відновлюваних джерел. Йдеться, зокрема, про біодизельне паливо, яке виготовляють з технічних олій – соняшникової, кукурудзяної, соєвої, ріпакової.

Незважаючи на успіхи синтетичної органічної хімії, рослинна і тваринна сировина була і залишається безцінним джерелом речовин з фантастичними властивостями. Приміром, Нобелівську премію з хімії 2008 року одержали науковці (мал. 7.2), які з морських медуз роду *Aequorea* виділили білок GFP й дослідили його. Зелений флуоресцентний білок дав змогу спостерігати чимало прихованих процесів і структур, наприклад ріст і характер зв'язків нейронів, поширення ракових клітин в організмах лабораторних тварин.

Рослини «рятують людство» від цукрового діабету (*не зволікайте, переверте рівень глюкози в крові!*). Канадські науковці розробили й успішно апробували технологію одержання людського гормону інсуліну із зерен генетично модифікованого дикого шафрану (сафлору). Із цієї рослини також добувають олію й природні барвники.

Однак обсяги продуктів переробки рослинної і тваринної сировини поки ще поступаються обсягам органічних речовин, які одержують з *корисних копалин*. Тож розгляньмо докладніше деякі найважливіші природні джерела вуглеводнів.

Природний газ – суміш, що утворилася в земних надрах унаслідок низки різноманітних хімічних реакцій¹. Виходи природного газу на поверхню відомі людству з давніх-давен (мал. 7.3).

¹Існують дві протилежні версії походження покладів нафти і газу: неорганічна та органічна. Є вагомі аргументи на користь кожної з них. Компоненти нафти і газу могли утворитися як з решток відмерлих рослин і мікроорганізмів, так і з неорганічних сполук за високої температури і тиску у верхніх шарах мантиї в надрах Землі.



Мал. 7.3. У 30 км на північний схід від Баку (Азербайджан) розташоване селище Сурахани з унікальним храмовим комплексом вогнепоклонників Атешгях (XVII–XVIII ст., перші споруди датують II ст. до н. е.) – місцина «священих вогнів» – палаючих виходів природного газу

Величезні поклади природного газу накопичено в осадових відкладеннях літосфери. У другій половині минулого століття науковці Російського державного університету нафти і газу імені І.М. Губкіна виявили природні газогідрати (газові клатрати). Це сполуки метану з водою, зовні схожі на підталий лід. За атмосферного тиску вони стійкі лише до -4°C . У внутрішніх порожнинах кристалічних ґраток клатратів, побудованих з молекул води, містяться молекули газу, що утворює гідрат. Незаповнені газом ґратки існувати не можуть, на відміну від льоду. Згодом було встановлено наявність величезних покладів природного газу в цьому стані як на су-

ходолі під землею, так і неглибоко під морським дном.

Дізнайтеся більше... В Україні 1993 р. було прийнято програму «Газогідрати Чорного моря», що передбачала великі обсяги геологічних досліджень і робіт зі створення конструкції і технології для вилучення газу з метаногідратів. 2010 р. спільна українсько-німецька наукова експедиція виявила поблизу Севастополя в українській економічній зоні Чорного моря величезні поклади газогідратів, що містять великі обсяги природного газу. За оцінками науковців, його запаси можуть становити від 1,4 до 300 трлн м^3 .

Природний газ добувають із земельних надр за допомоги свердловин. Він виходить звідти внаслідок значної відмінності між атмосферним тиском і тиском у газоносному пласті (*де тиск вищий?*). У природному газі масова частка метану сягає 98 %. Решту становлять етан, пропан, бутан, водень, сірководень, вуглекислий газ (карбон(IV) оксид), азот, гелій, аргон, водяна пара (*запишіть хімічні формули цих речовин*).

Дізнайтеся більше... ДК «Укргазвидобування» 2010 р. ввела в експлуатацію 90 свердловин. Основні бурові роботи проводять на Кобзівському (Харківська обл.) і Яблунівському (Полтавська обл.) родовищах.

Уже в XIX столітті природний газ використовували в перших світлофорах, вулиці й помешкання освітлювали газовими лампами. У середині минулого століття в Інституті газу НАН України група науковців і технологів під керівництвом академіка М.М. Доброхотова виконала роботи з використання природного газу для інтенсифікації сталеплавильного виробництва. Були розроблені наукові основи переведення мартенівських печей з опалення сумішшю коксового та доменного газів і мазуту на природний газ. Природний газ і дотепер широко використовують як висококалорійне екологічно чисте паливо.

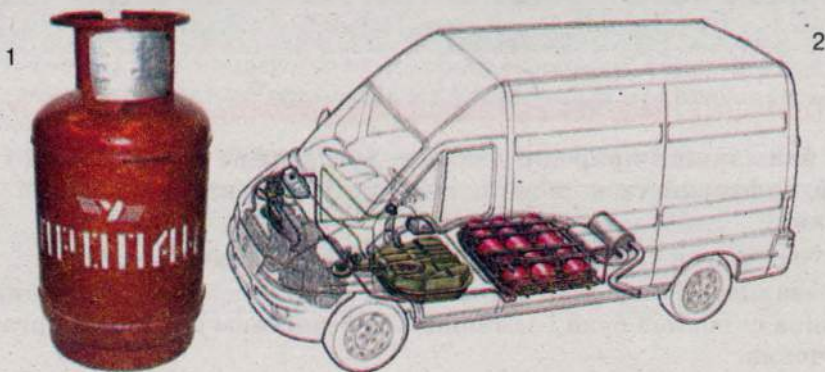
Дізнайтеся більше... Перший в Україні газовий завод для освітлення вулиць запрацював 1858 р. у Львові. Вісім років по тому газові ліхтарі засвітили в Одесі, 1871 р. – у Харкові. 2 листопада 1872 р. вулиці Києва також почали регулярно освітлювати газовими ліхтарями. Газ підвели до пам'ятника св. Володимиру. Сяючий над містом хрест був дороговказом для мандрівників.

Водночас у хімічній промисловості природний газ – вихідна сировина для отримання різних органічних речовин і матеріалів на їх основі, наприклад пластмас.

Супутній нафтовий газ розчинений у нафті і виділяється з неї внаслідок зниження тиску під час підйому на земну поверхню. У газонафтових родовищах нафта масою 1 т містить супутній газ об'ємом близько 30–300 м³. Склад супутнього нафтового газу відрізняється від складу природного газу меншим вмістом метану, підвищеним вмістом етану, пропану, ізомерів складу C₄H₁₀ і C₅H₁₂ (*запишіть структурні формули цих речовин*) і алканів з більшою молекулярною масою (*наведіть кілька прикладів*).

Супутній нафтовий газ виокремлюють з нафти сепарацією, що відбувається в кілька стадій. Пригадайте, сепарація – відокремлення однієї речовини від іншої, розділення сумішей різнорідних частинок твердих матеріалів, сумішей рідин різної густини, емульсій, суспензій твердих часток або крапельок у газі чи парі. Унаслідок сепарації компоненти, що розділяють, не змінюють свого хімічного складу.

Спочатку відокремлюють рідкі легкокиплячі вуглеводні – пентан, гексан тощо. Це так званий газовий бензин (газолін) – добавка до звичайних бензинів для ліпшого їхнього займання під час запуску двигуна. Потім вилучають пропан-бутанову суміш, якою під тиском заповнюють балони і використовують як паливо. «Сухий газ», що залишився по тому, складається переважно з метану і також є паливом. Звичним атрибутом сучасного життя стали легкові й вантажні автомобілі, що працюють на стиснутому або скрапленому газі¹ (мал. 7.4).



Мал. 7.4. 1. Скраплений пропан – енергоносіє для побутових газових плит, колонок, пальників. 2. Стиснутий метан – автомобільне паливо

¹Існують два основні типи автомобільних газових установок: для стиснутого газу (метану) і для скрапленого (пропан-бутану). Балони для стиснутого газу – товстостінні, що витримують високий тиск. Вони набагато важчі за тонкостінні балони для скрапленого газу.

Можливості використання супутнього газу значно ширші, ніж природного. Адже, крім метану, він містить багато інших вуглеводнів, тому хімічною переробкою із супутнього нафтового газу можна добути більше різноманітних органічних сполук.

Однак найчастіше супутній нафтовий газ використовують на місцях як паливо. Його обсяг зазвичай перевищує місцеві потреби, тож надлишок згорає у факелах – пристроях для спалювання природних горючих газів, утилізація яких технічно неможлива або економічно не вигідна. Це призводить до втрати цінної хімічної сировини і значних викидів твердих речовин, забруднювачів, вуглекислого газу і недопаленого метану (*пригадайте, чому вуглекислий газ і метан називають парниковими газами*). Окрім того, до атмосфери потрапляють оксиди Сульфуру і Нітрогену (*який хімічний характер цих оксидів? Яке екологічне лихо зумовлене їхніми викидами?*). Унаслідок спалювання супутнього нафтового газу в повітрі також зростає концентрація амоніаку, сірководню, чадного газу (*запишіть їхні хімічні формули; поясніть, чим небезпечні ці речовини*), відбувається хімічне і теплове забруднення довкілля.

Оптимальний варіант використання супутнього нафтового газу залежить від розміру родовища. Для малих родовищ найбільш привабливим є вироблення електроенергії у малих масштабах для власних промислових потреб і потреб інших місцевих споживачів. Найбільш ефективний спосіб утилізації супутнього нафтового газу середніх родовищ – його хімічна переробка. Для великих родовищ найдоцільнішим є генерування електроенергії на потужній електростанції з подальшим оптовим продажем до енергосистеми.

Дізнайтеся більше... З 1997 р. Україна є Стороною Рамкової конвенції ООН про зміну клімату, а з 2004 р. – Стороною Кіотського протоколу, які визначають систему заходів, спрямованих на стабілізацію концентрації парникових газів з метою уникнення небезпечного антропогенного впливу на кліматичну систему.

■ ПРО ГОЛОВНЕ

- ▶ Найважливіші природні джерела вуглеводнів – природний і супутній нафтовий газ, нафта, кам'яне і буре вугілля, торф і горючі сланці.
- ▶ Вуглеводнева сировина – вичерпний природний ресурс.
- ▶ Незважаючи на успіхи синтетичної органічної хімії, рослинна і тваринна сировина була і залишається безцінним джерелом органічних речовин.
- ▶ У природному газі масова частка метану сягає 98 %.
- ▶ Склад супутнього нафтового газу відрізняється від складу природного газу меншим вмістом метану, підвищеним вмістом його гомологів.
- ▶ Оптимальний варіант використання супутнього нафтового газу залежить від розміру родовища.



Здійснить самоконтроль

- Назвіть відновлюваний природний ресурс:
А нафта; **Б** природний газ; **В** рослинна біомаса; **Г** вугілля.
- Укажіть компонент, уміст якого в природному газі найбільший:
А метан; **Б** бутан; **В** водяна пара; **Г** сірководень.
- Які вуглеводні є головним компонентом газового бензину?
А метан і етан; **Б** пропан і бутан; **В** пентан і гексан; **Г** гептан і октан.
- Яка речовина є головною складовою «сухого газу», що утворюється внаслідок сепарації супутнього нафтового газу? Укажіть її хімічну формулу.
А C_5H_{12} ; **Б** C_2H_2 ; **В** CH_4 ; **Г** C_2H_4 .
- Концентрація якої речовини в повітрі зростає внаслідок спалювання супутнього нафтового газу? Укажіть її хімічну формулу.
А O_2 ; **Б** N_2 ; **В** CO ; **Г** CaO .
- Порівняйте склад і застосування природного і супутнього нафтового газів. Відповідь оформіть (за власним вибором) як таблицю або діаграму Вена.
- Назвіть два найважливіші способи використання природного і супутнього нафтового газів. Поясніть, який зі способів ви вважаєте більш доцільним.
- Поясніть, для чого до побутового газу добавляють речовини з неприємним різким запахом.
- Нанесіть на контурну карту найважливіші газові родовища України.
- *Запишіть рівняння реакцій, що відбуваються внаслідок спалювання природного і супутнього нафтового газів і потрапляння продуктів згоряння до атмосфери.
- *Пригадайте курс хімії 10-го класу і поясніть: 1) як можна вилучити з природного і супутнього нафтового газів: а) водяну пару; б) сірководень; 2) як очистити продукти спалювання природного і супутнього нафтового газів від оксидів Нітрогену, Сульфуру, чадного газу, амоніаку. Ілюструйте свою відповідь хімічними рівняннями.




Творча майстерня



1. Використовуючи різноманітні джерела інформації, підготуйте презентацію на одну з тем: «Історія газової промисловості України», «Як моя родина використовує природний газ».

2. Заповніть таблицю «Біодизельне пальне: за і проти» за зразком:

§ 8. Нафта і нафтопродукти

Які речовини входять до складу нафти і як їх з неї виокремлюють? Що таке нафтопродукти і для чого їх застосовують? Що характеризує октанове число?

Опрацювавши цей параграф, **ви пригадаєте, що таке** емульсія, для чого **застосовують** дистиляцію (перегонку); **зможете описати** склад і властивості нафти, процес і продукти її перегонки, **схарактеризувати** детонаційну стійкість бензину.

Нафта (від грец. – спалахувати, займатися) – корисна копалина, горюча олійста рідина (мал. 8.1), поширена в осадовій оболонці Землі. У її складі виявлено понад 1000 органічних і неорганічних речовин. Це багатокомпонентна суміш, головна складова якої – вуглеводні (насичені, ненасичені, циклопарафіни, ароматичні). Також до складу нафти входять оксигено-, нітрогено- і сульфуровмісні сполуки.

Властивості нафти – колір, густина, в'язкість, температура тверднення, запах тощо – залежать від її складу. Тож зразки нафти з різних родовищ можуть істотно відрізнятися один від одного (*які ще приклади з органічної хімії, що ілюструють перехід кількісних змін у якісні, вам відомі?*). Приміром, колір нафти в тонкому шарі зумовлений кількістю асфальтово-смолистих речовин і може набувати відтінків від жовтуватого до темно-коричневого аж до чорного.

Густина нафти менша за густину води, вона не розчиняється в ній, тож нафта спливає на поверхню. Однак емульсія нафти з водою досить стійка, це призводить до чималих фінансових втрат через ускладнення транспортування трубопроводом і забруднення доквілля стічними водами нафтопромислів.

Під час виходу з пласта нафта містить завислі частинки гірських порід, воду, розчинені солі й гази. Ці домішки спричиняють корозію устаткування й неабиякі складнощі в транспортуванні та переробці нафтової сировини. Тому із сирової нафти видаляють воду, механічні домішки, солі та осад твердих вуглеводнів. Також відокремлюють супутній газ і найбільш леткі компоненти нафти. Якщо цього не зробити заздалегідь, цінну сировину буде втрачено на шляху до нафтопереробного заводу.

Перегонка нафти – спосіб її переробки, що ґрунтується на відмінності в температурах кипіння компонентів цієї суміші. Неабияку увагу питанням нафтоперегонки в 60–70-х роках XIX ст. приділяв Д.І. Менделєєв. Він, зокрема, розробив принцип її безперервної дробної перегонки. Під його наглядом було виготовлено установку, за допомогою якої науковець випробовував нову технологію. 1886 р. російський інженер В.Г. Шухов (мал. 8.2) запатентував «апарат для безперервної дробної перегонки нафти». Це був технічний переворот, що дав змогу не тільки істотно підвищити продуктивність нафтоперегінних заводів, але і глибше здійснювати розділення нафти, тим самим набагато підвищити ступінь її використання.

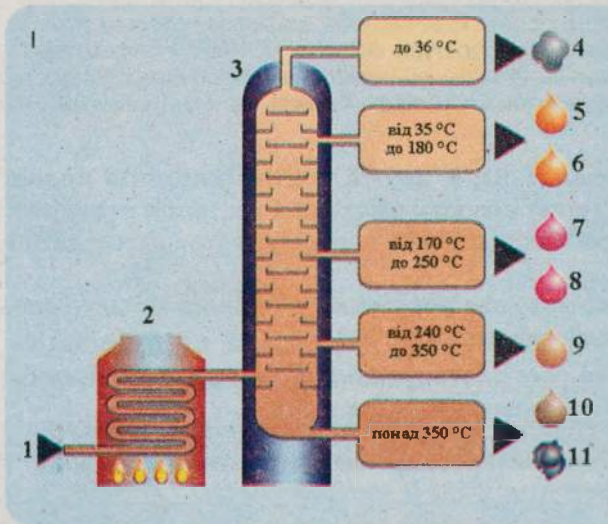


Мал. 8.1. Нафта

Мал. 8.2. Шухов Володимир Григорович (1853–1939). Російський інженер-винахідник. Уперше в світі здійснив промислове факельне спалювання рідкого палива за допомогою винайденої ним форсунки, що забезпечило ефективне спалювання мазуту, який раніше вважали відходом нафтопереробки. Здійснив розрахунки і керував будівництвом першого в Росії нафтопроводу. Розробив і запатентував промислову установку для перегонки нафти з розкладанням на фракції під впливом високих температур і тиску. На межі 1900-х років інженер плідно працював в Україні. Сталеву ажурну сітчасту вежу в м. Миколаєві, унікальний Станіславо-Адзигольський маяк поблизу села Рибальче Голопристанського району Херсонської області побудовано за його проектом



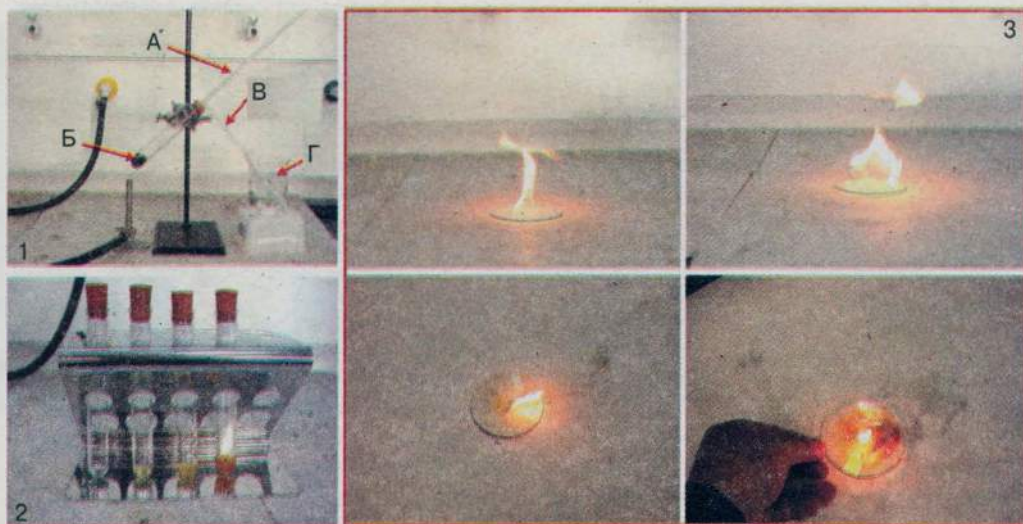
Перегонку нафти (мал. 8.3) зазвичай здійснюють у кілька стадій. Унаслідок одноступінчастої перегонки за атмосферного тиску одержують світлі нафтопродукти: бензин; гас; газойль, або дизельне пальне; у залишку – мазут. Двоступінчаста (атмосферно-вакуумна) перегонка потребує не менше



Мал. 8.3. I. Установка для фракційної перегонки нафти за атмосферного тиску: 1 – сира нафта; 2 – трубчаста піч для попереднього підігрівання нафти; 3 – ректифікаційна колона – спеціальна установка, у якій повторюють цикли конденсації й випаровування рідких компонентів нафти. На горизонтальних перетинках з отворами (тарілках) відбувається конденсація фракцій нафти. На більш високих тарілках накопичуються низькокиплячі фракції, на нижніх – висококиплячі.

Продукти перегонки нафти: 4 – газовий бензин; 5 – лігроїн; 6 – газолін; 7 – гас; 8 – реактивне пальне; 9 – дизельне пальне; 10 – мазут; 11 – гудрон (це спрощена схема. Температурні інтервали і продукти залежать від умов конкретного виробництва. Для перегонки нафти зазвичай використовують п'ять ректифікаційних колон, у яких послідовно виокремлюють різноманітні нафтопродукти).

II. Промислові ректифікаційні колони великої потужності – споруди 40–60 м заввишки і діаметром 3–6 м



Мал. 8.4. Перегонка нафти: 1. Прилад для перегонки нафти: А – термометр; Б – пробірка зі скловатою, просоченою сировою нафтою; В – Г-подібна газовідвідна скляна трубка; Г – вода з льодом, у яку занурено пробірку-приймач. 2. Фракції, зібрані за чотирьох різних температур (розташовані за зростанням температури кипіння). 3. Низькотемпературні фракції перегонки нафти горять без кіптяви. Зі збільшенням довжини карбонового ланцюга зростає температура кипіння складових нафти. Ці фракції горять кіптявим полум'ям

двох ректифікаційних колон (мал. 8.3). У другій ректифікаційній колоні вакуумною перегонкою з мазуту отримують мастила і залишок – гудрон. Добуті ректифікацією нафтопродукти хімічно переробляють. Докладніше про це буде у § 10.

Розділення нафти на фракції методом перегонки ви також можете спостерігати в шкільній хімічній лабораторії (мал. 8.4).

Продукти перегонки нафти та їхнє застосування відомі чи не кожному. Докладніше дізнатися про них ви зможете з таблиці 8.1.

Таблиця 8.1. Склад і застосування продуктів перегонки нафти

Назва	Хімічний склад (число атомів Карбону у ланцюзі)	Температура кипіння, °C	Застосування
Ректифікаційні гази (газовий бензин)	1–4	≈ 40	Сировина в нафтохімії, на заводах органічного синтезу, а також для компаундування ¹ автомобільного бензину
Газолін	5–7	36–180	Розчинник олійстих, смолистих органічних речовин, пальне в карбюраторних двигунах

¹Одержання бензину з наперед заданими властивостями шляхом його змішування з іншими бензинами.

Назва	Хімічний склад (число атомів Карбону у ланцюзі)	Температура кипіння, °C	Застосування
Лігроїн	8–14	150–180	Пальне в карбюраторних і дизельних двигунах, розчинник в лакофарбовій промисловості, гідралічна рідина в деяких приладах
Гас, реактивне пальне	12–18	180–250	Реактивне пальне, горючий компонент рідкого ракетного палива, пальне для виробництва скла і фарфору, у побутових нагрівальних і освітлювальних приладах, в апаратах для різання металів. Розчинник, сировина для нафтопереробної промисловості. Замінник зимового і арктичного дизпалива для дизельних двигунів
Дизельне пальне (газойль)	18–25	240–350	Пальне для залізничного, водного, автомобільного транспорту, сільськогосподарської техніки, котелень. У чинбарстві для просочення шкір, у складі мастильно-охолоджувальних і гартувальних рідин під час механічного і термічного оброблення металів
Мазут	Понад 20	Понад 350	Паливо для парових котлів, котельних установок і промислових печей, сировина для виробництва важкого моторного палива, гудрону, бітуму, вазеліну, парафіну
Гудрон	Вищі вуглеводні	Понад 500	Виробництво дорожніх, покрівельних і будівельних бітумів, малозольного коксу, мастил, мазуту, горючих газів і моторних палив

Ознайомтеся зі зразками продуктів перегонки нафти, виконавши лабораторний дослід.

Лабораторний дослід 2



Ознайомлення зі зразками нафтопродуктів

Уважно роздивіться видані вам зразки нафтопродуктів. Зверніть увагу на їхній зовнішній вигляд, агрегатний стан, колір, в'язкість. Схарактеризуйте кожний зі зразків, зазначте спосіб його добування і галузі застосування. Звіт оформіть як таблицю або в довільній формі.

Дізнайтеся більше... Першу газову лампу бачив у Багдаді і описав перський науковець-енциклопедист алхімік Ар-Разі (IX ст.).

1853 р. львівські аптекарі і підприємці Ігнатій Лукасевич і Йоган Зег методом фракційної дистиляції добули з нафти гас. Вони отримали привілей від австрійського цісарського бюро на запропонований ними спосіб очищення нафтових дистилятів. Так було започатковано світову нафтову промисловість, а Галичина посіла третє місце у світі з нафтовидобутку після Росії і США.

У той самий час майстер-бляхар Адам Братковський виготовив першу в світі газову лампу. За такого освітлення лікар Заорський вперше виконав уночі невідкладну хірургічну операцію у львівському крайовому шпиталі на Личакові.

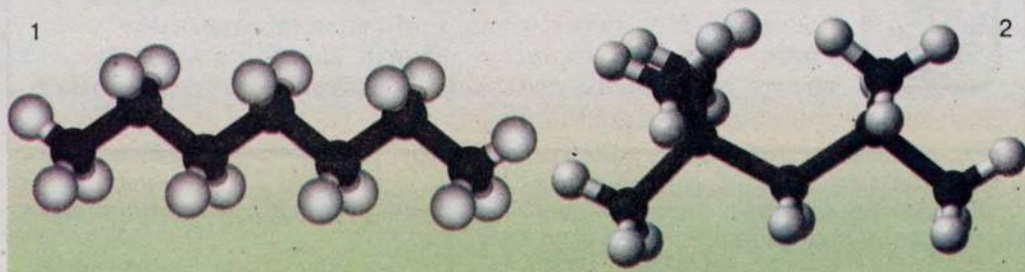
Детонаційна стійкість бензину характеризує здатність вуглеводнів у його складі протистояти самозайманню за стискання. Це найважливіша *кількісна характеристика палива*, за якою визначають його сортність і застосовність у двигунах різних конструкцій.

Висока детонаційна стійкість бензинів зумовлює їхнє рівномірне згоряння за всіх режимів експлуатації двигуна. Унаслідок стиснення паливно-повітряної суміші температура і тиск зростають, розпочинається окиснення вуглеводнів, яке пришвидшується після займання палива. Якщо вуглеводні незгорілої частини палива недостатньо стійкі до окиснення, вони зазнають вибухового розпаду – «детонаційного згоряння», «детонації».

Октанове число – параметр, що характеризує детонаційну стійкість бензину і моторних мастил.

Перегрівання, пришвидшення зношуваності двигуна аж до виникнення місцевих руйнувань – прикрі наслідки детонації. Її характерна ознака – різкий специфічний звук, зменшення потужності і зростання задимленості вихлопу. Виникнення детонації зумовлене складом бензину і конструктивними особливостями двигуна.

У 30-х роках минулого століття було створено спеціальну шкалу детонаційної стійкості. За стандарт у ній вибрано гептан нерозгалуженої будови і 2,2,4-триметилпентан – один з ізомерів октану (мал. 8.5). Суміш пари гептану з повітрям унаслідок сильного стиснення легко детонує, тож якість гептану як палива прийнято за нуль. Унаслідок розгалуженості карбонового ланцюга ізооктан стійкий до детонації, тому його якість як палива узятю за 100. Детонаційну стійкість бензину порівнюють зі стійкістю стандартних сумішей. Приміром, бензин з октановим числом 98 (мал. 8.6) має таку саму детонаційну стійкість, що й стандартна суміш, об'ємна частка ізооктану в якій становить 98 % (яка об'ємна частка *n*-гептану в стандартній суміші з октановим числом 95?).



Мал. 8.5. Кулестержневі моделі молекул: 1 – *n*-гептан; 2 – ізооктан (зобразіть карбонові ланцюги цих вуглеводнів, запишіть термохімічні рівняння реакцій їхнього повного окиснення)

Мал. 8.6. Автомобільні бензини позначають літерою «А» і відповідними октановими числами



Бензин, який отримують з нафти прямою перегонкою, має низьке октанове число (41–56). Для підвищення антидетонаційної стійкості до бензину вводять високооктанові компоненти, зокрема ароматичні вуглеводні з коротким розгалуженим бічним ланцюгом, суміш насичених вуглеводнів розгалуженої будови.

Також октанове число підвищується внаслідок добавляння антидетонаторів. Незважаючи на ефективність, багато із цих речовин нині заборонені до використання¹, оскільки є канцерогенами і спричиняють забруднення довкілля сполуками важких металів, передусім – Плюмбуму.

ПРО ГОЛОВНЕ

- ▶ **Нафта** – багатокомпонентна суміш, головна складова якої – вуглеводні.
- ▶ **Перегонка нафти** – спосіб її переробки, що ґрунтується на відмінності в температурах кипіння компонентів цієї суміші.
- ▶ **Детонаційна стійкість бензину** характеризує здатність вуглеводнів у його складі протистояти самозайманню за стискання.
- ▶ **Октанове число** – параметр, що характеризує детонаційну стійкість бензину і моторних мастил.
- ▶ **Детонаційну стійкість бензину** порівнюють зі стійкістю стандартних сумішей, що складаються з н-гептану й ізооктану.
- ▶ Для підвищення антидетонаційної стійкості до бензину вводять високооктанові компоненти й антидетонатори.

Здійсніть самоконтроль

1. Укажіть головну складову нафти:

А спирти; **Б** вуглеводи; **В** жири; **Г** вуглеводні.

2. Укажіть, на чому ґрунтується нафтоперегонка:

А однакова густина складових;

Б різна густина складових;

В відмінності в температурах кипіння компонентів;

Г однакова температура кипіння компонентів.

3. Який апарат використовують для перегонки нафти?

А ректифікаційну колону; **Б** колону синтезу; **В** циклон-апарат; **Г** контактний апарат.

4. Розташуйте продукти перегонки нафти за зростанням температури кипіння:

А газовий бензин; **Б** дизельне пальне; **В** гас; **Г** лігроїн.

¹У Євросоюзі використання бензину, що містить сполуку Плюмбуму, було заборонено 2000 р. Наразі для підвищення октанового числа бензину використовують етанол і деякі інші оксигеновмісні органічні речовини.

5. Розташуйте продукти перегонки нафти за зменшенням довжини карбонового ланцюга вуглеводнів у їхньому складі:

А гудрон; **Б** газолін; **В** гас; **Г** мазут.

6. Укажіть, що характеризує октанове число бензину:

А вміст Карбону; **Б** густину; **В** детонаційну стійкість; **Г** вміст октану.

7. Укажіть вуглеводні, вибрані еталонами для створення шкали детонаційної стійкості:

А октан й ізогептан; **Б** ізооктан і гептан; **В** гептан й ізогептан; **Г** октан й ізооктан.

8. Нанесіть на контурну карту найважливіші нафтові родовища України.

9. Заповніть таблицю за зразком:

Нафта і нафтопродукти		
Що я знав (знала) з книжок, періодичної преси, TV, інтернет-джерел тощо	Що дізнався (дізналася), опрацювавши параграф	Про що хочу дізнатися

10. *Одинадцятикласниця Марійка, виконуючи домашнє завдання з хімії, писала реферат про детонаційну стійкість пального. Під час пошуку інформації їй трапилися терміни «октанове число» і «цетанове число». Комп'ютерна програма автоматичної перевірки орфографії замінила прикметник «цетанове» на «метанове». З'ясуйте, які із цих означень правильні, і розтлумачте їх.



Творча майстерня



Дізнайтеся: а) що зображено на мініатюрі з Мадридського рукопису «Хроніки» Іоанна Скілиці (мал. 8.7); б) як Берта Бенц змінила світ; в) герб якого міста зображено на малюнку 8.8. Підготуйте стислі повідомлення із цих питань.



Мал. 8.7. Мініатюра з Мадридського рукопису «Хроніки» Іоанна Скілиці



Мал. 8.8. Герб одного з українських міст

§ 9. Кам'яне вугілля, продукти його переробки. Паливо

Що таке кам'яне вугілля і для чого його застосовують? Чим склад кам'яного вугілля відрізняється від складу нафти? Які продукти хімічної переробки вугілля і для чого їх використовують? Які види палива важливі для енергетики України і чому?

Опрацювавши цей параграф, **ви пригадаєте** органічні сполуки різних класів, поняття про органічні полімери і біомасу, **зможете описати** походження, склад і властивості кам'яного вугілля, процес і продукти його переробки, **навести приклади** найважливіших видів палива.

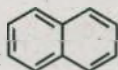
Кам'яне вугілля – осадова гірська порода (мал. 9.1, 1), продукт глибокого розкладання решток рослин – деревоподібних папоротей (мал. 9.1, 2), хвощів і плаунів, перших голонасінних. За хімічним складом кам'яне вугілля є сумішшю високомолекулярних поліциклічних ароматичних сполук¹ з високим умістом Карбону. Високомолекулярна структура вугілля (мал. 9.2) містить ароматичні, гідроароматичні, тетероциклічні й аліфатичні фрагменти, різноманітні функціональні групи (за малюнком 9.2 назвіть відомі вам функціональні групи у складі кам'яного вугілля). «Молодшому за віком» бурому вугіллю властивий вищий вміст гетероатомів, насамперед Оксигену. У кам'яному вугіллі переважають конденсовані поліароматичні фрагменти. Також у вугіллі містяться вода й інші неорганічні речовини.

Хоча нині нафта є основним джерелом органічної сировини, обмеженість її світових запасів і постійне зростання вартості видобутку спонукають до створення нових технологій хімічної переробки альтернативної органічної сировини. Вугілля, світові запаси якого істотно більші порівняно з нафтою

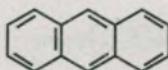


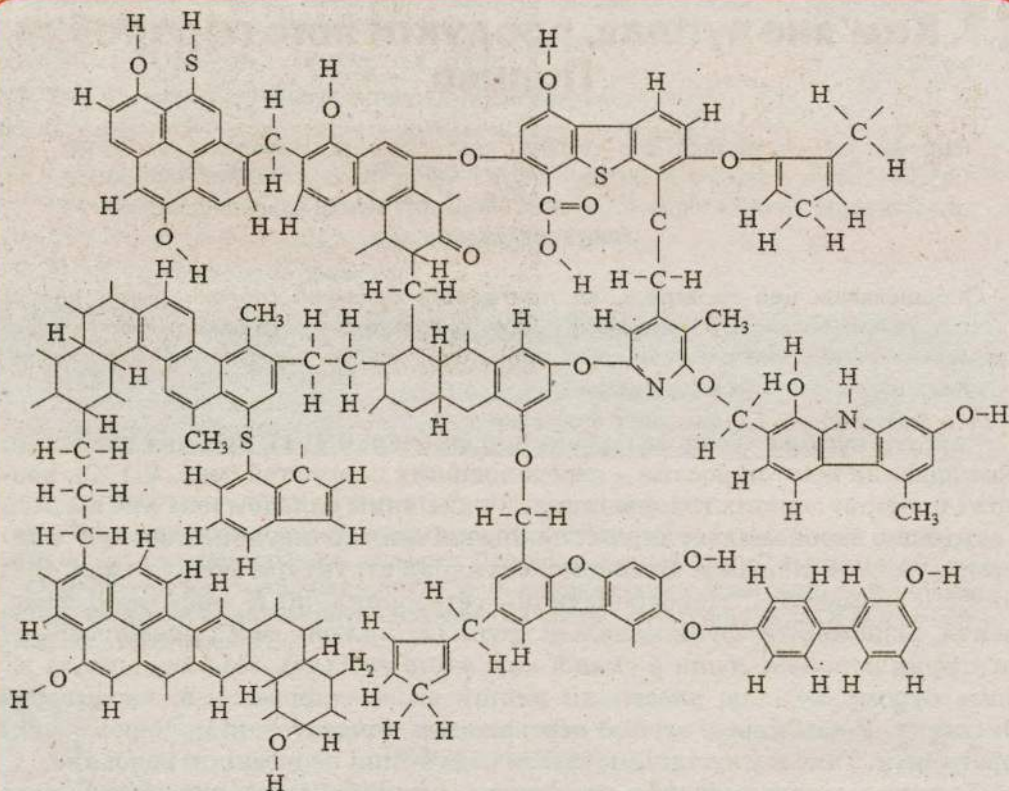
Мал. 9.1. 1. Кам'яне вугілля. 2. Панування папоротеподібних на суші у кам'яновугільний період

¹Приклади: нафтаден



, антрацен

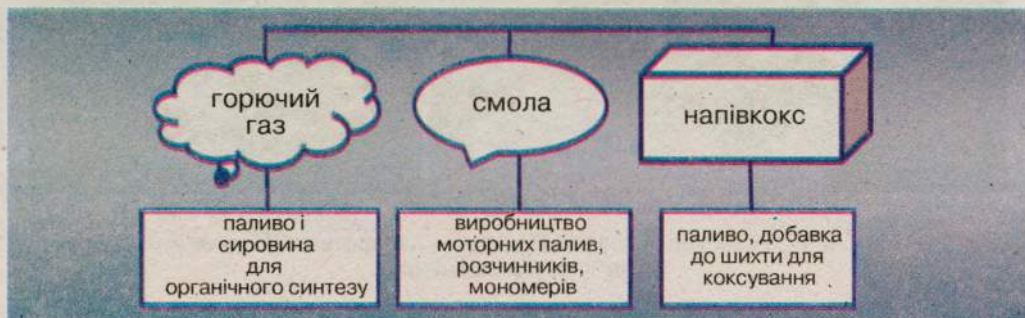




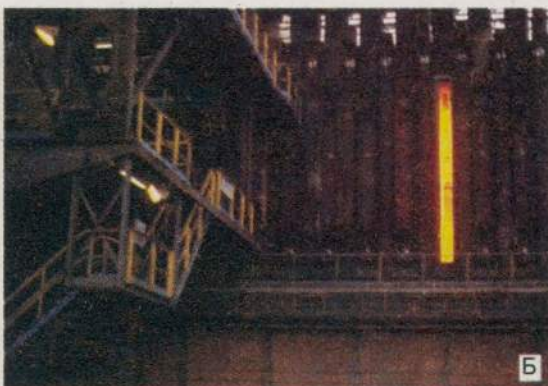
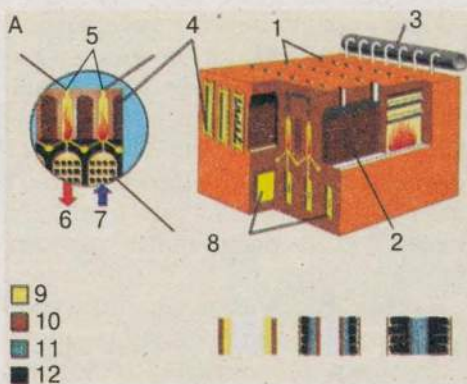
Мал. 9.2. Фрагмент гіпотетичної хімічної структури кам'яного вугілля

й газом, – перспективна сировина для виробництва моторних палив і продуктів органічного синтезу.

Отже, використання кам'яного вугілля може задовольнити глобальний попит на таку необхідну в сучасному високотехнологізованому світі енергію. Метою більшості процесів хімічної переробки вугілля є його перетворення на низькомолекулярні органічні продукти внаслідок термічної обробки і під дією різних реагентів.



Мал. 9.3. Продукти низькотемпературного піролізу вугілля і їхнє застосування



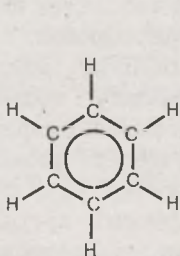
Мал. 9.4. Коксова батарея. А. Схематичне зображення: 1 – завантажувальні отвори; 2 – кам'яне вугілля; 3 – газозбирач; 4 – камера коксування; 5 – нагрівальні канали; 6 – димові гази; 7 – повітря, горючий газ; 8 – регенератори; 9 – сухе вугілля; 10 – вугілля в пластичному стані; 11 – напівкокс; 12 – кокс.

Б. Світлина. Парогазову суміш летких продуктів коксування відводять через газозбирач для уловлювання й переробки. Їх охолоджують і виокремлюють амоніакову воду, амоній сульфат, смоли, збагачену ароматичними вуглеводнями, висококалорійний паливний газ (суміш H_2 , CH_4 , CO та ін. газів). З кам'яновугільної смоли добувають низку ароматичних сполук¹, що використовують у виробництві ліків, барвників, вибухових речовин, фарб, пластмас, синтетичних волокон, пестицидів тощо

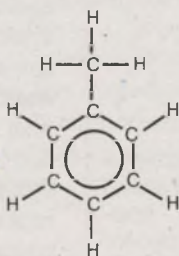
Піроліз (від давньогрец. – вогонь, жар і розкладання) – термічне розкладання без доступу повітря органічних сполук деревини, нафтопродуктів, вугілля тощо. Цей процес здійснюють за різних температур. Низькотемпературний піроліз вугілля (*напівкоксування*) зазвичай проводять за 500–600 °С. Його продукти зазначено на схемі (мал. 9.3).

Коксування – високотемпературний (за 1000–1100 °С) піроліз кам'яного вугілля. Внаслідок цього утворюються леткі продукти й твердий залишок – *кокс*. Технологічний процес передбачає підготовку сировини, її коксування, уловлювання й переробку летких продуктів. Як саме це відбувається, зображено на схемі (мал. 9.4).

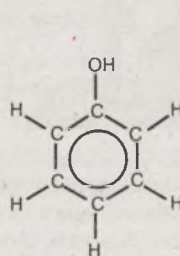
На підготовчому етапі сировину збагачують, видаляючи неорганічні домішки, подрібнюють і висушують. Одержану в такий спосіб шихту коксують у технологічному агрегаті – *коксівій печі* – упродовж 14–16 годин. Спечені в пласт маси – так званий *коксівій пиріг* – виштовхують у вагонетки, де його охолоджують (гасять) водою або інертним газом, наприклад азотом (мал. 9.5).

¹ Бензен

, толуен

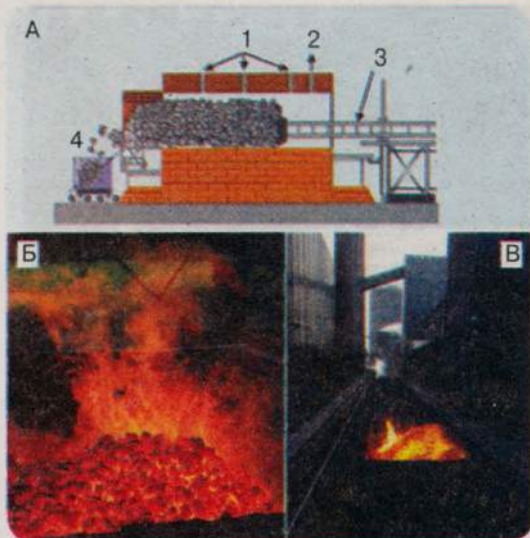


, фенол



, нафтален

(див. попер. посил.), антрацен (див. попер. посил.).

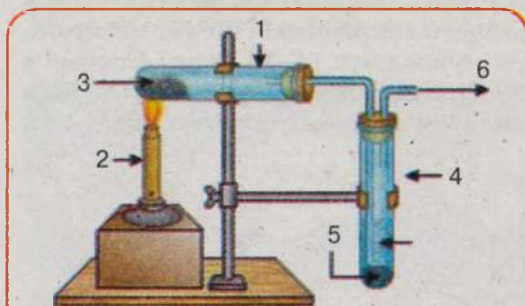


Мал. 9.5. А. Схематичне зображення виштовхування коксового пирога з печі: 1 – вугілля; 2 – коксовий газ; 3 – пристрій для виштовхування коксу; 4 – вагонетка для транспортування коксу. Б. Свіжоспечений коксовий пиріг. В. Транспортування коксу до установки сухого гасіння

ня коксу потрібного розміру й форми, мінімізації забруднення довкілля й автоматизування технологічних операцій.

Чи можна піроліз вугілля здійснити в шкільній хімічній лабораторії?

Унаслідок інтенсивного нагрівання подрібненого кам'яного вугілля в термостійкій пробірці (мал. 9.6) утворюватимуться гази й пара. У пробірці-приймачі конденсуватиметься темна смола з неприємним запахом, а над нею – водний розчин амоніаку (якого кольору у ньому набуде смужка універсального індикаторного паперу?). Утворений коксовий газ добре горить. Чорний пористий залишок у термостійкій пробірці – кокс. Тобто основні продукти піролізу кам'яного вугілля – кокс, кам'яновугільна смола, амоніакова вода, коксовий газ.



Мал. 9.6. Коксування вугілля в лабораторній установці: 1 – термостійка пробірка; 2 – палиник; 3 – подрібнене кам'яне вугілля; 4 – пробірка-приймач; 5 – кам'яновугільна смола; 6 – коксовий газ (суміш CO , CH_4 , H_2)

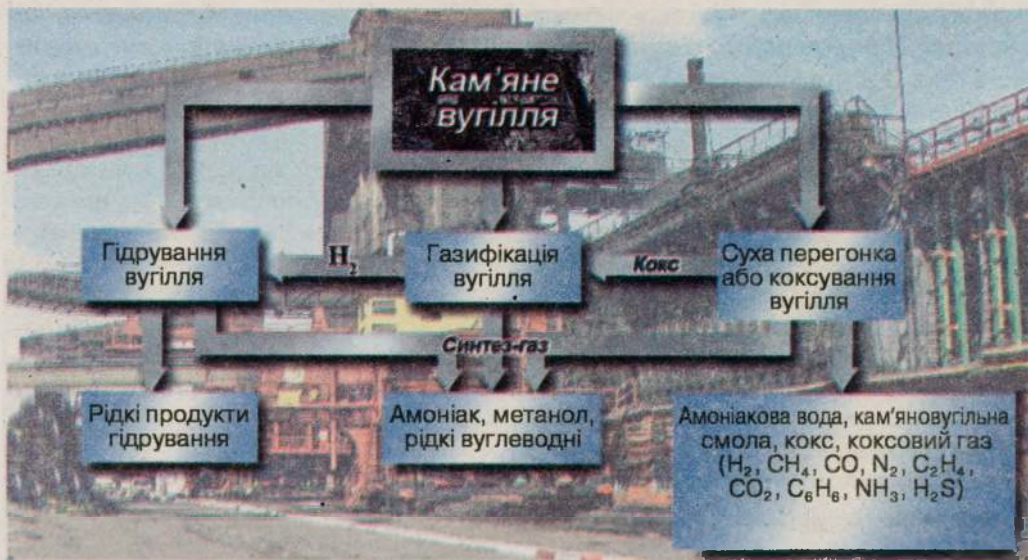
Кам'яновугільний кокс застосовують для виплавки чавуну як високоякісне бездимне паливо, відновник залізної руди, розпушувач шихтових матеріалів. Його використовують як вагранкове паливо в ливарному виробництві, у побуті, хімічній і феросплавній галузях промисловості.

Зауважимо досить значний внесок продуктів коксохімії у сировинну базу виробництва пластмас, хімічних волокон, синтетичних каучуків, барвників й інших продуктів.

Технологію безперервного коксування використовують для одержання формованого коксу. Вона передбачає швидкісне нагрівання шихти до пластичного стану, одержання під невеликим тиском так званих формовок і наступне прожарювання їх у вертикальних печах. Це створює умови для використання вугілля різних сортів, отримання

вугілля різних сортів, отримання

Газифікація кам'яного вугілля відбувається внаслідок його високо-температурної обробки в середовищі кисню, повітря, водяної пари, карбон(IV) оксиду і водню. Унаслідок цього органічні складові палива без залишку перетворюються на газуваті продукти. Про основні напрями газифікації вугілля і склад продуктів ви дізнаєтеся зі схеми (мал. 9.7).



Мал. 9.7. Газифікація кам'яного вугілля – ефективний спосіб його переробки

Дізнайтеся більше... Підземна газифікація вугілля – фізико-хімічний процес перетворення вугілля на горючий газуватий енергоносіє (CO, CH₄, H₂ тощо) безпосередньо в земних надрах. Ідея підземної газифікації належить Д. І. Менделєєву. Перша у світі промислова станція підземної газифікації вугілля стала до ладу 1937 року в Горлівці (Донбас). Наукові дослідження з підземної газифікації в Україні здійснюють у Державній гірничій академії України, Інституті геології та геохімії горючих копалин НАН України, Донецькому науково-дослідному вугільному інституті.

Зрідження вугілля має на меті подолання відмінностей у хімічному складі вугілля й нафти, тобто збільшення частки Гідрогену. Гідрогенізацією вугілля можна добути синтетичну нафту. Використання каталізаторів збільшує вихід продукту. Однак існує низка технологічних складнощів, що стають на заваді масовому запровадженню цього перспективного способу переробки вугілля.

Паливо – природні або синтетичні речовини, спалювання¹ яких супроводжується виділенням великої кількості теплової енергії. З найдавніших часів люди навчилися використовувати різні види палива для обігріву житла і приготування їжі, згодом – для випалювання глини, виплавляння металів і виготовлення з них предметів побуту, інструментів, зброї тощо. З розвитком цивілізації потреба в тепловій енергії стрімко зростала. Наразі найбільш поширені такі види палива, що видобувають промисловим способом: нафта і нафтопродукти (гас, бензин, мазут, дизельне паливо), вугілля, природний горючий газ, деревина і рослинні відходи (солома, лушпиння тощо), торф, горючі сланці. Більше уявлень про основні види палива і їхню тепло-

¹Паливом також називають речовини, з яких добувають енергію в інший спосіб: у ядерних реакторах, новітніх ракетних двигунах.

творну здатність ви дістане з таблиці 9.1 (за якою ознакою згруповано в ній паливо? *Запропонуйте інший критерій їхньої класифікації).

Таблиця 9.1. Основні види палива і їхня теплотворна здатність

Паливо	Питома теплота згоряння ¹ , МДж/кг (для твердих речовин і рідин), МДж/м ³ (для газів) за температури 0 °С, тиску 1 атм	Паливо	Питома теплота згоряння, МДж/кг (для твердих речовин і рідин), МДж/м ³ (для газів) за температури 0 °С, тиску 1 атм
Антрацит	31	Кам'яне вугілля	29,3
Буре вугілля, брикети	21	Кокс	29
Буре вугілля, необроблене	14,7	Деревне вугілля	31
Деревина свіжа	8	Торф сухий	15
Деревина суха	15	Солома суха	17,4
Пелети	18-19	Тріски	9,7
Нафта природна	41	Дизельне паливо	42,7
Бензин	42	Біодизельне пальне	37
Гас	40,8	Метиловий спирт	19,5
Мазут	41	Етиловий спирт	25
Лігроїн	31	Олія	37
Метан	35,9	Чадний газ	15,9
Етан	64,5	Карбон(II) оксид	12,6
Пропан	93,4	Водень	10,8
Бутан	124	Коксовий газ (суміш H ₂ , CH ₄ , CO тощо)	23,4

Застосуйте набуті знання, виконавши лабораторний дослід.

Лабораторний дослід 3



Ознайомлення зі зразками продуктів коксування вугілля і видами палива

Уважно роздивіться видані вам зразки. Зверніть увагу на їхній зовнішній вигляд, агрегатний стан, колір тощо. Опишіть кожний зі зразків, зазначте спосіб його добування і гаулузі застосування.

Класифікуйте видані вам зразки палива.

Звіт оформіть у табличній або довільній формі.

¹Питома теплота згоряння – фізична величина, що показує, яка кількість теплоти виділяється внаслідок повного згоряння палива масою 1 кг або (для газів) об'ємом 1 м³.

Значення паливних ресурсів в енергетиці України важко переоцінити. Їхні запаси і раціональне використання є вирішальними чинниками енергетичної незалежності й енергобезпеки країни. Адже, незважаючи на наявність покладів нафти, газу, вугілля, сланцевого газу, Україна – енергодефіцитна країна, бо задовольняє власні потреби в енергоресурсах лише наполовину¹.

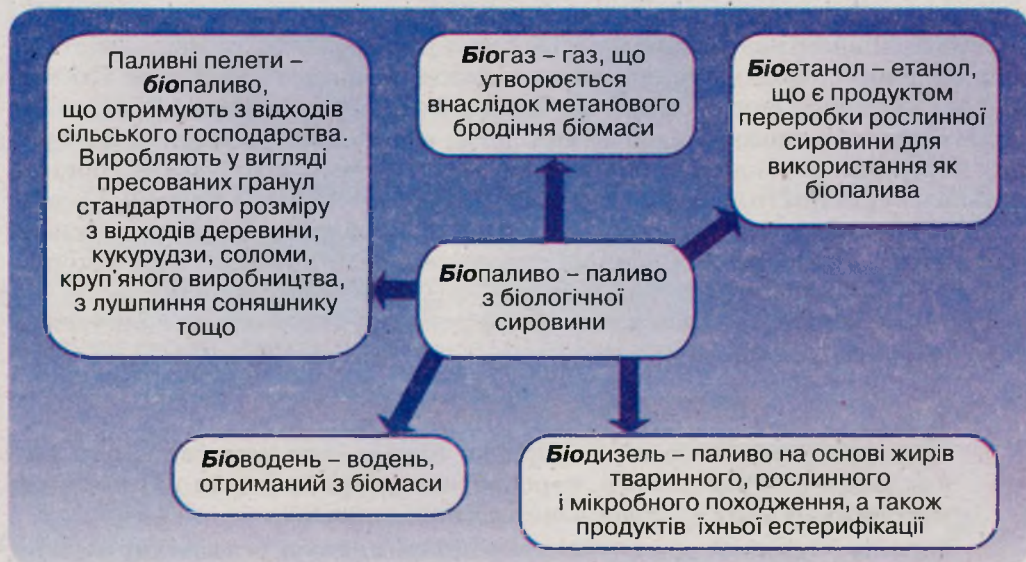
Хоча в країні є великі поклади газу, однак найбільші газові родовища вже перебувають на завершальній стадії використання. Через повне виснаження завершено розробку восьми газових родовищ, на базі яких створено підземні сховища.

Упродовж останнього десятиліття видобуток нафти в Україні скорочувався, родовища виснажені на 85–90 %. Технологія переробки нафти в Україні застаріла й малоефективна. Виробництво мазуту, який раніше використовували для теплових електростанцій, нині нерентабельне.

Запасів вугілля в Україні може вистачити приблизно на 100 років. Однак продуктивність видобутку вугілля низька, а собівартість – висока, вугільна галузь потребує збільшення інвестицій. До того ж вугільна промисловість – джерело забруднення довкілля відходами вуглевидобування і вуглезбагачення, викидами шкідливих речовин в атмосферу і воду. Тож збільшення частки вугілля в паливно-енергетичному балансі призведе до зростання обсягу викидів парникових газів чи не вдвічі.

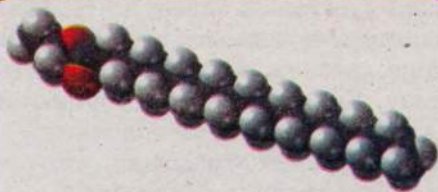
Поміж пріоритетних для України видів палива особливого значення набувають *біопаливо* та *альтернативні гази*. Однак нині вони задовольняють незначну частку потреб в енергоресурсах (*назвіть інші альтернативні джерела енергії*).

Що таке паливо з префіксом *біо-*, докладніше ви можете дізнатися зі схеми (мал. 9.8). *Які саме біоенергетичні ресурси в Україні можна використо-*



Мал. 9.8. Деякі види біопалива

¹Частка видобутої нафти становить лише 10–12 % загального споживання; природного газу – 20–25 %; вугілля – 90–92%.



Мал. 9.9. Етилстеарат – складова біодизельного пального, що виготовляють з етанолу, соєвої, соняшникової, ріпакової олій тощо

увати для виробництва біогазу, біодизельного пального (мал. 9.9), біоетанолу, твердих паливних брикетів тощо? Це, передусім, відходи лісового господарства, побутові відходи, а також спеціально вирощений ріпак, точніше – ріпакова олія.

Для виробництва біогазу придатні гній, птишиний послід, зернова і мелясна післяспиртова барда, пивна дробина, буряковий жом, фекалії. Також використовують відходи рибного і за-

бійного цехів, траву, побутові відходи, відходи молокозаводів, виробництв крохмалю і патоки.

Україна вирощує ріпак на експорт у ЄС. Для власного використання ріпаку відсутні технічні умови і регламенти на виробництво, зберігання і застосування біодизельного пального, не створено умов для залучення інвестицій у будівництво заводів.

Використання *альтернативних газів* – один зі шляхів розв'язання енергетичної проблеми. *Синтез-газ* (суміш CO і H_2) отримують з бурого вугілля, відходів переробки кам'яного вугілля, торфу тощо. В Україні вже розроблено нові технології виробництва синтез-газу з будь-якої біомаси.

За запасами *шахтного метану* Україна посідає четверте місце у світі, однак обсяги його видобутку (утилізації) ще недостатні. Поліпшити становище можна за умови використання сучасних і перспективних технологій.

За приблизними підрахунками, Україна має доволі значні¹ запаси *сланцевого газу*. Зауважмо: його запаси у світі вдвічі більші, аніж природного, а родовища рівномірно розподілені. Цей газ природного походження міститься в осадових породах з підвищеним вмістом органічної речовини. Сланцевий газ має такий самий склад, що й звичайний природний газ. Відмінність полягає лише в способі видобування: адже сланцевий газ міститься в дрібних порожнинах у породі горючих сланців, тому його видобувають горизонтальним бурінням (*пригадайте, у який спосіб видобувають природний газ*).

Отже, розв'язання паливно-енергетичної проблеми можливе за умови оптимізації використання наявної сировинної бази і розширення використання альтернативних джерел енергії. Тоді Україна змогла б цілком забезпечувати себе енергоресурсами та експортувати їх до Європи за конкурентоспроможними цінами.

ПРО ГОЛОВНЕ

- ▶ Кам'яне вугілля – осадова гірська порода, продукт глибокого розкладання решток рослин, перспективна сировина для виробництва моторних палив і продуктів органічного синтезу.
- ▶ Піроліз – термічне розкладання органічних сполук без доступу повітря.
- ▶ Коксування кам'яного вугілля – його високотемпературний (за 1000–1100 °C) піроліз. Основні продукти: кокс, кам'яновугільна смола, амоніакова вода, коксовий газ.

¹За прогнозами експертів, розробка родовищ сланцевого газу здатна забезпечити потреби України щонайменше на 30 років.

- ▶ Газифікація кам'яного вугілля відбувається внаслідок його високо-температурної обробки в середовищі кисню, повітря, водяної пари, карбон(IV) оксиду і водню.
- ▶ Гідрогенізацією вугілля можна добути синтетичну нафту. Використання каталізаторів збільшує вихід продукту.
- ▶ Паливо – природні або синтетичні речовини, спалювання яких супроводжується виділенням великої кількості теплової енергії.
- ▶ Поміж пріоритетних для України видів палива особливого значення набувають біопаливо і альтернативні гази.
- ▶ Розв'язання паливно-енергетичної проблеми можливе за умови оптимізації використання наявної сировинної бази і розширення використання альтернативних джерел енергії.



Здійсніть самоконтроль

1. Що таке кам'яне вугілля?
А твердий розчин; **Б** багатокомпонентна суміш; **В** мономер; **Г** вуглевод.
2. Як називають термічне розкладання органічних сполук без доступу повітря?
А гідроліз; **Б** електроліз; **В** піроліз; **Г** фотоліз.
3. Укажіть температуру (°C), за якої здійснюють коксування кам'яного вугілля:
А 100–200; **Б** 500–600; **В** 1000–1100; **Г** 2000–2100.
4. Укажіть тверде паливо:
А пелети; **Б** біодизель; **В** бутан; **Г** лігроїн.
5. Яке паливо є викопним?
А біоводень; **Б** газолін; **В** гас; **Г** антрацит.
6. Розташуйте паливо за зростанням його теплотворної здатності.
А метан; **Б** побутовий газ; **В** коксовий газ; **Г** бутан.
7. Який з газів є альтернативним паливом?
А сланцевий; **Б** природний; **В** метан; **Г** етан.
8. Нанесіть на контурну карту України найважливіші родовища: а) кам'яного вугілля; б) сланцевого газу.
9. Заповніть таблицю за зразком:

Основні види палива		
Що я знав (знала) з книжок, періодичної преси, TV, інтернет-джерел тощо	Що дізнався (дізналася), опрацювавши § 9	Про що хочу дізнатися



Творча майстерня



Об'єднайтеся в малу навчальну групу із чотирьох осіб і виберіть паливо, яке вас найбільше зацікавило. Розподіліть між собою ролі: оптиміст, песиміст, конформіст, реаліст. Відшукайте інформацію про це паливо. Розіграйте сценку, у якій оптиміст характеризуватиме переваги вибраного енергоносія, песиміст зазначатиме недоліки, конформіст шукатиме «золоту середину», а реаліст зробить висновки щодо реалій і перспектив використання цього джерела теплової енергії в Україні і світі.

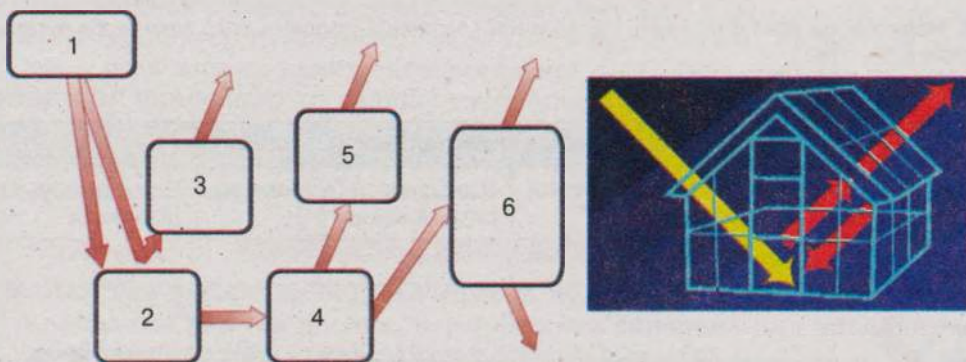
§ 10. Охорона довкілля від забруднень під час переробки вуглеводневої сировини і використання продуктів, одержаних з неї

Які шкідливі речовини утворюються під час переробки вуглеводневої сировини і використання продуктів, одержаних з неї? Чим вони небезпечні для довкілля? Як мінімізувати їхню негативну дію? Що може зробити для цього пересічна людина?

Опрацювавши цей параграф, **ви пригадаєте** органічні й неорганічні сполуки різних класів, застосування сорбентів, **зможете оцінити** вплив продуктів переробки вуглеводневої сировини і відходів цих виробництв на довкілля.

Охорона довкілля від забруднень під час переробки вуглеводневої сировини – одна з необхідних умов *сталого розвитку* країни. Проблема відходів, що утворюються внаслідок переробки вуглеводневої сировини, актуальна не лише в природоохоронному аспекті. Адже ці речовини здебільшого є цінними матеріальними ресурсами. Їхнє комплексне використання сприятиме істотному зниженню темпів споживання первинних природних ресурсів, передусім невідновлюваних. Саме до таких, як вам уже відомо, належать природний і супутній нафтові гази, нафта й вугілля.

Природний газ (пригадайте, які вуглеводні входять до його складу) небезпідставно вважають екологічно чистим паливом. Однак з видобутком цієї корисної копалини, її використанням як джерела енергії і сировини в органічному синтезі пов'язана низка екологічних проблем. І метан (головна складова природного газу), і продукт його повного окиснення – вуглекислий газ – зумовлюють виникнення парникового ефекту (пригадайте за малюнком 10.1 суть цього негативного явища, що ви вивчали торік).

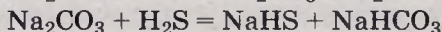
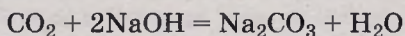
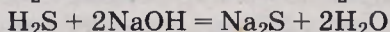
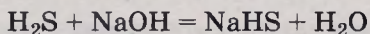


Мал. 10.1. Парниковий ефект – одна з причин глобального потепління: 1 – сонячна радіація проходить крізь атмосферу; 2 – більша частина сонячної радіації поглинається землею поверхнею та нагріває її; 3 – частина сонячної радіації відбивається атмосферою та землею поверхнею; 4 – інфрачервоне випромінювання нагрітої земної поверхні; 5 – частина інфрачервоного випромінювання проходить крізь атмосферу; 6 – частину інфрачервоного випромінювання поглинають молекули парникових газів і випромінюють її в усіх напрямках. Унаслідок цього нижні шари атмосфери і земна поверхня нагріваються

Зауважмо: якщо ступінь впливу вуглекислого газу на клімат умовно прийняти за одиницю, то парникова активність метану становитиме 21–23 одиниці.

Окрім метану і незначної кількості його гомологів, у природному газі є домішки водяної пари, сірководню H_2S , азоту N_2 , водню H_2 , гелію He . Водяна пара в складі природного газу за певних умов може утворювати гідрати або конденсуватися в звивинах трубопроводу. У вологому середовищі сірководень (який *хімічний характер цієї легкої сполуки Сульфуру з Гідрогеном?*) спричиняє корозію металевого газового обладнання. Унаслідок корозії можливі прориви газопроводів, що часто супроводжуються вибухами, руйнуваннями і людськими жертвами.

Тож природний газ потребує попереднього очищення від домішок. Це підвищує його споживчі якості і безпечність для довкілля. Наприклад, для видалення з природного газу карбон(IV) оксиду і сірководню використовують розчини натрій гідроксиду, карбонатів лужних елементів:



Хімічні відходи цього процесу – натрій сульфід Na_2S і натрій гідрогенсульфід NaHS – сировина для хімічної, текстильної промисловості тощо. Натрій гідрогенкарбонат (добре відому вам питну соду) використовують у хімічній, харчовій, легкій, медичній, фармацевтичній промисловості, кольоровій металургії.

Ще одним способом очищення природного газу від незначного вмісту сірководню є технологія, заснована на його хімічному перетворенні на малорозчинний у воді цинк сульфід ZnS . Новітні підходи до очищення вуглеводневої сировини від карбон(IV) оксиду і сірководню передбачають не лише використання мембранних технологій, а й плазмохімічний¹ спосіб розкладання сірководню з одночасним отриманням сірки і екологічно чистого енергоносія – водню.

Дізнайтеся більше... Мембранні технології – авангардний напрям розвитку науки й техніки XXI століття, полягає в розділенні суміші за рахунок відмінності тиску на зовнішній і внутрішній поверхнях порожнистоволоконної мембрани. Гази, «швидко» проникаючи крізь полімерну мембрану (наприклад, H_2 , CO_2 , O_2 , водяна пара, вищі вуглеводні), надходять всередину волокон і виходять з мембранного картриджа через один з вихідних патрубків. Гази, що «повільно» проникають крізь мембрану (наприклад, CO , N_2 , CH_4), виходять з мембранного модуля через інший вихідний патрубок.

Спалювання неочищеного природного газу призводить не лише до посилення парникового ефекту, а й до виникнення кислотних дощів (*пригадайте за малюнком 10.2 причини й наслідки цього екологічного лиха*).

Супутній нафтовий газ як енергоносіє і сировину для органічного синтезу використовують не повною мірою. Спалювання у факелах призводить до значних викидів забруднюючих речовин і погіршення екологічної ситуації

¹У низькотемпературній плазмі – йонізованому газі.



Мал. 10.2. 1. Кислотні дощі утворюються внаслідок гідратації кислотних оксидів, що є поміж продуктів згоряння викопного і синтетичного палива. 2. Це призводить до знищення рослинності, руйнування мармурових скульптур

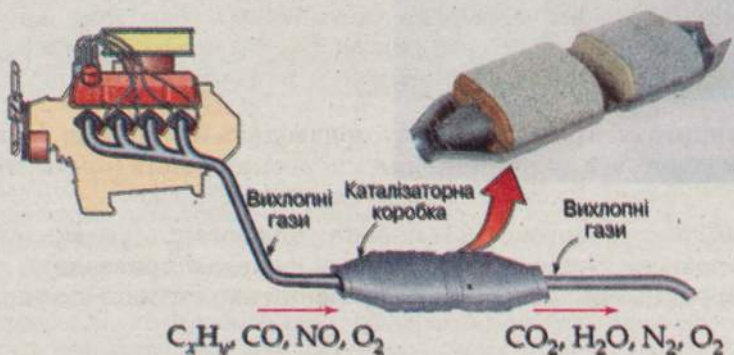
в нафтопромислових районах. В атмосферу потрапляють недопалений метан, вуглекислий і чадний газ, сажа, оксиди Нітрогену й Сульфуру, відбувається хімічне й теплове забруднення довкілля.

Сланцевий газ – альтернативне джерело енергії, на яке покладають неабиякі надії. Однак його видобування пов'язане з використанням канцерогенних речовин у складі рідин для розриву пластів. Це може спричинити забруднення артезіанської води і негативно вплинути на здоров'я її споживачів.

Тож видобування й використання і сланцевого, і супутнього нафтового газів потребують застосування сучасних екологічно чистих технологій, аби не зашкодити довкіллю.

Нафта і нафтопродукти – важливі енергетичні й сировинні ресурси. Однак унаслідок промислової переробки нафти і використання нафтопродуктів як палива утворюється багато речовин-забруднювачів, про які вже йшлося раніше. Тож попереднє очищення нафти також зменшує техногенне навантаження на довкілля.

Смог (аерозоль з диму, туману й пилу, один з видів забруднення повітря) – одна з першопричин забруднення повітряного середовища – багато в чому зумовлений використанням нафтопродуктів як моторних палив. Саме тому актуальним заходом зі зменшення забруднення атмосфери є використання в автомобілях *каталітичного нейтралізатора* (мал. 10.3). У цьому при-



Мал. 10.3.
Принцип дії
автомобільного
каталітичного
нейтралізатора



Мал. 10.4.

1. Забруднення акваторії нафтою стало фатальним для цього пелікана.
2. Волонтери рятують птахів, очищуючи їхнє пір'я від нафти

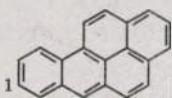
строї шкідливі складові вихлопу – чадний газ, оксиди Нітрогену, недопалені вуглеводні – перетворюються на вуглекислий газ, азот і воду. Це має неабияке значення для зменшення забруднення довкілля канцерогенними і мутагенними поліконденсованими ароматичними вуглеводнями, передусім – бензопіреном¹.

Дуже небезпечним для довкілля є потрапляння нафти і продуктів її переробки в природні водойми, підземні води тощо. Здатність нафти вкривати тонкою плівкою значні частини акваторії за порівняно невеликих розливів призводить до вкрай негативних наслідків.

Нафта не змішується з водою, однак її викиди згубні для водоростей, молюсків, ракоподібних тощо. Морські ссавці потерпають від нафтового забруднення, оскільки їхнє хутро вкривається шаром нафти, що проникає крізь шкіру й отрує тварин. Однак найбільшої шкоди зазнають рибоїдні птахи: нафта просочує й склеює їхнє пір'я (мал. 10.4). Це унеможлиблює політ. Наслідком погіршення теплоізоляції тіла стає загибель від переохолодження. Також знижується плавучість, і птах тоне у воді. Намагання птаха почистити пір'я призводить до заковтування вуглеводнів і отруєння.

Темна нафтова плівка на поверхні моря знижує освітленість товщі води, інтенсивність фотосинтезу у фітопланктоні слабшає, зменшується обсяг кисню, що він виробляє. Необхідність охорони морського середовища від нафти істотно зросла в зв'язку з інтенсивною розробкою морських нафтових родовищ. Наразі використовують різноманітні *сорбенти*, за допомогою яких збирають і видаляють нафту з поверхні води, ґрунту тощо.

Кам'яне вугілля як паливо має істотні недоліки, найголовніший поміж яких – небезпечність для довкілля. Науковці встановили, що саме спалювання вугілля є основним антропогенним чинником глобального потепління. Адже вироблення 1 кВт · год електроенергії на вугільній станції спричиняє значно більший викид парникових газів, ніж на газовій станції.



небезпечний для людини навіть за низької концентрації, оскільки здатний до біоаккумуляції. Міститься в кам'яновугільній смолі, тютюновому диму, копченостях тощо.

Окрім них, у довір'ї надходять вугільний пил, сажа, чадний газ, отруйні сполуки Нітрогену, Сульфору, Меркурію, Кадмію, Берилію, Плюмбуму, Арсену, Селену тощо. Унаслідок фізико-хімічних процесів, що відбуваються у відходах видобутку та переробки вугілля, токсичні сполуки мігрують у ґрунти, підземні й ґрунтові води, а звідти потрапляють у живі організми.

На жаль, альтернативи використанню вугілля в енергетиці, особливо в країнах, що розвиваються, нині немає. Тому нагальним завданням є зниження екологічних збитків від його використання. Цього можна досягти запровадженням нових технологій. Наразі досліджують економічну доцільність використання як палива вугілля ультратонкого помелу, водно-вугільної суспензії, спалювання вугілля у чистому кисні з наступним очищенням димових газів і утилізацією вуглекислого газу, спалювання в киплячому шарі¹ тощо.

Дізнайтеся більше... Науковці Массачусетського технологічного інституту (MIT-Massachusetts Institute of Technology) розробили мембрану із сітки нанодртинок для очищення нафтових плям. Мембрана, товщина якої приблизно така сама, як в аркуша паперу, здатна поглинати у воді нафту або інші органічні забруднювачі, маса яких у 20 разів більша за масу самої мембрани. У науково-виробничому підприємстві «ЕкоНад» (м. Одеса) створено мікробний препарат «Еконадін» – сорбент і біодеструктор вуглеводнів нафти, розроблено безпечні та економічно ефективні методи ліквідації аварійних розливів нафти і нафтопродуктів, відновлення ґрунтів піщаних пляжів, біологічного очищення водних об'єктів, забруднених нафтою.

Комплексне використання вугільної сировини – важливий захід зі збереження довір'ї. Наприклад, у вугіллі Донбасу, породних відвалах, що утворюються під час його видобутку і збагачення, а також у відходах після їхнього використання, містяться чи не всі хімічні елементи періодичної системи Д.І. Менделєєва. Приміром, з породних відвалів і відходів золи і шлаку можна вилучати практично безкоштовну сировину для виробництва алюмінію. У вугіллі та продуктах його переробки міститься Германій, його використання для синтезу біологічно активних германійорганічних сполук економічно є дуже привабливим. Адже за приблизними оцінками світові запаси Германію у свинцево-цинкових рудах становлять близько 1360 т, а у розроблюваних вугільних родовищах – 4500 т. У вугіллі і відходах його переробки міститься багато цінних мікроелементів, зокрема – Аурум і Аргентум. До того ж переробка відходів для одержання цінної сировини дозволить вивільнити земельні площі для їхнього подальшого використання.

Технічна політика коксохімічної підгалузі ґрунтується на постійному впровадженні останніх досягнень у технології коксування і переробки продуктів вуглехімії з обов'язковим розроблянням природоохоронних заходів. Це істотно знижує екологічне навантаження на довір'ї, особливо в містах, де розташовано коксохімічні підприємства.

На всіх коксохімічних заводах України запроваджено екологічні програми, спрямовані на зниження обсягу викидів забруднюючих речовин. Йдеться про будівництво і переоснащення цехів з очищення коксового газу від

¹Киплячий шар – стан шару зернистого сипкого матеріалу, крізь який проходить потік газу або рідини. Внаслідок цього частинки твердого матеріалу інтенсивно переміщуються одна відносно іншої.

сірководню, використання спеціальних пилових фільтрів в установках з підготовки вугілля і сортування коксу. Ефективним є використання нових коксових батарей із сучасним комплексом природоохоронних заходів, як-от: газощільні двері, безпилове завантаження і видача коксу, гасіння коксу інертним газом або очищеною стічною водою з установкою краплевідбійників. Зменшенню екологічних ризиків сприяє використання турбогенераторів для вироблення електроенергії з надлишків коксового газу, ліквідація неорганізованих викидів токсичних речовин (бензену, нафталену, фенолу, ціановодню) за рахунок теплообмінного обладнання закритого типу, термokatалітичне окиснення тощо.



Мал. 10.5. БАТ «Запоріжжкокс» є одним з провідних галузевих підприємств із запровадження екологічно чистих і енергозберігаючих технологій

Наприклад, під час реконструкції коксохімічного заводу БАТ «Запоріжжкокс» (мал. 10.5) введено в експлуатацію нові парові котли, що, окрім виробництва пари, очищають димові гази коксових батарей. А саме: відбувається окиснення чадного газу до вуглекислого, вміст оксидів Нітрогену зменшується чи не вдвічі. Як паливо для котлів використовують лише коксовий газ. Встановлена потужність котлів повністю задовольняє потреби заводу в парі і гарячій воді для опалення будівель. У перспективних планах реконструкції коксової батареї № 1 проектом передбачено установку сухого гасіння коксу з котлом продуктивністю 40 т пари на годину, що значно скоротить викиди до атмосфери і дасть змогу додатково виробляти 6 МВт електроенергії (80 % від потреби заводу в електроенергії).

Чи можете ви особисто запобігти негативному впливу на довкілля, зумовленому використанням вуглеводневого палива і продуктів переробки вуглеводневої сировини? Застосовуйте в побуті енергозберігальні технології. Сортуйте сміття. Надавайте перевагу предметам ужитку і упаковці багаторазового використання. Частіше ходіть пішки чи використовуйте велосипед як засіб пересування. Купуйте товари, вироблені у вашій місцевості. Добре поміркувавши, ви легко зможете доповнити цей перелік порад (зробіть це), від яких багато в чому залежить майбутнє нашої планети.

Дізнайтеся більше... Великий комплекс робіт з природоохоронної тематики для коксохімічних підприємств України виконує Український державний науково-дослідний вуглехімічний інститут. Зокрема, розроблено показники емісії для основного виробництва КХП, а також безпосередньо для конкретних підприємств, технологічні нормативи викидів з коксових печей, устаткування для помелу вугілля і виробництва вуглехімічних продуктів коксування. Створено технологічні нормативи для діючого обладнання з урахуванням його віку і технічного стану. Розроблено перспективні технологічні нормативи з урахуванням будівництва нових коксових батарей і нормативів з огляду на аналогічні виробництва в європейських країнах.

ПРО ГОЛОВНЕ

- ▶ Охорона довкілля від забруднень під час переробки вуглеводневої сировини – одна з необхідних умов сталого розвитку країни.
- ▶ Спалювання вуглеводневої сировини і продуктів її переробки – основний антропогенний чинник глобального потепління.
- ▶ Природний газ – екологічно чисте паливо.
- ▶ Небезпечні забруднювачі, що утворюються під час переробки вуглеводневої сировини: парникові гази, чадний газ, токсичні сполуки Нітрогену й Сульфуру, Меркурію, Плюмбуму, ароматичні вуглеводні та їхні похідні, ціановодень.
- ▶ Відходи від переробки вуглеводневої сировини здебільшого є цінними матеріальними ресурсами. Комплексне використання вуглеводневої сировини – важливий захід зі збереження довкілля.
- ▶ Відповідальна поведінка кожного – внесок у боротьбу з глобальним потеплінням.

Здійсніть самоконтроль

1. Яке паливо є найбільш екологічно чистим?

А кам'яне вугілля; **Б** природний газ; **В** мазут; **Г** газ.

2. Який газ зумовлює парниковий ефект?

А азот; **Б** гелій; **В** сульфур(IV) оксид; **Г** карбон(IV) оксид.

3. Водний розчин якої речовини використовують для промислового очищення природного газу від домішок сірководню? Укажіть її хімічну формулу.

А NaCl; **Б** CH₃COOH; **В** HCl; **Г** NaOH.

4. Доведіть екологічну й економічну доцільність комплексного використання вуглеводневої сировини.

5. Заповніть таблицю за зразком:

Екологічні ризики, пов'язані з переробкою вуглеводневої сировини і використанням продуктів, одержаних з неї		
Що я знав (знала) з книжок, періодичної преси, TV, інтернет-джерел тощо	Що дізнався (дізналася), опрацювавши § 10	Про що хочу дізнатися

6. *Використовуючи різноманітні джерела інформації, підготуйте повідомлення про сучасні методи знешкодження розливів нафти і нафтопродуктів (сорбція, біорозкладання тощо).

Творча майстерня

Самостійно або у складі малої навчальної групи розробіть для молодших школярів сценарій унаочнення наслідків аварії нафтового танкера і способів її ліквідації. Втілюйте розробку в життя: продемонструйте анімацію наживо або зафіксуйте її фото- чи відеопаратурою. Використайте миску з водою, іграшкові фігурки (танкер, птахи, риби, морські тварини тощо), олію, ложки, тирсу, пісок, товчену крейду, ватні тампони, пральний порошок, шампунь, питну соду.

§ 11. Синтез органічних сполук різних класів на основі вуглеводневої сировини

Що таке органічний синтез? Яку вуглеводневу сировину використовують у основному органічному синтезі? Які продукти первинної переробки вуглеводневої сировини є основою подальшого органічного синтезу?

Для чого застосовують продукти органічного синтезу?

Опрацювавши цей параграф, **ви пригадаєте** суть поняття «синтез», перші синтези органічних речовин, найважливіші продукти перегонки нафти і переробки кам'яного вугілля, деякі класи органічних сполук, **зможете навести приклади** синтезів органічних сполук на основі вуглеводневої сировини, **характеризувати** природну вуглеводневу сировину як джерело добування органічних сполук, **висловлювати судження** щодо значення синтетичних методів добування органічних речовин.

Синтез – основа промислового виробництва органічних речовин. *Органічний синтез* – розділ органічної хімії і галузь хімічної технології. Йдеться про різні способи, методики, апаратуру для отримання органічних сполук, матеріалів і виробів, а також сам процес одержання речовин і їхньої ідентифікації. Сучасний органічний синтез надзвичайно багатогранний, завдяки йому хіміки добувають найрізноманітніші сполуки. Основною сировиною для їхнього одержання є *вуглеводні* (див. на с. 21 визначення *органічної хімії, дане К. Шорлеммером*).

Вуглеводні нафти, природного й супутнього нафтового газів, газів нафтопереробки є сировиною для виробництва найважливіших синтетичних продуктів: пластмас, каучуків і волокон, сечовини (карбаміду), мийних засобів, клеїв, мастил і присадок, засобів захисту рослин, ліків, харчових добавок, розчинників тощо. Ці продукти користуються попитом як у буденному житті, так і у новітніх галузях техніки.

Про основні продукти первинної переробки вуглеводневої сировини ви дізнаєтеся зі схеми, наведеної на малюнку 11.1. Процеси переробки вугле-

Мал. 11.1. Основні продукти первинної переробки вуглеводневої сировини



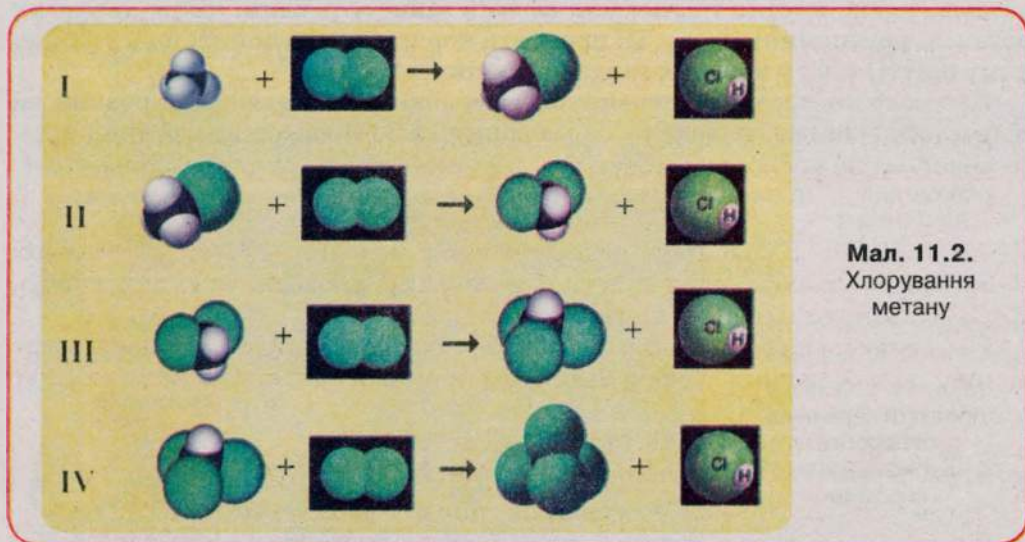
водневої сировини в цільові продукти ґрунтуються на численних реакціях органічної хімії, деякі з них вам уже відомі. Це *галогенування, піроліз, окиснення, дегідрування й гідрування, гідратація і дегідратація, полімеризація* тощо. Перебіг, склад і будова продуктів цих реакцій значною мірою залежать від умов (температури, тиску, освітлення, наявності каталізатора). Розгляньмо докладніше приклади синтезів на основі вуглеводнів.

Синтези на основі метану використовують переважно для промислового виробництва галогенопохідних, ацетилену, етилену, метанолу, амоніаку,

формальдегіду тощо. (Пригадайте, формальдегід (метаналь) $\text{H}-\overset{\text{O}}{\underset{\text{H}}{\text{C}}}-\text{H}$ – проміжна сполука, що утворюється внаслідок згоряння метану й інших органічних речовин. Може утворюватися також у повітрі внаслідок дії сонячного світла і атмосферного кисню на атмосферний метан, стаючи складовою частиною смогу. Сировина у виробництві фенолформальдегідних смол і пластмас на їхній основі.)

Галогенування – один з найважливіших процесів органічного синтезу. Наприклад, з метану *хлоруванням* добувають хлорометан, дихлорометан, трихлорометан і тетрахлорометан. Ви, звичайно, пам'ятаєте: аби ця реакція розпочалася, потрібне надходження світлової енергії (за схемою на мал. 11.2 *запишіть хімічні рівняння, визначте тип хімічної реакції*).

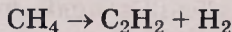
Дихлорометан широко використовують як розчинник, хлорометан – як реагент в органічному синтезі. З трихлорометану (хлороформу) одержують холодоагент фреон CHClF_2 і мономер $\text{F}_2\text{C}=\text{CF}_2$ для синтезу тefлону. Тетрахлорометан використовують як розчинник, складову деяких пестицидів¹ і для одержання фреонів² (CCl_2F_2 і CCl_3F).



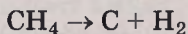
¹Пестициди – хімікати, які використовують у сільському господарстві і садівництві для боротьби зі шкідниками.

²Технічна назва флуоро- і хлороорганічних похідних вуглеводнів, що їх застосовують як холодильні агенти і як розпилювачі в аерозольних упаковках.

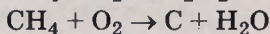
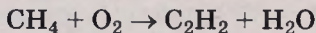
Піроліз метану за 1500 °С – один зі способів промислового добування етину (перетворить схеми хімічних реакцій на хімічні рівняння):



За вищої температури метан розкладається з утворенням водню й сажі, яку використовують у виробництві гумових виробів, фарб, мастил ацетилену:



Унаслідок окиснювального піролізу також добувають ацетилен і сажу (перетворить схеми хімічних реакцій на хімічні рівняння):



Метановий *плазмотрон* (пристрій для одержання стаціонарного струменя плазми – йонізованого газу) порівняно зі звичайною піролітичною установкою має крихітні розміри: 65 см завдовжки і 15 см у діаметрі, однак замінює величезний завод. За температури 3000–3500 °С досить однієї десятитисячної частки секунди, аби 80 % метану перетворилося на ацетилен. Ступінь використання енергії сягає 90–95 % за мінімальних енерговитрат. У паровому реакторі піролізу метану вони чи не вдвічі більші.

За техніко-економічними показниками плазмохімічний піроліз вуглеводневої сировини перевершує показники усіх інших існуючих процесів. Він може бути реалізований у різних варіантах залежно від економіко-географічних умов і потреб суспільного господарства, дозволяє переробляти будь-які види вуглеводневої сировини – газувату (метан, етан-пропанові і пропан-бутанові суміші тощо), рідку (бензин, газойль, сира нафта і т. п.), тверду (горючі сланці та ін.).

Ці приклади є свідченням того, що для основного органічного синтезу характерне існування кількох промислових методів одержання найважливіших продуктів, що різняться технологією. І не лише нею – адже сировина для синтезу одного й того самого продукту також може бути різною.

Дізнайтеся більше... 1889 р. двом англійцям було видано патент США на виробництво з болотного газу метану вугільних волосинок для електричного освітлення.

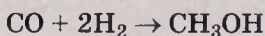
Нині одним з найбільш перспективних методів синтезу карбонових нанотрубок і нановолокон є каталітичний піроліз різноманітних сполук Карбону, зокрема метану і парафінів.

Незважаючи на багатоманітність теоретичних можливостей перетворень метану, наразі найбільш значущими для промислового органічного синтезу є такі процеси:

- добування синтез-газу: $\text{CH}_4 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{CO} + 3\text{H}_2$;
- пряме каталітичне перетворення на етилен (етен) C_2H_4 ;
- пряме каталітичне перетворення на спирти і формальдегід HCHO .

З водню, одержаного із синтез-газу, добувають амоніак – сировину у синтезі нітратної кислоти, нітрогеновмісних (азотних) добрив, вибухових речовин, барвників.

Синтез-газ також використовують для синтезу метанолу:

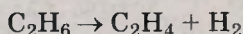


За цією схемою одержують щонайменш дві третини загального обсягу виробленого метилового спирту. Якщо природний газ містить не менше 3 % етану, з нього вигідно добувати етилен (етен).

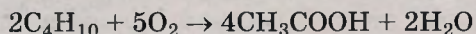
Синтези на основі парафінів – джерело добування багатьох важливих для хімічної промисловості продуктів. Хлоруванням етану виробляють гексахлоретан¹ $\text{Cl}_3\text{C}-\text{CCl}_3$ й інші хлоропохідні. Продукт хлорування твердих парафінів – хлоропарафін-40 ($w(\text{Cl}) \approx 40\%$) використовують як пластифікатор, хлоропарафін-70 (яка масова частка Хлору в ньому?) – для просочення паперу і тканин, аби надати їм вогнестійкості.

Продукти повного фторування вузьких фракцій гасу і газойлю є цінними мастильними речовинами і гідравлічними рідинами з високою термічною і хімічною стійкістю. Фреони на основі етану застосовують як холодоагенти.

У такий спосіб у трубчастих печах за 850 °С реакцією *дегідрування* одержують сировину для виробництва різноманітних полімерних виробів і напівпродукт у різних органічних синтезах:



Каталітичним *окисненням* бутану у промисловості добувають оцтову (етанову) кислоту:



Крекінг (від англ. *cracking* – розщеплення) – процес термічного розкладання вуглеводнів, що ґрунтується на розщепленні карбонового ланцюга великих молекул з утворенням сполук з коротшим ланцюгом. Основними його продуктами є компоненти моторних палив. Метод крекінгу запатентував В.Г. Шухов (1891). Більше уявлень про різновиди крекінгу і його продукти ви дістанете зі схеми на малюнку 11.3.

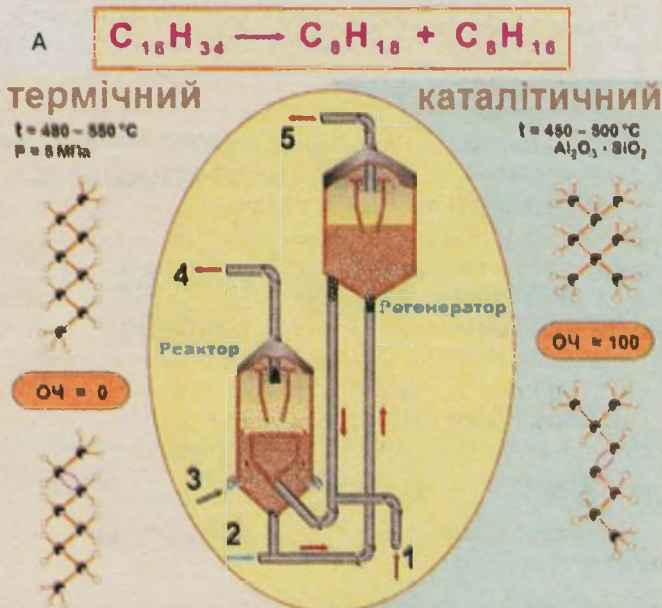
Проаналізувавши її, ви пересвідчилися, що крекінг здійснюють нагріванням нафтової сировини. Внаслідок руйнування зв'язків між атомами Карбону утворюються алкани і алкени. У такий спосіб одержують бензинові (низькооктанові компоненти автомобільних палив) і газойльові (компоненти флотських мазутів, газотурбінних і пічних палив) фракції, паливо для котелень, а також автомобільне і дизельне пальне.

Каталітичним крекінгом добувають базові компоненти високооктанових бензинів, газойлів, вуглеводневих газів. Це бензинові фракції, реактивні і дизельні палива, нафтові масла, вуглеводневі гази, а також сировина для піролізу нафтових фракцій і каталітичного риформінгу (за мал. 11.2 пояснить суть добування ароматичних вуглеводнів риформінгом). Каталітичний крекінг за присутності алюміній хлориду досліджував М.Д. Зелінський (мал. 11.4).

Етилен (етен), як вам уже відомо, є мономером для одержання найпопулярнішого полімеру – поліетилену:

$n\text{H}_2\text{C} = \text{CH}_2 \xrightarrow{\text{кат.}} (-\text{CH}_2-\text{CH}_2-)_n$ (до якого типу належить ця реакція?). З етену реакцією *приєднання* хлору і гідроген хлориду добувають 1,2-дихлоретан і хлоретан, які потім переробляють на вінілхлорид – мономер для виробництва полівінілхлориду $(-\text{CH}_2-\text{CHCl}-)_n$:

¹Застосовують у виробництві нітроцелюлозних пластмас як інтенсифікатор світіння піротехнічних сумішей, а також у медицині для лікування гелмінтозів печінки.

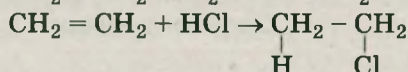
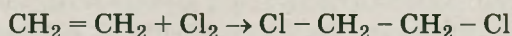
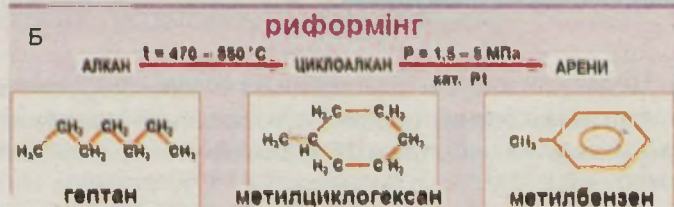


Мал. 11.3. Способи переробки нафти.

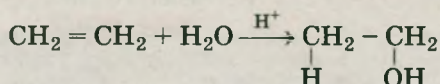
А. Крекінг-процес:

- 1 – газойль; 2 – повітря;
- 3 – водяна пара;
- 4 – продукти горіння;
- 5 – продукти крекінгу на ректифікацію.

Б. Риформінг – спосіб добування ароматичних вуглеводнів

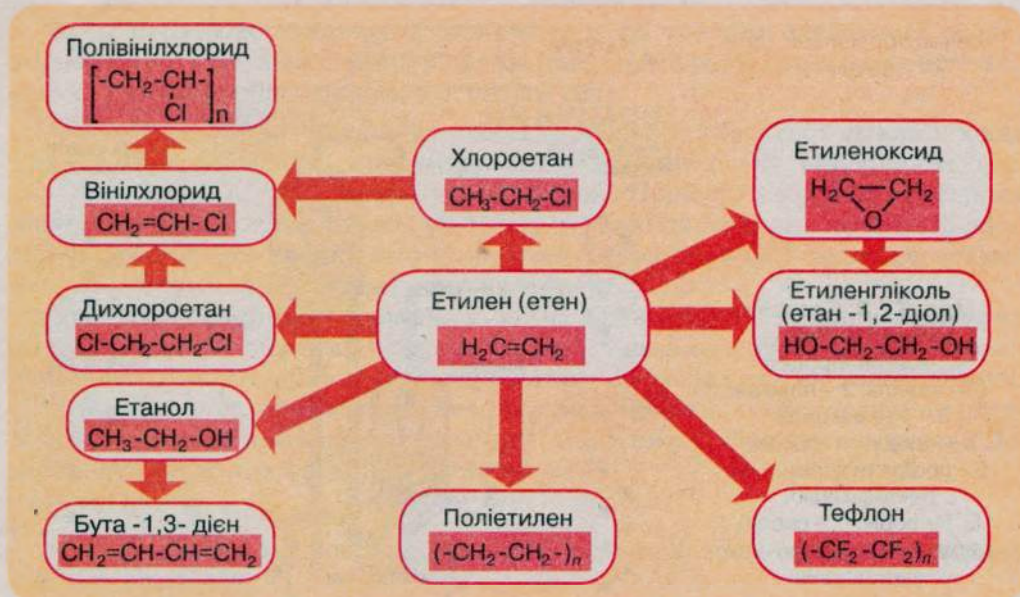


Каталітичною *гідратацією* етилену одержують етанол:



Мал. 11.4. Зелінський Микола Дмитрович (1861–1953) – видатний хімік-органік, уродженець м. Тирасполя (Херсонська губернія), навчався в Рішельєвській гімназії, Новоросійському університеті (м. Одеса), згодом упродовж кількох років викладав у ньому хімію. Фундатор наукової школи, академік, один з основоположників органічного каталізу і нафтохімії. Створив вугільний протигаз. Лауреат багатьох державних премій

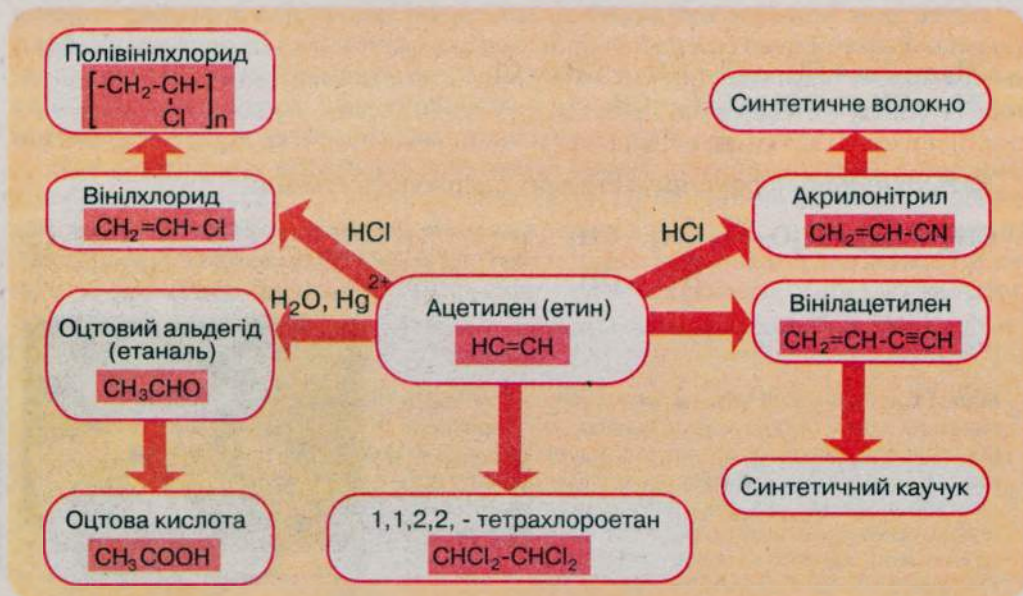




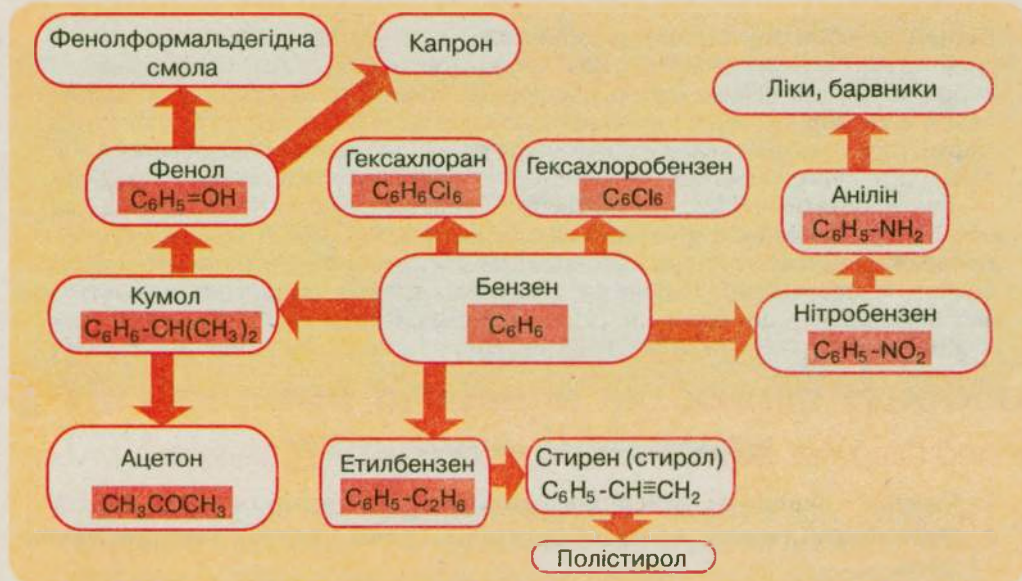
Мал. 11.5. Синтези на основі етену (етилену)

Ці та інші продукти синтезів на основі етену зазначено на схемі (мал. 11.5).

Ацетилен (етин) також широко використовують в органічному синтезі. За схемою на малюнку 11.6 ознайомтеся з найважливішими продуктами його переробки.



Мал. 11.6. Синтези на основі етину

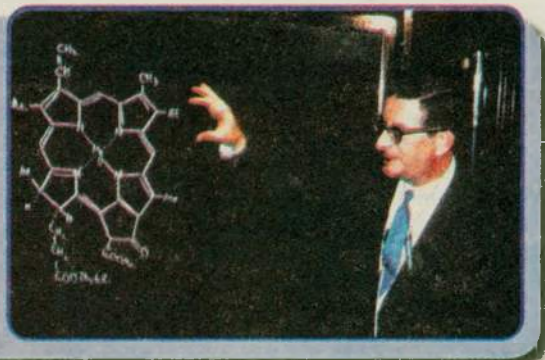


Мал. 11.7. Синтези на основі бензену (які із зазначених на схемах речовини, матеріали й інші об'єкти відомі вам з повсякденного життя?)

Ароматичні вуглеводні – і продукти, і сировина органічного синтезу. З них добувають найрізноманітніші сполуки, які широко застосовують у різних галузях суспільного господарства. Пересвідчитися в цьому ви зможете на прикладі найпростішого ароматичного вуглеводню – бензену, продукти переробки якого зазначено на схемі (мал. 11.7).

Розглянуті **приклади синтезів на основі вуглеводневої сировини** – лише невелика частка від їхньої загальної кількості. Однак і вони, безсумнівно, вразили вас кількістю і різноманітністю¹. Тож ви пересвідчилися в слушності вислову Р. Вудворда (мал. 11.8), який зауважував: «...досягнення в галузі органічного синтезу, напевно, більш ніж успіхи в будь-якій іншій царині органічної хімії дозволяють судити про стан і могутність цієї науки».

Мал. 11.8. Вудворд Роберт Бернс (1917–1979) – американський хімік-органік, король органічного синтезу. Синтезував складні біологічно активні органічні сполуки: хінін, холестерин і кортизон, резерпін, стрихнін, хлорофіл, тетрациклін, вітамін В₁₂. 1965 року був удостоєний Нобелівської премії «за видатний внесок у мистецтво органічного синтезу»



¹Запам'ятовувати всі синтези не потрібно, достатньо знати ті, що ґрунтуються на вже відомих вам хімічних властивостях вуглеводнів.

Дізнайтеся більше... На думку директора Інституту біоорганічної хімії та нафтохімії НАН України академіка В.П. Кухара, уже найближчими роками хімічне виробництво органічних матеріалів ґрунтуватиметься на трьох сировинних базах: вуглеводнях, вуглеводах і продуктах метаболізму рослин. Вуглеводні з нафти, газу і синтез-газ залишатимуться основною сировиною для виробництва органічних хімікатів, розчинників і полімерних матеріалів. Водночас стрімко зростатиме обсяг органічних хімікатів, вироблених ферментативною технологією з біомаси в поєднанні з додатковими каталітичними і синтетичними процесами. Рослини використовуватимуть як джерело екологічно безпечних пестицидів і барвників, лікарських засобів тощо. Поява на ринку значного обсягу доступних хімікатів з біомаси буде важливим стимулом для розширення сфери їхнього застосування і створення нових проміжних і кінцевих продуктів.

ПРО ГОЛОВНЕ

- ▶ Синтез – основа промислового виробництва органічних речовин.
- ▶ Органічний синтез – розділ органічної хімії і галузь хімічної технології.
- ▶ Вуглеводні є сировиною для виробництва пластмас, каучуків і волокон, сечовини (карбаміду), мийних засобів, клеїв, мастил і присадок, засобів захисту рослин, ліків, харчових добавок, розчинників.
- ▶ Процеси переробки вуглеводневої сировини ґрунтуються на реакціях галогенування, піролізу, окиснення, дегідрування й гідрування, гідратації і дегідратації, полімеризації тощо.
- ▶ Крекінг – термічне розкладання вуглеводнів.
- ▶ Унаслідок каталітичного крекінгу в продуктах зростає вміст розгалужених вуглеводнів.
- ▶ Риформінг – спосіб добування ароматичних вуглеводнів.
- ▶ Вуглеводні, вуглеводи і продукти метаболізму рослин – перспективна сировинна база органічного синтезу.

Здійсніть самоконтроль

1. Класифікуйте хімічну реакцію добування етину з метану:

А гідрування; **Б** галогенування; **В** гідроліз; **Г** піроліз.

2. Укажіть склад синтез-газу:

А азот і кисень; **Б** карбон(IV) оксид і метан;
В карбон(II) оксид і водень; **Г** метан і водень.

3. Укажіть процес термічного розкладання вуглеводнів:

А перегонка; **Б** риформінг; **В** полімеризація; **Г** крекінг.

4. Класифікуйте хімічну реакцію добування етанолу з етену:

А каталітична гідратація; **Б** каталітичний крекінг; **В** гідрування; **Г** дегідрування.

5. Порівняйте: а) перегонку нафти і крекінг; б) термічний і каталітичний крекінг.

6. Позначте на контурній карті розташування найбільших в Україні виробництв органічного синтезу.

7. Поміркуйте й поясніть, чому органічний синтез почав стрімко розвиватися після формулювання О.М. Бутлеровим основ структурної теорії будови молекул органічних речовин.

8. *Дізнайтеся, структурну формулу якої речовини накреслив на дошці Р. Вудворт (мал. 11.8). Яке значення має ця сполука для забезпечення сировинної бази органічного синтезу?



Творча майстерня



Самостійно або у складі малої навчальної групи створіть реальну або віртуальну колекцію продуктів органічного синтезу, які ви використовуєте в повсякденному житті.

§ 12. Органічні речовини як основа сучасних матеріалів. Пластмаси

Що таке матеріал? Які матеріали є сучасними? На основі яких органічних речовин їх створюють? Чим відрізняється пластмаса від полімеру? Який зв'язок між складом і будовою органічних речовин, їхніми властивостями і застосуванням у складі пластмас?

Опрацювавши цей параграф, **ви пригадаєте** суть понять «матеріал», «полімер», **зможете навести приклади** органічних речовин, які використовують у складі сучасних матеріалів, **встановити** причинно-наслідкові зв'язки між їхнім складом, будовою, властивостями і застосуванням, **порівнювати** пластмаси, **аналізувати** їхній хімічний склад і **робити висновок** щодо придатності для використання.

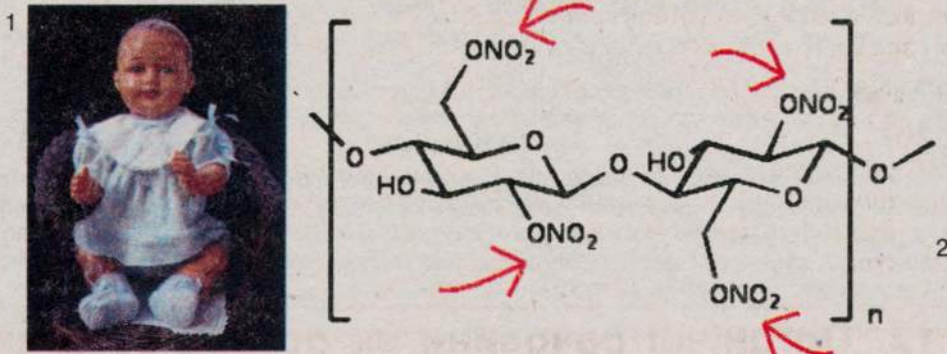
З матеріалами тісно пов'язане минуле, сьогодення і майбутнє людства.

Матеріал – речовина (або комбінація речовин), оброблена чи створена людиною для виготовлення певного об'єкта з корисними функціями.

Сучасні матеріали вражають розмаїттям. Їхня унікальна структура і властивості зумовлюють створення не лише принципово нових продуктів, а й галузей індустрії. Доведемо це на прикладі матеріалів, що вже стали звичними атрибутами буденного життя, хоча порівняно недавно їхнє відкриття було величезним кроком уперед у галузі промислових технологій. Це, перш за все, *пластмаси, синтетичні каучуки й гума, штучні й синтетичні волокна*. Що спільного між ними?

Зауважимо, що всі ці матеріали виготовлено на основі природних або синтетичних високомолекулярних сполук – *полімерів*, здебільшого органічного походження.

Дізнайтеся більше... Науковці Інституту хімії високомолекулярних сполук Національної академії наук України, яким керує академік, професор, доктор наук Євген Вікторович Лебедев, синтезують нові типи полімерів і відкривають корисні, часто несподівані властивості та ефекти цих чудових сполук. Результати багаторічних досліджень втілено в низці прикладних розробок, таких як екологічно нешкідливі лаки і фарби, покриття з високою захисною дією в агресивних середовищах, клеї різного призначення, у тому числі для медичних цілей, і багато чого іншого.



Мал. 12.1. 1. Лялька, виготовлена із целулоїду. 2. Хімічна формула динітроцелюлози (стрілками позначено нітрогрупи) – продукту нітрування целюлози. Із цієї речовини виготовляють целулоїд

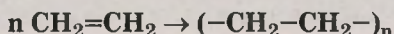
Пластмаси – що означає ця назва? Йдеться про матеріали, виготовлені на основі полімерів і здатні внаслідок впливу нагрівання і тиску набувати певної форми і зберігати її після охолодження або тверднення.

У пошуках штучного замітника слонової кістки першу пластмасу – паркезін – добув 1855 р. англійський металург і винахідник Олександр Паркс. Інша, більш відома назва цієї пластмаси – *целулоїд* (мал. 12.1, 1), що означає «подібний до целюлози».

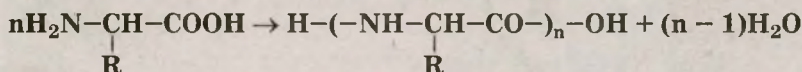
Целулоїд – приклад *штучного* матеріалу, оскільки його виготовляють хімічною обробкою природного полімеру. До продукту нітрування целюлози (мал. 12.1, 2) добавляють пластифікатори, наповнювачі, барвники. Компоненти-пластифікатори надають полімерним матеріалам еластичності і (або) пластичності під час переробки та експлуатації. Введення до складу полімерних композицій наповнювачів поліпшує експлуатаційні властивості, полегшує переробку, а також істотно здешевлює матеріал. Саме ці добавки відрізняють целулоїд від динітроцелюлози, оскільки надають матеріалу нових властивостей.

Зауважмо: однією з умов сталого розвитку є створення новітніх матеріалів на основі *біосировини*. Завдяки цьому напряму традиційні матеріали набувають нових унікальних властивостей, що дає всі підстави називати їх фантастичною реальністю ХХІ століття. До того ж біорозкладанні пластичні маси на основі природних полімерів зменшують несприятливий техногенний вплив на довкілля. Їх виготовляють, модифікуючи макромолекули крохмалю, целюлози (*назвіть природні джерела цих сполук*) і хітозану, який виділяють з панцирів крабів, креветок тощо.

Незважаючи на привабливість таких пластмас, наразі найпоширенішими є **пластики на основі синтетичних високомолекулярних сполук**. Назви й хімічні формули їх і їхніх мономерів траплялися вам у попередньому параграфі, де йшлося про продукти синтезів на основі вуглеводневої сировини. З курсу хімії основної школи ви вже маєте уявлення про способи синтезу високомолекулярних сполук – *полімеризацію* і *поліконденсацію*. З першим способом ви ознайомились, вивчаючи властивості етену:



Поліконденсацію ви розглянули на прикладі утворення поліпептидного ланцюга з молекул амінокислот (*назвіть характеристичні групи, внаслідок взаємодії яких відбувається поліконденсація молекул амінокислот*):



Зверніть увагу: поліконденсація можлива, якщо кожен мономер є *біфункціональним*, тобто містить дві функціональні групи, що обидві можуть реагувати з функціональними групами іншого мономера. Окрім полімеру продуктом поліконденсації є низькомолекулярна сполука, зазвичай – вода.

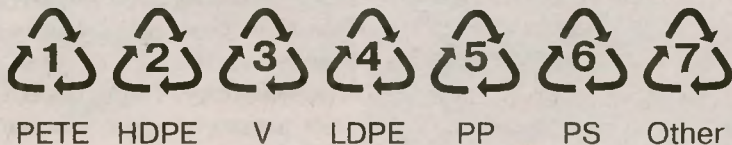
Термопластичність – здатність полімерів і пластмас багаторазово розм'якшуватися і тверднути внаслідок нагрівання і наступного охолодження.

Зверніть увагу: під час нагрівання й охолодження термопластичні полімери не зазнають хімічних змін! Більшість з них добре розчиняються в органічних розчинниках. Це зумовлено лінійною будовою молекул, слабкими зв'язками між ними, нездатністю до утворення сітчастих (зшитих) макромолекул. З розплавів термопластичних полімерів формують найрізноманітніші вироби. Для цього розплав полімеру пропускають крізь тонкі отвори, упорскують його під тиском у прес-форму з наступним охолодженням, здійснюють видувне формування (мал. 12.2).

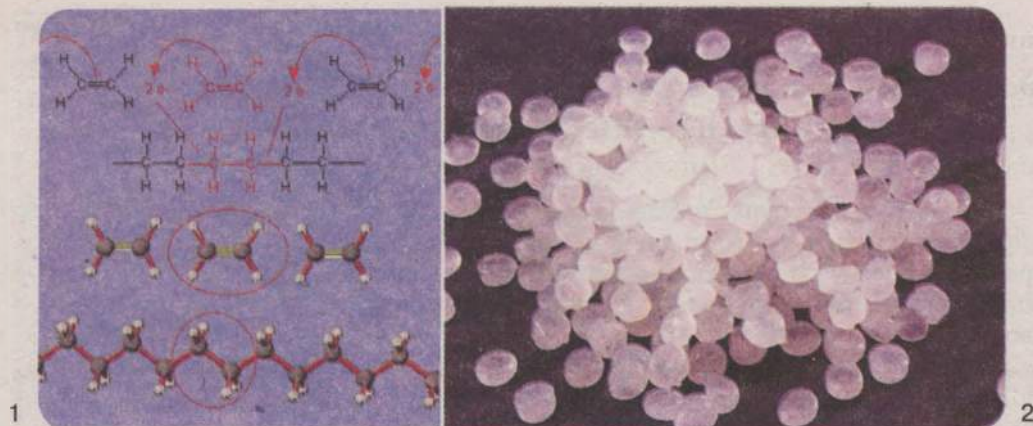
Рециклізація багатьох пластмас ґрунтується саме на їхній термопластичності. Для забезпечення утилізації одноразових предметів Товариство пластмасової промисловості 1988 р. запровадило систему маркування й ідентифікаційні коди для всіх видів пластику. Маркування складається з трьох стрілок у формі трикутника, усередині яких розташована цифра:



Мал. 12.2. Видувне формування поліетилену



Нею та літерною аббревіатурою під трикутником позначають тип пластику: PETE (PET або ПЕТ) – поліетилентерфталат, HDPE або ПВД – поліетилен високого тиску, V, PVC або ПВХ – полівінілхлорид, LDPE або ПНД – поліетилен низького тиску, PP або ПП – поліпропілен, PS або ПС – полістирол, OTHER або ІНШЕ (не можна рециклізувати). Таке інформування про тип




Мал. 12.3. 1. Полімеризація етилену (етену). 2. Гранули поліетилену

матеріалу і можливості його переробки спрощує сортування перед відправкою пластмаси на переробку і вторинне використання.

Зверніть увагу: для зберігання харчових продуктів придатні лише пласт-



масові вироби, марковані . Тож розгляньмо докладніше деякі з найвідоміших термопластичних синтетичних полімерів і пластмас на їхній основі.

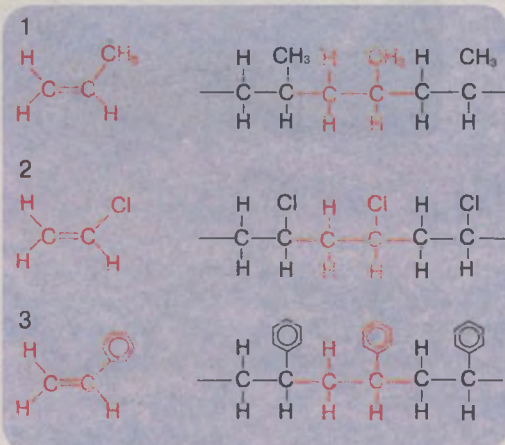
Поліетилен – карболоанцюговий (пояснить, що це означає) полімер. Як ви вже знаєте, у промисловості його добувають полімеризацією за високого, середнього і низького тиску (мал. 12.3). Поліетилен має високі діелектричні властивості, стійкий до агресивних середовищ – кислот, лугів, розчинів солей і органічних розчинників. Тому його застосовують як електроізоляційну

оболонку кабелів, захисний матеріал в агресивних середовищах. Це зручний пакувальний плівковий матеріал. Також з поліетилену виготовляють посуд, одноразовий зокрема.

Недоліками поліетилену є низька теплопровідність, недостатня стійкість до УФ-випромінювання, схильність до деформації внаслідок тривалої дії статичних навантажень.

Полімеризація мономерів, про які йтиметься далі, відбувається подібно до етену. Пересвідчитися в цьому ви зможете, розглянувши малюнок 12.4.

Які властивості добутих унаслідок цього полімерів зумовлюють їхнє широке застосування в найрізноманітніших галузях суспільного господарства, побуті тощо?



Мал. 12.4. Продукт полімеризації пропену – поліпропілен (1), вінілхлориду – полівінілхлорид (2), вінілстирену – полістирол (3)

Поліпропілен – карболанцюговий лінійний полімер, багато в чому подібний до поліетилену. Це досить твердий матеріал, у тонких шарах прозорий, у товстих – молочно-білий. Він стійкий до дії кислот, лугів, розчинів солей, інших агресивних середовищ. Вироби з поліпропілену вирізняються стійкістю до стирання і твердістю поверхні, витримують нагрівання до температури $\approx 100\text{ }^{\circ}\text{C}$. Тому цю пластмасу використовують для виробництва пакувальної плівки, сантехнічних труб, побутового і хімічного посуду, іншого обладнання.

Невисока морозостійкість (до $-30\text{ }^{\circ}\text{C}$) і висока чутливість до світла і кисню – недоліки, які дещо обмежують застосування поліпропілену.

Полівінілхлорид (ПВХ) – речовина білого кольору, хімічно стійка до лугів, мінеральних масел, багатьох кислот і розчинників, не горить на повітрі, діелектрик. Проте його морозо- і термостійкість невеликі. З полівінілхлориду виготовляють лінолеум, віконні профілі, кромки меблів, упаковку побутової техніки, шкірозамінники, плівки для натяжних стель, сайдинг, труби, ізоляції дротів і кабелів, обгортки, пляшки для побутової хімії і ще багато інших корисних предметів (мал. 12.5).

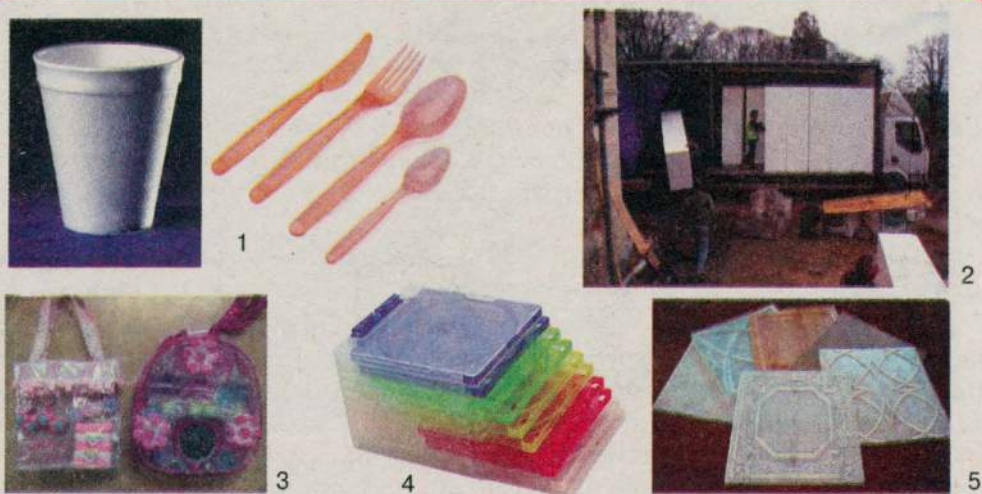
Основною проблемою, пов'язаною з використанням ПВХ, є складність його утилізації. Адже внаслідок спалювання цього пластику утворюються високотоксичні хлорорганічні сполуки. Із часом матеріал самостійно починає виділяти їх у довкілля. Сучасні технології, спрямовані на подолання вади, поки що недостатньо ефективні.

Полістирол – тверда, пружна, безбарвна, прозора, гнучка, негігроскопічна речовина. З пластмас на його основі виготовляють електроізоляцію, предмети буденного вжитку (посуд, фігурки, дитячі іграшки тощо), лінзи, різнокольорову облицювальну плитку і теплоізоляцію для будинків (мал. 12.6).

Зверніть увагу: пінополістирол – один з видів *пінопласту*. Його добувають пресуванням полістиролу з твердим газоутворювачем за нагрівання.



Мал. 12.5. Полівінілхлорид (1) і вироби з нього: 2 – цим віконним профілям властива відмінна звукоізоляція, легкість у використанні, високий ступінь збереження тепла; 3 – ласта – елемент спорядження для дайвінгу й підводного мисливства; 4 – плитка – елемент декору інтер'єру; 5 – парасолька – надійний захист від негоди; 6 – спінений ПВХ – матеріал для виготовлення спортивного інвентарю; 7 – у таких чоботах «море по коліна»



Мал. 12.6. Вироби з полістиролу: 1 – одноразовий посуд; стакан зі спіненого полістиролу, столові прибори; 2 – термоблок: надійно, комфортно, ергономічно; 3 – сумочки для аксесуарів; 4 – контейнери для зберігання компакт-дисків; 5 – декоративні плитки

Газуваті продукти термічного розкладання газоутворювача розчиняються в полімері. Після цього заготовку виймають з прес-форми і нагрівають до 100–105 °С. Розчинені в полімері гази розширюють за пресування, утворюючи пінополістирол.

Недоліки полістиролу полягають у низьких теплостійкості і ударній міцності, схильності до старіння тощо.

Тефлон (його ще називають фторопластом) – пластмаса на основі політетрафлуороетену. Це біла, у тонкому шарі прозора речовина, зовні подібна до парафіну або поліетилену. Має високі тепло- і морозостійкість, не втрачає гнучкості й еластичності в широкому інтервалі температур, не змочується ні водою, ні жирами, ані більшістю органічних розчинників. За своєю хімічною стійкістю перевершує всі відомі синтетичні матеріали й благородні метали. Тефлон використовують у хімічній, електротехнічній і харчовій промисловості, у побуті, у медицині, у військовій і аерокосмічній техніці. За малюнком 12.7 ви пересвідчитесь, що вироби з тефлону або з тефлоновим покриттям широко використовують у повсякденному житті (*наведіть ще кілька прикладів*).

Дізнайтеся більше.... Політетрафлуороетен було синтезовано 1938 р. Вперше ТЕФЛОН® (розробка корпорації DuPont) у середині 50-х років минулого століття був нанесений на хлібопекарські форми. 10 років по тому його стали використовувати як антипригарне покриття на кухонному посуді.

Однак, використовуючи посуд з тефлоновим покриттям, варто пам'ятати, що його легко ушкодити тертям абразивами. За температури понад 200 °С політетрафлуороетен розкладається з утворенням токсичних продуктів. **Тож ніколи не використовуйте для приготування їжі посуд з пошкодженим тефлоновим покриттям!**

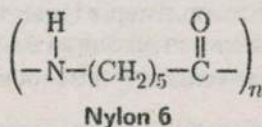
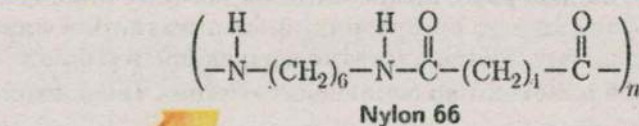


Мал. 12.7. Тефлон у нашому житті: 1 – антипригарне покриття на пательні; 2 – стрічка – надійний ущільнювач для сполучення труб; 3 – справжній «геймер» вибирає комп'ютерну мишку на тефлонових ніжках; 4 – фарба із частинками тефлону – красиве й гігієнічне покриття; 5 – у цих авто- і мотомасилах частинки тефлону забезпечують мінімальний опір тертю; 6 – інструменти з тефлоновим покриттям – гострота і надійність

Поліаміди – високомолекулярні сполуки, що містять повторювані амідні

групи ---N---C--- в основному ланцюзі макромолекули

(мал. 12.8). Поліаміди здатні витримувати циклічні навантаження. Вони зберігають свої характеристики в широкому діапазоні температур, витримують стерилізацію паром до 140 °С. Залишаються еластичними за



Мал. 12.8. Прозорі плівки, які отримують з розплавів або розчинів поліамідів. Зносостійкі, міцні на злам, стійкі до лугів, розчинників, масел. Застосовують для упаковки харчових продуктів (жирів зокрема), як оболонки для ковбас, електроізоляційний матеріал тощо

низьких температур. Недоліками поліамідів є висока гігроскопічність і низька світлостійкість. Ці матеріали застосовують для виробництва клеїв, плівок різних призначень (пакувальний матеріал, кіноплівка, шкірозамінники тощо). Поліаміди – замітники кісток, шкіри в медицині, захисні антикорозійні покриття для металів, бетону.

Дізнайтеся більше... ЗАТ «Броварський завод пластмас» (Київська область) виробляє з полівінілхлориду липку стрічку, стрічку електроізоляційну, плівки, труби. ТОВ «Завод пластмас» (Київ) є одним з найбільших виробників товарів народного споживання. Основні види матеріалів, використовуваних на виробництві, – поліетилен високого і низького тиску, поліпропілен і полістирол.

Аби на власні очі, а радше власноруч ознайомитися з деякими полімерами і пластмасами на їхній основі, виконайте лабораторний дослід.

Лабораторний дослід 4



Ознайомлення зі зразками пластмас

Уважно роздивіться видані вам зразки пластмас. Зверніть увагу на їхній зовнішній вигляд, агрегатний стан, колір тощо. Опишіть кожний зі зразків, зазначте спосіб його добування і галузі застосування. Чи є поміж них термопласт?

Штучні й синтетичні матеріали?

Звіт оформіть у табличній або довільній формі.

ПРО ГОЛОВНЕ

- ▶ Матеріал – речовина (або комбінація речовин), оброблена чи створена людиною для виготовлення певного об'єкта з корисними функціями.
- ▶ Пластмаси – матеріали, виготовлені на основі полімерів і здатні внаслідок впливу нагрівання і тиску набувати певної форми і зберігати її після охолодження або тверднення.
- ▶ Введення до складу полімерних композицій барвників, пластифікаторів, наповнювачів поліпшує ергономічні й експлуатаційні властивості, полегшує переробку, а також істотно здешевлює матеріал.
- ▶ Найпоширенішими є пластики на основі синтетичних високомолекулярних сполук.
- ▶ Термопластичність – здатність полімерів і пластмас багаторазово розм'якшуватися і тверднути внаслідок нагрівання і наступного охолодження.
- ▶ Полімеризація і поліконденсація – способи синтезу високомолекулярних сполук.
- ▶ Важливою умовою сталого розвитку є створення новітніх матеріалів на основі біосировини.

Здійсніть самоконтроль

1. Яким матеріалом є целулоїд?

А природним; Б синтетичним; В штучним; Г будівельним.

2. Які компоненти надають пластмасам еластичності?

А наповнювачі; Б антипірени; В барвники; Г пластифікатори.

3. Класифікуйте хімічну реакцію синтезу поліетилену з етену:

А полімеризація; **Б** поліконденсація; **В** гідрування; **Г** дегідрування.

4. Укажіть здатність полімерів і пластмас багаторазово розм'якшуватися і тверднути внаслідок нагрівання і наступного охолодження:

А термореактивність; **Б** термопластичність; **В** терморегуляція; **Г** термодеструкція.

5. Порівняйте: а) штучні й синтетичні полімери; б) два основні способи синтезу полімерів.

6. Поясніть подібність властивостей парафіну і поліетилену.

7. Як ви вважаєте, чому властивості пластмас часто відрізняються від властивостей полімерів, на основі яких вони створені?

8. Пригадайте властивості пластмас, про які йшлося в цьому параграфі, і поясніть, чому не можна: а) чистити підшву праски з тефлоновим покриттям абразивними матеріалами; б) користуватися посудом, якщо тефлонове покриття на ньому пошкоджене; в) вживати і зберігати гарячі напої і страви в посуді, виготовленому з полістиролу; г) використовувати для зберігання харчових продуктів тару з полівінілхлориду.

9. Дізнайтеся, чи є у вашому регіоні підприємства, що виробляють (чи переробляють) полімери і пластмаси. Підготуйте стисле повідомлення про сировину, яку вони використовують, і про продукцію.



Творча майстерня



Самостійно або у складі малої навчальної групи створіть реальну чи віртуальну колекцію пластмас, які ви використовуєте в повсякденному житті. В описі прокоментуйте маркування, виявлене вами на виробках із цих матеріалів, установіть зв'язок між їхніми властивостями і застосуванням.

Підготуйте міні-лекцію для членів своєї родини про безпечне використання пластмас у побуті.

Підготуйте для молодших школярів агітаційний спектакль, що має переконати їх у доцільності викидати пластмасові відходи в спеціально призначений для цього контейнер.

§ 13. Каучуки. Гума

Що таке природний і синтетичні каучуки? Чим відрізняється гума від каучуку? Який зв'язок між властивостями і застосуванням каучуків і гуми?

Опрацювавши цей параграф, **ви зможете навести приклади** синтетичних каучуків, **встановити** причинно-наслідкові зв'язки між їхніми властивостями і застосуванням, **порівнювати** натуральний каучук із гумою і синтетичними каучуками, **аналізувати** їхній хімічний склад і **робити висновок** щодо придатності для використання.

Каучуки – полімерні матеріали різноманітного складу і призначення. Ці високомолекулярні сполуки в певному температурному інтервалі виявляють *високоеластичні* властивості, тобто здатність до великих оборотних деформацій (мал. 13.1). Каучуки – пружні матеріали, які можна розтягнути до розмірів, що набагато перевищують їхню вихідну довжину. Однак після зняття навантаження вони набувають вихідних розмірів. Цю властивість широко використовують у найрізноманітніших галузях суспільного господарства. Приміром, фундаменти багатоповерхових будівель, зведених в Японії, оснащено буферами з *еластомерів*, що захищають від підземних поштовхів.



Мал. 13.1.

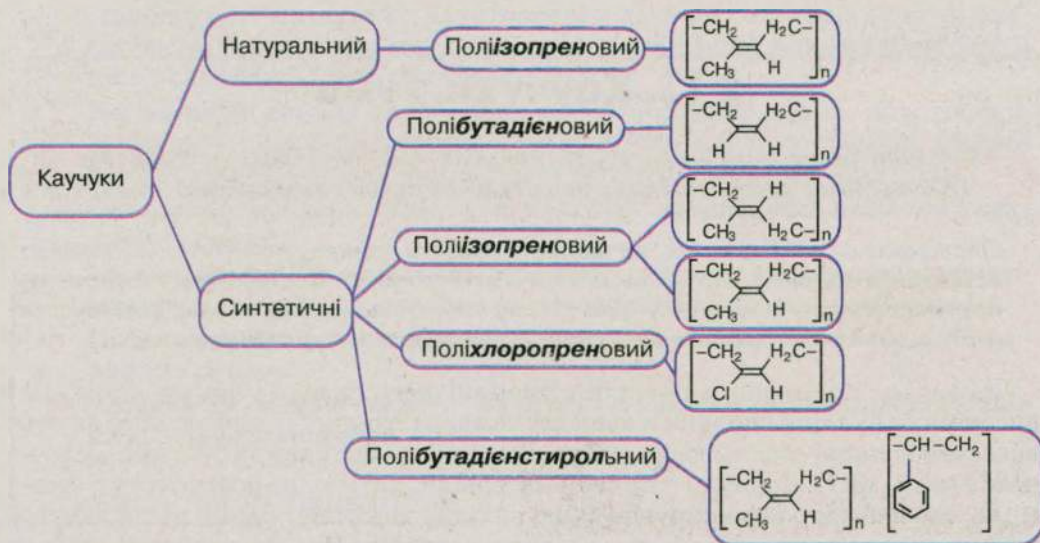
Аби точно доправити прикорм до місця закидання вудки чи спінінга, рибалки використовують рогатку.

Її металевий джгут виготовлено з високоеластичного полімеру – каучуку

Зазвичай каучуки класифікують і називають за назвою мономерів, використаних для їхнього синтезу, або за характерною групою атомів у їхньому складі (мал. 13.2).

Натуральний каучук добувають з латексу, молочного соку каучукового дерева гевеї (які ще рослини-каучуконоси вам відомі?). Латекс міститься у мережі дрібних судин під корою. Коли її видаляють, починає сочитися біла рідина (мал. 13.3, 1).

Дізнайтеся більше... Костюми таких відомих кіногероїв, як Бетмен, жінка-кішка (мал. 13.3, 2), маска Фантомаса тощо були зроблені з використанням саме рідкого натурального латексу. Ельфійські вуха, бутафорські шрами і багато чого іншого також виготовляють із цього матеріалу (поміркуйте і спробуйте пояснити, чому колір латексу, з якого виготовлено костюм, відрізняється від кольору соку гевеї. За потреби зверніться до попереднього параграфа).



Мал. 13.2. Деякі з найуживаніших каучуків (який саме із синтетичних поліізопренових каучуків за властивостями ідентичний з натуральним? Чому? За потреби зверніться до завдання 1 на с. 26)

Мал. 13.3.

1. Добування латексу з природної сировини.
2. Натуральний латекс – зручний матеріал для креативних дизайнерів і художників

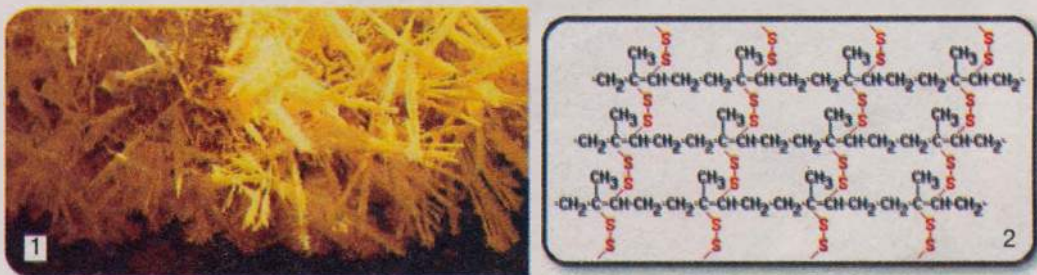


Унаслідок нагрівання латексу дрібні частинки каучуку, що містяться в ньому, злипаються і випадають в осад. Промиваючи і витримуючи його над багаттям, індіанці Південної Америки (у яких ще країнах поширені рослини-каучуконоси?) з давніх-давен отримували шматки каучуку. З них вони виготовляли посудини для води, непромокальні тканини, взуття і навіть яскраво розфарбовані кульки – дитячі іграшки.

Зі «світової комори» (чому саме так образно називають Південну Америку?) натуральний каучук потрапив до країн Європи. Однак виявилось, що під впливом кисню цей матеріал швидко «старіє», втрачає пружність. До того ж він є еластичним лише в досить вузькому температурному інтервалі. Тобто холодної пори гумові вироби тверднуть і розтріскуються, за підвищеної температури – розм'якшуються, перетворюючись на липку смердючу масу. Однак з винайденням гуми цю проблему було розв'язано.

Гума – продукт *вулканізації* каучуку. Під час нагрівання із сіркою макромолекули каучуку сполучаються одна з одною «містками» з атомів Сульфуру. Внаслідок вулканізації утворюється суцільна тримірна просторова сітка (мал. 13.4). Цим винаходом людство зобов'язане Чарльзу Гудієру (мал. 13.5).

Властивості еластомерних композицій можна варіювати в широких межах. Шляхом підбору відповідного типу каучуку, а також інших складових можна виготовити матеріал з наперед заданими властивостями. Напри-



Мал. 13.4. 1. Сірка. 2. Гума – продукт вулканізації каучуку. Така структура зумовлює більшу міцність гуми порівняно із каучуком. До того ж гумові вироби зберігають еластичність у ширшому інтервалі температур



Мал. 13.5. 1. Гудієр Чарльз (1800–1860).

Американський винахідник, відкрив спосіб вулканізації каучуку. Це відкриття усталило його, однак не сприяло поліпшенню матеріального становища. За борги

Ч. Гудієра багаторазово засуджували до ув'язнення. Газети писали про нього: «Якщо ви побачите людину у взутті, пальті і капелюсі з гуми, але без гроша в кишені, знайте: перед вами – Чарльз Гудієр». Утім у 1898 році було засновано компанію «Goodyear Tire», продукція якої до сьогодні зберігає статус бренда у виробництві автомобільних шин

клад, для одержання міцної, стійкої до деформації гуми зазвичай використовують або натуральний каучук, або синтетичний бутадієнстирольний.

За малого ступеня зшивання (масова частка Сульфору до 5 %) утворюється м'який еластичний і легко деформований матеріал з невеликою твердістю і міцністю, однак високою (до 500 %) здатністю до подовжування. Йдеться про м'яку гуму. У гумі з високою твердістю і малою здатністю деформуватися вміст Сульфору сягає 20 %. Відносно подовження такого матеріалу не перевищує 10 %.

Донині гума є цінним матеріалом для виготовлення автомобільних покришок, різноманітних приводних ременів, транспортних стрічок і рукавів, амортизаторів, ущільнювальних прокладок, гнучкої ізоляції та багато чого іншого. Без гуми неможливо уявити функціонування суспільного господарства і повсякдення пересічної людини.

Зауважмо, що наразі гуму виготовляють здебільшого на основі *синтетичних каучуків*.

Синтетичні каучуки і гуми на їхній основі – гідні конкуренти свого натурального «собрата» і продуктів його вулканізації. Не применшуючи здобутків інших розробників, зауважмо: засновником першого у світі великомасштабного виробництва синтетичного каучуку є російський науковець С.В. Лебедев (мал. 13.6).



Мал. 13.6.

Лебедев Сергій Васильович (1874–1934).

Видатний російський хімік, академік.

Основні роботи присвячені проблемам полімеризаційних процесів. Започаткував великомасштабне виробництво синтетичного каучуку.

Ім'я С.В. Лебедева присвоєно НДІ синтетичного каучуку, у якому він працював. Російська академія наук з 1995 року присуджує Премію імені С.В. Лебедева «За видатні роботи в галузі хімії і технології синтетичного каучуку та інших синтетичних полімерів»

Дізнайтеся більше... Використання каталізаторів Циглера–Натта дає змогу отримати каучук, практично ідентичний натуральному. Карл Циглер (Німеччина) і Джуліо Натта (Італія) одержали Нобелівську премію з хімії (1963) за винайдення каталізатора для синтезу полімерів наперед заданої будови.

Синтетичні каучуки мають низку переваг. Приміром, рукавички з натурального латексу спричиняють алергію в багатьох людей, які регулярно використовують їх у професійній діяльності. Алергічна реакція зазвичай зумовлена протеїнами, що містяться у матеріалі природного походження. Ризик алергічних проявів мінімізує використання рукавичок із синтетичного каучуку.

Для модифікації споживчих властивостей каучуків широко використовують *співполімеризацію* за участі двох мономерів. Її продукт складається з елементарних ланок двох різних типів. Таким співполімером є полібутадієнстирольний каучук (мал. 13.2).

Каучуки загального і спеціального призначення. Ця класифікація (мал. 13.7) зумовлена галузями їхнього застосування.

Каучуки загального призначення мають комплекс властивостей, що зумовлює їхнє використання для виробництва широкого кола споживчої продукції. Ці каучуки мають високу еластичність за звичайних температур. Тож з них виготовляють шини, транспортні стрічки, взуття тощо.

Властивості каучуків спеціального призначення забезпечують «працездатність» виробів з них у специфічних, часто екстремальних умовах. Такі матеріали стійкі до дії розчинників, технічних масел, кисню, озону, зберігають високу еластичність у широкому діапазоні температур.

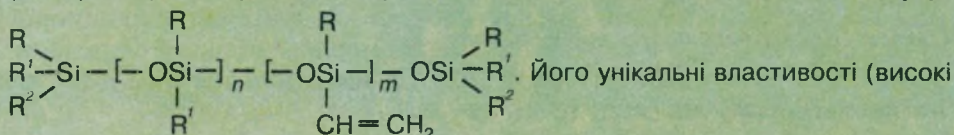
Без синтетичних каучуків і загального, і спеціального призначення не було б сучасної автомобільної промисловості. Їх використовують для виготовлення шин, ущільнювачів дверцят, багажників, стекол, зубчастих ременів і шлангів. Завдяки цим матеріалам автомобілі стали такими швидкісними, потужними і надійними.



Мал. 13.7. Приклади синтетичних каучуків загального і спеціального призначення

Сучасний нафтовидобуток не існував би без високоякісних синтетичних каучуків спеціального призначення. Вони стійкі до впливу нафти, газів і агресивних бурильних рідин, витримують високі температури на глибині 5000 метрів і більше, зазнають мінімального зносу внаслідок впливу дрібних частинок скельних порід – так званої свердильної стружки. Тому їх використовують у муфтах бурильних систем.

Дізнайтеся більше... Композиційні матеріали на основі еластомерів широко застосовують в усіх сферах народногосподарського комплексу України. Творчі колективи НДІ «Еластик» (Київ) і ВО «Кремнійполімер» (Запоріжжя) вперше створили вітчизняний силосановий каучук



Його унікальні властивості (високі діелектричні показники, біологічна інертність, термостійкість, довговічність, висока міцність та ін.) визначили пріоритетність розвитку цього напрямку. Науковці розробляють силосанові герметики, які тверднуть без енерговитрат, для герметизації промислових, житлових будівель і споруд, а також транспортних засобів. Розроблені і синтезовані спільно з Інститутом органічної хімії НАН України рідкі комплексні стабілізатори успішно впроваджені в композиційні пластизольні матеріали для виробництва медичних виробів.

Звісно, ці приклади – лише мала частка безмежно широкого спектра застосування каучуків. Аби розширити й поглибити уявлення про каучуки і гуму, виконайте лабораторний дослід.

Лабораторний дослід 5



Ознайомлення зі зразками каучуків

Уважно роздивіться видані вам зразки каучуків і гуми. Зверніть увагу на їхній зовнішній вигляд, колір тощо. Аби порівняти еластичність каучуку й гуми, виміряйте довжину смужок із цих матеріалів, злегка розтягніть їх і знову

виміряйте.

Опишіть кожний зі зразків, зазначте галузі його застосування. Класифікуйте каучуки з колекції на такі, що застосовують масово, і каучуки спеціального призначення.

ПРО ГОЛОВНЕ

- ▶ Каучуки – еластичні полімерні матеріали різноманітного складу і призначення.
- ▶ Каучуки класифікують і називають за назвою мономерів, використаних для їхнього синтезу, або за характерною групою атомів у їхньому складі.
- ▶ Гума – продукт вулканізації каучуку.
- ▶ Властивості еластомерних композицій можна варіювати в широких межах.

- Каучуки загального призначення мають комплекс властивостей, що зумовлює їхнє використання для виробництва широкого кола споживчої продукції.
- Каучуки спеціального призначення стійкі до дії розчинників, технічних масел, кисню, озону, зберігають високу еластичність у широкому діапазоні температур.

Здійсніть самоконтроль

1. Природний каучук – це:
А термопласт; Б еластомер; В пластмаса; Г гума.
2. Яке дерево є джерелом натурального каучуку?
А гевея; Б береза; В яблуня; Г клен.
3. Укажіть матеріал, що є продуктом вулканізації природного каучуку:
А пластмаса; Б поліхлоропреновий каучук; В полібутадієнстирольний каучук; Г гума.
4. Яке призначення хлоропренового каучуку?
А загальне; Б спеціальне; В ексклюзивне; Г таємне.
5. Яка речовина є вулканізуючим агентом?
А вода; Б кисень; В сірка; Г вуглець.
6. Порівняйте властивості: а) натурального каучуку й гуми; б) каучуків загального і спеціального призначення. Які їхні спільні й відмінні риси?
7. Дізнайтеся, чи є у вашому регіоні підприємства, що виробляють каучуки й гуми. Підготуйте стисле повідомлення про сировину, яку вони використовують, і продукцію.
8. Проаналізуйте цитату з твору уродженця м. Ірпеня (Київська обл.) Миколи Носова «Пригоди Незнайка і його друзів»: «Коротуни вміли добувати гуму. У місті біля них росли квіти на кшталт фікусів. Якщо на стеблі такої квітки зробити надріз, то з нього починає витікати білий сік. Цей сік поступово гусне і перетворюється на гуму, з якої можна робити м'ячі та калоші». Де закінчується фантастика і починається реальність? Обґрунтуйте свою відповідь.



Творча майстерня



1. Самостійно або у складі малої навчальної групи створіть реальну чи віртуальну колекцію каучуків і гуми, які ви використовуєте в повсякденному житті.

Добудьте у шкільній хімічній лабораторії з допомогою вчителя або лаборанта каучук з фікуса. Вам знадобляться кальцій хлорид, водний розчин з масовою часткою калій перманганату 0,5 %, етанол, хлороформ.

Зріжте 1–2 листки фікуса (*Ficus elastica*) родини Шовковицеві (*Moraceae*) – поширеної кімнатної рослини – і зберіть у пробірку молочний сік, який виділяється з живців. До зібраних крапель соку додайте трохи води і кальцій хлорид масою 0,5 г. Суміш добре струсіть і добавляйте до неї етанол краплями. Незабаром на поверхні розчину утворяться пластівці каучуку. Перенесіть частину пластівців скляною паличкою у пробірку.

Спостерігайте, як учитель розчинить їх у хлороформі об'ємом 2–3 мл і добавить до однієї частини розчину трохи блідо-рожевого розчину калій перманганату. Про що свідчатиме знебарвлення реакційної суміші? Відповідь на це запитання вам полегшать структурні формули каучуків (мал. 13.2).

Іншу частину розчину учитель або лаборант помістить на годинникове скло і обережно випарить. Після видалення розчинника на склі утвориться еластична плівка



Мал. 13.8. Стрибунець із силіційорганічного каучуку

каучуку. Спробуйте розтягнути пластівці каучуку пінцетом у тонкі нитки. Про яку властивість каучуку свідчать результати цієї спроби?

2. Виготовте в шкільній хімічній лабораторії стрибунця із силіційорганічного каучуку (мал. 13.8). Вам знадобляться етиловий спирт і силікатний клей, одноразові пластикові стакани, дерев'яна або скляна паличка для перемішування, гумові рукавички.

Змішайте етанол і силікатний клей в об'ємному співвідношенні 1 : 4. Ретельно перемішайте, аж поки не утвориться густа маса. Надягніть гумові рукавички і сформуєте кульку. Випробуйте свій витвір на стрибучість.

§ 14. Штучні та синтетичні волокна

За якою ознакою волокна класифікують на штучні та синтетичні? Який зв'язок між властивостями волокон і їхнім застосуванням?

Опрацювавши цей параграф, ви зможете **пригадати** найважливіші природні волокна, **навести приклади** штучних і синтетичних волокон, **встановити** причинно-наслідкові зв'язки між їхніми властивостями і застосуванням, **порівнювати** природні, штучні й синтетичні волокна, **аналізувати** їхній хімічний склад і **робити висновок** щодо придатності для використання.

Волокна – матеріали, що складаються з непрядених ниток або довгих тонких відрізків нитки. Це гнучкі утворення з дуже малим (порівняно з довжиною) поперечним перерізом.

З курсу хімії основної школи ви вже знаєте, яка хімічна природа бавовняних і лляних волокон, а також вовни і шовку (мал. 14.1).

Це приклади *природних волокон*. Інша велика група волокнистих матеріалів – *хімічні волокна* (мал. 14.2).



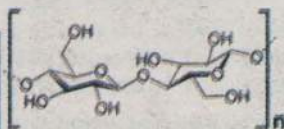
Мал. 14.1. Декоративні вироби з натуральних волокон – аплікації з бавовни (1) і вовни (2), вишивка шовком (3), м'яка іграшка з лляної тканини (4). Основою бавовняних і лляних волокон є целюлоза, вовни і шовку – речовини білкової природи



Мал. 14.2. Класифікація волокон

Штучні волокна – продукти хімічної переробки природних волокон (*пригадайте, у § 12 вже йшлося про штучні матеріали*). Високочисті вихідні речовини внаслідок дії реагентів переводять у розчин, який потім продавлюють крізь вузькі отвори спеціального апарата – *фільтри*. Одержані в такий спосіб волокна регенерують з в'язкого розчину в осаджувальній ванні. З отриманих волокон видаляють залишок реагентів з осаджувальної ванни, потім їх сушать і вибілюють.

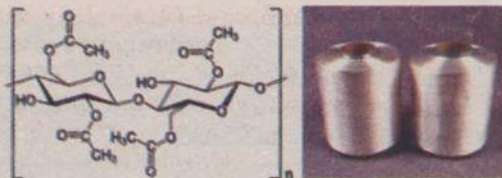
Чи не найвідомішим штучним волокном є *віскоза* (від лат. *viscosus* – в'язкий), яку одержують із целюлози. Віскозу застосовують для виробництва штучної шкіри (кирза), віскозних неволоконних виробів (целюлозна плівка, пластифікована гліцеролом, – целофан) і для прядіння віскозного волокна. З волокон віскози скручують нитки, з яких тчуть приємну на дотик тканину. Блиск віскози порівняний із шовковим, тому це волокно назвали «віскозним шовком» (мал. 14.3).



Мал. 14.3. Віскоза і вироби з неї



Мал. 14.4. Вироби з мідно-аміачного волокна. Його хімічний склад такий самий, як у віскози. Однак воно відрізняється від віскозного більшою м'якістю і приємним шовковистим блиском



Мал. 14.5. Триацетатний шовк і вироби з нього (порівняйте хімічний склад і будову триацетатного волокна і віскози). Він менш гігроскопічний, ніж віскозний, і міцніший у разі намокання

У повсякденному житті на етикетках одягу і пряжі вам, звичайно, траплялися інші подібні назви – *мідно-аміачний шовк (Cupro), триацетатний шовк (триацетат)*. Про які волокна йдеться?

У промислових масштабах волокно з регенованої целюлози також виробляють, розчиняючи целюлозу в концентрованому водному розчині, що містить амоніак (яка хімічна формула цієї легкої сполуки Нітрогену з Гідро-рогеном?) і купрум(II) сульфат (яка його хімічна формула?). У кислотній осаджувальній ванні з отриманого розчину формують волокна, які називають *мідно-аміачними* (мал. 14.4). Мідно-аміачний шовк небезпідставно називають павутиною з міцністю сталі. Він тонший за волокна павутини і натурального шовку, однак так само міцний і красивий, як останній.

Триацетатне волокно також добувають із целюлози, точніше з її естерів (мал. 14.5), що утворюються під час хімічної обробки сировини для переведення її в розчинний стан.

Які властивості природних і штучних волокон зумовили їхнє широке застосування, які недоліки вони мають, ви дізнаєтеся з таблиці 14.1.

Дізнайтеся більше... Тканини з ацетатного волокна пропускають ультрафіолетові промені, не вигоряють і не втрачають яскравого забарвлення. Для виготовлення платтяних, білизняних, підкладкових тканин і трикотажу ацетатне волокно використовують як у чистому вигляді, так і в суміші з іншими волокнами. За стійкістю до нагрівання триацетатне волокно перевершує всі штучні волокна широкого вжитку. Тканини з триацетатного волокна дуже легкі, не мнуться. У США на початку 1942 року Урядовий комітет військової промисловості видав закон «L-85», згідно з яким використання натуральних вовняних і бавовняних тканин дозволене тільки для потреб військового відомства, а цивільним особам рекомендовано використовувати віскозу і ацетатний шовк.

Таблиця 14.1. Склад, властивості і застосування деяких природних і штучних волокон

Назва волокна	Хімічний склад	Властивості	Застосування
Бавовна	Целюлоза	Тонкі, короткі, м'які пухнасті волокна, дещо скручені навколо своєї осі. Досить міцні, хімічно стійкі (тривалий час не руйнуються під впливом води і світла, лугів, однак нестійкі до дії сильних кислот), термостійкі (130–150 °С). Легко фарбуються. Добре пропускають повітря. Мають середню гігроскопічність, малу пружність і стійкість до стирання. Легко мнуться, дають усадку	Виробництво тканин різного призначення, трикотажу, нетканих полотен, гардинно-тюлевих і мереживних виробів, швейних ниток, тасьми, шнурків, стрічок тощо. Бавовняний пух застосовують у виробництві медичної, одягової, меблевої вати. Виготовлення різних виробів (нитки, мотузки, шнури, канати)
Льон		Волокна сіро-бурого кольору, з помітним блиском. Чи не вдвічі міцніші за бавовну, жорсткі, погано вибілюються і фарбуються порівняно з бавовною. Хімічна і термічна стійкість подібні до бавовни. Льон повільніше, ніж бавовна, забруднюється і легше відпирається. Легко зминається	Виробництво текстильних матеріалів побутового призначення, мішечних, тарних і брезентових тканин, паперу, нетканих матеріалів, шпагату, вати. Сировина для виробництва армованих волокном полімерних композиційних матеріалів і волокнистих плит. Уцільнювач у будівництві, сантехнічних роботах
Віскоза		Блискуче волокно, легко забарвлюється в будь-які кольори, чи не вдвічі гігроскопічніше за бавовну. Витримує нагрівання до 140–150 °С, має високу теплопровідність. Світлостійке, добре пропускає УФ-промені. Легко зминається, недостатньо стійке до стирання, у мокрому стані втрачає міцність. Хімічною стійкістю подібне до бавовни	Виробництво текстильних матеріалів. З нетканого віскозного полотна виготовляють серветки для сухого й вологого прибирання. Кручені віскозні нитки великої міцності використовують у технічних цілях – для виготовлення корду для автомобільних шин і транспортерних стрічок
Мідно-аміачне волокно		За властивостями подібне до віскози і навіть перевершує її за багатьма фізико-механічними властивостями. Це волокно рівне, гладке, з м'яким приємним блиском, добре фарбується, у сухому стані міцніше за віскозне, більш пружне й еластичне	Традиційно використовують у ткацькому і трикотажному виробництві, виготовленні підкладкової тканини, етикеток для одягу тощо. Виробництво оздоблювальних тканин для меблів та інших предметів. Виготовлення велюрових тканин

Назва волокна	Хімічний склад	Властивості	Застосування
Триацетатне волокно	Триацетат целюлози	Пружне, мало зминається, має низькі гігроскопічність і міцність до стирання, стійке до дії розбавлених розчинів лугів і кислот, але руйнується концентрованими сильними кислотами і гарячими розчинами лугів. Не змінює зовнішнього вигляду навіть під час оброблення окропом, що забезпечує можливість фарбування. Однак фарбуються ацетатні волокна тільки спеціальними барвниками, які непридатні для більшості інших волокон. Ацетатні волокна приємні на дотик, м'які, добре пропускають ультрафіолетове проміння	Виготовлення виробів масового споживання (верхнього одягу, жіночої нижньої білизни, підкладкових і платтяних тканин). Гідрофобні нитки застосовують як електроізоляційний матеріал. Також використовують для виготовлення сигаретних фільтрів
Натуральний шовк	Білок фібрин	Волокна білі, ледь кремові, гладенькі, довгі, з приємним помірним блиском, що не втрачається із часом. Високо гігроскопічні, легко фарбуються. Малостійкі до дії лугів, світла, більш стійкі до дії кислот, органічних розчинників. Шовк не тягнеться й не дає усадку. Погано проводить тепло й електричний струм, витримує нагрівання до 140 °С	Вироблення різноманітних платтяних тканин і штучних виробів шовкових ниток для шиття, шовкової пряжі. Гіпоалергенний наповнювач подушок і ковдр, запобігає появі грибкових захворювань, має антибактеріальні властивості

Синтетичні волокна виробляють з полімерів (про деякі з них вже йшлося у § 12), у промисловості – переважно прядінням з розплаву. За цією технологією одержують волокна з поліаміду (капрон, нейлон), поліестерів, поліетилену, поліпропілену тощо (мал. 14.6).





Мал. 14.7. Витягування ниток зі смоли капрону

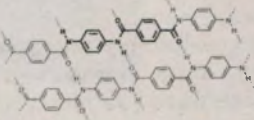
Пересвідчіться за малюнком 14.7, що і в лабораторних умовах з розплаву капрону (поліаміду) можна витягнути довгезелзну нитку.

Спочатку полімер розплавляють, потім фільтрують, аби видалити забруднення. Після цього з розплаву під високим тиском формують нитку. Одержані волокна внаслідок охолодження застигають. Їх змотують, витягують, аби збільшити міцність і знизити розтяжність. Окремі нитки об'єднують у джгут і піддають витяжці за підвищеної температури. Внаслідок цього волокна набувають звивистості. Після цього волокно нарізають на так званий *штапель* необхідної довжини.

Переваги і недоліки синтетичних волокон (принаймні деяких з наявного розмаїття) ви зможете оцінити, звернувшись до таблиці 14.2.

Таблиця 14.2

Назва волокна	Хімічний склад	Властивості	Застосування
Капрон, нейлон	$\left(\begin{array}{c} \text{H} \\ \\ -\text{N}-(\text{CH}_2)_5-\text{C}- \\ \\ \text{O} \end{array} \right)_n$ $\left(\begin{array}{c} \text{H} \quad \text{H} \quad \text{O} \\ \quad \quad \\ -\text{N}-(\text{CH}_2)_6-\text{N}-\text{C}-(\text{CH}_2)_4-\text{C}- \\ \quad \\ \text{O} \quad \text{O} \end{array} \right)_n$	Біло-прозорі, дуже міцні волокна. Високі термостійкість, міцність до розтягування, стійкість до стирання. Стійкий до дії багатьох хімічних реагентів, добре протистоїть біхімічним впливам, легко фарбується. Низька стійкість до дії світла, особливо УФ променів. Сильно електризується	Виготовлення різноманітних текстильних виробів, канатів, рибальських сіток, волосіні, панчішно-шкарпеткових виробів, ниток для шиття, пряжі, фільтрувальних матеріалів, кордної тканини
Лавсан	$\left(\begin{array}{c} \text{O} \\ \\ -\text{C}-\text{C}_6\text{H}_4-\text{C}-\text{O}-\text{CH}_2- \\ \quad \\ \text{O} \quad \text{O} \end{array} \right)_n$	Високі термостійкість, стійкість до дії мікроорганізмів, молі, плісняви, килимового жучка, здатність до електризації, схильність до пілінгу. Мала стійкість до стирання і опору багаторазовим вигинам, жорсткість виробів	Виготовлення транспортних стрічок, приводних ременів, мотузок, канатів, вітрил, рибальських сіток і тралів, бензо- і нафтостійких шлангів, хірургічних ниток, електроізоляційних і фільтрованих матеріалів, шинного корду.

Назва волокна	Хімічний склад	Властивості	Застосування
			З текстильної нитки виготовляють трикотаж, тканини на кшталт тафти, крепів тощо. Індивідуально або в суміші з іншими волокнами – для виготовлення штучного хутра, килимів
Хлорин	$\left(\begin{array}{c} \text{—CH}_2\text{—CH—CH—CH—} \\ \quad \quad \\ \text{Cl} \quad \text{Cl} \quad \text{Cl} \end{array} \right)_n$	Не має блиску, гігроскопічний, з високими розтяжністю і стійкістю до стирання, дії води і хімікатів, здатністю до електризації. Не пошкоджується міллю, цвіллю і гнильними бактеріями. Міцність і пружність дещо нижча порівняно з іншими синтетичними волокнами. Низькі тепло- і світлостійкість	Лікувальна білизна з хлорину тепла, добре носить, витримує часте прання, однак її не слід піддавати впливу температури вище 65 °С, оскільки це викликає велику усадку волокна. На цій властивості волокон ґрунтується вироблення гофрованих платтяних тканин з капрону з хлорином. У суміші з вовною для виготовлення виробів верхнього трикотажу, платтяних і пальтових тканин, килимів, а також тканин, з яких шують спецодяг для рибалок і лісників, працівників хімічної промисловості
Нітрон (акрил)	$\left(\begin{array}{c} \text{—CH}_2\text{—CH—} \\ \\ \text{C}\equiv\text{N} \end{array} \right)_n$	Високі світло- і термостійкість, міцність, низька гігроскопічність, що зберігаються й у вологому стані. Волокна жорсткі, мають низькі теплопровідність і стійкість до стирання, інертні до забруднювачів	Замінник вовни у виробництві килимів, штучного хутра. Теплоізоляційний матеріал і добавка до вовняних волокон
Кевлар		Високий ступінь упорядкованості полімеру і міцність зумовлені міжмолекулярними водневими зв'язками. Жорсткість і стійкість до високих температур, багатьох хімікатів і розчинників. Дуже низькі питома електропровідність і термічна усадка, високий опір на розрив і порізи, вогнетривкість	Для армування шин, волоконно-оптичних кабелів, спортивних аксесуарів і снарядів (лижі, шоломи, ракетки, взуття, одяг, човни, весла, вудлища, будинки-сфери тощо), у балістиці, виробництві високоміцних мотузок, захисного одягу

Відношення волокон різних видів до розчинів кислот і лугів залежить від хімічної природи полімерів у їхньому складі. Ви зможете пересвідчитися в цьому, проаналізувавши зміст таблиці 14.3.

Таблиця 14.3. Відношення волокон до розчинів кислот і лугів

Волокно	Хімічна природа	Дія розчинів кислот і лугів		
		$w(\text{HNO}_3) = 65\%$	$w(\text{H}_2\text{SO}_4) = 96\%$	$w(\text{NaOH}) = 10\%$
Бавовна	$(\text{C}_6\text{H}_{10}\text{O}_5)_n$	Повільно руйнується	Повільно руйнується	Набрякає, однак не розчиняється
Вовна, натуральний шовк	Білок – залишки амінокислот, сполучені пептидними зв'язками $-\text{CO}-\text{NH}-$	Набрякають і набувають жовтого кольору	Руйнуються	Розчиняються
Віскозне	$(\text{C}_6\text{H}_{10}\text{O}_5)_n$ целюлоза	Безбарвний розчин	Бурий розчин	Сильно набрякає й розчиняється
Триацетатне	$\left(\text{C}_6\text{H}_7\text{O}_2 \begin{array}{l} \text{OSOCH}_3 \\ \text{OSOCH}_3 \\ \text{OSOCH}_3 \end{array} \right)_n$ триацетилцелюлоза	Розчиняється	Розчиняється	Набуває жовтуватого відтінку і розчиняється
Капрон, нейлон	$\left(\begin{array}{c} \text{H} \\ \\ -\text{N}-(\text{CH}_2)_5-\text{C}- \\ \\ \text{O} \end{array} \right)_n$	Розчиняється, розчин безбарвний	Розчиняється, розчин безбарвний	Не розчиняється
Лавсан (поліестер)	$\left(\begin{array}{c} \text{O} \\ \\ -\text{C}-\text{C}_6\text{H}_4-\text{COO}(\text{CH}_2)_2\text{O}- \end{array} \right)_n$	Не розчиняється	Розчиняється	Не розчиняється
Хлорин	$\left(-\text{CH}_2-\underset{\text{Cl}}{\text{CH}}-\underset{\text{Cl}}{\text{CH}}-\underset{\text{Cl}}{\text{CH}}- \right)_n$	Не розчиняється	Не розчиняється	Не розчиняється
Нітрон (акрил)	$\left(-\text{CH}_2-\underset{\text{C}\equiv\text{N}}{\text{CH}}- \right)_n$	Не розчиняється	Розчиняється	Не розчиняється

Як розрізнити волокна, що трапляються в повсякденному житті? Передусім, уважно читайте етикетки, де зазначено склад матеріалу, аби правильно вибрати режим прання, прасування, доцільність хімічного чищення тощо. Деякі з найпопулярніших волокон ви зможете ідентифікувати за визначником, наведеним у додатку 1 (*пригадайте, ви використовували подібні на уроках біології*).

Волокна майбутнього. Про сьогодення кевлару ви вже дізналися з таблиці 14.2. *Ліоцел*, полілактидне волокно, нові мономері та полімери, одержувані шляхом біохімічного синтезу, і волокна на їхній основі – *новітні матеріали з унікальними властивостями*.

Чим, приміром, технологія виробництва *ліоцелу* відрізняється від виробництва віскози? Передусім, використанням іншого розчинника, що спричинило появу матеріалу із чудовими споживчими властивостями. Він

добре вбирає вологу і пропускає повітря, міцний у сухому і вологому стані, добре тримає форму. Має м'який блиск, властивий натуральному шовку. Добре фарбується, не коштається, не міняє форми після прання, не потребує особливого догляду. Тканини з ліоцелу приємні на дотик, міцні, гігієнічні та екологічно чисті, еластичніші й гігроскопічніші за бавовну. Саме тому вони – гідні конкуренти тканинам з природних волокон.

Полілактид $\left(\begin{array}{c} \text{H} \\ | \\ \text{H}-\text{O}-\text{C}-\text{C}-\text{OH} \\ | \quad || \\ \text{CH}_3 \quad \text{O} \end{array} \right)_n$ – перспективний біорозкладаний полімер для виробництва волокон, плівок і пластиків. Вихідний мономер – молочна кислота – досить поширена речовина (*пригадайте, вона утворюється внаслідок молочнокислого бродіння рослинної сировини*).

Властивості полілактидного полімеру порівнянні з поліпропіленом і поліамідними волокнами. Виробництво полілактиду, а також волокон і плівок з нього не тільки потребує менше енергії, а й зменшує викиди вуглекислого газу (*пригадайте, яку екологічну проблему вони спричиняють*).

Звісно, ці приклади – лише мала частка безмежно широкого спектра волокон і галузей їхнього застосування. Аби розширити й поглибити уявлення про волокна, виконайте лабораторний дослід.

Лабораторний дослід 6



Ознайомлення зі зразками натуральних, штучних і синтетичних волокон

Уважно роздивіться видані вам зразки волокон. Зверніть увагу на їхній зовнішній вигляд, міцність, колір тощо. Які з волокон є органічними?

Опишіть кожний зі зразків органічних волокон, зазначте галузі його застосування. Класифікуйте волокна з колекції на натуральні, штучні й синтетичні.

**Чи є в колекції неорганічні волокна? Які саме? Використовуючи додаткові джерела інформації, підготуйте до наступного уроку стисле повідомлення про їхні властивості і застосування.*

ПРО ГОЛОВНЕ

- ▶ Волокна – матеріали, що складаються з непрядених ниток або довгих тонких відрізків нитки. Це гнучкі утворення з дуже малим (порівняно з довжиною) поперечним перерізом.
- ▶ Основою бавовняних і лляних волокон є целюлоза, вовни і шовку – речовини білкової природи.
- ▶ Штучні волокна – продукти хімічної переробки природних волокон.
- ▶ Синтетичні волокна виробляють з полімерів переважно прядінням з розплаву.
- ▶ Відношення волокон різних видів до розчинів кислот і лугів залежить від хімічної природи полімерів у їхньому складі.
- ▶ Волокна майбутнього, одержувані шляхом біохімічного синтезу, – новітні матеріали з унікальними споживчими властивостями.

Здійсніть самоконтроль

1. Яке волокно є природним?

А вовна; Б нітрон; В лавсан; Г триацетат.

2. Яке волокно є штучним?

А бавовна; Б віскоза; В капрон; Г нітрон.

3. Яке волокно добувають прядінням з розплаву?

А вовна; Б віскоза; В триацетат; Г капрон.

4. Яке волокно має білкову природу?

А бавовна; Б вовна; В лавсан; Г нітрон.

5. Порівняйте властивості: а) вовни й капрону; б) бавовни й віскози.

6. Поясніть, чому: а) речі, виготовлені з віскози, слід прати обережно, не викручувати; б) лікувальну білизну, що містить хлоринові волокна, можна прасувати лише за невисокої температури; в) нейлонові пляжні купальники швидко вицвітають.

7. Дізнайтеся, чи є у вашому або іншому регіоні України підприємства, що виробляють штучні й синтетичні волокна. Підготуйте стисле повідомлення про сировину, яку вони використовують, і продукцію.



Творча майстерня



1. Самостійно або у складі малої навчальної групи створіть реальну чи віртуальну колекцію волокон, які ви використовуєте в повсякденному житті.

2. Використовуючи визначник (додаток 1), перевірте достовірність інформації на етикетках щодо складу тканин, з яких виготовлено ваш одяг, предмети домашнього вжитку.

15. Жири, вуглеводи, білки, вітаміни як компоненти їжі, їхня роль в організмі

Чим є їжа з погляду хіміка? Які найважливіші компоненти їжі? Чому це важливо знати?

Опрацювавши цей параграф, ви зможете **пригадати** з вивчених курсів хімії й біології хімічну природу і фізіологічне значення жирів, білків, вітамінів, **характеризувати** органічні сполуки як компоненти їжі та **обґрунтовувати** їхню біологічну роль, **аналізувати** хімічний склад харчових продуктів, **робити висновок** щодо придатності їх для використання.

Їжа – джерело енергії і речовин для всіх живих організмів. Адже вона забезпечує їхню життєдіяльність (*пригадайте з курсу біології складові процесу живлення і поясніть, чому він є необхідною умовою існування живих істот*).

Понад століття тому в Нобелівській промові (1904) перший російський лауреат цієї премії І.П. Павлов зазначив, що над усіма явищами життя паює пошук хліба насущного (мал. 15.1). Він утілює той найдавніший зв'язок, що поєднує всі живі істоти, у тому числі й людину, з навколишньою



Мал. 15.1. Олександр Коровай. *Хліб наш насущний дай нам днесь...* (Права частина триптиха). 1991. Полотно, олія. Хмельницький музей сучасного українського мистецтва

природою. Їжа, що потрапляє до організму і там зазнає змін, уособлює життєвий процес в усій його повноті.

Які саме речовини надходять у складі їжі до організму людини? Певні уявлення про них ви вже маєте з вивчених курсів хімії, біології, а також із повсякденного життя.

Жири рослинного і тваринного походження люди використовували з давніх-давен (наведіть кілька прикладів). Головна складова жирів – естери трьохатомного спирту гліцерину (гліцеролу) і карбонових кислот, що містять від 5 до 24 атомів Карбону в ланцюзі (мал. 15.2).

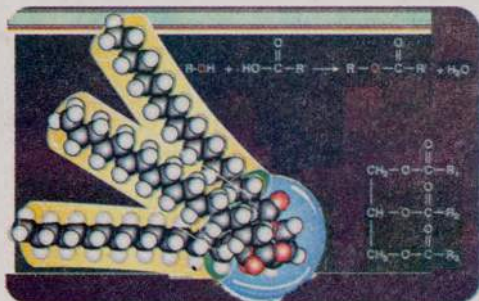
Температура плавлення жирів залежить від складу і будови кислотних залишків у їхніх молекулах. Насичені жири (вони містять залишки стеаринової і пальмітинової кислот) зазвичай тверді. Олії – ненасичені жири, що містять залишки олеїнової та інших вищих ненасичених карбонових кислот (мал. 15.3).

У будь-якому природному жирі є й інші компоненти – барвники, запашні речовини, вітаміни тощо. Ви, звичайно, звертали увагу на осад, що з часом утворюється у пляшках з нерафінованою олією. Це *фосфатиди*, продукти термічного розкладання, які надають золотистого кольору добре підсмаженій картоплі.

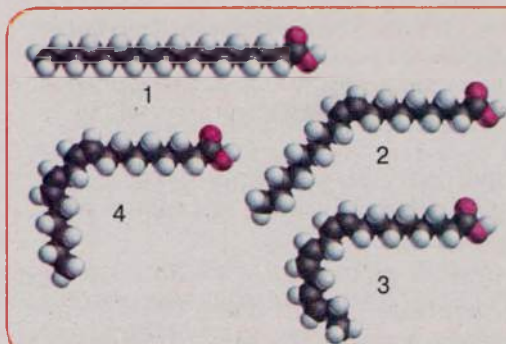
Однак важливішим є інше: фосфатиди забезпечують функціонування клітинних мембран, оскільки містять *гідрофобну* і *гідрофільну* складові (розтлумачте зміст цих понять). В організмі фосфатиди беруть участь у транспортуванні жирів, жирних кислот і холестерину (холестеролу). Під час травлення жири зазнають гідролізу, продукти якого – вищі жирні кислоти – окиснюються в *мітохондріях*, своєрідних енергетичних станціях організму. Цей процес супроводжується виділенням значної кількості енергії.

Нестача жирів у харчуванні призводить до порушення обміну речовин і енергії в організмі. Пригадайте: поміж *вітамінів* є чимало жиророзчинних сполук (наведіть кілька прикладів жиророзчинних вітамінів).

Так само (якщо не більше) шкідливим є надлишок жирів у раціоні, дисбаланс між кількістю спожитих тваринних жирів і олій. Він є однією з причин виникнення атеросклерозу, унаслідок чого на стінках кровоносних судин утворюються бляшки холестерину (поясніть, чому це небезпечно).



Мал. 15.2. Жири – естери трьохатомного спирту гліцерину (гліцеролу) й вищих жирних кислот



Мал. 15.3. Молекула кожної із цих вищих карбонових кислот містить 18 атомів Карбону. Стеаринова кислота (1) – *насичена*. Молекула олеїнової кислоти (2) містить один подвійний зв'язок. Ця кислота *мононенасичена*. Молекули лінолевої (3) та ліноленової (4) кислот містять два і три подвійних зв'язки відповідно. Ці карбонові кислоти – *поліненасичені*

Найбільше жирів (понад 40 г у 100 г продукту) містять масла, маргарини, сало (мал. 15.4), свинячий шпик, горіхи, насіння, жирна свинина, м'ясо качки, риб'ячий жир, печінка тріски, сирокочені ковбаси, майонез, білий шоколад.

Від 20 до 40 г жирів у 100 г продукту міститься у вершках, жирній сметані, домашньому сирі, деяких видах сирів, свинині, жирній яловичині, жирних видах риби, м'ясі гуски, ковбасі, сосисках, шпотах, шоколаді, тортах, солодощах, халві, кокосах.

Менше 20 г жиру в 100 г продукту – у більшості молочних продуктів, нежирних сирах, хлібі і хлібобулочних виробах, крупі, злаках, авокадо, бобових, курятині, субпродуктах, яйцях, більшості риб, морепродуктах, грибах.

Дбаючи про раціональне здорове харчування, слід також зважати на вміст у продуктах насичених і ненасичених жирів. Фахівці-дієтологи рекомендують: частка жирів, утворених мононенасиченими жирними кислотами, має становити близько 40–50 %, поліненасиченими і насиченими – по 25–30 % від загальної кількості жирів.

Зверніть увагу: насичені жири містяться в м'ясі, салі, омарах, креветках, яйцях (жовток), вершках, молоці і молочних продуктах, сирі, шоколаді, смальці, пальмовій, кокосовій оліях і вершковому маслі. Ненасичені жири – у м'ясі птиці, оливках, авокадо, кеш'ю, арахісі, арахісовій і оливковій олії. На поліненасичені жири багаті волоські горіхи, мигдаль, горіх-пекан, соняшникове насіння, риба, соняшникова, лляна, ріпакова, кукурудзяна, бавовняна та соєва олії.

Важливо також дотримуватися сталого співвідношення між оліями (30–40 % раціону) і тваринними жирами (60–70 % раціону). Вживання продуктів, що містять *транс-жири*, – кондитерських виробів, маргарину, майонезів слід мінімізувати аж до повної відмови від них. Також надзвичайно шкідливими є жири, що зазнали сильного нагрівання та окиснення (*які*



Мал. 15.4. Помірне споживання сала убезпечує від сухот та інших негараздів зі здоров'ям. Н.С. Шелендюк (Чернігів). Натюрморт із салом (60-ті роки XX ст.). Полотно, олія. Галерея Будинку Спілки художників України

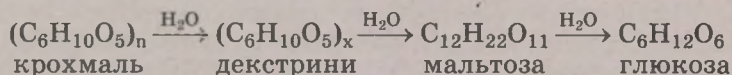
страви їх містять?). Особливо шкідливі продукти, приготовані на багаторазово використовуваній або прогрітій олії.

Вуглеводи – важливий компонент їжі, потужне енергетичне джерело забезпечення життєдіяльності організму. Пригадайте: енергетичний потенціал *моносахариду глюкози* $C_6H_{12}O_6$ реалізується внаслідок біохімічних перетворень за участі АТФ (використовуючи знання з курсу біології, розтлумачте цю аббревіатуру). Отриману енергію організм використовує під час м'язових скорочень, життєво важливих процесів, біосинтезу зокрема.

Тваринні організми здатні накопичувати в печінці водорозчинний *полісахарид глікоген* $(C_6H_{10}O_5)_n$. Цей енергетичний резерв може бути швидко мобілізований за необхідності компенсувати раптову нестачу глюкози.

Резервне джерело живлення рослин – запаси нерозчинних у воді зерен *крохмалю* $(C_6H_{10}O_5)_n$ (які сільськогосподарські культури є джерелом цього полісахариду?).

Під час перетравлювання крохмалю зазнає ступінчастого ферментативного гідролізу, кінцевим продуктом якого є глюкоза:

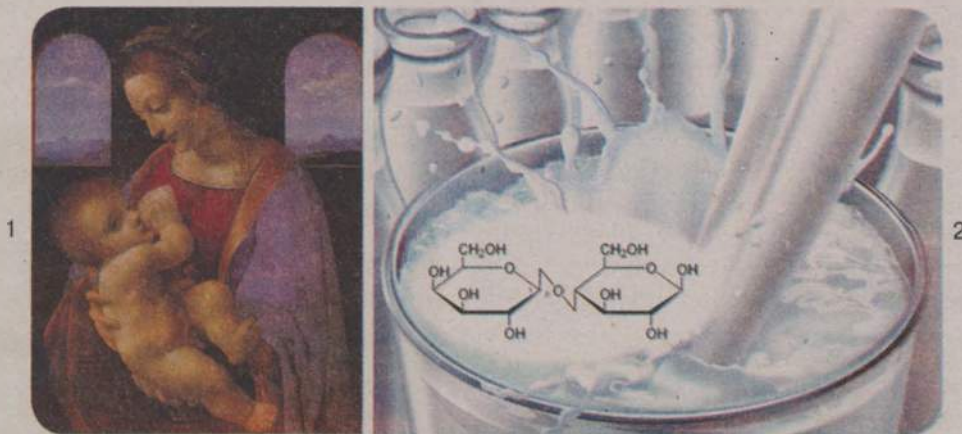


Гідроліз крохмалю розпочинається ще в ротовій порожнині, тож, якщо кілька хвилин ретельно жуватимете шматочок хліба або смаженої картоплі, відчуєте солодкий смак (*перевірте це твердження експериментально*).

Ви вже знаєте, що ізомер крохмалю – *полісахарид целюлоза* – має неабияке значення як корм для свійських тварин і компонент здорового харчування людини (у якому параграфі про це йшлося? Зверніться до нього за потреби).

Ізомер глюкози – *фруктоза* – важлива складова харчування людей з порушеним обміном речовин. Лікувальні властивості меду й фруктів багато в чому зумовлені наявністю цього *моносахариду*.

Дисахарид лактозу $C_{12}H_{22}O_{11}$ чи не кожний споживав у складі материнського молока (мал. 15.5), а згодом – молочних продуктів різного походження (незбиране коров'яче молоко, кефір, кумис... *Доповніть цей перелік*



Мал. 15.5. 1. Леонардо да Вінчі. Мадонна Літта, 1490–1491. Темпера. Ермітаж, Санкт-Петербург. 2. Дисахарид лактоза (від лат. *lactic* – молоко) – молочний цукор

традиційно українськими молочними продуктами і молокопродуктами, поширеними в інших народів). Щоправда, багато хто з дорослих потерпає від непереносимості лактози, зумовленої нестачею ферменту для її перетравлювання, тож їм ліпше споживати *кисломолочні* продукти. Зауважмо, що характерний смак їм надають продукти дріжджового і спиртового бродіння лактози – молочна кислота й етанол відповідно.

Загальновідомий харчосмаковий продукт цукор, головна складова якого *сахароза*, одержують із цукрової тростини, цукрового буряку, пальмового і кленового соків тощо (*наведіть приклади країн, де домінує те чи інше джерело добування цього дисахариду; поясніть, чим є сахароза і лактоза одна відносно одної*).

Усереднена добова норма споживання вуглеводів становить близько 500 г (див. таблицю додатка 2). Розраховуючи кількість вуглеводів у раціоні, слід уникати їхнього надмірного споживання, яке може призвести до ожиріння. Однак навіть за дотримання дієти їхня маса в добовому раціоні має становити не менше 100 г. Адже за нестачі вуглеводів в організмі порушується обмін жирів і білків.

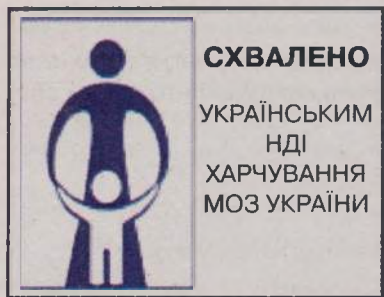
Білки – незамінна частина їжі. Організм використовує їх для побудови нових клітин і заміни зношених, ці сполуки беруть активну участь в обміні речовин. Дієтологи небезпідставно називають їх «протеїнами» – від грецького слова «*protos*» – перший, першорядний (*пригадайте з курсу біології функції білків в організмі*).

Білки організму утворюються з амінокислот – продуктів ферментативного гідролізу білків їжі. Основними джерелами білка тваринного походження є м'ясо, риба, сир, яйця – це найважливіші білкові продукти. У рослинних продуктах теж містяться протеїни, особливо багаті на них бобові і горіхи.

Зверніть увагу: раціональне харчування передбачає поєднання тваринних і рослинних продуктів, аби забезпечити організм набором амінокислот, необхідних для нормальної життєдіяльності. Найшвидше перетравлюються білки молочних продуктів. Добре засвоюються риба і м'ясо (яловичина значно швидше, ніж свинина і баранина), хліб і крупи. Найліпше перетравлюються білки пшеничного хліба з борошна вищих сортів, а також страви з манної крупи. Середня норма білка в добовому раціоні дорослої людини має становити 100–120 г.

Попри величезне значення білка для життєдіяльності організму, зловживання білковою їжею не менш небезпечне, ніж її нестача. Від продуктів розпаду надлишкового білка потерпають печінка і нирки. Значна частина білка внаслідок біохімічних процесів перетворюється на глюкозу, що становить неабияку небезпеку для хворих на діабет. Тож плануючи свій раціон, пам'ятайте про необхідність дотримання співвідношення між масою спожитих білків, жирів і вуглеводів приблизно 1 : 1 : 4. Звісно, що слід зважати на вік, стать, фізичні навантаження кожної конкретної особи. Приміром, у харчуванні дітей молодшого віку це співвідношення має становити 1 : 1 : 3.

Дізнайтеся більше... 1932 року було створено Український науково-дослідний інститут харчування (мал. 15.6). Від створення Інституту й по сьогодні його наукова діяльність була спрямована на розробку основ раціонального харчування окремих контингентів населення, діагностику і профілактику харчових отруєнь, наукове обґрунтування принципів лікувального харчування, вивчення хімічного складу харчових продуктів та ролі вітамінів у харчуванні.



Мал. 15.6. Проведення продавцем експертизи якості продукції в Українському НДІ харчування та одержання цього знака є гарантією безпечності сировини й продуктів для покупців

Вітаміни як компоненти їжі. Роль вітамінів у забезпеченні нормального функціонування організму важко переоцінити. Ці сполуки забезпечують життєво необхідні процеси в організмі, беруть активну участь в обміні

речовин. Надходження достатньої кількості вітамінів до організму можливе за умови споживання різноманітної їжі (мал. 15.7). Обмін вітамінів є взаємопов'язаним, нестача одного з них впливає на засвоєння інших.

Вітамін С (аскорбінова кислота) бере участь у процесі кровотворення, сприяє засвоєнню в організмі інших вітамінів, білків, Феруму, поліпшує роботу печінки, функцію нервової та ендокринної систем. Оптимальна добова потреба дорослої людини в ньому – 70 мг. Аби задовольнити її, треба спожити свіжі фрукти і ягоди, салат зі свіжих овочів, зелені, сік зі свіжих овочів та фруктів (порції масою 200 г кожна).

Вітамін А (ретинол) необхідний для нормального росту, функції зору, обміну речовин. Ретинол надходить до організму з продуктами тваринного походження, з рослинною їжею – у вигляді каротину, який у печінці перетворюється на вітамін. Потреба в ньому становить 1 мг на добу. Багаті на цей вітамін жовток яєць, печінка, вершкове масло, на каротин – морква, помідори, абрикоси, перець, гарбуз.

Вітаміни групи В – В₁, В₂, В₆ (тіамін, рибофлавін, піридоксин) регулюють обмін речовин, функцію багатьох органів і систем. Потреба в них підвищується в разі м'язових навантажень, нервово-психічних напружень. За нестачі цих сполук в організмі порушуються функції нервової, травної, серцево-судинної систем, уповільнюються процеси росту, кровотворення, знижується опір організму до різноманітних хвороб. Добову потребу в цих вітамінах можуть забезпечити такі продукти: молоко (500 мл), сир (100 г), м'ясо (200 г), риба (100 г), хліб (200 г), крупи (25 г).

Вітамін Е (токоферолі) сприяє засвоєнню жирів, вітамінів А і D, бере участь в обміні білків, вуглеводів, впливає на функцію статевих та ендокринних залоз. Добова потреба в ньому дорослих становить 10 мг/добу, вагітних та жінок, які годують немовлят груддю, – 15 мг. Багаті на токоферолі зернові, овочі, жирні молочні продукти, яйця, олія, горох, квасоля, гречана крупа, м'ясо, риба, шпинат, абрикоси.



Мал. 15.7. Овочі й фрукти – джерело вітамінів і вуглеводів. У хлібі містяться вітаміни групи В і нікотинова кислота – вітамін РР.

Катерина Білокур. Натюрморт (1960) (дізнайтеся, які саме вітаміни містяться в дарах природи, зображених на картині)

Звісно, цим перелік вітамінів не обмежується.

Задля вашого здоров'я і добробуту вкрай важливо дотримуватись правильного режиму харчування. Адже замолоду сформована звичка їсти аби-як згодом призведе до захворювань.

ПРО ГОЛОВНЕ

- ▶ Їжа – джерело енергії і речовин для всіх живих організмів.
- ▶ Головна складова жирів – естери трьохатомного спирту гліцеролу (гліцерину) і карбонових кислот.
- ▶ Температура плавлення жирів залежить від складу і будови кислотних залишків у їхніх молекулах.
- ▶ Жири й вуглеводи – потужне енергетичне джерело забезпечення життєдіяльності організму.
- ▶ Білки – незамінна частина їжі.
- ▶ Плануючи свій раціон, пам'ятайте про необхідність дотримання співвідношення між масою спожитих білків, жирів і вуглеводів приблизно 1 : 1 : 4.
- ▶ Вітаміни як компоненти їжі забезпечують нормальне функціонування організму.
- ▶ Задля вашого здоров'я і добробуту дотримуйтеся правильного режиму харчування.



Здійсніть самоконтроль

1. Укажіть назву спирту, естерами якого є жири:

А етанол; **Б** метанол; **В** гліцерол; **Г** сорбітол.

2. Який продукт містить значну кількість насиченого жиру?

А страусине м'ясо; **Б** соняшникова олія; **В** яблучний сік; **Г** свиняче сало.

3. Якою має бути середня норма (г) білка в добовому раціоні дорослої людини?

А 30–40; **Б** 100–120; **В** 200–250; **Г** 500–580.

4. Яким (у середньому) має бути співвідношення за масою спожитих білків, жирів і вуглеводів у раціоні?

А 1 : 1 : 4; **Б** 4 : 1 : 2; **В** 1 : 2 : 4; **Г** 1 : 3 : 2.

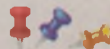
5. Який вітамін є водорозчинним?

А А; **Б** Е; **В** С; **Г** D.

6. Порівняйте хімічний склад тваринних жирів і олій.



Творча майстерня



1. Складіть для себе і членів своєї родини добові раціони здорового харчування.

Підготуйте для молодших школярів поради з раціонального харчування (додатки 2–4).

2. «Кухня – маленька хімічна лабораторія». Виконайте цей проект одноосібно або вкупі з однокласниками чи членами родини:

Жири приховані в закусках, печиві, десертах, цукерках. Хоча ви їх не бачите, вони стають джерелом зайвих калорій у вашому раціоні. Дослідіть наявність «прихованих»

жирів у шоколаді, картопляних чіпсах і соняшниковому насінні. Однакові за масою невеличкі порції цих продуктів покладіть на паперові серветки. Помістіть зразки в мікрохвильову піч і нагрівайте впродовж однієї хвилини на високій потужності (**стерезіться опіків!**). Накрийте зразки паперовими серветками і розчавіть шоколад пальцями, а чіпси й насіння – молотком (**подбайте, аби не пошкодити кухонні меблі й підлогу!**). Залишіть їх під серветками впродовж п'яти хвилин. Після цього уважно роздивіться серветки. Опишіть свої спостереження. **Які висновки ви зробили із цього досліджу?**

Молочні продукти містять білок казеїн. Відміряйте молоко об'ємом 120 мл (1/2 склянки) і обережно нагрійте його до температури $\approx 21^\circ\text{C}$. Додайте в тепле молоко 2 чайні ложки оцту і перемішуйте впродовж 2 хвилин, зачекайте близько 5 хвилин, аби молоко зсілося. Білий сирнистий осад, що утвориться, – казеїн. Зберіть казеїн за допомогою кількашарової марлевої серветки і ретельно промийте під струменем холодної води. Потім відіжміть його досуха.

Проробіть те саме, додавши замість оцту розтерту на порошок таблетку лікарського засобу «Ацидин-пепсин», що містить сичужний фермент. Порівняйте результати з результатами таких самих дослідів за 4°C і за 70°C .

Коагуляція білків соєвого молока магній сульфатом. Нагрійте соєве молоко (1/2 склянки) майже до кипіння, додайте чверть чайної ложки гіркої солі (цей послаблювальний засіб можна придбати в аптеці) і ретельно перемішайте. Зберіть (так само як казеїн) білок соєвого молока.

Перевірте: чи впливає температура на зсідання білків соєвого молока, чи спричиняє осадження білків з нього сичужні ферменти у складі «Ацидин-пепсину».

У шкільній хімічній лабораторії перевірте, чи дають біуретову реакцію (*пригадайте курс хімії 9-го класу*) білки, виділені вами з коров'ячого і соєвого молока.

16. Харчові добавки. Е-числа

Що таке харчові добавки? Чи безпечні вони? Як розшифрувати Е-числа? Чому важливо вміти читати етикетки?

Опрацювавши цей параграф, **ви розширите уявлення** про природні джерела органічних речовин, природні й синтетичні органічні сполуки, їхню багатоманітність, застосування, **зможете навести приклади** харчових добавок, **аналізувати** зміст етикеток харчових продуктів і **робити висновок** щодо доцільності їхнього споживання.

Харчові добавки – природні й синтетичні сполуки, що вводять у харчові продукти під час їхнього виробництва для надання заданих властивостей і/або збереження якості. Вони запобігають псуванню харчів, зміні їхнього кольору, консистенції тощо.

Чи давно почали використовувати харчові добавки? З давніх-давен людство вдавалося до заходів, що мали подовжити термін зберігання харчових продуктів, надати їм привабливих споживчих якостей. Археологи та історики неодноразово натрапляли на печерний наскальний живопис часів палеоліту, що свідчив: уже тоді люди вміли коптити м'ясо. Під час копчення м'ясо і рибу консервують коптільним димом, що містить близько сотні різноманітних продуктів термічного розкладання деревини, які мають бактерицидні властивості і надають копченостям своєрідного аромату й смаку.

Дізнайтеся більше... Слов'янським народам копчення було відоме з Х–ХІІ ст. У так званих курних хатах, які опалювали «по-чорному», простір від спеціальних полиць (сипух, де осідала сажа) до стелі використовували для копчення харчів.

Морська і кам'яна сіль, мед, оцет, прянощі, рослинні барвники, селітра, сірчистий газ, яким обкурювали винарні й винні діжки, – харчові добавки, які здавна використовували люди.

Дізнайтеся більше... Натрій хлорид має слабкі антисептичні властивості, тож 10–15 %-й вміст солі запобігає розмноженню гнилісних бактерій. Тому цю речовину широко застосовують як консервант.

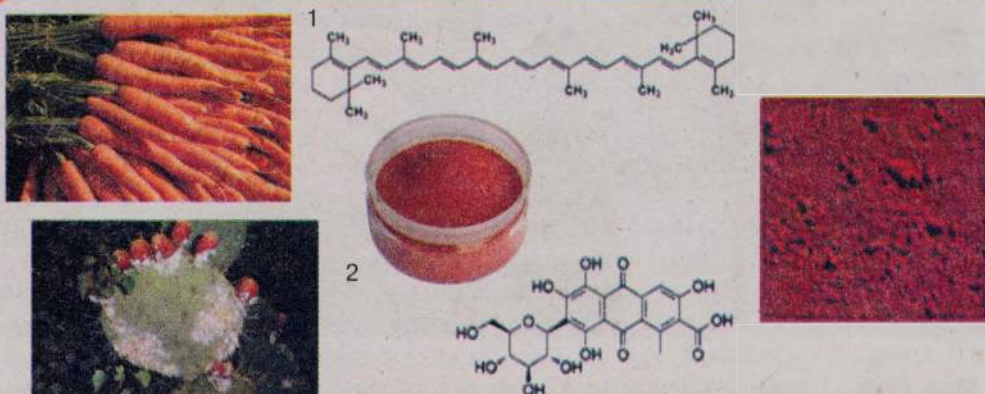
Широке використання харчових добавок почалося з ХІХ століття. Це зумовлено розвитком торгівлі і, як наслідок, необхідністю перевезення харчових продуктів на значні відстані. Неабияку роль відіграло постійне підвищення вимог споживачів до якості й асортименту продуктів харчування.

У наші дні використання харчових добавок пов'язане зі створенням нових видів їжі й потребою поліпшення технологій отримання традиційних і новітніх харчових продуктів. Пересічний споживач надає перевагу смачній їжі, приготування якої не потребує значних витрат часу, яка добре зберігається тощо. Виконання всіх цих вимог неможливе без використання харчових добавок.

За якою ознакою класифікують харчові добавки? Передусім за технологічним призначенням. Зауважмо, що така класифікація є досить умовною, оскільки одні й ті самі добавки можуть поєднувати в собі різні функції.

Натуральні й синтетичні барвники підсилюють або відновлюють колір обробленого продукту.

Сировиною для виготовлення *натуральних барвників* є пігменти комах, мікроорганізмів і рослин (мал. 16.1). Поміж природних барвників трапляються вуглеводні, спирти, органічні кислоти, поліфункціональні сполуки, зокрема речовини білкової природи, неорганічні солі тощо.



Мал. 16.1. β -каротин виробляють переважно з природної сировини – моркви (1). Кармін добувають з кошенілі – самок комах катусової попелиці *Dactylopius coccus* або *Coccus cacti* (2) (назвіть функціональні групи в складі карміну)



Мал. 16.2. Синтетичні харчові барвники
вражають розмаїттям кольорів

Розвиток у XIX столітті органічного синтезу і прагнення виробників зменшити собівартість продукції зумовили використання у харчовій промисловості *синтетичних барвників*. Адже їхні кольори інтенсивніші, вони стійкіші до змін температури і дії світла (мал. 16.2).

Консерванти запобігають розмноженню бактерій, грибів і призначені для подовження термінів зберігання харчів. До цієї групи також включено сполуки, які використовують під час дозрівання вин, як дезінфікуючі агенти. У сучасних промислових технологіях консервування фруктів та овочів замість

перевіраних часом консервантів – кухонної солі, цукру, оцту (мал. 16.3, 1) використовують, зокрема, бензойну (бензоатну) кислоту і натрій бензоат. Саме їх, окрім кухонної солі, насіння гірчиці, перцю чилі, коріандру, кропу, лаврового листя тощо, містить один з популярних консервантів, який пропонує виробник господарям. Зауважмо, що бензоатна кислота та її солі небезпечні для осіб, які мають алергію на аспірин, хворіють на астму.

У виробництві м'ясних та ковбасних виробів (мал. 16.3, 2) зазвичай використовують нітрит і нітрат Натрію, які також є *стабілізаторами кольору*. Надлишок цих речовин негативно позначається на процесах обміну.

Антиоксиданти – добавки, які використовують для зберігання свіжості харчових продуктів. Ці сполуки додають до складу масел, аби запобігти згіркненню та зміні кольору внаслідок окиснення. Зверніть увагу: в одному



Мал. 16.3. 1. Традиційне консервування овочів передбачає використання кухонної солі, цукру, оцту (залишіть їхні хімічні формули), молочної кислоти (продукту бродіння глюкози) – порівняно безпечних речовин. 2. Нітрати і нітрیتی в м'ясопродуктах надають їм привабливого кольору і подовжують термін зберігання. Однак ці солі становлять небезпеку для здоров'я



Мал. 16.4. 1. Майонез – соус з олії, яєць, оцту (або лимонного соку) і гірчиці, цукру і солі. Його одержують збиванням яєчного жовтка за поступового добавляння олії.
2. Кетчуп містить харчові добавки (дізнайтеся, які саме)



продукті має бути використаний лише один антиоксидант. Найпоширеніші представники цієї групи харчових добавок – аскорбінова кислота і лецитин, який використовують у виготовленні шоколаду.

Стабілізатори, емульгатори, загусники, драглеутворювальні й ущільнювальні агенти використовують для збереження наперед заданої консистенції продукту, а також підвищення в'язкості. Без застосування цієї групи добавок неможливе виготовлення більшості продуктів: соусів, майонезу, йогурту, кондитерських виробів (мал. 16.4).

Емульгатори зазвичай використовують у виробництві непрозорих безалкогольних напоїв, алкогольних з осадом, кондитерських виробів на основі какао. Стабілізатори надають стійкості емульсіям (майонезу, наприклад), їх добавляють до м'ясної продукції, рибного фаршу, плавлених сирків тощо. Поширеним загусником є пектини – різноманітні полісахариди рослинного походження. Для виготовлення молочного суфле (цукерки «Пташине молоко») використовують агар-агар, що видобувають з червоних водоростей.

Дізнайтеся більше... Чи готові ви вибирати харчові продукти **свідомо**? Маркетингові дослідження довели, що споживач ставить до забарвлених непрозорих (мутних) напоїв з ароматом фруктів більш прихильно, ніж до забарвлених прозорих. Адже непрозорі трюнки зовні подібні до натурального соку.

Регулятори кислотності, речовини проти злежування, різноманітні поліпшувачі борошна, розпушувачі, комплексоутворювачі, регулятори вологи тощо використовують переважно у хлібопекарській і кондитерській галузях. Застосування таких «поліпшувачів» дає можливість використовувати низькосортну сировину, спрощувати й пришвидшувати процес виробництва, зберігаючи при цьому привабливий вигляд і стабільні показники продукту.

Речовини проти злежування також використовують у виробництві приправ. Їх наразі у харчовій промисловості застосовують понад 2000.

Підсилювачі смаку та аромату посилюють смакове сприйняття, надають продукту привабливого, апетитного запаху. Наприклад, натрій глютамат почали використовувати з 1908 року для виготовлення виробів з низькосортного мороженого м'яса, а також із сої та інших подібних замінників.

Підсолоджувачі – це харчові добавки, які використовують, насамперед, для виготовлення дієтичних харчів спеціального призначення, зокрема для хворих на цукровий діабет. Найвідоміші представники цієї групи – *сахарин, сорбіт, аспартам*. Аспартам є другим за популярністю підсолоджува-

чем і входить до складу багатьох безалкогольних напоїв, гарячого шоколаду, жувальних гумок, цукерок, йогуртів, замінників цукру, вітамінів, таблеток проти кашлю тощо. Таблетки чи порошок аспартаму (1 доза за солодкістю відповідає порції цукру масою 3,2 г) використовують у разі цукрового діабету, ожиріння та інших захворювань, що потребують обмеження або виключення вживання цукру. Лікарський засіб сорбіт (сорбітол) застосовують у харчуванні пацієнтів, хворих на цукровий діабет, як замінник цукру. У великих дозах (близько 30 г) спричиняє пронос. Природне джерело сорбіту – горобина.

За яких умов речовині надають статус харчової добавки й ідентифікаційний номер – Е-число? Це відбувається, якщо:

- речовину перевірено на безпечність;
- її застосування не введе споживача в оману щодо типу й складу харчового продукту, до якого її введено;
- для цієї речовини визначено критерії чистоти, необхідні для досягнення певного рівня якості харчів.

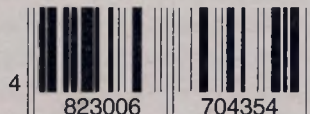
Дізнайтеся більше... В Україні вимоги до харчових добавок регламентують такі документи: Закони «Про санітарно-епідеміологічну благополучність населення», «Про захист прав споживача», «Про якість і безпечність харчових продуктів», санітарні норми і правила «Гігієнічні вимоги до застосування харчових добавок». Виробництво, ввезення до країни, реалізація і застосування харчових добавок можливе лише за наявності санітарно-епідеміологічного висновку.

Відповідно до європейської (Е – перша літера у слові Europe) цифрової кодифікації харчові добавки класифікують у такий спосіб:

- Е 100 ... Е 182 – барвники;
- Е 200 і далі – консерванти;
- Е 300 і далі – антиокиснювачі (антиоксиданти);
- Е 400 і далі – стабілізатори консистенції;
- Е 450 і далі, Е 1000 – емульгатори;
- Е 500 і далі – регулятори кислотності, розпушувачі;
- Е 600 і далі – підсилювачі смаку й аромату;
- Е 700–Е 800 – запасні індекси для іншої можливої інформації;
- Е 900 і далі – глазурувальні агенти, піногасники, поліпшувачі хліба.

Чому це важливо знати і для чого використовувати? Купуючи продукти, неодмінно звертайте увагу на їхній склад. Свідомий споживач завжди уважно читає етикетки харчових продуктів, аби зробити правильний вибір і не зашкодити власному здоров'ю й здоров'ю членів своєї родини. Зважайте на те, що назви інгредієнтів на етикетці розташовують за зменшенням їхнього вмісту в харчовому продукті. Зверніть увагу: якісні продукти виготовляють з мінімумом харчових добавок (*поміркуйте, як це впливає на термін їхньої придатності*).

Як читати й тлумачити етикетки? Розгляньмо конкретний приклад – шоколадні цукерки «Пташине молоко». Які саме харчові добавки потрапляють до нашого організму в разі споживання цих



цукерок? Е 406 – це стабілізатор консистенції агар-агар; Е 330 – регулятор кислотності лимонна кислота; емульгатор соєвий лецитин (він також є антиоксидантом Е 322); консерванти калій сорбат Е 202 і натрій бензоат Е 211.

Також на етикетці зазначено харчову (поживну) цінність. Вона (у г) у продукті масою 100 г така: білків – 2,5; жирів – 23,9; вуглеводів – 55,8. Енергетична цінність (калорійність у продукті масою 100 г) становить 447 ккал. Код продукту: 4823006704354 свідчить про його виготовлення в Україні. Перевірка справжності штрих-коду за допомоги комп'ютерної програми (<http://www.labeltest.com/scodes.php>) засвідчила правильність цього твердження. *Споживати чи не споживати* – вирішуєте ви.

Тож, аби навчитися не лише читати етикетки, а й правильно тлумачити їхній зміст, виконайте лабораторний дослід.

Лабораторний дослід 7



Ознайомлення зі змістом етикеток до харчових продуктів

Ознайомтеся зі змістом кількох етикеток до харчових продуктів (або тими, що вам видав учитель), розтлумачте його, скориставшись за потреби даними Інтернету, наприклад <http://www.timer.dp.ua/databank/marks/food.htm> або <http://dobavki.info.org.ua/>.

Класифікуйте за технологічними функціями виявлені харчові добавки.

Чи всі вони дозволені до використання в Україні?

У висновку висловіть власну думку щодо доцільності споживання цього продукту. *Обговоріть ваші висновки в малій навчальній групі. Чи змінилася думка когось з її членів? Чому?*

ПРО ГОЛОВНЕ

- ▶ Харчові добавки – природні й синтетичні сполуки, які вводять у харчові продукти під час їхнього виробництва для надання заданих властивостей і/або збереження якості.
- ▶ Харчові добавки класифікують за технологічним призначенням.
- ▶ Е-число – ідентифікаційний номер харчової добавки.
- ▶ Якісні продукти виготовляють з мінімумом харчових добавок.
- ▶ Для збереження здоров'я нації слід на державному рівні приділяти неабияку увагу безпеці використання харчових добавок.
- ▶ Треба роз'яснювати населенню, які харчові добавки є небезпечними і як їх маркують.

Здійсніть самоконтроль

1. Яку харчову добавку здавна використовують люди?

А етилмальтол; Б метилцелюлоза; В аспартам; Г шафран.

2. Яка харчова добавка є консервантом?

А хлорофіли; Б каротини; В аскорбінова кислота; Г молочна кислота.

3. Яка харчова добавка є стабілізатором консистенції?

А кальцій карбонат; Б кармін; В лимонна кислота; Г агар.

4. Яким кодом позначено барвник?

А Е 100; Б Е 200; В Е 600; Г Е 900.

5. Встановіть відповідність між технологічними функціями харчових добавок і Е-числами.

Технологічна функція харчової добавки	Е-число
1 Антиоксидант	А Е 450
2 Емульгатор	Б Е 500
3 Стабілізатор консистенції	В Е 700–Е 800
4 Розпушувач	Г Е 300
	Д Е 400

6. Підготуйте міні-повідомлення «Про що розповіла етикетка».

7. *Встановіть зв'язок між складом і будовою фосфоліпиду лецитину і його застосуванням як емульгатора.

8. *Старшокласниці обговорювали рецепти засолювання огірків. Наталя зауважила: «Моя бабуся кладе таблетки аспірину в розсіл, аби не каламутнів, а банки не «вибухали». Людмила жажнулася: «Хіба можна добавляти ліки у харчі?». «Дарма! – заперечила Наталя. – У магазинних консервах усілякої «хімії» – хоч греблю гати. А тут якийсь аспірин... Консервуватиму за бабусиним рецептом!». Людмили забракло аргументів, аби переконати подругу у хибності такого підходу. А може, права Наталя? Яка ваша думка? Аби аргументувати її, зверніться до наступного параграфа і додаткових джерел інформації.



Творча майстерня



1. Виявіть лимонну кислоту (харчову добавку Е 330) у плодово-ягідному морозиві. Для цього розтопіть у пластиковому стаканчику трохи досліджуваного продукту і додайте насичений розчин питної соди.

2. Перевірте, чи не фальсифіковано сметану крохмалем. Скористайтесь для цього спиртовим розчином йоду або розчином Люголя.

3. З'ясуйте, природні чи синтетичні барвники використано у фруктовому газованому напої чи соку. Для перевірки вишневих, смородинових, полуничних та інших червоних соків і напоїв візьміть півсклянки води і розчиніть у ній щіпку питної соди. Додайте трохи цього розчину в напій чи сік і подивіться, як зміниться забарвлення. Якщо колір стане бурим – сік дійсно натуральний. Збереження забарвлення свідчить про наявність штучних барвників.

Зафіксуйте спостереження фото- чи відеокамерою або опишіть. Поясніть побачене.

4. Щороку 16 жовтня відзначають Всесвітній день здорового харчування, а 29 травня Фонд Всесвітньої гастроентерологічної організації (WGO) за підтримки 103 організацій-учасниць з 50 країн світу проводить Міжнародний день здорового травлення.

Розробіть спеціальну абетку здорового харчування, дотримуйтесь її і пропагуйте у своєму оточенні (за власним вибором випустіть буклет або листівку, підготуйте передачу для шкільного радіовузла чи телебачення, розмістіть абетку на шкільному сайті, у своєму блозі тощо).

§ 17. Поняття про синтетичні лікарські засоби

Що таке синтетичні лікарські засоби? Які вони мають переваги і недоліки? Чи безпечні вони?

Опрацювавши цей параграф, **ви розширите уявлення** про природні джерела органічних речовин, природні й синтетичні органічні сполуки, значення органічного синтезу для створення нових лікарських засобів, **зможете обґрунтувати** значення органічної хімії в охороні здоров'я.

Синтетичні лікарські засоби – одне з найвизначніших досягнень синтетичної органічної хімії. Завдяки їм стало можливим виліковування багатьох недугів, які раніше були фатальними для хворих (як-от, чума, холера тощо). 1865 року англійський хірург Джозеф Лістер (мал. 17.1) уперше використав під час операції карболову кислоту (фенол) для дезінфекції інструментів і рук хірурга. Це істотно зменшило смертність поміж хірургічних хворих, оскільки запобігало бактеріальним інфекціям. Така лікарська новація врятувала мільйони людських життів.

Зауважмо, що фенол – отруйна речовина, небезпечна для здоров'я, тож згодом на зміну цьому антисептику прийшло нове покоління дезінфікувальних засобів. Сучасні антисептики містять як природні, так і синтетичні органічні речовини. Наприклад, спиртовий розчин синтетичного барвника брильянтового зеленого має антимікробну дію. Його застосовують зовнішньо в разі легких гнійно-запальних процесів шкіри, а також для обробки операційного поля, шкірних покривів після операцій та травм.

За часів Гіппократа кількість описаних ним лікарських засобів сягала двох сотень. Наразі їхня кількість у тисячі разів більша. У цьому фармацевтичному розмаїтті експерти виокремлюють «першу десятку» препаратів, що стали справжнім проривом у науці лікування і медичній практиці. Розгляньмо кілька прикладів.



Мал. 17.1. 1. У центрі – Лістер Джозеф [лорд Лістер] (1827–1912) – видатний англійський хірург і науковець, творець хірургічної антисептики. Уперше вдало використав дезінфікувальні властивості продукту органічного синтезу – фенолу C_6H_5OH (карболової кислоти) – для знезаражування ран. 2. Апарат Лістера для розпилювання розчину карболової кислоти



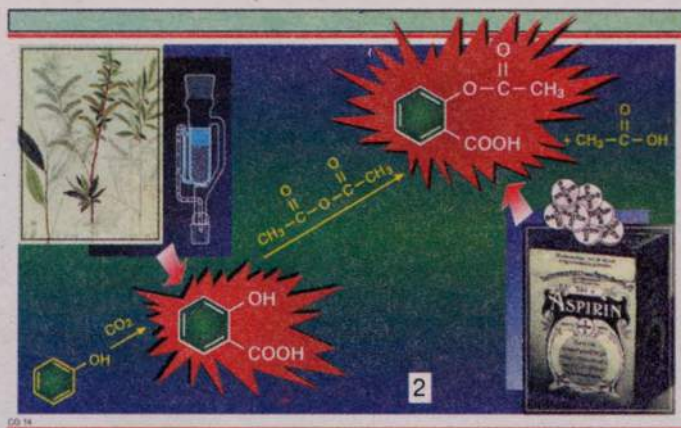
Мал. 17.2. Де росте верба – там здорова вода (українське народне прислів'я). У народній медицині настій або відвар з кори верби використовують для лікування лихоманки, ревматизму, подагри, як сечогінне (дізнайтеся, що таке «енергетична верба»). До змісту якого з раніше вивчених параграфів ви включили б ці відомості?)

Аспірин – загальноприйнята назва ацетилсаліцилової кислоти – найпоширенішого безпечного, жарознижувального і протизапального засобу. Ще в давнину для лікування

інфекційних хвороб і подагри, для полегшення болю і зниження температури використовували різноманітні екстракти вербової кори (мал. 17.2).

Науковці встановили, що активним лікувальним компонентом цих трупків є саліцилова кислота. Згодом було розроблено метод її синтезу, тож у медицині широко почали використовувати сіль саліцилової кислоти – натрій саліцилат. Однак обидві сполуки були досить токсичними, що спонукало дослідників до пошуку способу синтезу речовини, яка справляла б такий самий (або сильніший) терапевтичний ефект з меншою шкодою для організму.

1893 р. співробітник німецької фармацевтичної фірми «Байер» Фелікс Гофман (мал. 17.3, 1) синтезував ацетилсаліцилову кислоту. Доступність сировини і методи синтезу забезпечили можливість промислового виробництва ліків, що були запатентовані під назвою «аспірин» (мал. 17.3, 2). Тобто *вперше* було запроваджено технологію масового промислового виробництва синтетичного лікарського засобу.



Мал. 17.3. 1. Гофман Фелікс (1868–1946). Німецький хімік. Запропонував методи синтезу аспірину й героїну. 2. Синтез аспірину: з фенолу добувають саліцилову кислоту (назвіть функціональні групи у складі фенолу і продукту його реакції з карбон(IV) оксидом) – синтетичний аналог сполуки, що міститься в природній сировині. Із саліцилової кислоти одержують її естер (назвіть речовину, що є другим продуктом цієї реакції)

Ці ліки відразу набули неабиякої популярності й зберегли її по сьогодні. Обсяг їхнього виробництва за рік сягає десятків тисяч тонн. В Україні відомими виробниками лікарського засіб «Кислота ацетилсаліцилова» є ЗАТ «Фармацевтична фірма «Дарниця»», ВАТ «Фармак» (м. Київ). Аспірин має яскраво виражені протизапальну, жарознижувальну й певну знеболювальну дію. Однак цим не вичерпується його вплив на організм, оскільки дослідження виявляють нові грані біологічної активності і перспективні напрями використання ацетилсаліцилової кислоти (*дізнайтеся про них більше з додаткових інформаційних джерел*). Триумфальна хода аспіріну триває вже понад століття. Історія аспіріну наочно демонструє, як новий погляд на такий старий об'єкт дослідження відкриває нові обрії в боротьбі з хворобами.

Дізнайтеся більше... Під час Першої світової війни припинилося надходження фенолу та аспіріну з Німеччини до Росії. Професор Казанського університету О.Е. Арбузов зі співробітниками розробили оригінальну технологію синтезу ацетилсаліцилової кислоти й організували промисловий випуск аспіріну, що за якістю не поступався німецькому. Маючи неабиякі художні здібності, О.Е. Арбузов власноруч створив ескізи етикеток до вітчизняного аспіріну і рекламну листівку.

1982 р. англійський фармаколог сер Джон Вейн був удостоєний Нобелівської премії з медицини за розгадку механізму фізіологічної дії аспіріну.

Лікування хвороб із застосуванням синтетичних хімічних препаратів, що мали *спрямовану бактерицидну дію*, започаткував німецький лікар, бактеріолог і біохімік Пауль Ерліх (мал. 17.4, 1). Створений ним препарат *сальварсан* виявляє високу ефективність проти збудників не лише сифілісу, а й інших небезпечних хвороб. Так само, як і аспірин, цей лікарський засіб увійшов до «першої десятки» борців з недугами.

Зауважмо: «робоча» назва сальварсану «препарат 606» означає, що П. Ерліх і його співробітники синтезували 605 речовин. Однак лише 606 спроба виявилася вдалою – добута речовина згубно діяла на збудника хвороби – біду спірохету. Це приклад пошуку нових біологічно активних речовин методом фармакологічного *скринінгу* (від англ. *Screening* – просіювання).



Попри великі витрати часу й праці, метод скринінгу дотепер не втратив свого значення. Однак більш перспективним є цілеспрямований органічний синтез. Це наочний приклад того, як розуміння зв'язку складу і будови речовин з їхніми властивостями і біологічною активністю стає підґрунтям для створення сполук із наперед заданими властивостями та ефективних ліків на їхній основі. Досвідчений фахівець (хімік, фармаколог) за структурною формулою речовини може спрогнозувати її терапевтичний (і токсичний, що не менш важливо) ефект, вибрати оптимальну стратегію синтезу.

Дізнайтеся більше... Один із сучасних напрямів хіміотерапії СНІДу передбачає використання інгібіторів, що пригнічують ферменти вірусу імунodefіциту людини. Синтезу таких сполук передують конструювання їхніх молекулярних структур за допомоги спеціальних комп'ютерних програм, фізичних просторових моделей і, що дуже важливо, досвіду й інтуїції науковців. Цей важливий творчий процес називають *молекулярним дизайном*. Під час проектування дослідники беруть до уваги індивідуальні особливості ферментів, проти яких буде спрямовано дію ліків.

Важливого значення у виробництві сучасних лікарських засобів набули *біотехнології* як промислові методи одержання біологічно активних речовин (*наведіть кілька прикладів з вивченого вами курсу біології*). *Нанотехнології* – перспективний напрям не лише синтезу біологічно активних сполук, а й їхнього прицільного доправлення до хворого органа.

Список синтетичних лікарських засобів практично невичерпний. Сульфаміламідні препарати і антибіотики як специфічного, так і широкого спектра дії, знеболювальні, судинорозширювальні, протисудомні... усіх не злічити. *Корисні чи шкідливі вони?*

На прикладі аспірину легко пересвідчитися: ацетилсаліцилова кислота попри беззаперечну лікувальну дію може спричиняти в організмі низку небажаних, шкідливих змін. Тож нагальним завданням хіміків є синтез сполук, що не поступаються аспірину за лікувальним ефектом, однак позбавлені притаманних йому недоліків. Перші кроки в цьому напрямі вже зроблено. Врахування особливостей білка-ферменту, на який впливає аспірин, стало підґрунтям для синтезу ліків нового покоління.

Про деякі небезпечні для організму речовини, які свого часу мали статус ліків, йтиметься в наступному параграфі.

■ ПРО ГОЛОВНЕ

- ▶ Синтетичні лікарські засоби – одне з найвизначніших досягнень синтетичної органічної хімії.
- ▶ Аспірин – загальноприйнята назва ацетилсаліцилової кислоти – найпоширенішого беззаспокійливого, жарознижувального і проти-запального засобу.
- ▶ Синтез ацетилсаліцилової кислоти з фенолу став основою запровадження першої технології масового промислового виробництва синтетичного лікарського засобу.
- ▶ Біотехнології – важливий промисловий метод одержання сучасних лікарських засобів.
- ▶ Нанотехнології – перспективний напрям не лише синтезу біологічно активних сполук, а й їхнього прицільного доправлення до хворого органа.



Здійсніть самоконтроль

1. Яка рослина є природним джерелом саліцилової кислоти?
А мальва; Б пальма; В верба; Г орхідея.
2. Як називають речовини, що виявляють антимікробну дію?
А антисептики; Б антиоксиданти; В анальгетики; Г анаболіки.
3. Яка кислота є діючою речовиною аспірину?
А аскорбінова; Б ацетилсаліцилова; В лимонна; Г карболова.
4. Укажіть сировину для промислового синтезу аспірину.
А глюкоза; Б етанол; В етанова кислота; Г фенол.
5. З'ясуйте, які лікарські препарати у вашій домашній аптечці містять ацетилсаліцилову кислоту. Для чого вони призначені? Від яких побічних ефектів унаслідок їхнього застосування застерігає виробник в інструкції? За результатами дослідження підготуйте презентацію «Аспірин – знайомий незнайомець».
6. *Дізнайтеся, використовуючи додаткові джерела інформації, коли й чому аспірин було двічі занесено до книги рекордів Гіннеса.
7. *Реакція естерифікації оборотна. Запишіть рівняння реакції гідролізу ацетилсаліцилової кислоти. Які тривіальні назви продуктів цієї реакції?



Творча майстерня



Індивідуально або у складі малої навчальної групи вивчіть у шкільній хімічній лабораторії перетворення, яких зазнає ацетилсаліцилова кислота, якщо таблетки аспірину господиня додає у банки з консервованими овочами. Щодо методики виконання дослідження порадьтеся з учителем.

Зробіть висновок, наскільки доцільна технологія консервування з використанням аспірину.

Дізнайтеся у своїх бабусь, мам, подруг, чи існують рецепти домашніх заготовок без використання аспірину, оцту, синтетичної лимонної кислоти тощо.

Підготуйте за результатами дослідження буклет і презентуйте його зміст на шкільному заході, присвяченому здоровому способу життя.

§ 18. Шкідливий вплив вживання алкоголю, наркотичних речовин, тютюнокуріння на організм людини

Яка хімічна природа шкідливих речовин у складі алкогольних напоїв, тютюну, інших наркотичних засобів? Чим вони небезпечні для здоров'я?

Опрацювавши цей параграф, **ви розширите уявлення** про природні джерела органічних речовин, природні й синтетичні органічні сполуки, значення органічного синтезу для створення нових речовин, **зможете висловити судження** щодо згубної дії алкоголю, наркотичних речовин, тютюнокуріння на здоров'я.

Наркотичні речовини (від грец. *narkotikos* – оніміння) – група сполук різної хімічної природи, що спричиняють стимулюючий, пригнічувальний або галюциногенний вплив на центральну нервову систему, унаслідок чого

завдають неабиякої шкоди організму. У чому вона полягає? Передусім – у здатності спричиняти *патологічну залежність* від наркотику. Саме вона є характерною ознакою небезпечного захворювання – *наркоманії*.

У наркозалежної людини виникає нестримне й неконтрольоване бажання вживати речовини, що зумовили цей потяг. Аби зберегти колишню глибину відчуття задоволення, хворий на наркоманію через деякий час після початку вживання наркотичної речовини мусить щоразу збільшувати їхню дозу.

Наркотики відомі людям з давніх-давен. Їх вживали представники різних культур, з різною метою: під час релігійних обрядів, для відновлення сил, для зміни свідомості, для зняття болю і неприємних відчуттів, аби тимчасово втекти від життєвих негараздів до світу ілюзій.

Які саме органічні сполуки є складовими цих небезпечних джерел швидкого задоволення? Розгляньмо деякі з них докладніше.

Алкоголь – легальний наркотик, що шкодить здоров'ю людей. 1975 року це визнано Всесвітньою організацією охорони здоров'я. Етанол – діюча речовина алкогольних напоїв, унаслідок вживання яких змінюється фізичний і психічний стан людини.

Смертельна доза етанолу становить від 4 до 12 грамів на кілограм маси тіла людини. Небезпечність уживання етанолу, алкогольних напоїв і їхніх сурогатів важко переоцінити. Внаслідок гострої алкогольної інтоксикації пригнічується діяльність центральної нервової системи (*пригадайте, ви вивчали це в курсі біології*), зокрема дихального центру.

Хронічне отруєння організму алкоголем, ефект звикання до цього наркотику – складна медична й соціальна проблема. В організмі людини немає жодного органа, який би не потерпав від алкогольної інтоксикації, однак найсильніше етанол уражає мозок. Зламані долі, зруйновані родини (мал. 18.1), деградація особистості, соціальне сирітство, смерті й каліцтва в автомобільних аваріях і на виробництві, вроджені вади розвитку в дітей...

Сумний перелік наслідків уживання алкогольних напоїв задовгий як для одного параграфа підручника. Пам'ятайте: вживання алкоголю замолodu – це стартовий майданчик для дорослого алкоголізму і короткий шлях до країни наркоманії (*поміркуйте, чому*).

Кожен з вас не лише має усвідомити негативний вплив як міцних, так і слабоалкогольних напоїв на здоров'я людини. Найголовніше знайти в собі сили, виявити характер, аби рішуче відмовитися від небезпечних пропозицій, не спокуситися скуштувати алкогольні напої. Варто зробити свідомий вибір на користь здорового способу життя, міцної родини, здорового і щасливого сьогодення і майбуття.

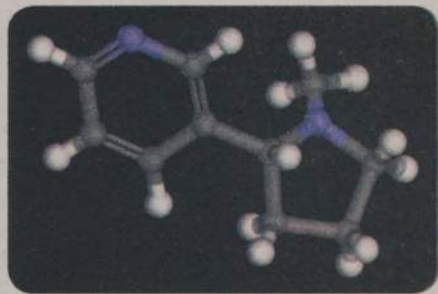
Нікотин – ще один легальний наркотик, небезпечний і підступний, оскільки спричиняє стійку патоло-



Мал. 18.1. Картина Марії Приймаченко. «П'яниця. Сам п'ю, сам гуляю, сам стелюся, сам лягаю. Прогнав жінку і діток – сам голодний, як бузок». 1992 р. Фото О. Васьковської

гічну залежність. Нікотин (мал. 18.2) потрапляє до організму курців і людей навколо них разом з тютюновим димом, що містить цілий «букет» шкідливих речовин (близько 5000).

Поміж них – чимало високотоксичних сполук. Нікотин, приміром, є природною отрутою, що захищає рослини роду тютюнових від комах-шкідників. Тому для боротьби з попелицею й іншими паразитами культурні рослини обприскують водним мильно-тютюновим розчином. Хронічне отруєння нікотиним призводить до послаблення пам'яті, зниження працездатності.



Мал. 18.2. Кулестержнева модель молекули нікотину

Чи можна хімічним шляхом виявити нікотин у тютюновому диму? Для цього закріплюють сигарету в лапці штатива і надягають на неї гумову грушу з боку фільтра (поясніть, чому цей дослід треба проводити під тягою). Грушу стискають і підпалюють сигарету. Аби створити тягу за допомоги груші, її обережно розтискають, унаслідок чого грушу заповнює тютюновий дим. Його випускають у заздалегідь підготовлену колбу, яка містить дистильовану воду об'ємом 20–25 мл. Цю маніпуляцію повторюють кілька разів, закорковують колбу і струшують, аби розчинився дим. Добутий розчин містить нікотин та інші подібні до нього сполуки. У пробірку наливають розчин тютюнового диму об'ємом 1 мл і додають кілька крапель реактиву Драгендорфа (дізнайтеся про його склад з додаткових джерел інформації). Випадає яскраво-оранжевий осад (мал. 18.3).

Смола, що внаслідок конденсації тютюнового диму осідає в дихальних шляхах, містить низку неорганічних і органічних речовин, що спричиняють виникнення злоякісних пухлин.

Причина токсичності чадного газу, що також надходить до організму в складі тютюнового диму, вам вже відома. Карбон(II) оксид блокує здатність молекул гемоглобіну переносити кисень, і організм потерпає від кисневого голоду. Дуже небезпечними є сполуки важких металічних елементів (Плюмбуму, Хрому, Кадмію, Арсену та ін.), радіонукліди Po-210, Pb-210, K-40 тощо, сианильна кислота HCN, оксиди Нітрогену, амоніак, формальдегід HCHO, оцтова кислота, метан, бутан, толуен... (запишіть хімічні формули цих сполук).



Мал. 18.3. Виявлення нікотину в складі тютюнового диму



Мал. 18.4. 31 травня відзначають Всесвітній день без тютюну, 18 листопада – Всесвітній день відмови від куріння. Не зволікайте, відмовтесь від тютюнокуріння вже сьогодні!

То чи варто отруювати себе і людей довкола? Чи варто взагалі спокушати долю, беручи до рота свою першу чи ену цигарку? Рішення очевидне (мал. 18.4), долучайтесь!

Опіати – наркотичні алкалоїди опіуму, природним джерелом якого

є молочний сік опійного маку. Це, передусім, природні сполуки морфін (мал. 18.5, 1) і кодеїн (метилморфін). Морфін є основним представником групи наркотичних анальгетиків. Він знижує збудливість больових центрів, тому його використовують у протишоковій терапії в разі травм. Великі дози морфіну мають снодійний ефект. Вживання морфіну спричиняє яскраво виражену ейфорію, за повторного застосування швидко розвивається хвороблива пристрасть – *морфінізм*.

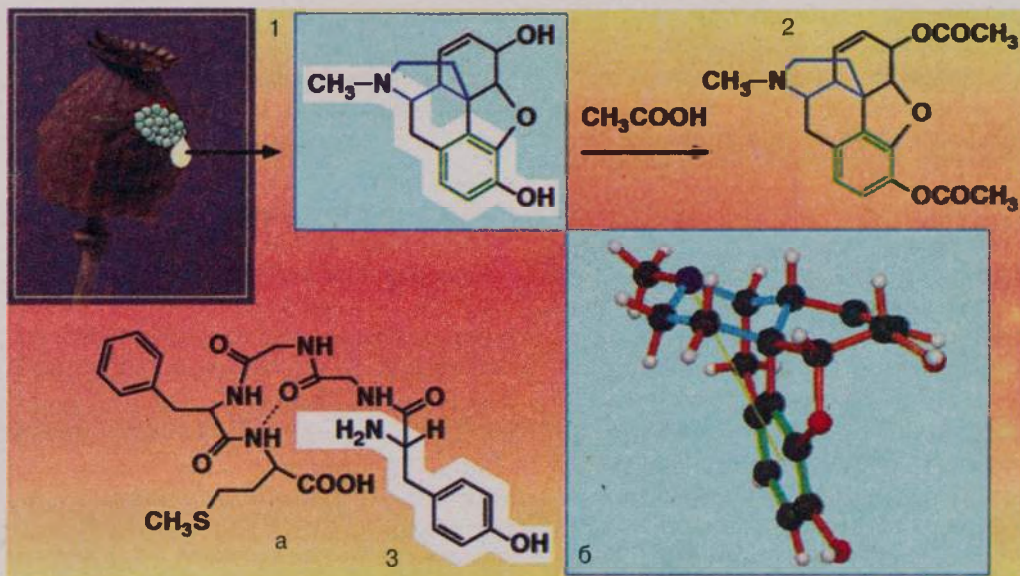
За характером дії до морфіну близький кодеїн (метилморфін), однак його болезаспокійливий вплив значно слабший. Він меншою мірою, ніж морфін, пригнічує дихання. Натомість у метилморфіну сильно виражена здатність зменшувати збудливість кашльового центру. Тому кодеїн входить до складу багатьох лікарських препаратів, зокрема проти кашлю. Однак у разі зловживання ними в людини може виникнути наркотична залежність, про яку вона навіть не підозрюватиме і вважатиме за доцільне для нормального самопочуття приймати «улюблені» ліки.

Героїн (діацетилморфін) – чи не найвідоміша напівсинтетична похідна морфіну (мал. 18.5, 2). Його добувають ацилуванням опію.

Німецький хімік Ф. Гофман (див. § 17), окрилений успіхом аспірину, зробив промислову технологію виробництва *героїну* – лікарського засобу від кашлю, що мав замінити небезпечний морфін. Пильність фармацевтів і медиків приспало те, що за нетривалого використання героїн, на відміну від морфіну, зумовлює відносно спокійну ейфорію з мінімальними відхиленнями в поведінці та інтелекті. Тому з 1898 по 1910 рік героїн продавався як ліки, навіть входив до складу дитячих протикашльових і заспокійливих засобів.

1913 р. «Байер» призупинив виробництво героїну. Адже внаслідок його вживання формується стійка патологічна залежність від наркотику. У разі неможливості своєчасного отримання дози у хворого розвивається тяжкий *абстинентний синдром* – так звана ломка (*пригадайте з курсу основ здоров'я та біології її фізичні, психічні, психологічні й соціальні наслідки*).

Не меншої шкоди, ніж героїн завдає організму вживання інших наркотиків – кокаїну, гашишу, різноманітних галюциногенів і стимуляторів тощо. Попри розмаїття їхньої хімічної природи спільною ознакою дії цих сполук є непоправна шкода, якої вони завдають організму. Поміж них є природні, напівсинтетичні і синтетичні речовини. Особливо небезпечні *синтетичні наркотичні засоби*, дія яких набагато сильніша і непередбачуваніша порівняно з природними і напівсинтетичними аналогами.



Мал. 18.5. 1. Морфін. 2. Героїн. 3. Мет-енкефалін (а і б) – нейропептид з морфіноподібною дією, який виробляє нервова система хребетних (порівняйте виокремлені білим кольором фрагменти структур морфіну й мет-енкефаліну і зробіть висновок щодо причини подібності їхньої фізіологічної дії)

Так звані **вуличні наркотики** зазвичай виробляють у нелегальних лабораторіях, змішують з іншими токсичними речовинами, аби збільшити потужність наркотичного впливу і пришвидшити виникнення залежності.

Останнім часом неабиякої популярності набули різноманітні ароматичні трав'яні суміші для куріння. Значною мірою це було зумовлено їхнім напівлегальним статусом і відносною доступністю. Наприклад, у сальвії (*Salvia divinorum*) міститься сильнодіюча психотропна речовина-галюциноген, наслідки вживання якої важко передбачити, адже людина перестає контролювати себе.

Дізнайтеся більше... 2010 р. Кабінет Міністрів України вніс суміші для куріння до переліку наркотичних і психотропних засобів. Тобто за їхнє розповсюдження передбачена кримінальна відповідальність.

Леткі розчинники як наркотичні засоби набули поширення із середини минулого століття. Уже 1961 року навмисне вдихання їхніх випарів стало масовим явищем переважно поміж молоді та дітей і Нового, і Старого світу. Згодом ця пошесть охопила й терени колишнього Радянського Союзу, міцно вкоренилася на пострадянському просторі. Її сумні жнива тривають.

У разі вживання лише раз на тиждень летких розчинників за 8–10 місяців гинуть клітини печінки. Як наслідок виникають хронічна печінкова недостатність, порушення зсідання крові, набряки, цироз. За 12–16 місяців руйнуються клітини головного мозку, розвивається енцефалопатія. Невдовзі гинуть клітини легень і виникає їхнє запалення (пневмонія). За токсичністю леткі розчинники – «чемпіони» серед наркотиків.

Найбільша небезпека для токсикоманів полягає у їхній неконтрольованій поведінці, що є результатом пригнічення функцій нервової системи.

Зникають гальмівні процеси, напрацьовані під час набуття життєвого досвіду і соціалізації особистості.

Малолітні експериментатори, почавши вдихати пари токсину, швидко п'яніють, втрачають свідомість і вже не можуть зняти з голови мішок або скинути з обличчя ганчірку з бензином. Важкість сп'яніння швидко зростає, а дихання і серцева діяльність зупиняються.

Виберіть життя без наркотиків – важких, легких, заборонених, напів-легальних, легальних, вуличних, клубних... будь-яких! Адже наркоманія винятково згубно впливає на здоров'я. Пам'ятайте: внутрішньовенне вживання наркотиків – це один з основних шляхів зараження ВІЛ. У деяких частинах світу споживання наркотичних засобів та епідемія ВІЛ набули катастрофічних масштабів. Україна – не виняток. Тому контроль за виробництвом і обігом наркотичних засобів, включаючи профілактику наркоманії та заходи щодо зменшення згубних наслідків вживання наркотиків, є важливим елементом зусиль по боротьбі з ВІЛ / СНІДом.

Наркотики становлять собою неабияку загрозу довкіллю. Через вирощування *коки* (сировини для виробництва кокаїну) вирубують величезні ділянки тропічних лісів – «легенів» нашої планети і знищують національні парки. Токсичні стічні води з нелегальних нарколабораторій отруюють місцеві водотоки.

Дізнайтеся більше... 26 червня – Міжнародний день боротьби зі зловживанням і незаконним обігом наркотичних засобів.

А чи усвідомлюєте ви особисту відповідальність за втілення в життя гасла **«ТАК – ЗДОРОВ'Ю, НІ – НАРКОТИКАМ!»**? Замисліться!

ПРО ГОЛОВНЕ

- ▶ **Наркотичні речовини мають різну хімічну природу.**
- ▶ **Вживання наркотиків завдає непоправної шкоди організму.**
- ▶ **Алкоголь і нікотин – легальні наркотики, що робить їх особливо небезпечними.**
- ▶ **Вживання наркотиків зумовлює формування стійкої патологічної залежності від них.**
- ▶ **Леткі розчинники – найтоксичніші з-поміж наркотиків.**
- ▶ **Виберіть життя без наркотиків!**

Здійсніть самоконтроль

1. Яка рослина є природним джерелом нікотину?

А сальвія; **Б** морква; **В** верба; **Г** тютюн.

2. Який наркотик добувають ацилуванням морфіну?

А кодеїн; **Б** нікотин; **В** кокаїн; **Г** героїн.

3. Опишіть зовнішні прояви шкідливого впливу тютюнокуріння на здоров'я людини.

4. Поясніть, як позначається тютюнокуріння і вживання молоддю алкоголю на здоров'ї наступних поколінь.

5. Доберіть з різноманітних джерел інформації приклади з реального життя, що ілюструють неприпустимість вживання будь-яких наркотичних засобів.

6. Обґрунтуйте шкідливість вживання летких розчинників як наркотичних речовин.



Творча майстерня

1. Підготуйте і проведіть, залучивши до співпраці молодших школярів, заходи (опитування, вікторину, виставку плакатів, театралізовану виставу), які переконують їх у небезпечності вживання будь-яких наркотичних речовин.

2. Використовуючи підручні матеріали (пластикові пляшки, вату, листки живих рослин), сконструйте прилад для демонстрування шкідливості тютюнокуріння, зокрема хибності думки про меншу шкоду від вживання так званих легких цигарок.

§ 19. Органічні сполуки в побуті

Чи трапляються органічні речовини у складі побутових хімікатів? Чи безпечні вони для здоров'я людини і довкілля? Як правильно використовувати засоби побутової хімії?

Опрацювавши цей параграф, **ви розширите уявлення** про природні й синтетичні органічні сполуки, значення органічного синтезу для створення нових речовин, **зможете обґрунтувати** значення органічної хімії в побуті, **оцінити** вплив продуктів побутової хімії на довкілля, **усвідомити** необхідність дотримання правил безпечно-го поводження з побутовими хімікатами.

Побутові хімікати широко використовують у домашньому господарстві. Товари побутової хімії вражають розмаїттям. Яскрава вигадлива упаковка привертає увагу. Найрізноманітніші форми (розчини, гелі, порошки, паста, креми, піни, суспензії, емульсії, гранули, таблетки, олівці, стікери, аерозолі тощо), склад і призначення є наочним свідченням того, наскільки «широко простягає хімія руки свої у справи людські» і як непросто пересічному споживачеві вибрати якісний і безпечний продукт.

Аби спростити орієнтування в безмежному океані товарів побутової хімії, треба їх **класифікувати**. Зазвичай класифікаційною ознакою є **призначення** цих споживчих продуктів (*поміркуйте, за якими ще критеріями можна класифікувати їх*). Засоби для прання, підсинювання, вибілювання, вибавляння плям, миття, чищення, дезінфікування, склеювання, догляду за поверхнями з натуральних, штучних, синтетичних матеріалів, рослинами, боротьби з побутовими комахами, гризунами та іншими шкідниками... Цей перелік надзвичайно широкий (*доповніть його, спираючись на власний повсякденний досвід*). Деякі з найважливіших груп товарів побутової хімії наведено на схемі (мал. 19.1).

До складу побутових хімікатів входять як неорганічні, так і органічні речовини: природні, штучні, синтетичні. Це неспростовне свідчення того, що хімія, хімічна технологія і її продукти – життєво важливі, необхідні сьогодні кожному. Продукти хімічного, передусім органічного, синтезу стали невід'ємною складовою життя сучасної людини.

Звісно, можна до нескінченності називати галузі застосування в повсякденному житті різноманітних сполук. Про деякі з них йшлося в попередніх параграфах. На прикладі пластмас, волокон, каучуків, лікарських засобів ви неодноразово пересвідчилися в існуванні зв'язку між хімічним складом, будовою, властивостями і застосуванням речовин. Споживчі властивості



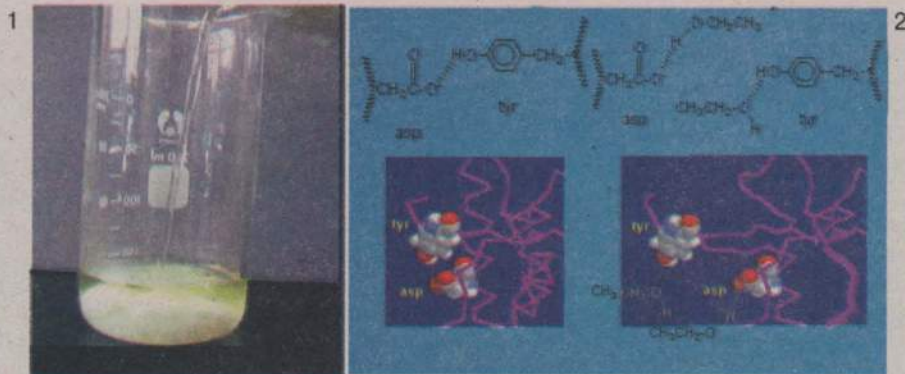
Мал. 19.1. Товари побутової хімії зазвичай класифікують за призначенням. Інсектициди і зооциди – засоби боротьби із шкідниками: комахами (наведіть приклади) і хребтними тваринами (миші, пацюки)

засобів побутової хімії зумовлені властивостями речовин, що входять до їхнього складу. Поміж них часто трапляються токсичні, їдкі, шкідливі для здоров'я сполуки. Тому безпечне й ефективне використання побутових хімікатів можливе лише за дотримання певних норм, нехтування якими неприпустиме (поясніть це, залучивши знання з основ здоров'я і власний повсякденний досвід).

Загальні правила поводження з побутовими хімікатами треба знати й неухильно виконувати (прокоментуйте наведені далі твердження, доповніть їх за потреби).

- Використовуйте засоби побутової хімії строго за призначенням, згідно з інструкцією.
- Пильуйте, аби на кожному з побутових хімікатів була етикетка, не перекладайте їх з упаковок до інших місткостей.
- Беріть до уваги піктограми на етикетці (додаток 8).
- Зберігайте засоби побутової хімії в місцях, недоступних для дітей і хатніх тварин, подалі від харчових продуктів, місць приготування їжі, нагрівальних приладів.
- Не нехтуйте під час роботи з їдкими та отруйними побутовими хімікатами засобами індивідуального захисту (захисні окуляри, рукавиці, респіратор тощо).
- Рештки побутових хімікатів і упаковку утилізуйте згідно з рекомендаціями виробника.
- Тримайте на видноті список телефонів для екстреного звернення по допомогу в разі нещасного випадку.

Як шкідливі речовини у складі побутових хімікатів потрапляють до організму? Розгляньмо приклад. Фенол – отруйна речовина, про це вже йшлося у § 15. Чи трапляється вона в буденному житті? Тирсоплити, з яких виготовляють меблі, просочені фенол-формальдегідними смолами. Унаслідок



Мал. 19.2. Денатурація білка. 1. Під впливом фенолу білок зсідается. 2. Руйнування водневих зв'язків у молекулі білка під впливом етанолу (яка структура білка руйнується внаслідок цього?)

поступового розкладання цих смол, особливо якщо меблеві кромки не герметизовані, випари фенолу і не менш небезпечного формальдегіду (метаналу) потрапляють у помешкання й зумовлюють хронічне отруєння людей.

У сучасній косметології глибокий пілінг (відлущування верхнього шару шкірного покриву) фенолом позбавляє шкіру обличчя зморщок, тому реклама позиціонує його як альтернативу пластичній хірургії. Після глибокого пілінгу за кілька місяців шкіра самовідновлюється – виробляє білок колаген, що забезпечує її поверхні гладкість, пружність і свіжість.

Мазь «Фукорцин» також містить фенол. Її використовують для лікування гнійничкових і грибкових захворювань шкіри, поверхневих ран, ерозій (поверхневих дефектів слизової оболонки), тріщин, саден. Фенол – діюча речовина спрею «Орасепт», який застосовують для лікування запальних процесів у горлі й ротовій порожнині. Пригадайте, сильним антисептиком також є етанол. Чому ці сполуки виявляють дезінфікувальні властивості? З'ясуймо це, виконавши дослід. У дві пробірки наллємо порції розчину білка об'ємом 1–2 мл кожна. У першу пробірку добавимо стільки само насиченого водного розчину фенолу, у другу – дрібку кристалічного натрій хлориду і етанол об'ємом 2 мл. В обох пробірках унаслідок денатурації білка випадає осад (мал. 19.2). На цьому ґрунтується застосування фенолу і етанолу для дезінфекції, тому що ці речовини спричиняють у бактерій денатурацію білків живих клітин і, як наслідок, їхнє відмирання.

Запобігання забрудненню довкілля під час використання органічних речовин у побуті – обов'язок кожного свідомого споживача. Деякі речовини у складі засобів побутової хімії, упаковки і продуктів їхньої переробки становлять неабияку небезпеку для людини і довкілля. Вони токсичні для живих організмів, спричиняють руйнування озонового шару, сприяють глобальним змінам клімату, порушують екосистеми у водоймах, ґрунтах.

За ступенем ризику для здоров'я людини найбільш небезпечними є такі речовини:

- **канцерогени**, що спричиняють ракові захворювання;

- *мутагени*, які зумовлюють зміни в генах, що призводить до різноманітних порушень функцій організму;
- *репротоксиканти* і *тератогени* порушують репродуктивні функції і внутрішньоутробний розвиток плоду.

Дізнайтеся більше... З огляду на різноманітність товарів побутової хімії їхня промислова утилізація – непросте завдання. На першому етапі вибирають способи утилізації. Продукти, що мають сильнолужну або сильно-кислу реакцію (засоби для очищення труб, миття сантехніки тощо), попередньо нейтралізують. Рідини поглинають сорбентами (торф, глауконіт тощо) й у такому вигляді дозують у змішувачах для одержання добавок для виробництва цементу. Технологія є повністю безвідхідною, а також передбачає використання матеріальної та енергетичної складової продукції, що утилізують.

Як мінімізувати ризики, пов'язані з використанням засобів побутової хімії?

Маркування товарів побутової хімії – перший і найважливіший крок до їхнього безпечного використання. Цей інструмент допомагає споживачеві ідентифікувати побутові хімікати, оцінити їхню безпечність для здоров'я людини і довкілля.

Зрозумілі й чіткі маркування побутового хімікату, докладна й зрозуміла інструкція щодо його використання є важливим аспектом реалізації конституційного права громадян на інформацію.

Розгляньмо докладніше, як маркують засоби побутової хімії і речовини в їхньому складі. Побутові хімікати класифікують відповідно до їхніх фізико-хімічних властивостей, токсичності і впливу на довкілля (див. форзац II). Етикетка має містити назву товару, відомості про його склад, інструкцію щодо безпечного використання, застережний знак і його словесну інтерпретацію (*поміркуйте, чому на засобах для миття посуду немає застережних знаків*), відомості про виробника (*поясніть, для чого*). Свідомий споживач зобов'язаний взяти до уваги інформацію на етикетці та неухильно виконувати інструкцію з безпечного використання товару, аби мінімізувати ризики, пов'язані із цим.

Свідомі споживачі надають перевагу товарам, безпечним для здоров'я і довкілля. На упаковці таких товарів є **екомаркування**. Продукти з гідним довіри екомаркуванням (див. форзац II) мають відповідати критеріям, що стосуються всього життєвого циклу продукту. Йдеться про видобуток і підготовку сировини, виробництво, використання, утилізацію, вивезення на звалище або переробку, усі етапи мають бути безпечними для здоров'я людини і довкілля.

Дізнайтеся більше... Екосимвол – це графічний символ, який зазвичай наносять на етикетку, рекламу або упаковку продукту як спеціальну інформацію для споживача. Екологічне маркування набуває все більшої значущості в контексті міжнародної торгівлі. У країнах – членах Євросоюзу як засіб демонстрації екологічної результативності компаній його використовують для інформування клієнтів та партнерів про екологічні особливості продукції і процесів її розроблення, виробництва і споживання. Основними стимулами для участі виробників продукції та послуг в екосертифікації та екомаркуванні є посилення ринкових позицій та підвищення конкурентоспроможності компаній.

Аби застосувати здобуті знання щодо маркування і безпечного використання побутових хімікатів, виконайте лабораторний дослід.

Лабораторний дослід 8



Ознайомлення зі змістом інструкцій до товарів побутової хімії

Роздивіться етикетки товарів побутової хімії. Яку інформацію вони містять?

Проаналізуйте зміст інструкцій з використання цих споживчих продуктів. Що в цих інструкціях ви вважаєте найважливішим? Чим зумовлені застереження, наведені в інструкціях?

*Якщо потрібно, скоригуйте інструкцію та обґрунтуйте доцільність внесених вами змін. Чи містить етикетка товару відомості про виробника? Чи готові ви поінформувати його про потребу поліпшити інструкцію чи якість і безпечність засобу побутової хімії?

Дізнайтеся більше... З 2004 року знак «Екологічно чисто та безпечно» (мал. 19.3) представляє Україну в Глобальній мережі екологічного маркування – Global Ecolabelling Network (GEN) – незалежної асоціації організацій, до якої входять 36 країн світу, що впроваджують системи екологічного маркування згідно з добровільним міжнародним стандартом ISO 14024.

Що можете зробити ви особисто, аби зменшити ризики від використання органічних речовин у побуті? Використовуйте свої можливості як споживача, надавайте перевагу товарам з екомаркуванням. Економно використовуйте засоби для миття, чищення, прання тощо. Зменшуйте кількість пакувальних матеріалів. Ходіть за покупками з кошиком або полотняною торбинкою замість поліетиленових пакетів. Сортируйте сміття. Використовуйте гній і компост для підживлення рослин на прибудинковій території чи дачній ділянці, мінімізуйте використання хімічних засобів боротьби зі шкідниками. Пояснюйте людям навколо доцільність таких дій. Цей список можна продовжити – зробіть це!



Мал. 19.3. Український знак екологічного маркування «Екологічно чисто та безпечно»

Дізнайтеся більше... 15 березня – Міжнародний день захисту прав споживачів. У цей день громадські організації нагадують, що товари мають не тільки споживчі якості, а й соціальну й екологічну ціну, яку довелося заплатити за їхнє виробництво.

■ ПРО ГОЛОВНЕ

- ▶ Побутові хімікати широко використовують у домашньому господарстві.
- ▶ Класифікаційною ознакою товарів побутової хімії зазвичай є призначення цих споживчих продуктів.

- ▶ Треба знати й неухильно виконувати загальні правила поведінки з побутовими хімікатами.
- ▶ Побутові хімікати потрапляють до організму людини крізь органи дихання і травлення, поверхню шкіри і пошкодження на ній.
- ▶ Маркування товарів побутової хімії допомагає споживачеві ідентифікувати побутові хімікати, оцінити їхню безпечність.
- ▶ Свідомі споживачі надають перевагу товарам, безпечним для здоров'я і довкілля.



Здійсніть самоконтроль

1. Яка загальна назва побутових хімікатів, що використовують для боротьби з гризунами-шкідниками?

А гербіциди; **Б** пестициди; **В** інсектициди; **Г** зооциди.



2. Яке застереження відповідає піктограмі ?

А Не міняйте контейнер для зберігання хімікату!

Б Не змішуйте з іншими продуктами!

В Бережіть від дітей!

Г Не ковтайте!

3. Який символ відповідає напису «Небезпечно! Ідкі та корозійні речовини»?



4. Поясніть, чому лікарський засіб «Фуорцин» не можна наносити на великі ділянки шкіри й використовувати вагітним жінкам та під час годування груддю, а також дітям віком до 12 років.

5. *Антисептичний препарат «Сановет-70» широко використовують у ветеринарії. Цей водний розчин з об'ємною часткою етанолу 67,5 % має сильну антимікробну дію, його ефективність не менша, ніж у 3 %-го розчину фенолу. Поясніть, чому зі збільшенням концентрації спирту дезінфікувальні властивості препарату зменшуються, антисептичний ефект стає поверхневим.

6. Поясніть, що таке екологічне маркування продукції. Назвіть причини, що спонукають вас вибирати таку продукцію.

7. Наведіть конкретні приклади згаданих у параграфі форм побутових хімікатів.

8. Проаналізуйте зміст етикеток та інструкцій товарів побутової хімії, що є у вашій оселі. Які з них містять небезпечні речовини? Які мають екологічне маркування? Результати дослідження оформіть як таблицю.

9. Дізнайтеся, чи є у вашій місцевості підприємства, що виробляють побутові хімікати. Підготуйте стисле повідомлення про їхню продукцію.



Творча майстерня



З огляду на вивчене визначте, чи правильно ви зберігаєте препарати побутової хімії, якщо виявите недоліки, зафіксуйте їх за допомоги фотокамери і негайно усуньте. Зробіть також світлини із зображенням правильного зберігання й використання побутових хімікатів. Використайте світлини для підготовки презентації «Як моя родина використовує побутові хімікати» і складання екологічної абетки споживача товарів побутової хімії (залучить до цієї роботи однокласників і молодших школярів).

§ 20. Мило, його мийна дія. Синтетичні мийні засоби

Який хімічний склад мила? Чим зумовлена його мийна дія? Чи ліпші синтетичні мийні засоби за мило, чи безпечні вони?

Опрацювавши цей параграф, **ви пригадаєте** з курсу фізики, що таке поверхневий натяг рідини, суть явища змочування; яка природа водневого зв'язку, **зможете оцінити** вплив синтетичних мийних засобів на довкілля, **усвідомити** необхідність дотримання правил безпечного поводження з ними.

Мило – чи не найдавніший препарат побутової хімії, ефективний засіб особистої гігієни, його використання є одним з критеріїв цивілізованості (мал. 20.1).

Дізнайтеся більше... Археологи поблизу річок Тигр та Єфрат знайшли один з перших рецептів мила, датований 2500 р. до н. е. Він був записаний клинописом на глиняних табличках. Шумери використовували мило як засіб для укладки волосся, як антисептик для лікування ран та для очищення шкіри перед їхнім фарбуванням.



Мал. 20.1. Мило – засіб особистої гігієни

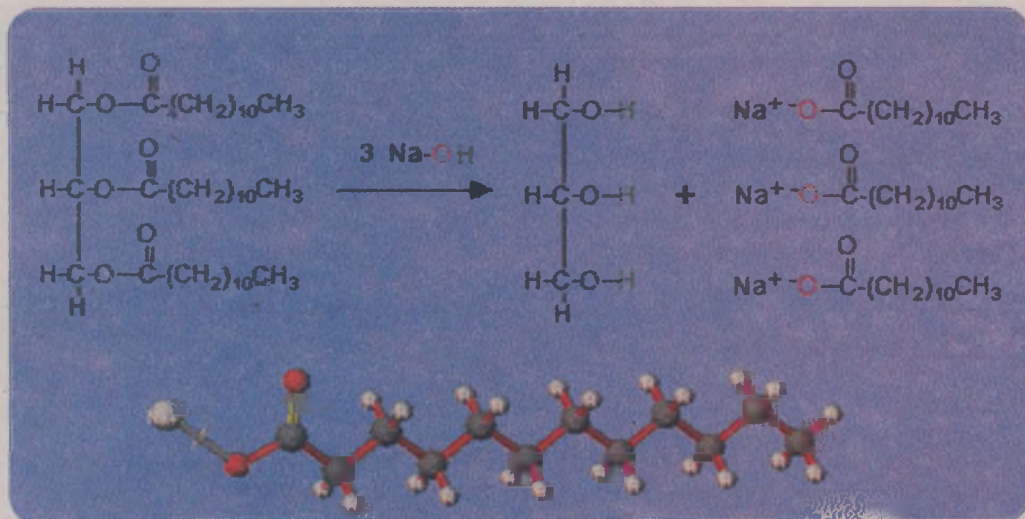
Мила – солі, утворені аніонами залишків вищих карбонових кислот і катіонами лужних елементів – Натрію, Калію¹.

Один з найдавніших способів добування мила – лужний гідроліз жирів (мал. 20.2).

Склад мила зумовлює його властивості як поверхнево-активної речовини (ПАР, детергент). Аби зрозуміти суть цього поняття, пригадаймо: поверхневий натяг визначає силу зчеплення між молекулами води і геометричну форму поверхні, краплю наприклад (мал. 20.3).

Як вам уже відомо з курсу хімії основної школи, вода – полярний розчинник, тому неполярні речовини, наприклад жири, у ній не розчиняються (мал. 20.4).

¹Натрієве мило тверде, калієве – рідке.



Мал. 20.2. Натрій лаурилат $C_{11}H_{23}COONa$ одержують лужним гідролізом пальмової або кокосової олії



Мал. 20.3. 1. Клоп-вodomірка: по воді як посуху завдяки силі поверхневого натягу води.
2. Рідина в стані спокою набуває форми з мінімальною площею поверхні – сферичної



Мал. 20.4. Олія не розчиняється у воді – полярному розчиннику

ПАР знижують поверхневий натяг на межі поділу, наприклад вода (рідина) – олія (рідина), вони відіграють роль своєрідного «містка» між взаємонерозчинними полярними і неполярними речовинами. Чим це зумовлено? Поверхнево-активні речовини містять у своєму складі як *гідрофільні*, так і *гідрофобні* групи (*розтлумачте ці терміни*).

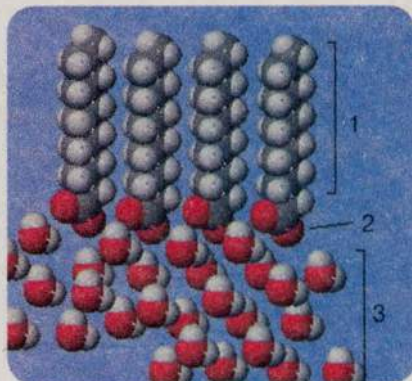
Молекули ПАР на межі поверхонь вода–повітря вишиковуються так, що гідрофільні групи спрямовані у воду, а гідрофобні виштовхуються з неї. У результаті поверхня води вкривається «частоколом» з молекул детергенту (мал. 20.5). Така поверхня має менший натяг і, як наслідок, вищу змочувальну здатність.

Аби пересвідчитися в цьому, виконаймо простий дослід. З тонкого мідного дроту зробимо плоску спіраль у кілька витків. Злегка змастимо її олією і дуже обережно помістимо на поверхню води. Завдяки поверхневому натягу води і незмочуванню нею жирної поверхні спіраль не потоне (*пригадайте, торік ви дізналися, що сірка плаває на поверхні води, оскільки не змочується нею, незважаючи на більшу порівняно з водою густину*). Тепер піпеткою помістимо в середину витка спіралі краплю мильного розчину. Спіраль негайно почне обертатися: розтікаючись по поверхні, мильний розчин доходить до кінця спіралі, виходить, що зумовить виникнення невеликої реактивної тяги. Коли спіраль зупиниться, капнімо мильний розчин ще раз – обертальний рух відновиться. Заміна мила у розчині на іншу поверхнево-активну речовину зумовить зміну швидкості руху спіралі. Якщо помістити в центр спіралі краплю розчину кухонної солі, кругового руху не буде зовсім. Натомість унаслідок додавання розчину прального порошку спіраль швидко потоне, бо синтетичний мийний засіб змие шар олії.

Мийна дія мила – здатність очищати поверхні твердих тіл від забруднень. Процеси миття та прання (мал. 20.6) ґрунтуються на видаленні неполярних забруднюючих речовин з твердої поверхні та переміщенні їх у полярну водну фазу.

Найпоширеніші забруднення – жирові плівки, що містять частинки пилу, сажі тощо (*пригадайте, чи вдалими були ваші спроби відмити жирний посуд без застосування мийних засобів*). Яким чином мило мие, легко зрозуміти з малюнка 20.7.

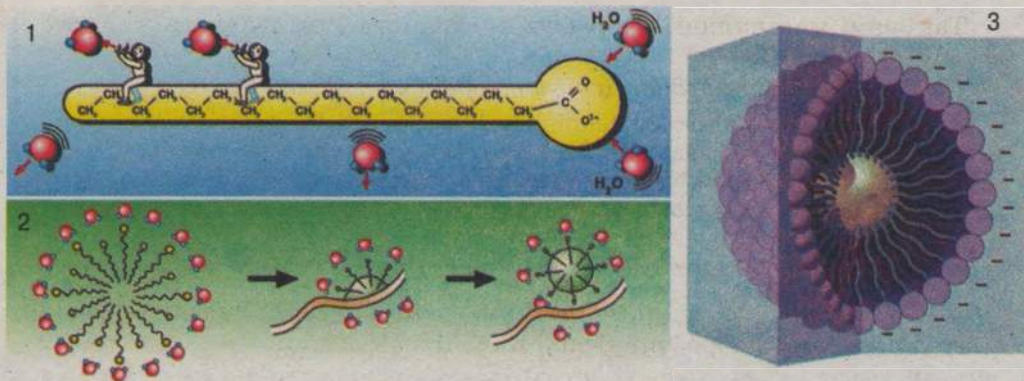
Асортимент сучасних синтетичних мийних засобів (СМЗ) вражає розмаїттям (*назвіть товарні форми випуску цих засобів побуто-*



Мал. 20.5. Мономолекулярний шар ПАР на поверхні води: 1 – неполярний кислотний залишок, 2 – полярна карбоксильна група, 3 – полярні молекули води



Мал. 20.6. Олександр Мурашко. «Пралє» (1914 р. с. Лучки на Полтавщині). Національний художній музей України



Мал. 20.7. Мийна дія мила. 1. Гідрофобна вуглеводнева група у складі молекули мила неполярна, гідрофільна карбоксильна – полярна. 2. Міцела – частинка бруду, оточена молекулами ПАВ, що зорієнтовані до неї гідрофобними групами. 3. Унаслідок взаємодії з молекулами детергенту частинка бруду відокремлюється від поверхні тканини і у вигляді емульсії чи суспензії потрапляє у розчин

вої хімії і наведіть кілька прикладів). Найважливішими компонентами СМЗ є поверхнево-активні речовини. Як добавки застосовують вибілювальні й запашні речовини, консерванти, інгібітори корозії, антиоксиданти, засоби проти утворення накипу, барвники тощо.

Синтетичні мийні засоби, як ви багаторазово пересвідчувалися на власному повсякденному досвіді, значно ефективніші за мило. Зокрема й тому, що не втрачають мийної дії у твердій воді. Це не єдина перевага СМЗ порівняно з милом. Аби перевірити слушність цього твердження, виконайте дослід¹.

Лабораторний дослід 9



Порівняння властивостей мила і синтетичних мийних засобів

Виготовте тверду воду (пригадайте, вона містить катіони Магнію і Кальцію). Для цього розчиніть у водопровідній воді трохи натуральної морської солі або гіркої солі «Барбара». Воду, збагачену катіонами Кальцію, можна одержати дією оцту на яєчну шкаралупу або крейду. Змішавши одержані розчини, матимете тверду воду.

Розчиніть у теплій воді мильну стружку. Подібним чином виготовте розчин прального порошку.

У пляшечку налийте трохи розчину мила, закоркуйте і добре струсіть. Чи виникла піна? Додайте твердої води і знову струсіть. Опишіть спостережувані зміни.

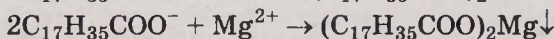
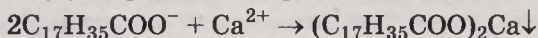
¹Ця інструкція передбачає виконання дослідів вдома. Морську сіль можна придбати в магазинах косметики і парфумерії, сіль «Барбара» – в аптеці. Якщо виконуватимете дослід на уроці, задля економії часу використайте видані вам учителем готові розчини мийних засобів і тверду воду.

Такі самі маніпуляції проробить з розчином синтетичного мийного засобу.

Порівняйте мийну здатність у твердій воді мила і СМЗ.

*Використовуючи універсальний індикаторний папір або водно-спиртовий розчин фенолфталеїну, визначте реакцію середовища у водних розчинах мил і синтетичних мийних засобів, якими ви користуєтеся в побуті. Поясніть, чому шовкові й вовняні вироби не слід прати засобами, розчини яких мають лужну реакцію.

Чому мило втрачає мийну здатність у твердій воді? Унаслідок реакції обміну утворюються нерозчинні солі Кальцію і Магнію:



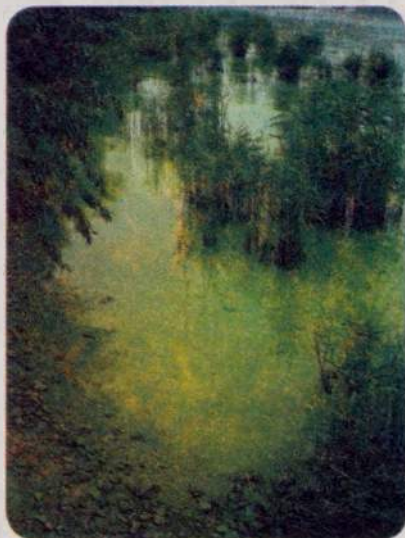
Це зумовлює надлишкові витрати мила під час прання в твердій воді. На відміну від мила, ПАР у складі синтетичних мийних засобів не реагують з катіонами Кальцію і Магнію, тому їх використовують для прання у воді будь-якої твердості.

Особливості сучасних СМЗ. Це, передусім, їхня *багатофункціональність*. Наприклад, поміж засобів для прання є універсальні, для машинного прання, для прання дуже забрудненої білизни, тонких і легкоушкоджуваних тканин, прання і вибілювання з кип'ятінням і без нього, засоби для низькотемпературного прання тощо.

Дізнайтеся більше... Розвиток біотехнології зумовив використання в мийних засобах білків і ферментів, що сприяють гідролізу жирів і ліпідів і, як наслідок, ефективному видаленню їх з поверхні. Такі ПАР мають спрямовану дію і не шкодять шкірі.

Мийна ефективність більшості ПАР посилюється в лужному середовищі і за присутності різних електролітів. Із цієї причини майже в усі СМЗ додають неорганічні солі: сульфати, карбонати, поліфосфати тощо. Саме поліфосфати у складі синтетичних мийних засобів стають причиною евтрофікації водойм (мал. 20.8), до яких потрапляють стічні води. Адже надлишок цих сполук Фосфору призводить до масового розвитку мікроскопічних водоростей та інших мікроорганізмів, а також бактерій, що розкладають відмерлі органічні рештки. Внаслідок цього витрачається значна кількість кисню, а до води потрапляють токсичні продукти розпаду, що призводить до погіршення умов проживання гідробіонтів.

Мал. 20.8. Евтрофікація водойм – екологічне лихо. Поліфосфати масою 1 г стимулюють утворення водоростей масою 5–10 кг!



Захист довкілля від забруднення синтетичними мийними засобами – нагальна і складна проблема. Один зі шляхів її розв'язання – використання пральних порошків, що не містять поліфосфатів. Важливо ретельно очищувати комунальні стічні води, адже саме вони – головні джерела надходження сполук Фосфору до природних водойм. У побуті і на виробництві слід ощадливо використовувати мийні засоби, дотримуючись рекомендацій, наведених в інструкції.

■ ПРО ГОЛОВНЕ

- ▶ Мила – солі, утворені аніонами залишків вищих карбонових кислот і катіонами лужних елементів – Натрію, Калію.
- ▶ Склад мила зумовлює його властивості як поверхнево-активної речовини.
- ▶ Поверхнево-активні речовини місять у своєму складі як гідрофільні, так і гідрофобні групи.
- ▶ Процеси миття та прання ґрунтуються на видаленні неполярних забруднюючих речовин з твердої поверхні та переміщенні їх в полярну водну фазу.
- ▶ СМЗ на відміну від мила не втрачають мийної здатності в твердій воді.
- ▶ Сучасні СМЗ багатофункціональні.
- ▶ Захист довкілля від забруднення синтетичними мийними засобами – нагальна і складна проблема.

Здійсніть самоконтроль

1. Яка речовина є головною складовою мила?
А CH_3COONa ; Б $\text{C}_{17}\text{H}_{35}\text{COONa}$; В $\text{C}_2\text{H}_5\text{ONa}$; Г CH_3ONa .
2. Виберіть характеристику вуглеводневої групи у складі мила:
А полярна гідрофобна; Б неполярна гідрофобна;
В полярна гідрофільна; Г неполярна гідрофільна.
3. Які йони зумовлюють втрату мийної здатності мила в твердій воді?
А K^+ , Na^+ ; Б Cl^- , NO_3^- ; В Ca^{2+} , Mg^{2+} ; Г HCO_3^- , HSO_4^- .
4. Які сполуки у складі синтетичних мийних засобів зумовлюють евтрофікацію природних водойм?
А полікарбонати; Б поліфосфати; В алкілхлориди; Г алкілсульфати.
5. Порівняйте мило і СМЗ. Результати порівняння оформіть як таблицю або діаграму Венна.
6. Підготуйте презентацію «Як моя родина використовує мило і синтетичні мийні засоби».



Творча майстерня



Мило ручного виготовлення наразі набуло неабиякої популярності. Дізнайтеся з додаткових джерел інформації, як його безпечно зварити в домашніх умовах. Порадьтеся з учителем хімії, батьками, залучіть до співпраці однокласників, аби виготовити власноруч: а) мило; б) мильні «бомбочки». Ваші вироби можуть стати сувенірами до свята.

§ 21. Органічні розчинники, їхнє застосування

Які розчинники широко застосовують на виробництві й у побуті, чи безпечні вони?

Опрацювавши цей параграф, **ви усвідомите** необхідність дотримання правил безпечного поводження з органічними розчинниками.

Органічні розчинники широко застосовують у техніці й побуті. До їхнього складу входять представники різних класів органічних сполук – вуглеводні, їхні галогено- і нітропохідні, спирти, естери, органічні кислоти та їхні похідні тощо.

Багато з-поміж добре відомих вам з курсу хімії органічних речовин використовують як розчинники. Наприклад, етанол – розчинник, що застосовують для виготовлення парфумів, лікувальних екстрактів і настоянок, інших лікарських засобів. Ним вибавляють плями від трави (адже хлорофіл добре розчиняється в етиловому спирті), фломастерів. Спирт денатурований, або розчинник *денатурат*, – рідина з неприємним запахом, виготовлена з відходів лікєро-горілчаного або спиртового виробництва з додаванням речовин і барвників, що робить денатурат непридатним для вживання як напою. Як розчинник спирт-денатурат використовують для вибавлення плям, виробництва лакофарбових матеріалів, знежирювання поверхонь тощо. Застосування метанолу як розчинника обмежує його висока токсичність.

Технологічні можливості розчинників використовують у виробництві пластмас і синтетичного каучуку, у лакофарбовій, фармацевтичній, текстильній, парфумерно-косметичній, медичній промисловості, у сільському господарстві, для хімічного чищення одягу тощо.

Дізнайтеся більше... Хімчистка – це фізико-хімічний процес очищення одягу або текстилю, у якому використовують будь-який розчинник (окрім води). Основне призначення хімічного чищення: видалення бруду і плям, які не можна видалити пранням.

У виробництві лакофарбових матеріалів розчинники застосовують для розчинення різних речовин, наприклад частинок полімеру. Оскільки розчинники – леткі речовини, то після їх випаровування первісна структура розчинюваного матеріалу відновлюється і утворюється плівкове покриття.

Також розчинники використовують для розбавлення фарб, емалей і лаків, аби надати дисперсній системі потрібної консистенції. Розчинниками очищають і знежирюють поверхню перед фарбуванням, очищують інструменти (пензлі, фарбувальні пульти) після завершення роботи. У промисловості і виробництві, в автосервісах розчинники використовують для очищення і промивання деталей.

Органічні розчинники можуть містити один або декілька компонентів.

Нафтові розчинники – фракції нафти, одержувані її перегонкою. Вони складаються із сумішей індивідуальних вуглеводнів (парафінових, циклопарафінових, ароматичних). Це прозорі оліїсті рідини з характерним запахом нафтопродуктів, легкозаймисті й токсичні. Найвідоміші з-поміж них – *бензини* (мал. 21.1), *гас*, *уайт-спірит*. Їх використовують на виробництві й



Мал. 21.1. Бензин-калоша свого часу названий так через застосування в гумовому виробництві як розчинника

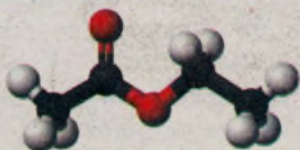
у побуті для розбавлення фарб, промивання деталей, видалення забруднень і консервувальних покриттів (шару мастила, наприклад).

Сольвент – суміш ароматичних вуглеводнів (їхня частка становить близько 56 %) з невеликим вмістом циклопарафінів, парафінів і ненасичених циклічних вуглеводнів. Сольвент отримують під час коксування кам'яного вугілля і піролізу нафтових фракцій. Його застосовують для розчинення масел, бітумів, каучуків, полімерних смол.

Скипидар – чи не найвідоміший з-поміж терпенових розчинників. Це безбарвна прозора летка рідина з характерним запахом соснового дерева. Він добре розчиняє органічні масла, жири, смоли, канифоль. Скипидар одержують із соснової живиці (живичний скипидар) перегонкою з водяною парою, а також з деревини шляхом сухої перегонки.

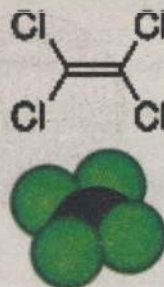
Дізнайтеся більше... Креми на основі органічних розчинників (скипидар, уайт-спірит) ліпше за креми на емульсійній основі захищають взуття в негоду. Вони надають шкірі блиску і забезпечують збереження її еластичності. Жирові плями з лайкових рукавичок видаляють сумішшю бензину і скипидару (2 чайні ложки бензину і 1 чайна ложка скипидару).

Естери метилацетат, етилацетат і бутилацетат – прозорі рідини з фруктовим запахом. Це порівняно дорогі розчинники, застосовують їх зазвичай у суміші з іншими, більш дешевими. Наприклад, *розчинник 647* – суміш бутилацетату, етилацетату, бутилового спирту й толуолу (толуену). Його використовують для розбавлення (до робочої в'язкості) нітроцелюлозних лакофарбових матеріалів. *Етилацетатом* замінюють (дізнайтеся з додаткових джерел інформації, чому) *ацетон* у складі рідин для змивання косметичного лаку з нігтів (мал. 21.2).



Мал. 21.2. Етилацетат входить до складу рідин для змивання з нігтів косметичного лаку

Поміж органічних розчинників є горючі (бензин, толуол, уайт-спірит тощо) і негорючі – хлоровані і фторовані вуглеводні (наприклад, тетрахлорометан).



Мал. 21.3. Технології хімічного чищення одягу передбачають використання перхлоретилену. Однак попри ефективність наразі його замінюють іншими розчинниками (поміркуйте й висловіть припущення щодо можливих причин цього)

Перхлоретилен – найпоширеніший розчинник для сухого професіонального чищення одягу (мал. 21.3).

Органічні розчинники (особливо легкозаймисті рідини) потребують неухильного дотримання певних правил під час використання, зберігання і транспортування. Їхня пара в суміші з повітрям за певної концентрації утворює вибухонебезпечні суміші. Тому в приміщеннях, де зберігають розчинники і працюють з ними, треба неухильно дотримуватись правил протипожежної безпеки: не можна запалювати вогонь, курити, усі контакти електричних приладів мають бути ізольовані, аби унеможливити іскроутворення. Під час відкривання металевих ємностей, що містять органічні розчинники, слід використовувати інструменти, що не спричиняють іскроутворення, і закривати місткості тільки призначеними для цього пробками.

Токсична дія органічних розчинників (пригадайте, про це вже йшлося у § 18) пов'язана з їхньою здатністю розчинятися в жирах, а також леткістю. Вони легко всмоктуються крізь дихальні шляхи і шкіру, спричиняють наркотичну дію, подразнення шкіри, слизової оболонки органів дихання, травної системи, запальні процеси. *Не нехтуйте під час роботи з органічними розчинниками засобами індивідуального захисту – рукавицями, респіратором, захисними окулярами!* (мал. 21.4).

У процесі утворення плівкового покриття після нанесення на поверхню лакофарбового матеріалу весь розчинник випаровується, швидкість і повнота цього процесу багато в чому визначає якість покриття. З урахуванням світового споживання лакофарбових матеріалів сумарний викид органічних розчинників в атмосферу за рік сягає десятків мільйонів тонн. Важливим аспектом розв'язання цієї проблеми є перехід



Мал. 21.4. Лакофарбові матеріали містять органічні розчинники. Безпека – передусім!

на використання водоемульсійних, тиксотропних і порошкових лакофарбових матеріалів, застосування безповітряних способів нанесення, розпилення фарб в електростатичному полі.

Дізнайтеся більше... Вміст органічних розчинників у декоративних фарбах, що мають екомаркування, на 80 % нижчий порівняно з іншими продуктами лакофарбової промисловості.

■ ПРО ГОЛОВНЕ

- ▶ Органічні розчинники широко застосовують у техніці й побуті.
- ▶ До складу органічних розчинників входять представники різних класів органічних сполук.
- ▶ Токсична дія органічних розчинників пов'язана з їхньою здатністю розчинятися в жирах, а також леткістю.
- ▶ Органічні розчинники (особливо легкозаймисті рідини) потребують неухильного дотримання певних правил під час використання, зберігання і транспортування.
- ▶ Захист довкілля від забруднення органічними розчинниками – нагальна і складна проблема.

Здійсніть самоконтроль

1. Який розчинник є полярним?

А етанол; Б бензин-калоша; В гас; Г уайт-спірит.

2. Який розчинник видобувають з рослинної сировини?

А гас; Б скипидар; В сольвент; Г перхлоретилен.

3. Який розчинник використовують у медицині для виготовлення настоянок лікарських рослин?

А етанол; Б метанол; В бензин; Г бутилетаноат.

4. Наведіть приклади розчинників, що добувають фракційною перегонкою нафти.

5. Підготуйте презентацію «Як моя родина безпечно використовує органічні розчинники».

6. Доведіть з огляду на зміст цього параграфа слушність крилатого вислову Козьми Пруткова «І терпентин для чогось згодиться».

7. Прочитайте уривок з літературного твору: «На військовому кладовищі на одному з білих хрестів є напис: "Ласло Гаргань". Там спить вічним сном гонвед, який під час грабування гімназійних колекцій випив увесь денатурат з посудини, де були заспиртовані різні плазуни. Світова війна винищувала людське покоління навіть настоянкою з гадів» (Ярослав Гашек. Пригоди бравого вояка Швейка).

Поясніть, що таке денатурат. Назвіть причини, які могли призвести до безславної загибелі піхотинця угорської армії.



Творча майстерня



Підготуйте для молодших школярів майстер-клас з виведення плям, аби довести їм важливість хімічних знань для пересічної людини.

Практична робота

ВИДАЛЕННЯ ЗАБРУДНЕНЬ З ПОВЕРХНІ ТКАНИНИ



Обладнання і реактиви: гумові рукавиці, паперові рушники або серветки, гігієнічні ватні диски, ватні палички, біла полотнянка, електропраска, маленькі п'яльця, посудина з розчином прального порошку, крохмаль, столовий оцет, лимонна кислота або сік свіжого лимона, рідина для змивання лаку з нігтів, товчена крейда або зубний порошок, тальк або дитяча присипка, питна сода, кухонна сіль, гліцерин, розбавлені водні розчини гідроген пероксиду і амоніаку (аптечні препарати), денатурат, бензин, скипидар тощо.

Інструкція

Прочитайте умову завдання. Уважно роздивіться виданий вам клаптик тканини з плямою, яку треба вибавити. *Яка хімічна природа забруднювача?* Використайте інформацію, наведену в додатку 6, аби вибрати засіб і метод вибавляння плями.

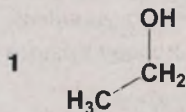
Сплануйте свої дії і спробуйте видалити забруднення з поверхні тканини. *Опишіть свої дії й спостереження, оцініть результат роботи: чи досягли ви поставленої мети? Чому?*

Завдання. Вибавте з тканини пляму:

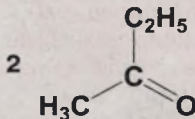
1) косметичного лаку для нігтів; 2) спиртового розчину йоду; 3) губної помади; 4) пасти кулькової ручки; 5) вершкового масла; 6) какао або шоколаду; 7) соку чорної смородини; 8) трави; 9) чаю; 10) деревної смоли; 11) іржі; 12) молока.

Завдання для підсумкового самоконтролю

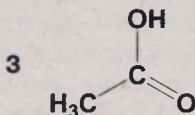
1. Встановіть відповідність між структурними формулами речовин і класами органічних сполук.

Структурна формула**Клас органічних сполук**

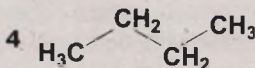
А Карбонові кислоти



Б Вуглеводні



В Амінокислоти



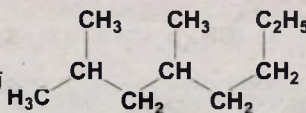
Г Спирти

Д Естери

2. Укажіть сполуку, яку добувають піролізом метану.

А етен; Б етанол; В етин; Г метанол.

3. Укажіть назву сполуки, структурна формула якої

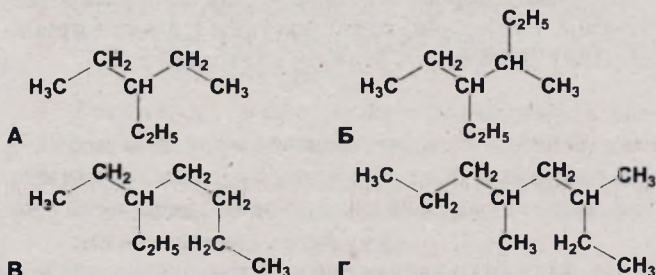


А 2,3-диметилоктан; Б 4,6-диетил-2-метилгексан;
В 3,5-диметилоктан; Г 1,3-диетил-5-метилгексан.

4. Укажіть молекулярну формулу глюкози.

А $C_6H_{12}O_6$; Б $C_{12}H_{22}O_{11}$; В CH_4O ; Г $C_3H_8O_3$.

5. Укажіть структурну формулу 3-етилгептану.



6. Укажіть головну складову природного газу:

А пропан; Б бутан; В метан; Г октан.

7. Укажіть процес, що не супроводжується зміною хімічного складу речовин:

А крекінг нафти; Б перегонка нафти; В коксування вугілля; Г напівкоксування вугілля.

8. Виберіть формулювання основного положення теорії хімічної будови:

А речовини різної будови виявляють однакові властивості;
Б речовини з однаковим якісним і кількісним складом мають однакову будову молекул;
В послідовність сполучення атомів у молекулах не залежить від якісного і кількісного складу речовин;
Г властивості речовин зумовлені не лише їхнім якісним і кількісним складом, а й будовою їхніх молекул.

9. Яка кількісна характеристика детонаційної стійкості бензину?

А екомаркування; Б цетанове число; В Е-код; Г октанове число.

10. Які рівні структурної організації притаманні органічним речовинам?

А атомний і молекулярний; Б атомний і полімерний;
В молекулярний і полімерний; Г полімерний і клітинний.

11. Розташуйте рівні структурної організації матерії за зростанням складності:

А клітинний; Б молекулярний; В полімерний; Г атомний.

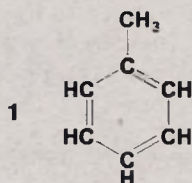
12. Укажіть відновлюваний природний ресурс:

А нафта; Б природний газ; В рослинна біомаса; Г вугілля.

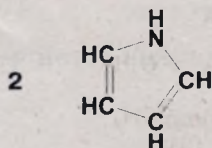
13. Встановіть відповідність між речовинами і класифікаційною належністю.

Сполука

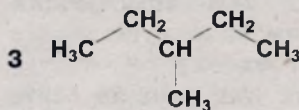
Класифікаційна належність



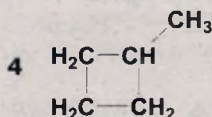
А Насичена ациклічна



Б Ненасичена циклічна



В Аліциклічна



Г Ароматична

Д Гетероциклічна

14. Укажіть властивість фенолу, що зумовлює застосування його водного розчину для дезінфікування:

- А летка речовина; Б легко окиснюється;
В обмежено розчиняється у воді; Г зумовлює денатурацію білків.

15. Укажіть ознаку, що є перевагою СМЗ порівняно з милом:

- А здатність прати в твердій воді; Б приємний запах;
В приваблива упаковка; Г здатність пінитися у гарячій воді.

16. Укажіть волокно, стійке до стирання:

- А бавовна; Б вовна; В капрон; Г віскоза.

17. Укажіть сировину для промислового синтезу аспірину:

- А крохмаль; Б метанол; В фруктоза; Г фенол.

18. Яка пара наркотиків є легальною?

- А етанол і нікотин; Б героїн і гашиш; В морфін і нікотин; Г кодеїн і ЛСД.

19. Який розчинник видобувають з рослинної сировини?

- А гас; Б скипидар; В сольвент; Г бензен.

20. Які сполуки у складі синтетичних мийних засобів зумовлюють евтрофікацію природних водойм?

- А полікарбонати; Б поліфосфати; В алкілхлориди; Г алкілсульфати.

Підсумки

Цього навчального року ви набули нових компетентностей, істотно поповнили світогляд новими уявленнями, знаннями, вміннями, переконаннями. Ви розширили й поглибили знання про світ органічних речовин, щоразу пересвідчуючись у залежності їхніх властивостей від складу та будови, зумовленості застосування властивостями. Ви удосконалили вміння сприймати й обробляти інформацію, оцінювати її. Виконання завдань різних типів сприяли формуванню ваших навчальних компетентностей.

Ваш особистий шлях до успіху був нелегким, ви переживали і злети і падіння. Ваші зусилля не були марними: крок за кроком ви наближалися до мети. Тож настав час оцінити здобутки.

Перевірте, чи можете ви:

- **навести приклади** органічних сполук різних класів, синтезів органічних сполук на основі вуглеводневої сировини;
- **назвати** ізомери парафінів за міжнародною номенклатурою;
- **скласти** їхні молекулярні та структурні формули;
- **описати** склад і властивості нафти, природного газу, кам'яного вугілля, процес та продукти перегонки нафти і переробки кам'яного вугілля;
- **сформулювати** основне положення теорії хімічної будови;
- **схарактеризувати** значення органічних речовин для розв'язування сировинної проблеми людства, значення рівнів організації органічних речовин у живій природі, природну вуглеводневу сировину як джерело добування органічних сполук, органічні сполуки як компоненти їжі, детонаційну стійкість бензину;
- **класифікувати** органічні сполуки за будовою карбонового ланцюга, видами карбон-карбонів зв'язків, функціональними групами, рівнями структурної організації;
- **встановити** причинно-наслідкові зв'язки між складом, будовою, властивостями і застосуванням органічних речовин;
- **порівняти** природні, штучні й синтетичні волокна, пластмаси, мило і синтетичні мийні засоби;
- **пояснити** значення теорії хімічної будови, причини багатоманітності органічних речовин;
- **проаналізувати** хімічний склад харчових продуктів, синтетичних волокон, пластмас і
- **зробити висновок** щодо їх придатності для використання;
- **обґрунтувати** біологічну роль органічних сполук, значення органічної хімії у створенні нових матеріалів, охороні здоров'я, побуті;
- **оцінити** вплив продуктів переробки вуглеводневої сировини, продуктів побутової хімії на довкілля;
- **висловити судження** щодо згубної дії алкоголю, наркотичних речовин, тютюнокуріння на здоров'я, роль теорії в системі наукових знань, значення синтетичних методів добування органічних речовин;
- **безпечно поводитися** із синтетичними мийними засобами, розчинниками, іншими побутовими хімікатами.

Якщо так, щиро вітаємо, компетентні випускники! Рівень вашої загальноосвітньої підготовки з хімії відповідає державним вимогам.

Не засмучуйтеся, якщо виявили у своїх знаннях і вміннях прогалини: докладіть зусиль, і ви досягнете мети. Адже людина навчається впродовж усього життя.

Зичимо успіху, випускники!

Desigen PLANET-UA

<http://www.ex.ua/view/16867924>

ТЛУМАЧНИЙ СЛОВНИК ТЕРМІНІВ І ПОНЯТЬ

А

Абревіатура (від італ. *abbreviatura* – від лат. *brevis* – стислий) – складноскорочене слово, утворене з початкових складів або з перших літер слів словосполучення.

Абстинентний синдром – комплекс соматичних, неврологічних і психічних розладів, що виникають у хворого на наркоманію, алкоголізм у разі припинення вживання наркотиків, алкоголю або різкого зниження доз.

Адсорбція (від лат. *ad* – на й *sorbeo* – поглинаю) – поглинання газів, пари або рідин поверхневим шаром твердого тіла (адсорбенту) або рідини. Застосовують для осушки газів, очищення органічних рідин і води, уловлювання коштовних або шкідливих відходів виробництва.

Алгоритм (від *Algorithmi* – латинської форми написання імені великого математика IX ст. Аль Хорезмі, який сформулював правила виконання арифметичних дій) – точний набір інструкцій, які описують послідовність дій виконавця для досягнення результату, розв'язування завдання.

Альтернатива (від франц. *alternative* – від лат. *alter* – один з двох) – необхідність вибору між двома або кількома можливостями, що виключають одна одну. Кожна із цих можливостей.

Анаеробний процес (від грец. *an* – заперечувальна частка та *aer* – повітря) – здатний відбуватися без доступу й використання кисню.

Аналог (від грец. *analogia* – відповідність, подібність) – те, у чому виявляється схожість, подібність до іншого предмета або явища.

Антибіотики (від грец. *anti* – проти і *biotikos* – життєвий) – органічні речовини, які синтезують мікроорганізми в природі для захисту від інтервенції інших видів мікроорганізмів та здатні пригнічувати розвиток або вбивати цих мікробів. Зазвичай антибіотики виділяють із живих бактерій або грибів. Існує

також велика кількість синтетичних антибіотиків.

Антисептики (від грец. *anti* – проти і *septicos* – гноїстий) – засоби для запобігання процесам розкладання на поверхні відкритих ран або для затримання змін у крові, що відбуваються внаслідок інфекції.

Антифриз (від грец. *anti* – проти і англ. *freeze* – замерзати) – рідини, що замерзають за низьких температур, які застосовують для охолодження двигунів внутрішнього згоряння й різних установок, що працюють за температур нижче від 0 °С.

Аргумент (від лат. *argumentum*) – судження (або сукупність суджень), яке наводять на підтвердження істинності іншого судження.

Б

Бактерицидний (від бактерії та лат. *caedo* – вбиваю) – той, що вбиває бактерії; антисептичний.

Бензен – безбарвна горюча рідина із своєрідним запахом, яку добувають з продуктів сухої перегонки кам'яного вугілля або з нафти.

Біогенний (від грец. *bios* – життя та *γενος* – що народжує, породжений) – той, що походить від живого організму, пов'язаний з ним.

Біогеохімія – наука про хімічний склад живих організмів та їхню роль у нагромадженні і міграції хімічних елементів у земній корі.

Біодизельне пальне – рідке відновлюване дизельне пальне, що виробляють з естерифікованої рослинної олії.

Біомаса (від грец. *bios* – життя) – загальна кількість живої речовини в деякій екосистемі.

Біосфера (від грец. *bios* – життя і *sphaira* – куля) – оболонка Землі, яку заселяють живі організми.

Г

Газогідрат (газовий клатрат) – сполука метану з водою, що має вигляд підтало-го льоду. Область його стійкості за ат-

мосферного тиску становить до -4°C . Кристалічні ґратки клатратів побудовані з молекул води, у внутрішніх порожнинах ґраток містяться молекули газу, що утворює гідрат. Незаповнені газом ґратки існувати не можуть, чим відрізняються від льоду.

Гелі (від лат. *gelo* – застигаю) – дисперсні системи з рідким або газуватим дисперсійним середовищем, які мають деякі властивості твердих тіл: здатність зберігати форму, міцність, пружність, пластичність. Ці властивості гелів зумовлені існуванням у них структурної сітки (каркаса), утвореної частинками дисперсної фази, які зв'язані між собою молекулярними силами різної природи.

Гемоглобін (Hb, *hemoglobin*) – головний компонент еритроцитів (червоних кров'яних тілець крові), білок, який складається з гема (ферумовмісна частина Hb) та глобіну (білкова частина Hb).

Генна інженерія – комплекс технічних прийомів перенесення в структуру клітини живої істоти деяких видів генетичної інформації, якої попередньо там не було.

Гетеро- (від грец. *héteros* – інший) – префікс, що вказує на неоднорідність.

Гетерогенний (від грец. *héteros* – інший та *ῥός* – рівний, однаковий + *γένος* – рід, походження) – складений з різних за походженням і складом частин; неоднорідний.

Гігроскопічний (від грец. *hygrós* – вологий та *skopeo* – спостерігаю) – той, що здатний легко вбирати в себе вологу.

Гідратація (від грец. *hydor* – вода) – приєднання води до молекул органічних сполук.

Гідроліз (від грец. *hydor* – вода та *lýsis* – розкладання, розпад) – реакція обміну між різними сполуками і водою.

Гідрофільний (від грец. *ῥωρ* – вода і *φίλια* – любов) – той, що має властивість змочуватися (просочуватися) водою.

Гідрофобний (від грец. *hydor* – вода і *phóbos* – боязнь, страх) – той, що має властивість не змочуватися (не просочуватися) водою.

Гідрування – приєднання водню до молекули органічної речовини.

Гіпер- (від грец. *hyper* – над, понад) – префікс, який означає надмірність (напр., гіпертонія, гіпербаричний).

Гіпотеза (від грец. *hypothesis* – підстава, припущення) – можливе судження про закономірні (причинні) зв'язки явищ; форма розвитку науки.

Глобальний (від франц. *global* – всебічний – від лат. *globus* – куля) – той, який стосується всієї земної кулі, всього людства; всесвітній. Загальний, що охоплює все або всіх. Всебічний, вичерпний; комплексний. Великий, масштабний, великого розмаху, охоплення.

Д

Дегідратація – відщеплення води від молекули органічної сполуки.

Дегідрування (дегідрогенізація) – відщеплення водню від молекули органічної сполуки.

Дезодорація (від лат. *de...* – префікса, що означає видалення, знищення і лат. *odoratio* – запах) – усунення або маскування запахів.

Дизайн (від англ. *design* – задум, проєкт, креслення, малюнок) – термін, що позначає різні види проєктувальної діяльності, яка має на меті формування естетичних і функціональних якостей предметного середовища. У вузькому значенні дизайн – художнє конструювання.

Дискусія (від лат. *discussio* – розгляд, дослідження) – обговорення будь-якого спірного питання, проблеми на зборах, у пресі, у бесіді тощо.

Дисоціація (від лат. *dissociatio* – розділення, роз'єднання) – розклад молекул та кристалів на простіші молекули, атоми, атомні групи або йони.

Дисперсійна фаза – безперервна фаза (тіло), в об'ємі якої розподілена інша (дисперсна) фаза у вигляді дрібних твердих частинок, крапельок рідини або пухирців газу.

Дисперсна фаза – одна з фаз у дисперсійній системі, яка розподілена у формі дрібних частинок (кристаликів, крапель) в іншій фазі дисперсного середовища.

Діаграми Венна (*Venn diagrams*) – загальна назва низки методів візуалізації й способів графічної ілюстрації, широ-

ко використовуваних у різних галузях науки і математики: уведені Джоном Венном, британським філософом, математиком і логіком в 1881 р. Власне, діаграма Венна показує всі можливі відносини між множинами або подіями з певної родини.

Діелектрик (ізолятор) – матеріал, який погано проводить або зовсім не проводить електричний струм.

Діелектрична проникність – величина, що показує, у скільки разів взаємодія між зарядами в однорідному середовищі менша, ніж у вакуумі. Відносна діелектрична проникність повітря й більшості інших газів близька до одиниці. Для більшості твердих або рідких діелектриків відносна діелектрична проникність становить від 2 до 8. Діелектрична проникність води досить висока – близько 80.

Е

Екзо (від грец. *ēxo* – поза, зовні) – частина складних слів, що означає «зовнішній», «сторонній» і вказує на зв'язок із зовнішнім середовищем.

Експеримент (від лат. *experimentum* – проба, дослід) – метод пізнання, за допомогою якого в контрольованих і керованих умовах досліджують явища природи й суспільства.

Екстракція (від пізньолат. *extractio* – вилучення) – 1. Вилучення з водного розчину розчинених речовин розчинником, який не змішується з водою, але в якому вони розчиняються краще, ніж у воді. 2. Вимивання компонентів з твердих сумішей обробкою їх розчинниками чи розчинами.

Емульгатор (від лат. *emulsus* – видосений) – речовина, що сприяє утворенню емульсій і підвищує їхню стійкість. Харчові емульгатори – харчові добавки, що використовуються для створення харчових продуктів потрібної консистенції – емульсій.

Емульсія (від лат. *emulsus* – видосений) – суміш двох незмішуваних рідин, з яких одна розподілена в іншій у вигляді дрібних краплинок.

Ендо (від грец. *endon* – усередині) – частина складних слів, що означає «внутрішній», «усередині».

Ензими (від грец. *en* – у, усередині й *zyme* – закваска) – те саме, що й ферменти.

Еритроцити (від грец. *erythros* – червоний і *kytos* – місткість) – червоні кров'яні тільця – клітини крові людини, хребетних тварин і деяких безхребетних (голкошкірих).

Ерудиція (від лат. *eruditio* – ученість, пізнання) – глибокі всебічні пізнання, широка поінформованість.

Е-числа – коди, що складаються з літери Е (Europe) і тризначного або чотиризначного числа. Цей шифр використовують у країнах Євросоюзу. Ним позначають речовини, які застосовують у виробництві харчових продуктів для надання їм певних властивостей.

З

Закон – необхідне, суттєве, стійке, повторюване відношення між явищами в природі й суспільстві. Пізнання закону становить завдання науки.

Закономірність – повторюваний, суттєвий зв'язок явищ.

Зооциди (від грец. *zoon* – тварина, жива істота і лат. *caedo* – вбиваю) – хімічні препарати, які використовують переважно для боротьби з гризунами. Застосування зооцидів потребує великої обережності.

І

Інгібітор (від лат. *inhibeo* – зупиняю, стримую) – 1. Речовина, яка уповільнює перебіг хімічних реакцій аж до повного їхнього припинення. 2. Речовина, яка пригнічує активність ферментів.

Індикатор (від пізньолат. *indicator* – вказівник) – речовина, що після введення до розчину змінює свій колір або колір розчину й таким чином дає змогу визначити його хімічну природу.

ІЮПАК (англ. і фр. IUPAC) – Міжнародний союз теоретичної (чистої) і прикладної хімії (International Union of Pure and Applied Chemistry) – організація, яка координує дослідження, що потребують міжнародного узгодження, контролю й стандартизації, рекомендує (затверджує) хімічну термінологію, назви елементів тощо.

К

Камедь (від грец. κομμίδιον) – розчинні у воді клейкі виділення різних рослин (вишня, слива, акація тощо).

Каніфоль (від назви давньогрец. міста Колофон, Kolophon у Малій Азії) – крихка, склоподібна речовина від світло-жовтого до темно-червоного кольору; входить до складу смолистих речовин хвойних дерев, утворюється як залишок після відгонки з них легкої частини.

Каталізатор (від грец. *katálysis* – руйнування) – речовина, що впливає на збудження або зміну швидкості хімічної реакції, але кількість і хімічний склад її при цьому не змінюються.

Класифікація (від лат. *classis* – розряд, клас і ...фікація) – система розподілу предметів, явищ або понять на класи, групи тощо за спільними ознаками, властивостями.

Комікс (від англ. *comics*, скорочення від *comic strip* – комічна стрічка) – графічно-оповідальний жанр, серія малюнків зі стислими текстовками, що є зв'язною оповіддю.

Компетентний (від лат. *competo* – домагаюся; відповідаю, підходжу) – той, який володіє компетенцією або компетентністю, спроможний.

Компетенція (від лат. *competo* – домагаюся; відповідаю, підходжу) – 1. Коло повноважень, наданих законом, уставом або іншим актом конкретному органу або посадовій особі. 2. Знання, досвід у тій або іншій галузі.

Консервант (від лат. *conservans, conservans* – зберігаючий) – антисептична речовина, яка забезпечує тривале збереження харчових продуктів, крові, деяких матеріалів тощо.

Кумис – традиційний молочний напій кочівників, отриманий з кобилячого молока внаслідок молочнокислого та спиртового бродіння.

М

Макро... (від грец. *makrós* – великий, довгий) – частина складних слів, що вказує на великі розміри або величину будь-чого.

Медіа (від англ. *media*) – засіб, спосіб, посередник, проміжний щабель.

Мезга – суміш розчавлених ягід винограду, призначена для переробки на вино; відхід крохмального виробництва, використовуваний як корм для худоби і як сировина для виробництва біогазу.

Метаболізм (грец. *metabole* – зміна, перетворення) – те саме, що й обмін речовин.

Метод (від грец. *methodos* – шлях дослідження, теорія, навчання) – спосіб досягнення якої-небудь мети, розв'язання конкретного завдання; сукупність прийомів або операцій практичного або теоретичного освоєння (пізнання) дійсності.

Міграція (від лат. *migratio* – від *migro* – переселяюся) – переселення, переміщення.

Мікро... (від грец. *mikrós* – малий, маленький) – 1. Складова частина складних слів, що вказує на малі розміри або малу величину будь-чого. 2. Префікс для утворення найменувань часткових одиниць, за розміром рівних одній мільйонній частці вихідних одиниць.

Модель (від лат. *modulus* – міра, зразок) – у широкому сенсі – будь-який образ, аналог (уявний або умовний: зображення, опис, схема, креслення, графік, план, карта тощо) якого-небудь об'єкта, процесу або явища («оригіналу» моделі), використовуваний як його «заступник», «представник».

Моделювання – дослідження явищ, процесів або систем об'єктів шляхом побудови й вивчення їхніх моделей; використання моделей для визначення або уточнення характеристик і раціоналізації способів побудови нових об'єктів.

Мономер (від грец. *Mónos* – один; *méros* – частина) – низькомолекулярна речовина, яка може утворити хімічний зв'язок з іншими мономерами, унаслідок чого утворюється полімер.

Н

Нано- (від грец. *nanos* – карлик) – префікс для утворення найменування одиниці, рівної одній мільярдній частини

вихідних одиниць. Позначення: н, п. Приклад: $1 \text{ нм} = 1 \times 10^{-9} \text{ м}$.

Нанотехнологія – технологія об'єктів, розміри яких порядку 1 нм (атоми, молекули). Нанотехнологія включає складання молекул з атомів, нові методи запису й зчитування інформації, місцеву стимуляцію хімічних реакцій на молекулярному рівні тощо.

Нанотрубки карбонові – видовжені циліндричні структури діаметром від одного до декількох десятків нанометрів завдовжки до декількох сантиметрів, складаються з однієї або декількох згорнутих у трубку гексагональних графітових площин (графенів) і закінчуються звичайно напівсферичною головкою.

О

Органогени (грец. *organon* – орган та *genes* – народжуючий) – хімічні елементи, які входять до більшості органічних речовин, – Карбон, Гідроген, Оксиген, Нітроген, Сульфур, Фосфор.

П

Парниковий ефект – нагрівання внутрішніх шарів атмосфери. Парниковий ефект підвищує середню температуру планети, зм'якшує розходження між денними й нічними температурами. Посилення парникового ефекту може призвести до глобальних змін клімату Землі.

Пелети – спресовані, подрібнені вироби циліндричної форми з рослинної сировини. Призначені для отримання тепла методом спалювання. Мають більшу теплотворну здатність порівняно з тріскою з кускових відходів деревини, а також більш компактні.

Пігменти (від лат. *pigmentum* – фарба) – барвники, застосовувані у вигляді тонких порошків для фарбування пластмас, гуми, хімічних волокон, виготовлення фарб.

Піроліз (від грец. – вогонь, жар і *λύσις* – розкладання, розпад) – термічний розклад органічних сполук без доступу повітря (деревини, нафтопродуктів, вугілля тощо).

Полі- (від лат. *poly* – багато) – префікс, що означає множинність.

Полімери (від лат. *poly* – багато, *meros* – частина) – природні та штучні сполуки, молекули яких складаються з великого числа повторюваних однакових або різних за будовою атомних угруповань, з'єднаних між собою хімічними або координаційними зв'язками в довгі лінійні або розгалужені ланцюги.

Полімеризація – процес утворення полімеру з мономера.

Презентація (від англ. *presentation*) – 1. Спосіб наочного подання інформації з використанням аудіовізуальних засобів. Зазвичай презентація містить у собі текст, ілюстрації до нього й витримана в єдиному графічному стилі. Використання інформаційних технологій розширює форми і методи подання матеріалу. 2. Захід, проведений з метою поширення деякої інформації й/або демонстрації деяких товарів, послуг тощо.

Прес-форма – пристрій для отримання виробів різної конфігурації з металів, пластмас, гуми та інших матеріалів під дією тиску, створюваного на ливарних машинах.

Пріони (від англ. *Proteinaceous infectious particles* – заразні частинки) – особливий клас інфекційних агентів, суто білкових, що не містять нуклеїнових кислот, спричиняють тяжкі захворювання центральної нервової системи в людини і низки вищих тварин (т. зв. повільні інфекції).

Р

Риформінг (від англ. *reforming* – від *reform* – переробляти, поліпшувати) – переробка бензинових і лігроїнових фракцій нафти для отримання автомобільних бензинів, ароматичних вуглеводнів (бензену і його гомологів) і водню.

С

Сайдінг (від англ. *siding*) – панелі для зовнішнього обшивання будинків.

Сепарація (від лат. *separatio*) – відокремлення однієї речовини від іншої, розділення сумішей різнорідних частинок твердих матеріалів, сумішей рідин різної густини, емульсій, суспензій твердих часток або крапельок у газі або парі. Унаслідок сепарації компоненти,

що розділяють, не змінюють свого хімічного складу.

Символ (від грец. *symbolon* – знак, розпізнавальна прикмета): 1. У науці те саме, що й знак. 2. У мистецтві – характеристика художнього образу з погляду його осмисленості, вираження ним якоїсь художньої ідеї. Зміст символу невіддільний від його образної структури й вирізняється невичерпною багатозначністю.

Сироп (від франц. *sirop*) – концентрований цукровий розчин чи суміш окремих цукрів – у воді чи натуральному фруктовому соку. Вміст цукру в сиропі зазвичай становить від 40 до 80 %.

Система (від грец. *systema* – ціле, складене із частин) – сукупність елементів, що перебувають у відносинах і зв'язках один з одним, утворюють певну цілісність, єдність.

Слоган – рекламний девіз, який стисло передає рекламне повідомлення.

Смог (англ. *smog* – від *smoke* – дим і *fog* – туман) – густий туман, змішаний з димом, кіптявою. Фотохімічний смог – смог, утворений у результаті хімічних реакцій між речовинами в атмосфері під впливом сонячної радіації.

Снек (англ. *snack* – легка закуска) – у англomовних країнах загальна назва легких страв, призначених для втамування голоду між основними прийомами їжі або одержання задоволення від смаку.

Специфічний (від середньовічн. лат. *specificus* – особливий) – 1. Характерний тільки для кого-, чого-небудь, властивий виключно комусь, чомусь; своєрідний, особливий. 2. Спец. – який має особливі властивості, будову, склад.

Спостереження – цілеспрямоване сприйняття, зумовлене завданням діяльності. Головна умова наукового спостереження – об'єктивність, тобто можливість контролю шляхом або повторного спостереження, або застосування інших методів дослідження (наприклад, експерименту).

Стабілізатор (від лат. *stabilis* – стійкий, сталий) – речовина, яка затримує зміну властивостей іншої речовини, дисперсної системи тощо (стабілізатори піни, пластмас).

Сувенір (від франц. *souvenir* – від лат. *subvenio* – приходжу) – подарунок на згадку або річ, пов'язана зі спогадами.

Супермолекули – відносно молекул те саме, що молекули – відносно атомів.

Суспензія (від пізньолат. *suspensio* – досл. – підвішування, від лат. *suspendo* – підвішую) – 1. Суміш рідини або газу з твердими частинками, які перебувають у завислому стані; змучення. 2. Рідка лікарська форма, що утворюється при змішуванні нерозчинних речовин з водою, оліями, гліцерином тощо.

Т

Танкер (від англ. *tanker*) – морське та річкове судно для транспортування нафти і нафтопродуктів наливом.

Теорія (від грец. *theoria* – дослідження) – 1. Логічне узагальнення досвіду, суспільної практики, яке ґрунтується на глибокому проникненні в суть досліджуваного явища та розкриває його закономірності. 2. Учення про певну сукупність явищ, галузь знань, створене на підставі такого узагальнення. 3. Сукупність узагальнених положень, які становлять певну науку чи розділ науки.

Термічний (від грец. *thermos* – гарячий) – пов'язаний з теплотою, з використанням теплової енергії; тепловий.

Техногенний (від грец. *technē* – мистецтво, майстерність, уміння та *τέχνος* – що народжує, породжений) – породжений, створений технікою, промисловістю.

Технологія (від грец. *technē* – мистецтво, майстерність, уміння) – 1. Сукупність методів обробки, виготовлення, зміни стану, властивостей, форми сировини, матеріалу або напівфабрикату, здійснюваних у процесі виробництва продукції. 2. Наукова дисципліна, яка вивчає закономірності технологічних процесів.

Трансгенні продукти (генетично модифіковані) – продукти, які одержують з рослин, у клітини яких вмонтовано гени, не властиві їм від природи.

Тривіальний (від лат. *trivium* – досл. – трьохпуття) – позбавлений новизни, не оригінальний. Занадто звичайний, простий.

У

Ультра- (від лат. *ultra* – над, надмірно) – префікс, що вказує на надмірність.
Утилізація (від лат. *utilis* – корисний) – уживання з користю, наприклад утилізація відходів.

Ф

Фармація (від грец. *pharmakeia* – ліки, застосування ліків) – науково-практична галузь, яка разом з фармакологією становить науку про ліки.

Ферменти (від лат. *fermentum*) – специфічні органічні каталізатори білкової або РНК природи, що зумовлюють біохімічні перетворення в організмах в процесі обміну речовин.

Фільера (від франц. *filière* – від *fil* – волокно, нитка, дріт) – деталь машини для формування хімічних волокон – ковпачок або пластина з отворами.

Фотосинтез (від грец. *phos, photys* – світло) – процес синтезу органічних сполук з вуглекислого газу та води з ви-

користанням енергії світла й за участю фотосинтетичних пігментів (хлорофіл у рослин, хлорофіл, бактеріохлорофіл і бактеріородопсин у бактерій), часто з виділенням кисню як побічного продукту.

Фундаментальний (від лат. *fundamentum*) – ґрунтовний, позитивний, солідний, головний.

Х

Хлорофіл (від грец. *χλωρός* – зелений і *φύλλον* – листок) – зелений пігмент, який зумовлює зелений колір рослин. За його участі відбувається фотосинтез.

Холодоагент – летка рідина, передавач тепла під час циркулювання всередині контуру охолоджувальної системи.

Ш

Штапель (від нім. *Stapel* – стос, купа) – штучне волокно невеликої довжини, призначене для виготовлення пряжі, тканин.

ПРЕДМЕТНИЙ ПОКАЖЧИК

Аліфатичний 24, 26, 49
Аліциклічний 23–26
Алкільні замісники 17, 18
Альтернативні гази 55, 57
Антиоксиданти 106, 107, 108
Ароматизатори 107, 154
Ароматичні вуглеводні 47, 64, 71
Аскорбінова кислота 107
Аспартам 107
Аспірин 106, 112, 113, 114
Ацетилсаліцилова кислота 112

Барвники натуральні 28, 31, 37, 105
Барвники синтетичні 106
Бензен 63, 71, 141
Бензин 39, 41–48, 53, 54, 67, 68, 133
Бензин-калоша 134
Бензопірен 67
Білки 6, 31–35, 101, 151
Біоаккумуляція 61
Біогаз 56
Біодизель 41, 54–57
Біодизельне паливо 41, 54–57, 141
Біопаливо 55, 57
Буре вугілля 36, 40, 54

Віскоза 89, 91, 97, 98,
Водневі зв'язки 34
Вуглеводи 6, 22, 37, 47, 72, 100, 151
Вуглеводнева сировина 36, 40
Вулканізація 83, 84, 86, 87

Газифікація 52, 53, 57
Газовий бензин 39, 43, 44, 47
Газолін 39, 43, 44, 48, 57
Галогенування 66, 72
Гас 43, 45–48, 51–54, 57, 133
Гашиш 118
Героїн 25, 118, 119
Гетероатом 24, 25, 27, 49
Гетероциклічний 21–23, 25, 26, 49
Гідратація 66, 72, 142
Гідрогенізація 33, 53, 57

Гідрофільний 98, 129, 130, 142
Гідрофобний 92, 98, 129, 130, 142
Гідрування 32, 66, 68, 72, 81, 142
Глюкоза 5, 7, 8, 31, 32, 34, 37, 100
Гомологи 11, 12, 15, 20, 26, 59,
Гомологічний ряд 12
Гудрон 43–45, 48
Гума 73, 81, 83–87

Дегідратація 66,
Дегідрування 66, 68, 72, 81,
Декстрини 100
Денатурат 133
Детергенти 130
Детонаційна стійкість 46–47
Дизельне пальне 43, 45, 47, 68

Евтрофікація 131
Екологічне маркування 124, 125
Екологічний символ 124
Еластомер 81, 83, 86, 87
Емульгатори 107, 108, 143
Е-числа 104, 108, 143

Жири 6, 28, 37, 47, 98, 99, 151

Ізомерія 9, 11, 12, 13, 15, 98, 99, 151
ІЮПАК 16, 18, 19, 143

Кам'яне вугілля 36, 49, 51–57, 61–64
Канцерогени 47, 61, 123
Капрон 92–95, 98
Карболова кислота 111
Карбоновий ланцюг 12, 17–19
Каротин 31, 105
Каталітичний нейтралізатор 60
Каучук 25, 52, 65, 72, 73, 81–88
Киплячий шар 62
Кислотні дощі 9, 59, 60
Ковалентні зв'язки 21, 34
Кодеїн 118
Коксова батарея 51
Коксовий пиріг 51, 52

Коксування 51, 52, 54, 56, 57, 62, 63,
Консерванти 27, 106, 108, 109, 144
Конформація 33, 34
Крекінг 68, 69, 72
Крохмаль 28, 31, 32, 100

Лавсан 93, 95–98,
Лактоза 100
Латекс 82, 83, 85
Лігроїн 43, 45, 47, 54, 57
Локанти 17–19

Мазут 38, 43–45, 48, 53–55, 64, 68
Мембранні технології 59
Мило 127, 132
Міжмолекулярні зв'язки 13, 30, 32, 34,
35, 94
Моделювання 7, 9, 33,
Морфін 118, 119
Мутагени 124

Нанотехнології 30, 67, 145
Напівкоксування 51
Наркотичні речовини 115, 118, 120
Нафта 36, 39–43, 45, 47, 49, 53, 54, 58,
60, 61, 63, 67
Нафтален 49, 63
Нікотин 25, 116, 117

Окиснення 46, 58, 63, 67, 68, 72
Октанове число 16, 46–48, 68
Опіати 118
Органічний синтез 5, 25, 36, 44, 49, 56,
58, 59, 65–68, 70–72
Органічні розчинники 25, 45, 66, 75, 78,
133, 135, 136

Парафіни 11, 16, 19, 33, 67, 68
Парниковий ефект 9, 58, 59, 64, 145
Парникові гази 40, 55, 58, 61, 64
Пелети 29, 54, 57, 145
Перегонка нафти 42, 44, 47, 72
Перхлоретилен 135
Підсилювачі смаку 107, 108
Підсолоджувачі 107
Пінопласт 77
Піроліз 50–52, 56, 57, 66–68, 72, 145
Плазмотрон 67
Пластифікатори 68, 74, 80, 89

Пластмаси 39, 51, 52, 65, 66, 68, 72–76,
78–81, 87
Поверхневий натяг 127–130
Поверхнево-активні речовини 127,
129–131
Поліамід 79, 80, 92, 93
Полівінілхлорид 68, 75–77, 80, 81
Поліестер 92, 95–97
Поліетилен 31, 32, 34, 68, 75–78, 80,
81
Поліконденсація 74, 75, 80, 81, 96
Полімеризація 34, 35, 72, 74, 76, 80,
81, 84
Поліпропілен 76, 77, 80, 92, 96
Полістирол 76, 77, 78, 81,
Поліфосфати 129–131
Природний газ 37–39, 41, 56, 58, 59, 68

Реактивне пальне 43, 45
Регулятори 107, 108, 109
Репротоксиканти 124
Рециклізація 75, 76
Розпушувачі 107, 108

Сахароза 32, 101
Синтетичний мийний засіб, СМЗ 127,
129–132
Синтетичні волокна 73, 88–93, 97, 98
Систематична номенклатура 16–20
Скипидар 134
Скринінг 113, 114
Смог 60, 66, 146
Снек 146
Сольвент 134
Сорбенти 58, 61, 62
Сорбіт 107, 108
Стабілізатори 86, 106–109, 146, 154,
155
Сталий розвиток 58, 64, 74, 80
Структурна ізомерія 11, 12, 14, 15
Ступінь полімеризації 34, 35
Супутній нафтовий газ 36, 39, 40, 42,
58, 59

Теорія 5, 7–9
Тератогени 124
Термопластичність 75, 76, 80, 81
Тефлон 66, 78, 79, 81
Толуен (толуол) 25, 117
Транс-жири 32, 99

Триацетатний шовк 92, 97, 98

Тротиловий еквівалент 25, 26

Уайт-спірит 133, 134

Фенол 23, 63, 66, 111, 122, 123

Фреони 66, 68

Фруктоза 5, 100

Функціональні (характеристичні) групи 20, 22–27, 30, 37, 49, 75

Харчові добавки 104, 105, 109

Холестерин (холестерол) 71, 98

Целулоїд 74, 80

Целюлоза 8, 28, 29, 32, 34, 68, 74, 88–92, 95, 97, 100

Штучні волокна 73, 88–90, 93, 95, 97, 98

ІМЕННИЙ ПОКАЖЧИК

Арбузов О.Є. 113

Ар-Раі 45

Берцеліус Й.Я. 6, 9, 28

Білокур К.В. 102

Братковський А. 46

Бутлеров О.М. 5–10, 12, 28,

Вейн Д. 113

Велер Ф. 5, 6, 9, 28

Вінчі да Леонардо 100

Вудворд Р. 71

Гашек Я. 136

Гіппократ 111

Гофман Ф. 112, 118

Губкін І.М. 38

Гудієр Ч. 83, 84

Доброхотов М.М. 38

Драгендорф Г.Л. 117

Ерліх П. 113

Зег Й. 45

Зелінський М.Д. 68, 69

Кекуле А. 7

Келі А. 14

Керролл Л. 35

Кольбе Г. 28

Коровай О.М. 98

Кухар В.П. 72

Кьємс Й. 30

Лебедев С.В. 73, 84

Лібіх Ю. 5, 6

Лістер Д. 111

Лукасевич І. 45

Менделєєв Д.І. 8, 9, 21, 42, 62

Мурашко О.О. 129

Натта Д. 85

Носов М.М. 87

Павлов І.П. 97

Паркс О. 74

Пліній-Секунд Г. 28

Приймаченко М.О. 116

Ротемунд П. 30

Сімомура О. 37

Скільця І. 48

Туссар М. 22

Франкклад Е. 6

Циглер К. 85

Цянь Р. 37

Чалфі М. 37

Шелендюк Н.С. 99

Шорлеммер К. 21, 22, 65

Шухов В.Г. 42, 43, 68

ДОДАТКИ

ДОДАТОК 1

Визначник деяких волокон

Пункт аналізу	Дії і спостереження	Назва волокна або новий пункт аналізу
1	Забарвлення полум'я після контакту гарячої мідної проволоки з волокном	
	а) зелене	Хлорин
	б) полум'я не набуває зеленого кольору	2
2	Запах продуктів горіння:	
	а) паленого пір'я, рогу	9
	б) паленого паперу	3
	в) інший запах	4
3	Під час горіння поширюється:	
	а) запах паленого паперу, лишаються сліди золи	8
	б) запах паленого паперу, лишається чорний або сірий попіл	Бавовна
4	Продукти розкладання (за нагрівання в пробірці) мають:	
	а) неприємний запах мишачого посліду	Капрон
	б) інший запах	5
5	Продукти розкладання	
	а) забарвлюють вологий індикаторний папірець у червоний колір	8
	б) забарвлюють вологий індикаторний папірець у синій колір	6
	в) на стінках пробірки утворюється жовте кільце	Лавсан
6	Волокно	
	а) горить кіптявим полум'ям	7
	б) плавиться, поширюючи неприємний запах	4
7	Волокно горить кіптявим полум'ям, утворюючи	
	а) чорну крупну кульку, поза полум'ям не горить	1
	б) тверду блискучу кульку темного кольору	5
	в) темну рихлу кульку без блиску	Нітрон
8	Зразок волокна у водному розчині з масовою часткою калій перманганату 0,5 % стає	
	а) темно-сірим	Віскоза
	б) темно-коричневим	Триацетатне волокно
9	У мідно-аміачному розчині	
	а) розчиняється	10
	б) змін не зазнає	Вовна
10	Зразок волокна у водному розчині з масовою часткою амоній дихромату 0,5 %	
	а) набуває жовтого кольору	Натуральний шовк
	б) змін не зазнає	Віскоза

ДОДАТОК 2

Добова потреба організму в білках, жирах, вуглеводах

Група	Вік, років	Чоловіки					Жінки			
		білки, г		жири, г	вуглеводи, г	Енергетична цінність, тис. кДж	білки, г		жири, г	вуглеводи, г
		ра-зом	в т.ч. тваринні				ра-зом	в т.ч. тваринні		
Працівники переважно розумової праці	18-29	91	50	103	378	11,7	78	43	88	324
	30-39	88	48	99	365	11,3	75	41	84	310
	40-59	83	46	93	344	10,7	72	40	81	297
Особи, зайняті легкою фізичною працею	18-29	90	49	110	412	12,6	77	42	93	351
	30-39	87	48	106	399	12,2	74	41	90	337
	40-59	82	45	101	378	11,5	70	39	86	323
Особи, зайняті фізичною працею середньої важкості	18-29	96	53	117	440	13,4	81	45	99	371
	30-39	93	51	114	426	13,0	78	43	95	358
	40-59	88	48	108	406	12,4	75	41	92	344
Особи, зайняті важкою фізичною працею	18-29	102	56	136	518	15,5	87	48	116	441
	30-39	99	54	132	504	15,1	84	46	112	427
	40-59	95	52	126	483	14,5	80	44	106	406
Особи, зайняті особливо важкою фізичною працею	18-29	118	65	158	602	18,0	-	-	-	-
	30-39	113	62	150	574	17,2	-	-	-	-
	40-59	107	59	143	546	16,3	-	-	-	-

Що таке порція?

ПОРЦІЯ – ЦЕ:

зернові – 1 скибочка хліба, або 30 г (приблизно чверть тарілки) приготовленої каші або зернових пластівців чи макаронів, або половина стандартної булочки, або 1 маленький кекс, або 2–3 печива;

овочі – 250 мл сирих листових овочів, або 125 мл нарізаних сирих або приготованих овочів, або 1 стакан овочевого соку;

фрукти – 1 середній за розміром банан, або апельсин, або яблуко, або 1 скибочка дині чи кавуна, або половина грейпфрута, або 125 мл сирих чи приготовлених нарізаних фруктів, або 1 склянка фруктового соку;

молочні продукти – 1 склянка молока або йогурту, або 2–3 скибочки сиру, або третина пачки сиру;

м'ясні продукти – близько 100 г приготованого м'яса, риби, птиці, або 3 яйця, або три чверті тарілки приготованих бобових.

Солодощів, тваринних жирів слід вживати якомога менше (від 100 до 300 ккал).

Намагайтеся, аби основу вашого денного раціону становили крупи, овочі і фрукти. Усе інше розмаїття продуктів використовуйте як доповнення до основи зі злаків, овочів і фруктів. Якщо вагаєтеся щодо вибору страв, приготуйте кашу із цільної крупи, овочевий або фруктовий салат. Фрукти, сухофрукти, горіхово-фруктові суміші, натуральні соки анітрохи не гірші, однак істотно корисніші за булочки і каву. М'ясо, птицю та рибу ліпше не смажити, а запікати чи варити. Цей перелік можна продовжити...

Пам'ятайте: кожна людина самостійно може скорегувати свій щоденний раціон, виходячи із зазначених правил. **Візьміть здорове харчування за звичку!**

Desigen PLANET-UA

<http://www.ex.ua/view/16867924>

ДОДАТОК 4

**Орієнтовний добовий набір продуктів
для працездатного і непрацездатного населення
(згідно з рекомендаціями НДІ харчування України)**

Продукти	Усереднена норма споживання (г/день) для осіб	
	працюючих	непрацездатних
Хліб житній	107	104
Хліб пшеничний	170	170
Крупи, макарони	34	37
Борошно	26	32
Картопля	260	295
Овочі	301	268,5
Фрукти, ягоди	176	109,5
Молочні продукти	1300	630
М'ясопродукти	200	104
Риба	35	12,3
Яйця	25	25
Цукор, кондитерські вироби	35	12,3
Олія, маргарин	25	22,4
Білки	87,1	58,6
Тваринні жири	98,4	65,7
Вуглеводи	338,1	295,8

Інформація щодо складу деяких харчових продуктів

Філе куряче янтарне сировкопчене. Виробник: «Амстор»**Категорія продукту: м'ясна продукція****Склад:** філе куряче, сіль кухонна, декстроза, мальтодекстрин, антиокисник Е 301, підсилювач смаку Е 621, спеції, прянощі, молочний жир, консервант Е 250.**Харчова та енергетична цінність продукту масою 100 г:**
білки – 14 г, жири – 14 г, вуглеводи – 0 г; 182 ккал.**Код продукту: 2222997204003****Шоколадний батончик «Snickers Super» зі смаженим арахісом, карамеллю та нугою, вкритий молочним шоколадом. Виробник: ТОВ «Марс Україна», ТОВ «Марс»****Категорії продукту: шоколадні вироби, цукерки, десерти, солодощі****Добавки: Е 322****Склад:** начинка – арахіс, глюкозний сироп, рослинний жир, молоко сухе знежирене, сіль, сухий яєчний білок, борошно пшеничне, ідентичний натуральному ароматизатор (ванілін), молочний шоколад (какао-продуктів – 29,3 %, сухих молочних продуктів – 25 %); покриття – цукор, какао-масло, молоко сухе незбиране, какао терте, лактоза, емульгатор (соевий лецитин), зневоднений молочний жир, ідентичний натуральному ароматизатор (ванілін), молоко сухе знежирене, суха молочна сироватка. Може містити незначну кількість фундука.**Харчова та енергетична цінність продукту масою 100 г:**
білки – 9 г, жири – 27,6 г, вуглеводи – 55,3 г; 508 ккал.**Код продукту: 4011100977716****Чіпси картопляні «Люкс» зі смаком паприки. Виробник: ТОВ «Чіпси ЛЮКС», ТМ «Люкс», ЗАТ «Крафт Фудз Україна»****Категорія продукту: снекова продукція****Склад:** картопля, олія рослинна, натурально-ідентичний ароматизатор паприка: сіль, «паприка» суха мелена, цукор, екстракт червоного стручкового перцю, порошок цибулі, підсилювач смаку та аромату (Е 621), мальтодекстрин, модифікований крохмаль (Е 1450), натуральні барвники Е 100, Е 160с, добавки для попередження злежування та грудкування Е 551), суха молочна сироватка. Може містити в незначній кількості пшеницю, соєвий продукт. Містить молочні продукти.**Харчова та енергетична цінність продукту масою 100 г:**
білки – 4,8 г, жири – 31 г, вуглеводи – 53,3 г; 512 ккал.**Код продукту: 7622300417802****Апельсиновий нектар неосвітлений. Виробник: «Кока-Кола Бевериджиз Україна», ТМ «Добрий»****Категорії продукту: соки, нектари****Склад:** вода питна, сік апельсиновий концентрований, цукор, кислота лимонна Е 330.**Харчова та енергетична цінність продукту масою 100 г:**
білки – 0 г, жири – 0 г, вуглеводи – 12 г; 48 ккал.**Код продукту: 4607042438738**

Жувальна гумка «Orbit» зі смаком манго, ананасу та кокосу. Виробник: ТОВ «Wrigley», ТОВ «Ріглі Україна»

Категорія продукту: жувальні гумки

Склад: сорбіт Е 420, мальтит Е 965, гумова основа, стабілізатор Е 422, загущувач Е 414, маніт Е 421, натуральні, ідентичні натуральним та штучні ароматизатори, кислоти: яблучна Е 296, фумарова Е 297; емульгатор соєвий лецитин Е 322, підсолоджувач аспартам Е 951, ацесульфам-К Е 950, сукралоза Е 955, синтетичний барвник Е 171, засіб для глазурування Е 903, антиоксидант Е 320.

До уваги хворих на фенілкетонурію: до складу входить фенілаланін.

Харчова та енергетична цінність продукту масою 100 г:
білки – 0 г, жири – 0 г, вуглеводи – 68 г; 168 ккал.

Код продукту: 0004218219186



Загальні правила вибавлення плям

- Обробляти пляму треба в напрямі від країв до середини.
- Під пляму підкладають чисту білу полотнянку, складену в кілька шарів.
- Аби не виникли патьоки й ореол, тканину навколо плями треба змочити водою, бензином або присипати тальком, крохмалем.
- Не намагайтеся вибавити пляму за один раз – краще повторити цю операцію 2–3 рази.
- Якщо вибавлятимете пляму не зі зразка, а з речі, будь-який засіб потрібно попередньо випробувати на маленькому клаптику тієї самої тканини або на внутрішній складці одягу, аби пересвідчитися в міцності волокон і стійкості барвників до дії хімікату.

Пляма	Спосіб вибавлення
Лак для нігтів	Помістити тканину плямою на паперовий рушник. Протерти з вивороту рідиною для зняття лаку кілька разів, до зникнення плями. Випрати
Губна помада	Помістити тканину плямою на паперовий рушник і протерти з вивороту ватним тампоном, змоченим у спирті або бензині, часто міняючи папір. Замочити і випрати
Деревна смола	З вовняних тканин – очищеним скипидаром. З бавовняних тканин – скипидаром або бензином. Випрати. Змочити пляму водою, потім протерти скипидаром, накрити тканину промокальним папером або згорнутою в декілька шарів паперовою серветкою і пропрасувати гарячою праскою
Вершкове масло	Змішати нашатирний спирт з гарячою водою в об'ємному співвідношенні (1 : 1). Обробити пляму. Випрати.
Йодна настояка	Змочити холодною водою і натирати крохмалем доти, доки пляма не зникне. Випрати
Паста кулькової ручки	Змочити в денатураті ватний тампон і злегка постукувати по плямі, потім випрати. Можна використати суміш денатурату і нашатирного спирту в об'ємному співвідношенні (1 : 1). Випрати
Какао, шоколад	Обробити злегка підігрітим гліцерином. Через 15 хвилин промити теплою водою. Обробити сумішшю оцту й денатурату в об'ємному співвідношенні (1 : 1). Випрати
Трава	Пляму змочити денатуратом, потім випрати
Сік чорної смородини	Потерти пляму сумішшю оцту і лимонного соку в об'ємному співвідношенні (1 : 1). Випрати
Чай	Обробити нашатирним спиртом, потім змочити очищене місце 10 %-м водним розчином лимонної кислоти. Через 10–15 хвилин лимонну кислоту змити водою. Випрати
Іржа	Обробити лимонним соком або розчином лимонної кислоти, пропрасувати гарячою праскою крізь вологу полотнянку
Молоко	Спочатку обробити бензином, потім – нашатирним спиртом. Для чищення білої вовняної тканини або шовку замість нашатирного спирту використовують 10 %-й водний розчин гліцерину

Вітаємо вас, учні! 3

ОРГАНІЧНІ СПОЛУКИ

§ 1. Ізомери. Теорія хімічної будови органічних сполук О.М. Бутлерова	5
§ 2. Структурна ізомерія насичених вуглеводнів.	11
§ 3. Номенклатура насичених вуглеводнів.	16
§ 4. Багатоманітність органічних сполук, їхня класифікація	20
§ 5. Органічні речовини в живій природі	28
§ 6. Рівні структурної організації органічних речовин	31
§ 7. Природні джерела органічних речовин	36
§ 8. Нафта і нафтопродукти.	42
§ 9. Кам'яне вугілля, продукти його переробки. Паливо	49
§ 10. Охорона довкілля від забруднень під час переробки вуглеводневої сировини і використання продуктів, одержаних з неї	58
§ 11. Синтез органічних сполук різних класів на основі вуглеводневої сировини	65
§ 12. Органічні речовини як основа сучасних матеріалів. Пластмаси	73
§ 13. Каучуки. Гума	81
§ 14. Штучні та синтетичні волокна	88
§ 15. Жири, вуглеводи, білки, вітаміни як компоненти їжі, їхня роль в організмі.	97
§ 16. Харчові добавки. Е-числа	104
§ 17. Поняття про синтетичні лікарські засоби	111
§ 18. Шкідливий вплив вживання алкоголю, наркотичних речовин, тютюнокуріння на організм людини	115
§ 19. Органічні сполуки в побуті	121
§ 20. Мило, його мийна дія. Синтетичні мийні засоби	127
§ 21. Органічні розчинники, їхнє застосування.	133
<i>Практична робота</i>	137
<i>Завдання для підсумкового самоконтролю</i>	137
<i>Підсумки</i>	139
<i>Тлумачний словник термінів і понять.</i>	141
<i>Предметний покажчик</i>	148
<i>Іменний покажчик</i>	151

ДОДАТКИ

<i>Додаток 1. Визначник деяких волокон</i>	152
<i>Додаток 2. Добова потреба організму в білках, жирах, вуглеводах</i>	153
<i>Додаток 3. Що таке порція?</i>	154
<i>Додаток 4. Орієнтовний добовий набір продуктів для працездатного і непрацездатного населення (згідно з рекомендаціями НДІ харчування України)</i>	155
<i>Додаток 5. Інформація щодо складу деяких харчових продуктів</i>	156
<i>Додаток 6. Загальні правила вибавляння плям.</i>	158