



Інформаційна довідка

- **Синтез** — цілеспрямований процес сполучення або об'єднання розрізаних предметів чи понять у єдине ціле.
- **Хімічний синтез** — процес утворення складних молекул із більш простих. Розрізняють *неорганічний* і *органічний хімічний синтез*. Прикладом неорганічного синтезу є синтез амоніаку  $\text{NH}_3$  з азоту  $\text{N}_2$  і водню  $\text{H}_2$ .
- **Органічний синтез** як напрям наукових досліджень в органічній хімії стосується розробки методів штучного створення органічних речовин.
- **Органічний синтез** як технологічний процес — промислове виробництво органічних сполук на основі вуглеводневої сировини (газу, нафти, кам'яного вугілля) і продуктів її переробки. Завдяки органічному синтезу добувають велику кількість речовин, зокрема й такі, яких немає в природі.
- **Сировина** — природні мінерали чи добути промисловим способом речовини, з яких доцільно виготовляти ту чи іншу хімічну продукцію.
- **Хімічна технологія** як наука вивчає речовини і процеси їх перетворення на хімічних виробництвах.

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

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

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



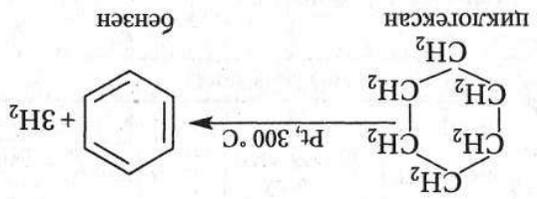
Рис. 55. Продукція органічного синтезу



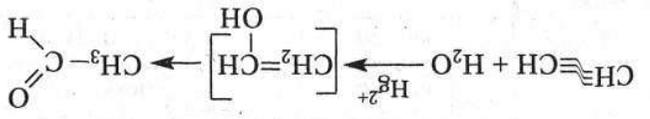


На цих реакції ґрунтується промисловий спосіб перетворення рідких жирів (олій) у тверді.

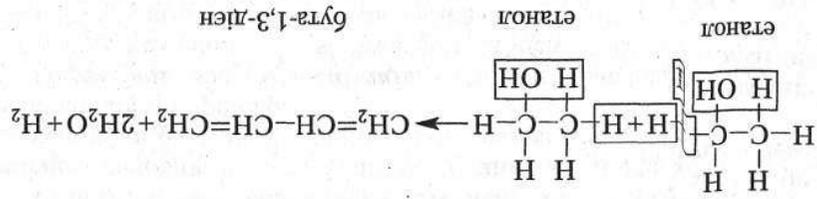
**Гідрогенування** — реакція відщеплення водню. Унаслідок цього процесу утворюються більш ненасичені за вихідні речовини продукти реакції. Дегідруванням синтезують альдегіди і кетони зі спиртів, алкени з алканів, бензен та його томологи з відповідних циклопарафінів тощо. Наприклад:



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

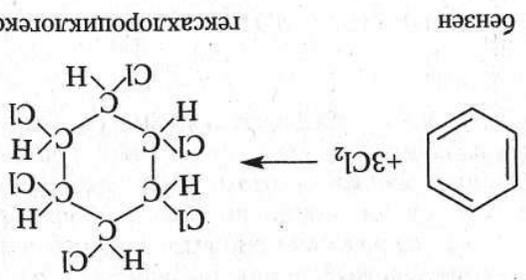
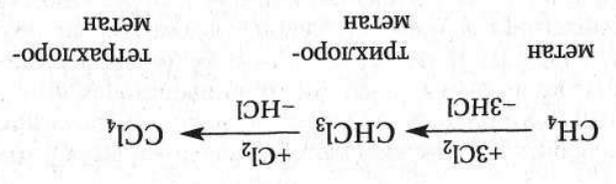


**Дегідратація** — відщеплення молекул води. Прикладом дегідратації і летучих органічних сполук за участю двоох реакцій відразу (дегідратація і летучих органічних сполук за участю двоох реакцій відразу) є добування буту-1,3-дієну — мономера одиноким зв'язком:

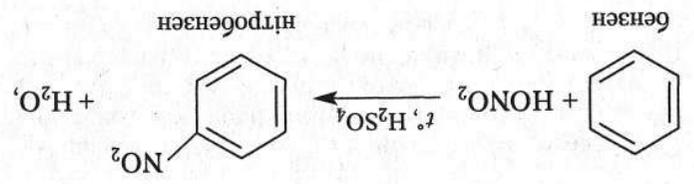


**Галогенування** — уведення атомів галогенів (Флюору, Хлору, Брому, Йоду) у молекулу органічної сполуки. Галогенуванням метану одержують розчинники, наприклад трихлорометан (хлороформ), тетрагалометан.

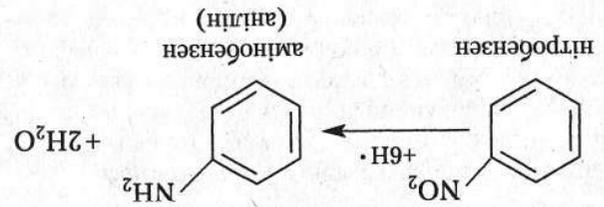
Хлоруванням бензену, що відбувається під впливом світла, добувають гексахлороциклогексан (гексахлоран), який використовують у сільському господарстві як інсектицид.



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



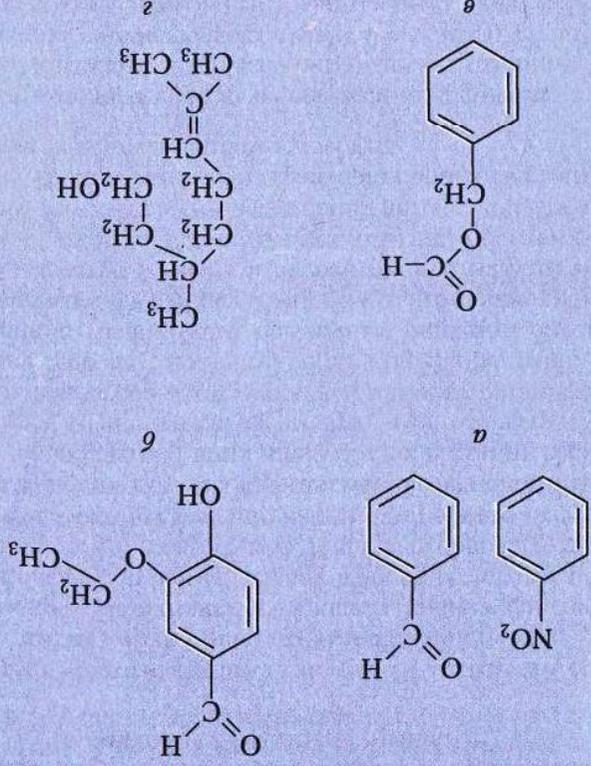
а дубий нітробензен ( $\text{C}_6\text{H}_5\text{NO}_2$ ) перетворюють на анілін (амінобензен)  $\text{C}_6\text{H}_5\text{NH}_2$ :



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

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

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

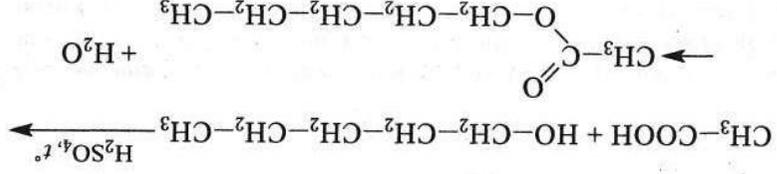


Парфумерна продукція, крім природних і синтетичних запахних речовин, містить фіксатори запаху, етанол, воду, бальзами, барвники тощо. Залежно від умісту запахної речовини та спирту парфумерну продукцію поділяють на *парфуми* (20–50% запахних речовин), *одекони* (2–8% запахних речовин, до 80% спирту,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

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

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

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



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

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



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

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

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

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

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



Перевірте себе

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

§ 14. Пластмаси



Інформаційна довідка



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

Діюючи з трьох частин — це молекула, що складається з атомів (*poli*) частин (*meros*).

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

• Полімери є продуктами реакцій полімеризації та поліконденсації.

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

• **Поліконденсація** — процес утворення високомолекулярних сполук унаслідок взаємодії функціональних груп молекул мономерів.

3. Перевіть реакції, що лежать в основі синтетичних методів добування органічних речовин.
4. Наведіть приклади синтезів органічних сполук на основі: а) природного газу; б) нафтопродуктів; в) продуктів переробки кам'яного вугілля.
- 5\*. Запропонуйте якомога більше способів добування з гетану сполук інших класів. Складіть схеми відповідних реакцій.
- 6\*. За різними інформаційними джерелами дізнайтеся, які підприємства органічного синтезу працюють у вашому регіоні, та з'ясуйте асортимент їх продукції. Презентуйте результати свого дослідження.
7. Поясніть, чому циклопарафіни, маючи, як і парафіни, одинарні зв'язки між атомами Карбону, вступають у реакцію гідронування, а парафіни — ні.
8. Із 1 т відходів лісоматеріалів можна добути до 300 кг етанолу. Обчисліть, яку масу гідролізованого етилового спирту (масова частка етанолу 96%) можна добути із 100 т деревини (вміст целюлози 50%).



пимо в пінеті й підпалимо. Спостерігатимемо, що зразок швидко спалахує і горить слабкояскравим блакитним полум'ям без кіптяви (рис. 59а).

Щоб установити відношення поліетилену до кислоти, лутів і розчину калій перманганату, продовжимо виконання дослід. У чотири пробірки (рис. 59б) наллємо по 5 мл розчинів нітратної кислоти (1), сульфатної кислоти (2), луту (3) й калій перманганату (4). У кожну з них помістимо по декілька шматочків поліетилену. Спостерігатимемо, що в жодному з розчинів поліетилен не зазнає змін.

На підставі результатів дослідів можна зробити висновок, що поліетилен — це термопластична, стійка проти дії кислоти, лутів й окисників пластмаса.

**Поліетилен** на відміну від свого мономера етену (етилену) виявляє хімічну властивість насичених сполук. Він стійкий проти дії кислоти, лутів, окисників, змінює форму при нагріванні та зберігає набуту форму після охолодження.

Стійкість поліетилену при кімнатній температурі проти дії органічних розчинників забезпечує йому широке застосування у виготовленні посуду, труб, емкостей для зберігання і транспортування кислоти, лутів. Однак гаряча концентрована нітратна кислота руйнує поліетилен.

Майже пововина всього поліетилену використовується у виробництві поліетиленової плівки та як пакувальний матеріал. Завдяки

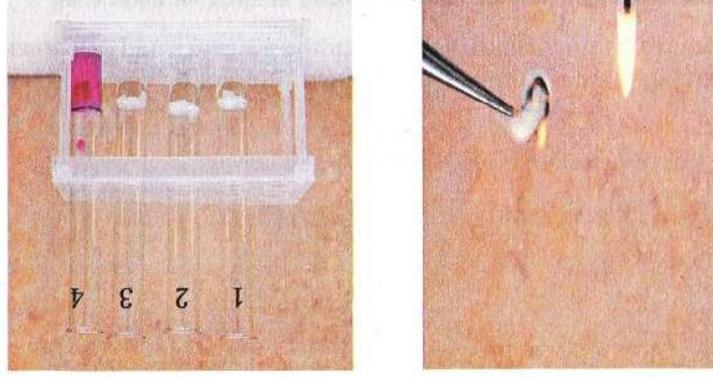


Рис. 59. Виявлення властивостей поліетилену

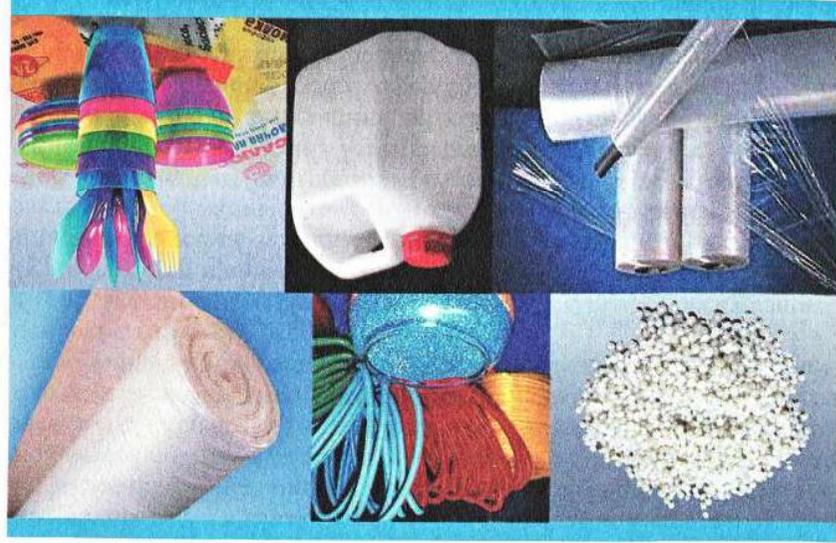


Рис. 57. Поліетилен і впробу з нього

Кутестрижнева модель утвореного полімеру зображена на рисунку 58 (у моделі виділено стругктуру ланку).

Вам відомо, що насичені вуглеводні від ненасичених можна відізнати за допомогою якісних реакцій. Так, ненасичені вуглеводні за звичайних умов уступають у реакції приєднання та окиснення, насичені — ні.

Пригадайте, що однією з якісних реакцій на ненасичені сполуки є їх окиснення розчином калій перманганату, і назвіть ознаку цієї реакції.

Щоб з'ясувати, до термопластичних чи термореактивних пластмас належить поліетилен, насиченою чи ненасиченою сполукою є цей полімер і його відношення до дії кислоти і лутів, вико-наємо *демонстраційний досвід*. Шматочок зразка поліетилену помістимо на предметне скло та будемо нагрівати. Через деякий час спробуємо скляною паличкою змінити форму зразка — це легко вдається. Отже, поліетилен належить до термореактивних пластмас. Дослідимо характер горіння поліетилену, для цього шматочок зразка закрі-

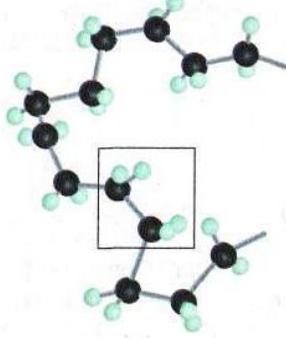


Рис. 58. Фрагмент кутестрижнєвої моделі поліетилену

нестокисності поліетилен використовується як матеріал для виготовлення водопровідних труб, арматурних виробів домашнього вжитку. Високі діелектричні показники поліетилену дають змогу викорис-товувати його для ізоляції дротів.

Широке застосування поліетилену пояснюється вадним поєднанням таких його властивостей, як легкість, простота переробки, висока хімічна стійкість, термопластичність, відсутність електрорповідності.

**Ознайомлення з властивостями інших термопластів.** Такі полімери, як поліпропілен (поліпропілен), полівінілхлорид і полістирен (полістирол) утворюються за подібною з етоном схемою полімеризації. З'ясувати їх утворення допоможе рисунок 60.

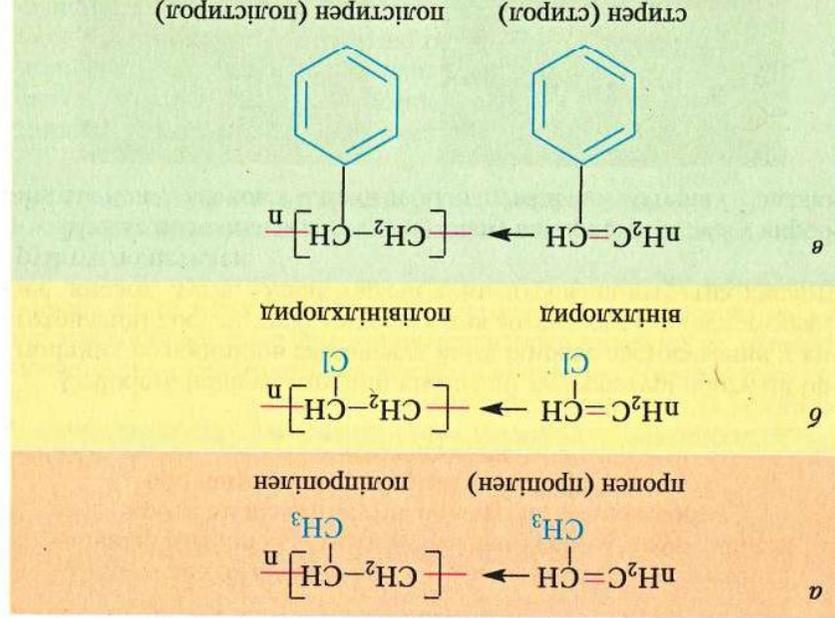


Рис. 60. Схеми реакції полімеризації пропену (пропілену) (a), вінілхлориду (б) і стирену (стиролу) (в).

Як бачимо, головний ланцюг цих полімерів побудований з однакових груп атомів, а відрізняються лише бічні відгалуження.

Зважаючи на хімічну будову поліпропілену, полівінілхлориду й полістирену, спробируйте, яким буде їх відношення до нагріван-ня, розчинів кислот, лугів, окисників.

Для підтвердження або спростування передбачення продовжи-мо демонстраційні досли із цими полімерами, аналогічно викона-ному з поліетиленом. Всі досліджувани речовини виявляють стій-кість проти дії кислот, лугів і розчинну калий перманганату, а також усі розм'якшуються при нагріванні. Проте горять вони по-різному: поліпропілен — так само, як і поліетилен, а полівінілхлорид і по-лістирен згоряють із кінтявою, причому полівінілхлорид на відмі-ну від полістирену поза полум'ям не горить (рис. 61, 62).

Поліетилен, поліпропілен і полістирен — термопластичні пластмаси, стійкі проти дії кислот, лугів, окисників.

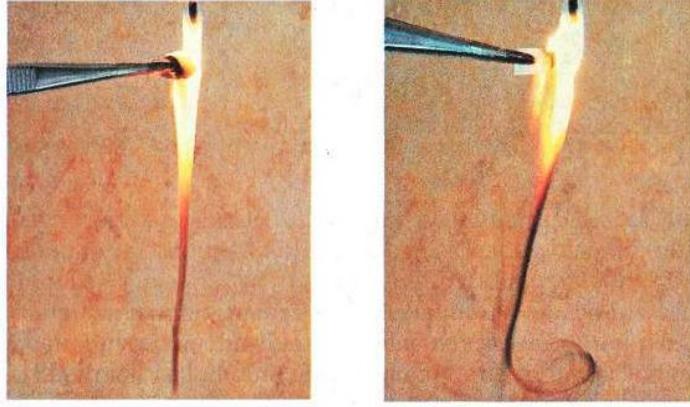


Рис. 61. Горіння поліпропілену (a) й поліетилену (б) у полум'я

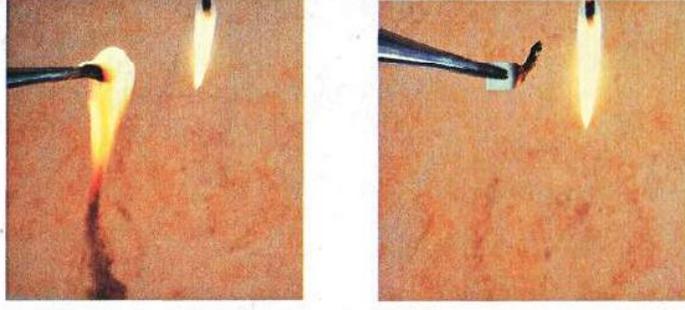


Рис. 62. Горіння полівінілхлориду (a) і полістирену (б) поза полум'ям



Рис. 65. Полістирен та європу з нього

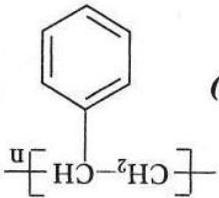


Як досить термопластичний матеріал, полістирен легко піддається формуванню. З нього виготовляють вироби, що не потребують великих механічних навантажень, наприклад, декоративно-оздоблювальні матеріали, облицювальна плитка. Зважаючи на нетоксичність полістирену, його використовують для виготовлення посуду, освітлювальної апаратури (рис. 65). Як хороший діелектрик, полістирен використовується для виготовлення деталей електро- і радіоапаратури, кабельної ізоляції.

Полістирен легко займається і горить на повітрі з виділенням великої кількості кіптяви.

Різнovidністю полістирену є *піннополістирен* (склоподібний матеріал. Полістирен досить стійкий проти дії лугів і кислот, крім гарячої нітратної; розчиняється в багатьох органічних розчинниках. Полістирен розм'якшується при температурі 85 °С і на відміну від луже розплинугих полімерів при нагріванні досить легко деголімерується, тобто розкладається з утворенням молекул мономера. Полістирен легко займається і горить на повітрі з виділенням вели-

**Полістирен (полістирол)**



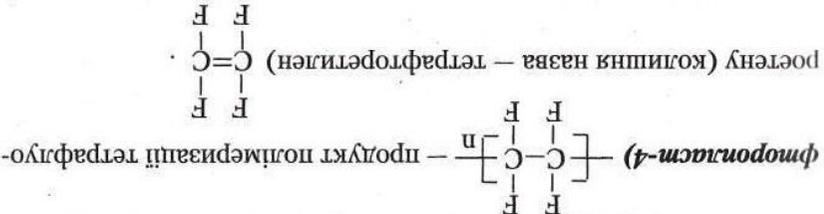
— продукт поліме-

Різнovidністю полістирену є *піннополістирен* (*піннополістирол*), або *пінопласт*. Кожний з вас його добре знає, варто лише нагадати, що побутує техніку (тепловізор, холодильничок тощо) ми купуємо унаквашеними в пінопласт. У процесі виготовлення цього матеріалу до полістирену додають спінювачі, зокрема повітря, і він набуває структуру застиглої піни із закритими порами. Такий матеріал дуже легкий, міцний, стійкий проти деформації. Нині пінопласт — ефективний та універсальний тепло- і звукоізоляційний, а також накувальний матеріал (рис. 65).

Завдяки тепло- і звукоізоляційним властивостям пінопласт набув широкого застосування.

Висотні будівники (понад 20 поверхів) мають зовнішню теплоізоляцію з пінопласту. Якби не було цього матеріалу, яку б масу мали висотні будівники, виготовлені лише з цегли і бетону?!

**Політетрафторетилен (політетрафторетилен, тefлон)**



Порівняно з розплинугими полімерами випускається в менших кількостях, проте набув широкого застосування завдяки своїм властивостям — високій температурі плавлення, великій твердості, термічній і хімічній стійкості, низькому коефіцієнту тертя. За хімічною стійкістю тefлон перевищує такі метали, як платина й золото. На нього не діють органічні розчинники, розчини навіть гарячих концентрованих кислот, у тому числі й нітратної, лугів тощо. Більше того, не існує жодного розчинника, у якому тefлон хоча б частково розчиняється. Спектриальна структура молекули зумовлює унікальні фізичні і хімічні властивості фторопластів, які відсутні в інших матеріалах. Ці властивості забезпечили полімеру широке застосування в авіації, радіотехніці, харчовій, фармацевтичній і холодиличній промисловості. Інертність тefлону до масел, кислот і жирів дає змогу виготовляти з нього різний посуд для приготування і зберігання харчових продуктів, лікарських препаратів (рис. 66). Він не впливає на фізіологічні процеси, тому використовується у виготовленні штучних хрящів і кісток.

Пластмаси — сучасні синтетичні матеріали з широким спектром застосування. Завдяки своїм властивостям вони здебільшого успішно замінюють такі матеріали, як деревина, чавун і сталь, цегла, цемент, силікатне скло тощо.

Ознайомитися зі зразками деяких пластмас вам допоможе виконання лабораторного досвіду 5.

### Досліджуємо речовини та їх властивості

*Лабораторний досвід 5. Ознайомлення зі зразками пластмас.*

Завдання. Розгляньте видані вам зразки пластмас. З'ясуйте їх зовнішній вигляд, колір, твердість, пластичність. За наведеними в парagraфі даними та додатковими інформаційними джерелами з'ясуйте склад та застосування кожного з них. Результати проведеної роботи оформіть у робочих зошитах у вигляді таблиці.

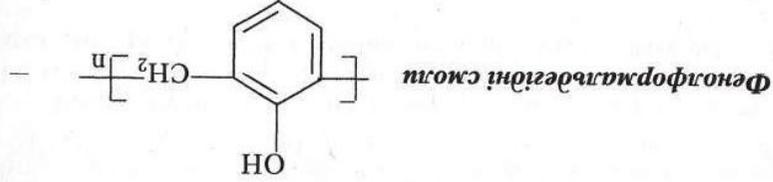
Зразки пластмас

Властивості, що зумовлюють застосування	Зовнішній вигляд	Хімічна формула	Назва

Щоб внутрішня камера мікрохвильової печі не забруднювалася через розбризкування страв при розігріванні чи приготуванні їжі, досить помістити посудину у звичайнісінький поліетиленовий кульок. Страва розігріється, а кульок, заглибившись неупкоженним, захистить мікрохвильову піч від бруду.



Рис. 66. Вироби з мекфолону



продукт поліконденсації двох мономерів — фенолу  $C_6H_5OH$  і метанало (формальдегід)  $HCHO$ . Характер взаємодії речовин залежить від їх кількісного співвідношення та від природи каталізатора: може утворюватися як полімер лінійної будови, так і тривимірний полімер. Просторове ступкутування робить полімер терморезистивним. Фенолформальдегідні смоли і пластмаси на їх основі налягають до найпоширеніших терморезистивних пластмас. З них виготовляють ламінат, облицювальні матеріали, лаки, клеї тощо. Фенолформальдегідні смоли в сукупності з порошкоподібними наповнювачами (деревним борошном, папером, сіллюю, графітом тощо) є тим матеріалом, з якого виробляють панелі й різні деталі для радіоапаратури, корпуси телефонних апаратів, електричні вмикачі, штепсельні розетки, патрони для електротламп тощо (рис. 67).



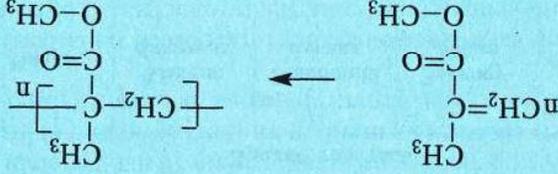
Рис. 67. Вироби на основі фенолформальдегідних смол

Пластмаси є довговічним матеріалом. З одного боку, це доб-ре – вироби з них мають значний термін придатності. З іншого, пластмасова тара – це те й сміття, якого з роками стає все біль-ше. У великих містах почали використовувувати окремі контей-нери для відпрацьованих пластмасових пакувальних матеріа-лів, пластмасових пляшок, посуду тощо.

Обов'язково скористайтеся можливостями такої утилізації полімерних матеріалів. Цим ви збережете повітря від забруд-нення продуктами їх горіння, а виробництво збагатите вторин-ною сировиною.

### Ерудитам на замітку

**Поліметакрилат (органичне скло,лексиглас)** – продукт полімеризації метилметакрилату:



Це тверда, безбарвна, прозора, світлостійка, стійка проти дії кислот і лугів речовина, що не розбивається при ударах і не роз-чиняється в багатьох органічних розчинниках.

Через свою прозорість полімер дістав назву *органичне скло*. Його можна фарбувати в будь-які кольори. На відміну від зви-чайного силікатного скла органічне скло легко обробляється механічним способом і склеюється. Цінною його властивістю є здатність пропускати до 74 % ультрафіолетового випроміню-вання, тоді як звичайне віконне скло пропускає його лише 0,6 %. Тому з органічного скла виготовляють різноманітні світ-лотехнічні вироби, зокрема ліхтарі стоп-сигналів і покажчики поворотів автомобілів, шибки ліпмінаторів літаків, лізин для лазерної техніки, фотоапаратів, мікроскопів, біноклів, скельця окулярів тощо. З нього також виготовляють вази, гудзики, лі-нійки, ручьки та багато інших виробів. Одним дисперсіями (типу латексу) поліметилметакрилату просочують деревину,

### Перевірте себе



1. На прикладі конкретного полімеру розкрийте поняття «поли-мер», «мономер», «структурна ланка», «ступінь полімеризації».
2. За допомогою яких дослідів можна підтвердити властивості полімерів?
3. Наведіть приклади полімерів, що підлягають і не підлягають повторній переробці.
4. Поясніть, завдяки яким властивостям пластмаси набули широ-кого застосування.
5. Розташуйте мономери пластмас за збільшенням відносної мо-лекулярної маси

- А пропен
- Б етен
- В стирен
- Г тетрафтороетен

6. Порівняйте хімічний склад поліетилену й полістирену, масові частки Карбону в їх склади. На основі результатів аналізу поясніть, чому поліетилен згоряє світлим полум'ям, тоді як горіння полісти-рену супроводжується утворенням кіптяви.

7. З'ясуйте, виробництво яких пластмас чи виробів з них здійс-нюють у вашому регіоні.

8. Яки вам довелося вирішувати, якими трубами – металевими чи пластмасовими – підвести воду в дім, то якому з цих матеріалів ви надали б перевагу? Поясніть, чому.

9. Установіть формулу одного з термoplastичних полімерів, якщо його мономер (алкен) об'ємом 5,6 л (н. у.) має масу 10,5 г.

10. Полівінілхлорид (ПВХ) використовують як пакувальний ма-теріал для харчових продуктів, а також у виробництві літйачих пра-шок, шпалер. Напишіть рівняння реакції добування полімеру з при-родного газу (об'ємна частка метану 95 %) та обчисліть, який об'єм (н. у.) природного газу витрачається на добування 1 кг поліві-нілхлориду, масова частка практичного виходу якого становить 96 %. Розрахунки проведіть на одну структурну ланку полімеру.

шкіру, тканини, папір, підвищуючи їх водостійкість і надаючи їм блиску. Завдяки фізіологічній інертності й високій механіч-ній міцності цей полімер широко застосовують для виготовлен-ня зубних та очних протезів.



Інформаційна довідка

Крім алканів, алкенів, алкінів, аренів і пиклопарафінів, існують також алкадієни (дієнові вуглеводні, дієни).

Алкадієни або дієнові вуглеводні — це вуглеводні з двома подвійними зв'язками в молекулі, їх загальна формула  $C_nH_{2n-2}$ .

Два подвійні зв'язки в молекулах алкадієнів можуть бути розміщені біля одного атому Карбону  $C=C-C=C$  або біля різних  $C=C-C=C$ ,  $C=C-C=C$ . Дієнові вуглеводні здатні вступати в реакції полімеризації. Найширше в промисловості використовуються алкадієни, у яких подвійні зв'язки розміщені через один одинарний, наприклад  $C=C-C=C$ .

У складанні назв дієнових вуглеводнів дотримуються таких загальних правил: головний ланцюг молекули має включати обидва подвійні зв'язки. Нумерацію атомів Карбону в ланцюзі здійснюють так, щоб подвійні зв'язки одержали найменші номери атомів Карбону, біля яких вони розміщені, і назви заміє-

ніків. Наприклад:  
 $CH_2=CH-CH=CH_2$   
 бут-1,3-дієн  
 $CH_2=C(CH_3)-CH=CH_2$   
 2-метилбут-1,3-дієн (ізопрен)  
 • Бут-1,3-дієн і 2-метилбут-1,3-дієн є сировиною для виробництва полімерів із загальною назвою **каучуки**.

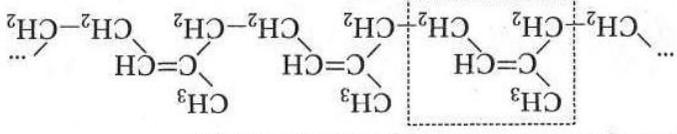
**Натуральний, або природний, каучук.** Корінне населення Південної Америки вже в XVII ст. вміло використовувати з молочного соку (латексу) тропічної рослини гевей природний каучук, яким просочували тканини й взуття, завдяки чому ті не пропускали вологу, витовлювали з каучуку пружні м'ячі.  
 Цим способом збирають натуральний каучук і нині. Щоб видобути каучук із каучуконосних дерев, роблять на корі дерева вузький

стіралеподібний надріз. Білий сік (латекс) повільно стікає в посудину, закріплену під надрізом (рис. 68б). За кілька годин після надання збирається майже 150 г соку (надріз можна робити кожні два дні). Сік густіє й застигає, перетворюючись на грудочки, а потім висихає. Це і є каучук-сирець. Він твердіє на холоді й розм'якшується на сонці.

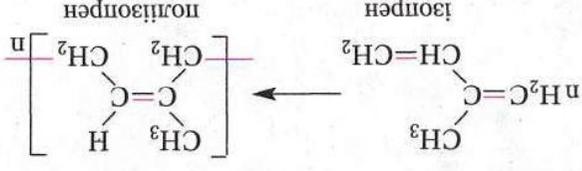


Рис. 68. Ланцетна гевей (а) та збірання латексу (б)

Натуральний (природний) каучук — це високомолекулярний ненасичений вуглеводень із відносною молекулярною масою 15 000–500 000, номером якого є дієновий вуглеводень 2-метилбут-1,3-дієн (його ще називають ізопрен  $C_5H_8$ ). Ознайомтеся з фрагментом запису молекули природного каучуку (пунктиром виділено створювану ланку):



Реакцію полімеризації ізопрену за наявності каталізатора передає схема:



Як бачимо, кожна створювана ланка каучуку містить один подвійний зв'язок.

**Каучуки** — ненасичені полімерні сполуки Іх макромолекули мають лінійну структуру, хоча і закручені в клубок.

Каучук — еластичний матеріал: кожного разу під впливом фізичних навантажень макромолекули каучуку розкручуються, а після припинення дії сили повертаються в попередній стан. Каучук не розчиняється в таких поширених розчинниках, як вода, спирт, ацетон, однак у деяких інших розчинниках, наприклад сірководню і чистовуглеці, він розчиняється з утворенням в'язкої маси, її використовують як клеї.

Для європейців каучук був заморською великою рідкістю до 1823 р., доки в Англії не започаткували виробництво плагців від дощу, тканину для яких обробляли натуральним каучуком. Швидко з'ясувалося, що такі плагці придатні до використання лише за прохолодної дошової погоди, у спеку ж вони розбуляться листками, а в холод — грудьми, жорсткими й нееластичними. Лише з винайденням у 1839 р. *«вулканізації»* — способу перетворення каучуку в гуму — стало можливим широке застосування натурального каучуку (рис. 69).

**Вулканізація каучуку. Гума.** З'ясуємо, навіщо потрібно вулканізувати каучук.

Як і всі ненасичені речовини, невулканізований каучук виявляє значну хімічну активність. Зокрема, під впливом атмосферного кисню він швидко втрачає еластичність, стає крихким. Разом з тим вулканізований каучук має більшу механічну міцність і твердість, пружність та еластичність, стійкий проти дії розчинників. Гумову



Рис. 69. Випробу з натурального каучуку

пластинку можна тисячі разів згинати і розгинати, гумовий шланг — скручувати і розкручувати, і вони не пошкоджуються. Жодний із матеріалів, виготовлений на основі природної сировини, не має такої еластичності, як гума. Вона стійка проти стирання. Так, шини автомобіля, що подолав відстань 1000 км, утрачають лише 80–100 г гуми. А деякі сорти гуми стираються менше, ніж сталь. Отже, вулканізація поліпшує фізичні характеристики каучуку, робить його більш придатним до використання.

**Вулканізація** — процес взаємодії каучуку із сіркою, унаслідок чого утворюється цінний матеріал з поліпшеними властивостями — **гума**.

Вулканізацію проводять здебільшого при помірному нагріванні, заповнюючи спеціальні форми сумішшю каучуку, сірки, наповнуча, інколи барвників та інших добавок. Одночасно з вулканізацією формується і сам виріб. Як наповнювач найчастіше використовують сажу. Притаманне, що шини автомобілів, мотоциклів, скутерів, велосипедів тощо мають чорний колір.

Міцність і опір проти зношування каучуків посилюють наповнювачі. Найпоширенішим наповнювачем є **сажа**.

Полішени, порівняно з каучуком, властивості гуми пояснюються тим, що лінійний полімер набуває тривимірної структури. Атоми Сульфур у вступають в реакцію з макромолекулами каучуку за місцем розриву подвійних зв'язків і «зшивають» їх, утворюючи сульфідні місточки, що можуть складатися з різної кількості атомів Сульфур (рис. 70).

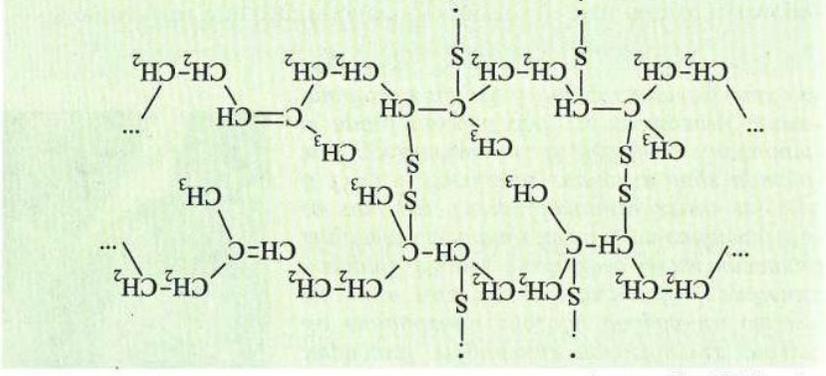


Рис. 70. Схема просторової будови зшиви