

Тема : «Синтетичні високомолекулярні речовини і полімерні матеріали на їх основі.»

Лекція №27

Синтетичні високомолекулярні речовини.



План

1. Полімери. Реакції полімеризації і поліконденсації.
2. Пластмаси.
3. Каучуки, гума.
4. Найпоширеніші полімери та сфери їхнього використання.
5. Вплив полімерних матеріалів на здоров'я людини і довкілля.
6. Проблеми утилізації полімерів і пластмас в контексті сталого розвитку суспільства.
7. Синтетичні волокна: фізичні властивості і застосування

Полімери



Полімери

Полімери — це речовини, що складаються з великого числа структурних ланок, сполучених у довгі молекули хімічними зв'язками.

Число структурних ланок у складі молекул полімерів може сягати декількох мільйонів, тому ці молекули дуже великі, їх іще називають **макромолекулами**.

Відносна молекулярна маса полімерів також дуже велика і може сягати десятків мільйонів, тому полімери також називають **високомолекулярними сполуками**.

Полімери

Елементарна ланка — це група атомів, що багаторазово повторюється в макромолекулі полімеру.

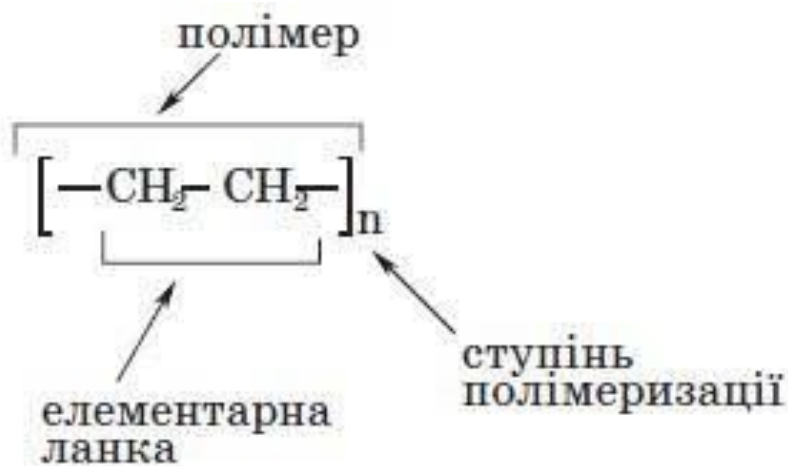
У крохмалі та целюлозі елементарними ланками є залишки молекул глюкози, а в ***поліетилені*** — це група атомів **CH₂-CH₂**.



Полімери

Хімічні формули полімерів записують, зазначаючи **у квадратних дужках формулу елементарної ланки**. За дужками символом **n** позначають середнє число елементарних ланок у макромолекулах, яке називають **ступенем полімеризації**.

Ступінь полімеризації — середнє число елементів у ланці полімеру:

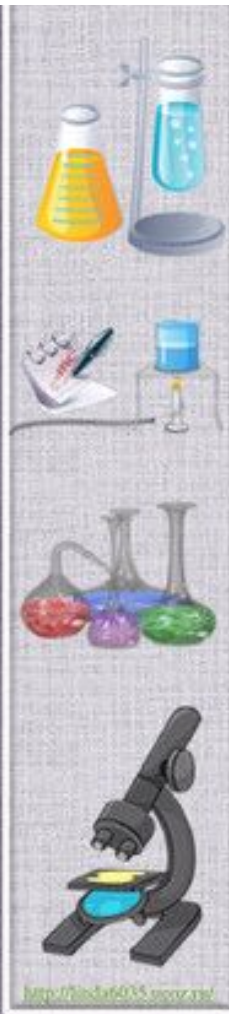


Полімери

На кінцях молекули полімеру перебувають фрагменти молекул розчинника або ініціатора реакції полімеризації. Ці атоми майже не впливають на властивості полімеру, тому у формулах полімерів не зазначають, чим закінчується карбоновий ланцюг. Молекулярна маса макромолекули пов'язана зі ступенем полімеризації співвідношенням:

$$M(\text{макромолекули}) = M(\text{ланки}) \times n$$

Повторимо!



Макромолекула – це високомолекулярна органічна сполука, молекула якої, зазвичай, складається з великої кількості ланок-мономерів.

Мономер - структурна ланка полімеру, низькомолекулярна хімічна сполука, яка є первісним матеріалом для синтезу полімерів.

Структурна ланка – група атомів, що багаторазово повторюється в молекулі полімеру.

Ступінь полімеризації – число, яке показує скільки молекул мономера вступило в реакцію одержання полімеру і скільки структурних ланок містить дана ВМС.

Властивості полімерів

1. Механічні властивості

Для полімерів характерні особливі властивості, що відрізняють їх від низькомолекулярних речовин.

1. Механічні властивості. Для полімерів характерні:

- еластичність або гнучкість;
- незначна крихкість склоподібних полімерів (наприклад, оргскло);
- здатність молекул орієнтуватися вздовж напрямку механічного навантаження, що використовують для виготовлення волокон та плівок.

2. Здатність розчинятися.

Полімери розчиняються набагато гірше за їх низькомолекулярні аналоги.

Розчинність полімерів залежить від полярності їхніх молекул: *полярні (гідрофільні)* полімери краще розчиняються у воді чи полярних органічних розчинниках, а *неполярні (гідрофобні)* — у неполярних органічних розчинниках. Також на розчинність впливає розмір та будова молекул полімерів

3. Термопластичність.

Властивість тіла змінювати свою форму за нагрівання і зберігати її після охолодження називають термопластичністю. За впливом температури полімери поділяють на **термопластичні та термореактивні**.

Вплив температури



Полімери

Термопластичні (або термопласти)

Макромолекули притягуються одна до одної слабкими міжмолекулярними взаємодіями

Під час нагрівання розм'якшуються та стають пластичними й придатними до формування виробів. Після охолодження твердіють і зберігають здатність до повторного нагрівання й обробки

Термореактивні (або реактопласти)

Між макромолекулами під час обробки утворюються міцні ковалентні зв'язки
Формування виробів відбувається під час нагрівання або додавання певних реагентів. За цих умов відбувається хімічна реакція, що спричиняє утворення неплавкого та нерозчинного матеріалу, непридатного до повторної обробки

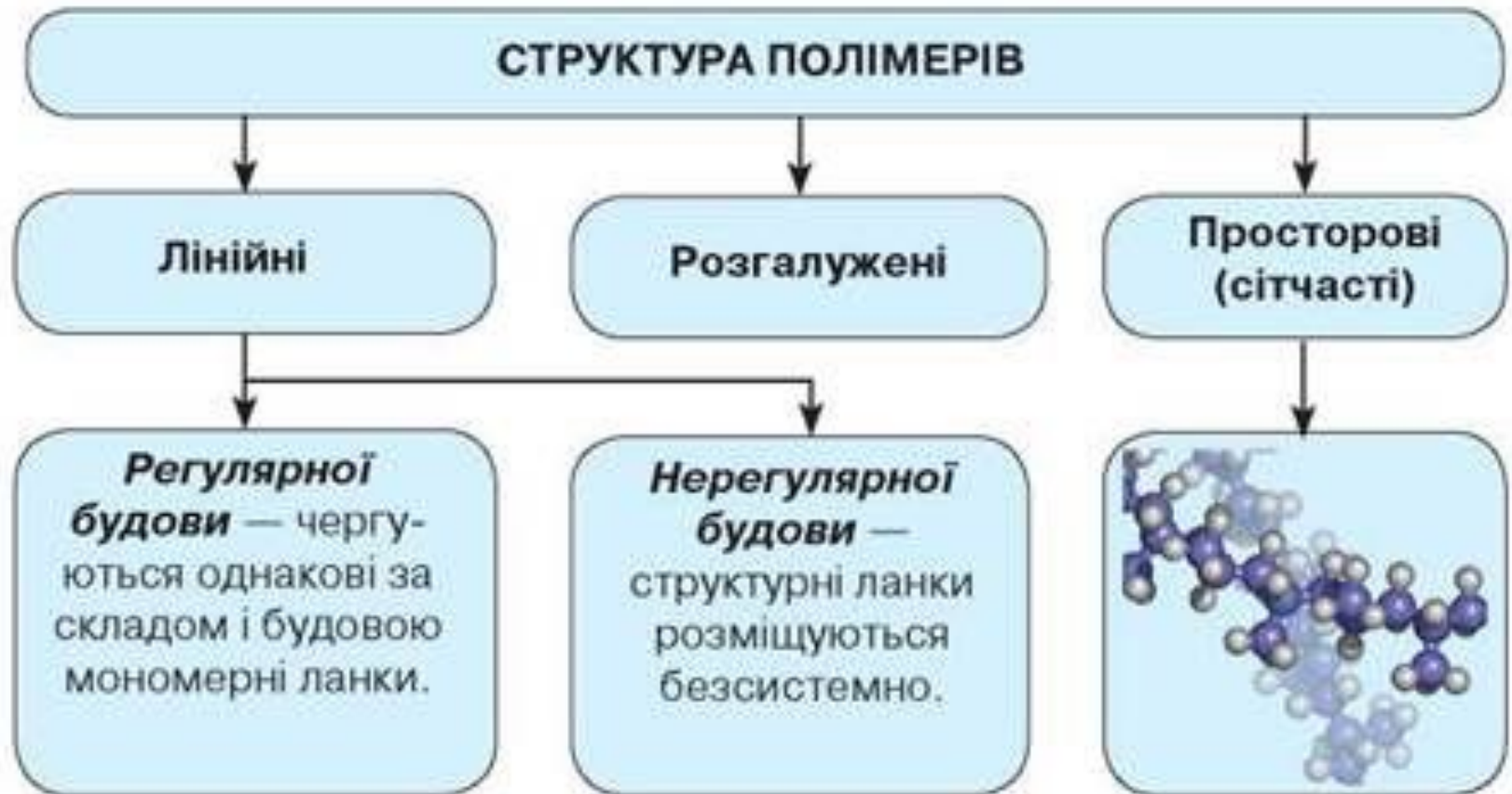
Будова макромолекул

Особливі властивості полімерів зумовлені не тільки великими розмірами, а й особливостями будови макромолекул. Розрізняють *три основні різновиди будови макромолекул*: **лінійна, розгалужена та сітчаста**. Будова макромолекул зумовлює фізичні та експлуатаційні властивості полімерів (див. Табл.).

Характеристики полімерів різної будови

	Будова макромолекул		
	лінійна	розгалужена	сітчаста
	Властивості	Властивості	Властивості
Властивості	• Еластичні; • гнучкі; • під час вичавлювання можуть утворювати волокна чи плівки; • термопластичні; • розчинні*	• Нееластичні; • гнучкі: чим більший ступінь розгалуженості, тим менша гнучкість; • термопластичні; • розчиняються погано*	• Пружні, легше руйнуються; • не плавляться; • термореактивні; • не розчиняються*; • у розчинниках набухають*
Приклади синтетичних речовин	Поліетилен низького тиску, натуральний каучук тощо	Поліпропілен, поліетилен високого тиску	Вулканізований каучук, фенолоформальдегідні смоли, гума
Приклади біополімерів	Амілоза, целюлоза, білки, нуклеїнові кислоти	Амілопектин, глікоген	Вовна

Будова полімерів



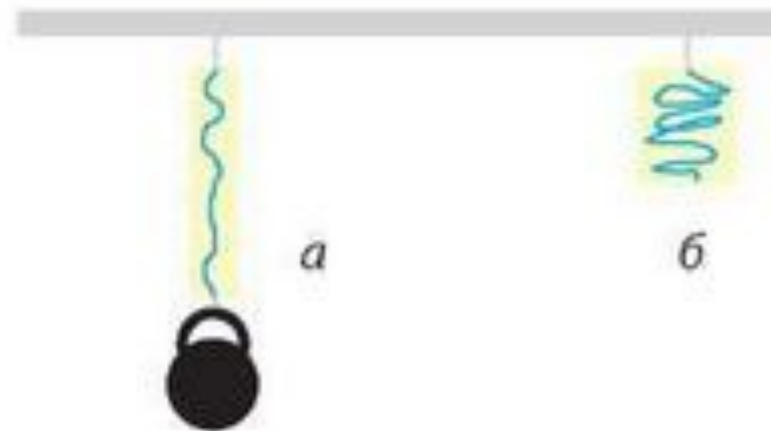
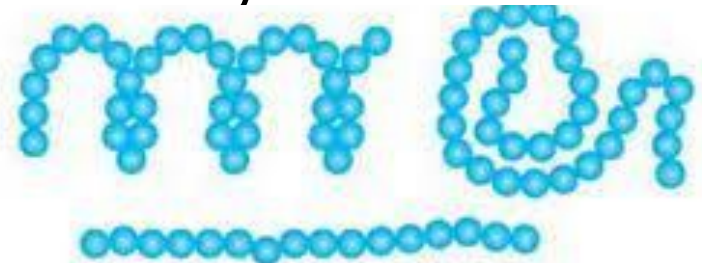
Лінійна будова

У макромолекулах елементарні ланки сполучені послідовно, без розгалужень. Такі макромолекули можуть набувати різної форми: витягуватися в довгі молекули, скручуватися у спіраль або клубок. Вони можуть

змінювати свою форму,
виявляти гнучкість.

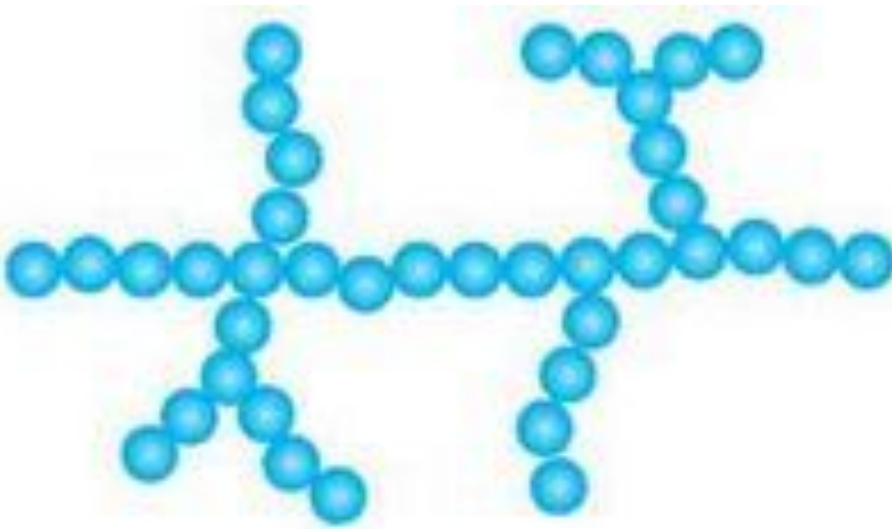
Це зумовлює еластичні властивості полімерів:

***під час деформації полімеру
скручені макромолекули
розпрямляються, а
після зняття навантаження
знову скручуються***



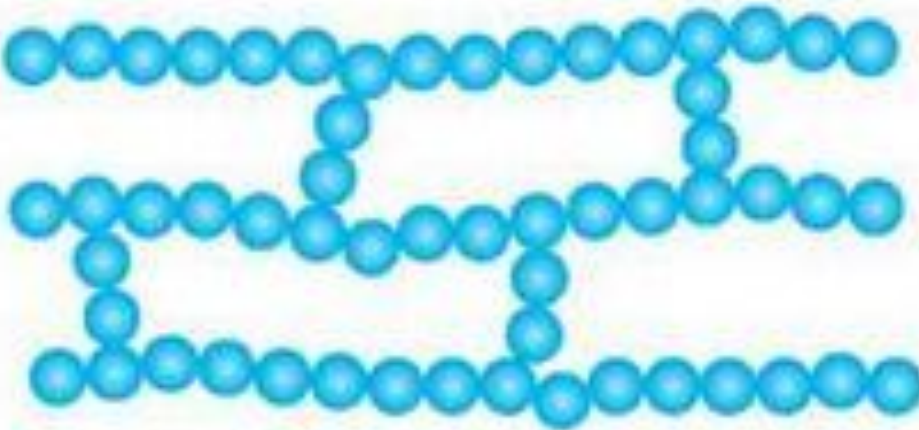
Розгалужена будова.

У макромолекулах розгалуженої форми у деяких місцях трапляються розгалуження ланцюгів за рахунок сполучення однієї ланки з кількома іншими



Сітчаста (просторова, або тривимірна) будова.

Усі структурні ланки об'єднуються у велику просторову міцну сітку. Будова таких полімерів певною мірою нагадує будову речовин з атомними кристалічними ґратками



Повторимо! Будова полімерів



Лінійні

- Складаються з макромолекул, що не мають розгалужень або ж мають дуже малі розгалуження



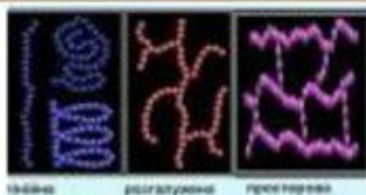
Розгалужені

- Макромолекули мають дуже великі розгалуження крохмаль (в амілопектині)



Сітчасті (просторова)

- Між макромолекулами існують хімічні зв'язки (гума)

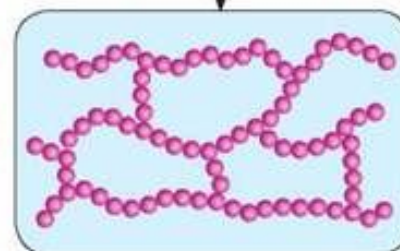
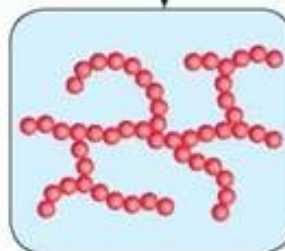


лінійні розгалужені просторова

СТРУКТУРА ПОЛІМЕРІВ

Розгалужені

Просторові (сітчасті)



Реакції полімеризації та поліконденсації

Полімери утворюються в реакціях полімеризації або поліконденсації.

Реакція полімеризації — процес синтезу високомолекулярної сполуки шляхом багаторазового приєднання молекул низькомолекулярної речовини до активного центру. Наприклад, поліетилен, що отримують полімеризацією етилену $\text{CH}_2=\text{CH}_2$...- CH_2 - CH_2 - CH_2 - CH_2 - CH_2 - CH_2 -... або $(\text{CH}_2\text{-CH}_2)_n$

Реакція полімеризації

Реакція полімеризації більш характерна для ненасичених сполук переважно з подвійним зв'язком. У загальному вигляді формулу таких сполук можна записати **HC = CH₂**

Групою **R** у цих молекулах можуть бути будь-які вуглеводневі залишки, атоми чи групи атомів, зокрема характеристичні групи. Ці речовини, з яких утворюються полімери, називають **мономерами**.

Реакція полімеризації

Під час реакції полімеризації утворюються дуже великі молекули полімерів. У загальному вигляді рівняння реакції полімеризації записують так:



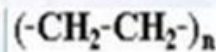
Реакція полімеризації

Назви полімерів, що утворюються, походять від назв мономерів із додаванням префікса полі-. Наприклад, з *етилену* (*етену*) під час полімеризації утворюється **поліетилен**, з *пропілену* (*пропену*) — **поліпропілен** тощо. Революція в синтезі полімерів відбулася після відкриття К. Циглером та Дж. Наттою каталізаторів для реакції полімеризації на основі сполук Титану та Алюмінію, за що 1963 року вони були нагороджені Нобелівською премією.

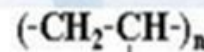
Основні поняття

Ступінь полімеризації - це число, що показує скільки молекул мономера поєдналося в макромолекулу.

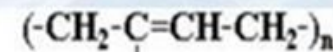
У формулі макромолекули ступінь полімеризації зазвичай позначається індексом "n" за дужками, що включають в себе структурну (мономерну) ланку:



поліетилен



полістирол



поліізопрен

$n \gg 1$

Молекулярна маса макромолекули пов'язана зі ступенем полімеризації співвідношенням: M (макромолекули) = M (ланки) • n , де n - ступінь полімеризації, M - відносна молекулярна маса

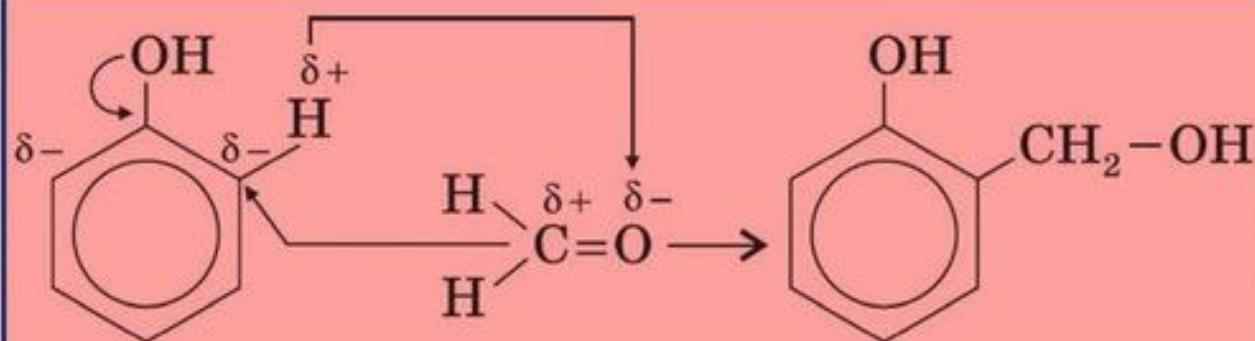


Реакція поліконденсації

Поліконденсація – реакція утворення полімеру, під час якої відщеплюється молекула низькомолекулярного продукту (води, амоніаку, хлороводню, інше).

Це реакція, що приводить до утворення високомолекулярної сполуки та супроводжується виділенням низькомолекулярної речовини.

Практичне значення має реакція поліконденсації формальдегіду з фенолом (каталізатори — кислоти або основи):



Поліконденсація

Мономерами для поліконденсації можуть бути речовини, молекули яких містять не менше двох характеристичних груп. Це може бути одна сполука з двома характеристичними групами різної природи (амінокислоти, альдегідоспирти тощо). Наприклад, з амінокислот утворюються **поліаміди (поліпептиди)**:



саме за цією схемою із 6-аміногексанової кислоти синтезують **капрон**, а з протеїногенних амінокислот у рибосомах відбувається синтез білків.

Поліконденсація

У реакції поліконденсації можуть брати участь також дві речовини, кожна з яких містить характеристичні групи, що взаємодіють одна з одною. Наприклад, з двохатомних спиртів та двохосновних карбонових кислот синтезують

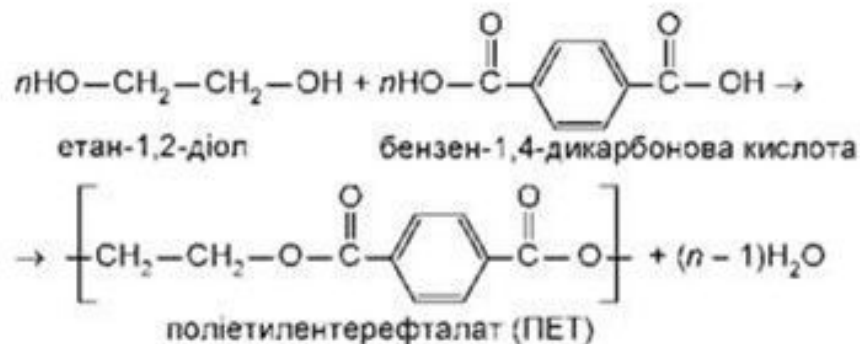
поліестери:

- $n\text{HO}-\text{R}-\text{OH} + n\text{HOOC}-\text{R}'-\text{COOH} \rightarrow$
- $\rightarrow \text{H}-[\text{O}-\text{R}-\text{O}-\text{CO}-\text{R}'-\text{CO}]_n-\text{OH} + (n - 1)\text{H}_2\text{O}$

Реакція поліконденсації

Утворення поліестерів - також **реакція поліконденсації**.

Наприклад, лавсан утворюється внаслідок поліконденсації двохатомного спирту етан-1,2-діолу (етиленгліколю) з бензен-1,4-дикарбоною (терефталевою) кислотою:



Лавсанові нитки - хірургічний шовний матеріал, що не розсмоктується. **2. Упаковка:** а) для напоїв (ПЕТ); б) для харчів (композиція лавсану й алюмінієвої фольги). **3. Плетений лавсановий шнур.** **4. Лавсанові тканини**

Усі природні полімери є продуктами поліконденсації. Усі високомолекулярні сполуки, добуті полімеризацією, є продуктами органічного синтезу.

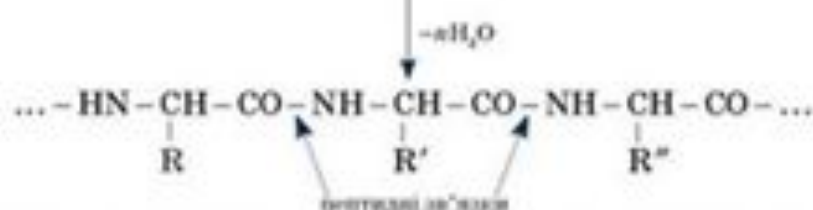
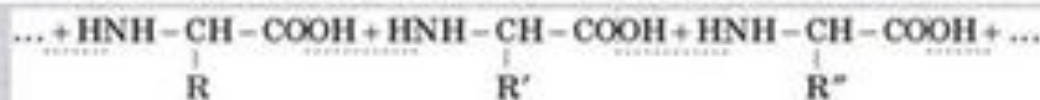
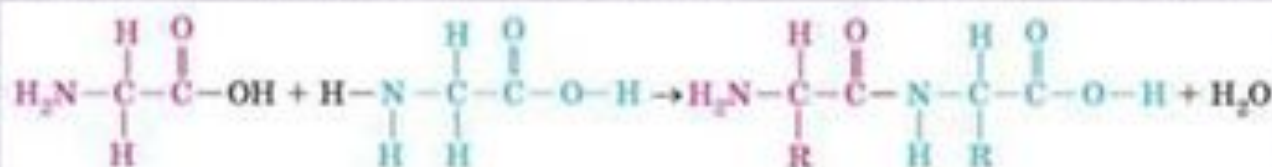
Реакція поліконденсації



Зверніть увагу: поліконденсація можлива, якщо кожен мономер є біфункціональним, тобто містить дві характеристичні групи, що обидві можуть реагувати з характеристичними групами іншого мономера.

Кратні зв'язки відсутні. За рахунок відщеплення вивільняються зв'язки, які і з'єднують структурні ланки.

Прикладом може бути утворення поліпептидного ланцюга внаслідок реакцій між амінокислотами :



Реакція полімеризації

Процес перетворення мономера або суміші мономерів на полімер шляхом послідовного приєднання молекул мономерів до ланцюга, що збільшується, з утворенням високомолекулярної сполуки.

Реакція полімеризації відбувається внаслідок розриву π -зв'язків між атомами Карбону.

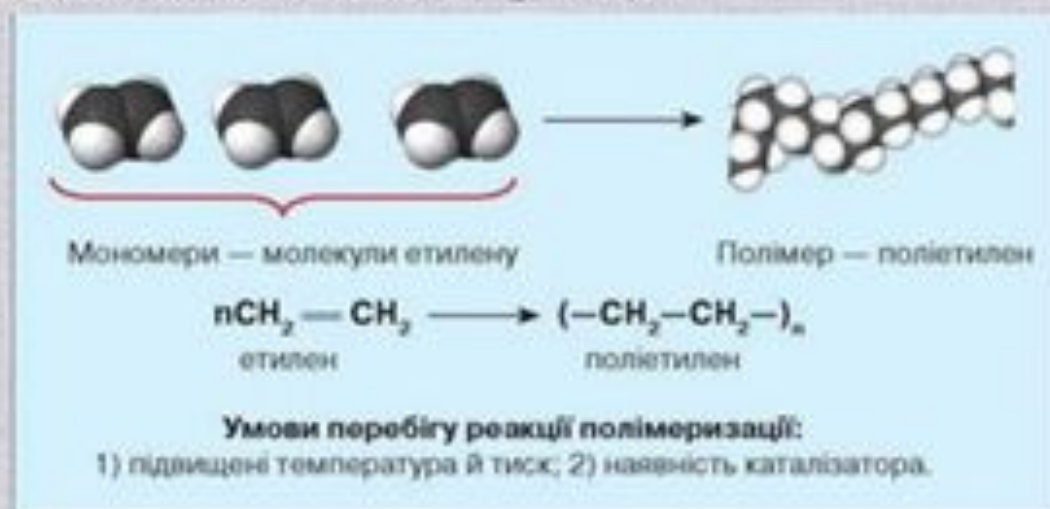


Рис. 80. Схеми реакції полімеризації етилену з утворенням поліетилену

Поліконденсація

Сьогодні за **реакціями полімеризації та поліконденсації** на хімічних підприємствах синтезують багато полімерів, з яких виготовляють різноманітні полімерні матеріали для потреб суспільства.

В Україні станом на 2018 рік єдиним підприємством, що синтезує поліетилен та полівінілхлорид, є ТОВ «Карпатнафтохім» (м. Калуш, Івано-Франківська обл.), інші полімери імпортуються.

Загальна характеристика пластмас

Пластична маса (пластмаса) — штучно створені матеріали на основі синтетичних або природних полімерів.

➤ Для надання полімерам експлуатаційних властивостей, їх перетворюють на пластмасу — **матеріал**, з якого виробляють різні вироби, додаючи до полімерної маси спеціальні речовини.



Сучасні полімерні матеріали

Матеріали- речовини чи суміші, які використовуються для виготовлення предметів, обладнання, а також у будівництві та інших галузях.

Представники полімерних матеріалів:

Пластмаси

Каучуки

Волокна

Класифікація пластмас

Залежно від властивостей смоли пластмаси поділяють на термопластичні і термореактивні.

- **Термопластичні пластмаси** (термопласти) — це такі, що під час нагріву розм'якшуються, переходять у в'язко текучий стан, а при охолодженні затвердівають. Цей процес повторюється при повторному нагріві. Тобто такі пластмаси допускають повторну переробку.
- **Термореактивні пластмаси** (реактопласти) нагріваючись розм'якшуються, але при певній температурі відбувається полімеризація, внаслідок якої смола переходить у твердий стан і повторна переробка таких пластмас неможлива.



Класифікація пластмас



Поняття про пластмаси

Пластмасами, або пластиками, називають матеріали на основі полімерів. Окрім полімерів вони містять тонкоподрібнені або коротковолокнисті наповнювачі, пігменти та інші сипкі компоненти. Різні наповнювачі надають пластмасам певних унікальних властивостей. На основі одного полімеру виготовляють багато різноманітних пластмас, що мають різні властивості залежно від числа та масової частки наповнювачів.

Наповнювачі пластмас

Наповнювачами є:

- **барвники** — для надання кольору, оскільки всі полімери безбарвні;
- **пластифікатори** — для надання різних механічних властивостей (гнучкості, еластичності, твердості тощо);
- **армувальні компоненти** — для підвищення міцності;
- **тепло- та світлостабілізатори** — для зменшення чутливості до теплоти та світла відповідно, оскільки перепади температури та яскраве сонячне світло можуть спричинити руйнування виробів з деяких полімерів.

Пластмаси



Наприклад, **гумка для стирання та ручка-перо** виготовлені з різних матеріалів — гуми та ебоніту відповідно. Але обидва ці матеріали виготовлені на основі одного полімеру — каучуку.

Целофан та ацетатний шовк — це різні матеріали на основі целюлози.

Першу штучну пластмасу було отримано 1855 року англійським металургом Олександром Парксом на основі целюлози, обробленої нітратною кислотою. Він назвав новий матеріал паркезіном, який пізніше отримав поширену назву целулоїд.

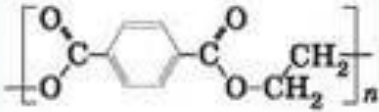
Найпоширеніші полімери та полімерні матеріали

Людство використовує багато різноманітних полімерних матеріалів у різних сферах діяльності: у техніці, промисловості, побуті тощо. На пластмасових виробах обов'язково має бути зазначено, з яких полімерів вони виготовлені, оскільки в кожного полімеру є певні межі застосування, наприклад «не нагрівати», «не використовувати для зберігання харчових продуктів».

Полімер, з якого виготовлен виріб, позначають трикутним з відповідним числом усередині іноді під трикутником указують англomовну абрeв полімеру



Найпоширеніші полімери, їх позначення й формули та сфери застосування

Назва полімеру	Позначення	Формула	Застосування
Поліетилен-терефталат	 01 PET		Виготовлення тари для напоїв: мінеральної води, фруктових соків тощо, блистерної упаковки, поліестерного волокна
Поліетилен високої густини (поліетилен низького тиску)	 02 PE-HD	$\left[\text{CH}_2 - \text{CH}_2 \right]_n$	Виготовлення пляшок, фляг, напівжорсткої упаковки. Вважається безпечним для зберігання харчових продуктів
Полівінілхлорид	 03 PVC	$\left[\begin{array}{c} \text{CH} - \text{CH}_2 \\ \\ \text{Cl} \end{array} \right]_n$	Виготовлення труб, садових меблів, покриття для полу, віконних профілів, жалюзі, ізоляційної стрічки, тари для мийних засобів. Непридатний для харчових продуктів
Поліетилен низької густини (поліетилен високого тиску)	 04 PE-LD	$\left[\text{CH}_2 - \text{CH}_2 \right]_n$	Виготовлення брезенту, пакетів для сміття, плівки та гнучкої упаковки. Вважається безпечним для зберігання харчових продуктів

Найпоширеніші полімери, їх позначення й формули та сфери застосування

Назва полімеру	Позначення	Формула	Застосування
Поліпропілен		$\left[\begin{array}{c} \text{CH}-\text{CH}_2 \\ \\ \text{CH}_3 \end{array} \right]_n$	Виготовлення обладнання та бамперів для автомобілів, іграшок, труб для водопроводів, упаковки для харчових продуктів. Вважається безпечним для зберігання харчових продуктів
Полістирол, пінополістирол		$\left[\begin{array}{c} \text{CH}-\text{CH}_2 \\ \\ \text{C}_6\text{H}_5 \end{array} \right]_n$	Виготовлення плит для теплоізоляції будівель, піноматеріалів, харчової упаковки, столових приборів і чашок, іграшок, ручок тощо. Небезпечний у разі горіння

Найпоширеніші полімери та полімерні матеріали

Крім наведених у таблиці, існує ще багато полімерів. Так, **політетрафлуороетилен** (тефлон, або фторопласт, PTFE) використовують як покриття для виробів, що зазнають дії високих температур та тертя, зокрема побутового посуду, водонепроникних тканин, імплантів для кардіохірургії. Із **полівінілацетату** (PVA) виготовляють клеї ПВА, водоемульсійні та акрилові фарби. Із **поліуретану** виготовляють декоративні покриття, клеї, підошви для взуття, напівжорсткі елементи автомобільних салонів. А **поліметилметакрилат** (плексиглас, оргскло, PMMA) використовують для виготовлення прозорих деталей літаків, інтер'єрів, торгового обладнання, приладів, штучних кришталіків для імплантації в око.

Види пластмас. Поліетилен

Полімер поліетилен : $(-\text{CH}_2-\text{CH}_2-)_n$

Мономер-етен(етилен): $\text{CH}_2=\text{CH}_2$

- тверда речовина, напівпрозора
- жирна на дотик; без запаху
- легша за воду, нерозчинна в ній
- термопластична, але горить
- хімічно стійка
- водо- і газонепроникна
- має електроізоляційні властивості



Виготовляють деталі апаратів, що працюють в агресивних середовищах, посуд, водогінні труби, антикорозійні покриття, пакувальні матеріали, ізоляційні матеріали тощо.

Поліетилен високої щільності (HDPE)

- флакони для шампуней, косметичних та миючих засобів
- каністри для моторних мастил
- одноразовий посуд,
- контейнери і ємності для продуктів харчування
- контейнери для заморожування продуктів
- іграшки



Переваги: дешевизна, безпечність, міцність, легкість переробки, стійкість до масел.

Недоліки: уразливі для газів і тому непридатні для пакування газованих продуктів

Види пластмас. Поліпропілен

Полімер поліпропілен: $(-\text{CH}_2-\underset{\text{CH}_3}{\text{CH}}-)_n$

Мономер- пропен(пропілен) : $\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CH}_3$

- За властивостями подібний до поліетилену. Але витримує нагрівання до вищих температур.

Поліпропілен (PP) -виготовляють:

- деталі машин, трубки;
- риболовні сітки, волокна, технічні тканини ;
- побутові вироби: відра, посуд для гарячих страв, одноразові шприци, мішки для цукру, іграшки, контейнери для заморожування продуктів, плівку, кришки для більшості пляшок, маслянки, упаковку деяких продуктів харчування;
-будівництво - шумоізоляція .



Переваги: термостійкість, стійкість до зношування.

Недоліки: чутливий до світла та кисню, швидше старіє ніж поліетилен.

Види пластмас.

Поліетилентерефталат

використовують для виготовлення:

- тари для прохолодних напоїв(мінеральна вода, лимонади);
- тари для рослинних олій, тари;
- волокна(лавсан, поліестер);
- пакувальних матеріалів;
- ниток, плівок;
- деталей кузовів автомобіля;
- деталей двигунів, насосів, компресорів;
- деталей електротехнічного призначення;
- ізоляції в обмотках трансформатора;
- арміровочний матеріал шлангів, автошин, транспортерних стрічок;
- прозорих листів для с/г та будівництва(пропускає світло).



Переваги: дешевизна, механічна міцність, стійкість до t , прозорість, безпечність.

Недоліки: низькі бар'єрні властивості.

Види пластмас. Полістерен

Полімер полістирен: $(-\text{CH}_2-\text{CH}-)_n$

Мономер- стирен : $\text{C}_6\text{H}_5-\text{CH}=\text{CH}_2$

Властивості:

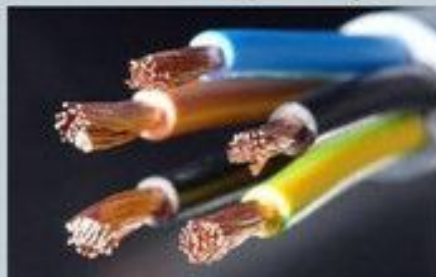
- - термопластичний, легко формується
- - хімічно стійкий (виняток HNO_3 -т)
- - діелектрик
- - дуже крихкий,
- - при 85°C розм'якшується - деполімеризується
- - легко займається і горить
- - нетоксичний

Полістирен (PS) використовують для виготовлення:

- - одноразового посуду, контейнерів , пакувальних тацей для їжі,
- - дитячих іграшок,
- - галантерейних виробів,
- - освітлювальної апаратури,
- - кабельної ізоляції,
- - деталі електро- і радіоапаратури.

Різновид полістирену - Пінопласт:

-теплоізоляційні плити, сендвіч панелі



Переваги: дешевизна, морозостійкість, легкість в переробці, діелектрик.

Недоліки: низька механічна міцність і хімічна нестійкість.

Каучук

- **Каучук – натуральний або синтетичний матеріал, що характеризується еластичністю, водонепроникністю і електроізоляційними властивостями, з якого шляхом спеціальної обробки отримують гуму.**



Види каучуків



Каучук (еластомери)

Серед полімерів окремо виділяють групу речовин, які називають **еластомерами, або каучуками**.

Еластомери (качуки) — це природні або синтетичні високомолекулярні сполуки, що відрізняються від інших полімерів ***високою еластичністю, водонепроникністю***.

Молекули каучуків зазвичай скручені в клубки. Під час розтягування молекули витягуються, а після зняття зовнішнього навантаження — скручуються. Цим пояснюється еластичність каучуків



Натуральний каучук

Натуральний каучук був уперше описаний французьким астрономом та мандрівником Шарлем Марі де ла Кондоміном 1751 року. У мандрівці Південною Америкою він побачив як індіанці збирають молочний сік з дерев (гевея бразильська) і на вогнищі перетворюють його на еластичний матеріал — **натуральний каучук**.



Натуральний каучук

Міститься у соку деяких рослин, головним чином гевеї, нагадує молоко

(це емульсія каучуку у воді). Утворений з цис-поліізопрену. Легший за воду, розчиняється в органічних розчинниках, здатний приєднувати водень, галогени, галогеноводні.

При нагріванні перетворюється на мономер.

Окиснюється киснем повітря та іншими окисниками. Щоб цього не сталося, його одразу обробляють розбавленими кислотами, перемивають, висушують.

Але він нестійкий до дії температур.

Може розірватись при певному зусиллі.



Відкриття каучуку

Виробництво натурального каучуку не могло задовольнити всі потреби (*виготовлення автошин*), і постало завдання добути каучук синтетичний. Уперше синтетичний бутадієновий каучук полімеризацією бутадієну добув **1910 року С. В. Лебедєв**, який згодом став одним із засновників промислового синтезу каучуків.

Синтетичний каучук

Синтетичний каучук став промислово вигідним після винайдення способу добувати бутадієн з етанолу пропусканням спирту над каталізатором (реакція Лебедева):

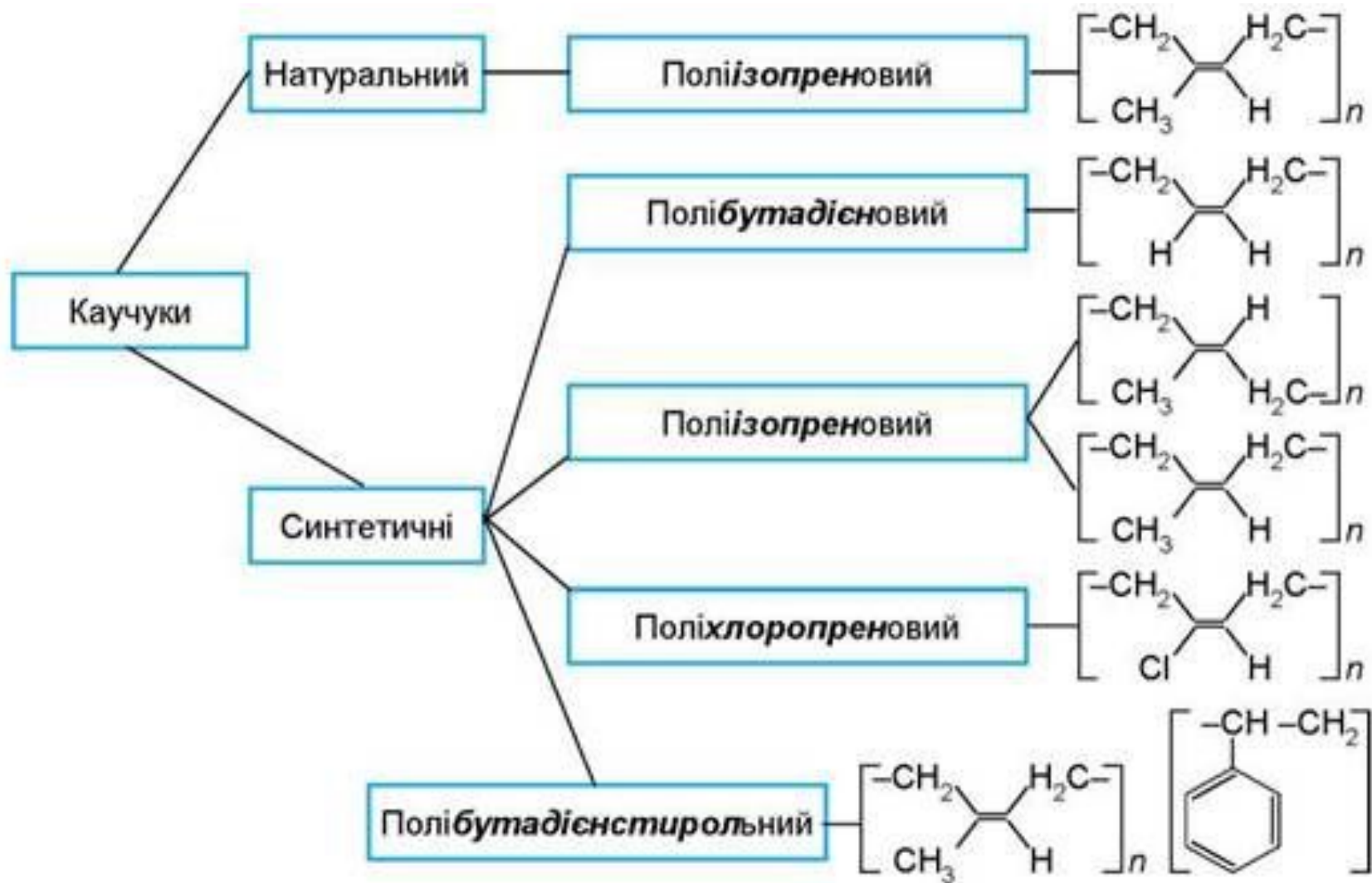


- (за умови 450°C $\text{Al}_2\text{O}_3 + \text{ZnO}$)

Більша частина натурального та синтетичного каучуків витрачається на виробництво автомобільних, авіаційних та велосипедних шин. Латекс і натуральний каучук використовують у виробництві медичних засобів (еластичний бинт, хірургічні рукавички, катетери тощо), а також гумок для стирання, повітряних кульок, деяких видів взуття, презервативів, сосок (пустушок).



Каучук



Найважливіші види каучуків

Назва	Мономер	Особливі властивості, застосування
Бута-дієновий	Бута-1,3-дієн*	Водо- та газонепроникний, відносно низька пластичність, міцність, морозостійкість. Виготовляють ізоляційні покриття, взуття, побутові гумові вироби
Дивініловий	Бута-1,3-дієн*	За еластичністю подібний до натурального каучуку, за зносостійкістю перевершує його, але поступається за електроізоляційними властивостями. Застосовують переважно у виробництві шин
Ізопреновий	Ізопрен (2-метилбута-1,3-дієн)	За властивостями подібний до натурального каучуку. Виготовляють шини, шланги, ізоляцію для електричних кабелів тощо
Хлоропреновий	Хлоропрен (2-хлоробута-1,3-дієн)	Стійкий до дії високих і низьких температур, бензинів та мастил. Виробництво кабелів, шлангів, трубопроводів для транспортування бензину й нафти

Матеріали на основі каучуків.

Вулканізація. Гума.

Натуральний каучук та його синтетичні аналоги мають певні недоліки. Для усунення недоліків каучуки піддають процесу вулканізації.

Вулканізація — технологічний процес хімічної взаємодії каучуків з певним вулканізуючим агентом, частіше сіркою, а також пероксидами та оксидами металічних елементів тощо. Під час вулканізації відбувається «зшивання» молекул каучуку в єдину просторову тривимірну сітку, завдяки чому матеріал стає міцнішим та еластичнішим, зменшується його розтяг.



Вулканізація

Під час вулканізації до каучуків додають наповнювачі, стабілізатори, пластифікатори тощо. Автомобільні шини мають чорний колір саме внаслідок додавання до каучуку сажі. У такий спосіб досягають світлостабільності отриманого матеріалу: сонячне світло поглинається сажею, а не каучуком, молекули якого руйнуються під дією сильного освітлення

Гума



це продукт вулканізації композицій на основі каучуку; матеріал, необхідний для виробництва різноманітних виробів — від автомобільних шин до хірургічних рукавичок.

- ❖ Головна перевага гуми — її еластичність.
- ❖ Вона може розтягуватися й гнутися, а потім приймати початкову форму. Гума може бути як і м'яка, так і тверда.

Гума

Вулканізацією каучуку добувають різні **види гуми**:

- **м'яку гуму** (містить 1–3 % сірки);
- **напівтверду гуму** (містить 10–15 % сірки);
- **тверду гуму, або ебоніт** (містить 30–50 % сірки).

М'яка та напівтверда гуми — еластичні матеріали.

Ебоніт (від грец. ebenos — чорне дерево) не виявляє еластичності. Він досить твердий і піддається механічній обробці, використовують, як заміник дорогих матеріалів (чорного дерева, рогу тощо) для виготовлення перових ручок, гребінців, рукояток ножів, мундштуків духових музичних інструментів, прикрас тощо.

Вулканізація для ремонту автомобільних шин

Процес вулканізації також використовують для ремонту автомобільних шин. *Сирий каучук дуже еластичний та липне до предметів. Латочку з нього накладають на прокол у камері та піддають вулканізації, після чого пробоїна затягується і зникає.*

Процес вулканізації 1839 року винайшов та запатентував американський винахідник Чарльз Гуд'їр і назвав його на честь давньоримського бога вогню — Вулкана.



Проблеми забруднення довкілля

Отримання синтетичного каучуку — одне із великих досягнень ХХ століття. Але це відкриття принесло не лише користь.

Щорічно в світі викидається до 100 млн використаних автомобільних покришок. В природніх умовах вони розкладаються не менше 100 років, а при спалюванні виділяють надзвичайно шкідливі речовини.



Проблема охорони довкілля від забруднення полімерними речовинами

Більшість полімерів, що використовують для виробництва полімерного упакування, є біоінертними (поліетилен, поліпропілен тощо) і *не розкладаються в природних умовах протягом тривалого часу*. Унаслідок біоінертності пластмасові вироби суттєво не впливають на здоров'я людини та стан живої природи, але використання їх у великих кількостях спричиняє їх *накопичення на сміттєзвалищах і у водоймах*. Оскільки вони не гниють, то велика кількість пластмасових виробів вимушує займати під сміття нові площі, що згодом планету на одне вели



Проблема охорони довкілля від забруднення полімерними речовинами

Скупчення відходів з пластмас утворюють у Світовому океані під впливом течій так звані **сміттєві плями**. Сьогодні відомо п'ять таких великих скупчень сміття у Тихому, Атлантичному й Індійському океанах. Ці плями складаються переважно з пластикових відходів густонаселених прибережних зон континентів. Пластикове сміття небезпечне ще й тим, що морські тварини можуть не розгледіти прозорі предмети, що плавають у воді, заковтати



Проблема охорони довкілля від забруднення полімерними речовинами

Усе це вимагає невідкладних заходів для збереження навколишнього середовища згідно з концепцією сталого розвитку.

Спалювати пластикові відходи не можна, оскільки під час горіння виділяються токсичні речовини. Тому впроваджують нові технології з їх переробки. Уже кілька років у багатьох містах України та всього світу працює програма зі збирання пластикових пляшок окремо від іншого сміття. Їх переробляють на нові пляшки та інші вироби

Проблема охорони довкілля від забруднення полімерними речовинами

Сьогодні дуже важливим є створення нових пластикових матеріалів, які швидко (протягом одного-двох років) розкладаються в природних умовах. Такі матеріали називають **біорозкладними пластиками**. У ряді країн (Японія, США, деякі країни Євросоюзу тощо) уже сьогодні значну частину пакувальних матеріалів виготовляють з таких екологічно безпечних матеріалів



Проблема охорони довкілля від забруднення полімерними речовинами

У процесі розкладання в природних умовах макромолекули біорозкладних пластиків спочатку **розкладаються на фрагменти з меншою молекулярною масою — олігомери**, які потім переробляються бактеріям продуктами розпаду **є вуглекислий газ і вода.**



Мал. 33.6. У такий спосіб позначають, що пакет виготовлено з біорозкладного пластику

Проблема охорони довкілля від забруднення полімерними речовинами

Біорозкладні полімери використовують також у медицині, наприклад шовний матеріал для хірургії на основі водорозчинних полімерів. Перспективним є використання біорозкладних полімерів як імплантів, які можуть поступово замінюватися в організмі кістковою, хрящовою а

живою тканиною.



Волокна



Природні та хімічні волокна.

Класифікація волокон

Людина широко використовує природні волокнисті матеріали для виготовлення одягу і різних виробів домашнього вжитку. Деякі із цих матеріалів мають рослинне походження і складаються із целюлози (льон, бавовна), інші мають тваринне походження і складаються з білків (вовна, шовк). Отримання волокон хімічним способом можливо здійснити двома шляхами: з природних або синтетичних полімерів.



Природні та хімічні волокна

Волокна характеризуються впорядкованим, орієнтованим уздовж осі волокна



Мал. 1.7. Фасонні види пряжі: а — стрічка; б — «травичка»; в — з помпонами; г — «пружинка»; д — «оксамит»; е — з лелітками; є — букле; ж — меланжева

розташуванням лінійних макромолекул, то можна взяти природний полімер неупорядкованої структури і шляхом певної обробки перебудувати в ньому розташування макромолекул, а саме укласти їх в одному напрямку. Волокна, отримані в такий спосіб, називають **штучними**. Інший шлях — отримати полімер синтетичним способом, а потім здійснити в ньому потрібну укладку молекул. Такі волокна називають **синтетичними**.

Природні та хімічні волокна



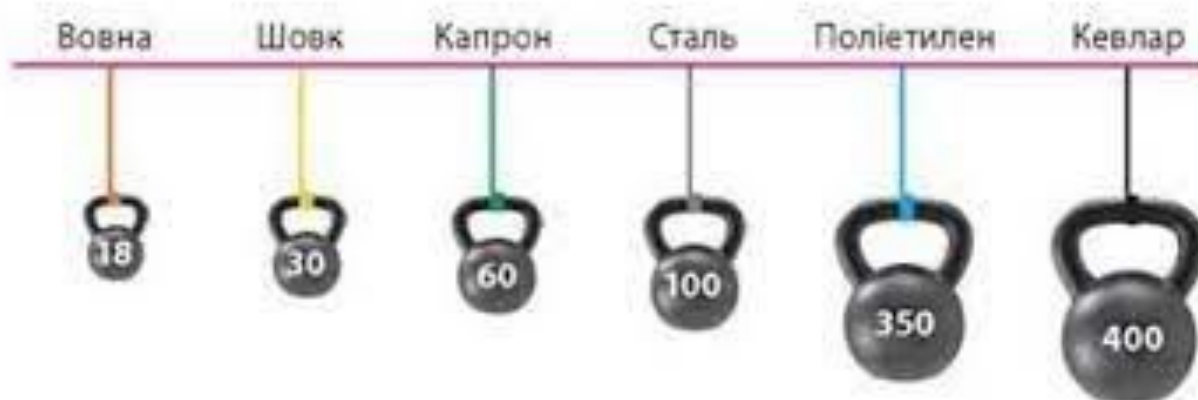
Класифікація волокон.



Волокна

Багато хімічних волокон виявляють властивості кращі за природні, зокрема хімічні волокна ***міцніші, еластичніші, стійкіші до умов середовища.***

Порівняння максимального навантаження (кг), що витримують різні волокна з площі



Синтетичні волокна виготовляють із синтетичних полімерів, які

добувають у ході реакцій поліконденсації.

1. **Найлон (нейлон, анід).** Полімер синтезують з адипінової кислоти $\text{HOOC}-(\text{CH}_2)_4-\text{COOH}$ та гексаметилендіаміну $\text{H}_2\text{N}-(\text{CH}_2)_6-\text{NH}_2$.

Особливості волокна: низький коефіцієнт тертя, не руйнується розбавленими розчинами кислот та лугів, але швидко руйнується на повітрі за температури вище 100°C та під час ультрафіолетового опромінювання.

Найлон застосовують для створення плівок або тонкого покриття для поверхонь, що труться, для зменшення тертя, зокрема підшипників, зубних протезів; виготовляють інструменти, нитки, сумки, рукавички



2. Капрон.

Мономер — **6-аміногексанова кислота**.

Особливості волокна: міцність, еластичність (краща за шовк), стійкість до тертя та багаторазової деформації (згинання), не поглинає вологу, не злежується, не гниє. Але капрон малостійкий до дії кислот, має порівняно невелику теплостійкість (плавиться за 215 °C). Із капрону виготовляють канати, риболовні сітки та ліску, кордну тканину для армування авто- та авіашин, одяг, зубчасті колеса для механ



3. Хлорин.

Мономер — **хлороетен**. За рахунок додаткового хлорування формула полімеру $(-\text{CHCl}-\text{CHCl}-)_n$.

Особливості волокна: висока стійкість до дії кислот та лугів, не окиснюється (навіть царською водою), не горить, зносостійке, покриття з нього має водовідштовхувальні властивості. Але в хлорину низька еластичність, та одяг з нього недостатньо гігієнічний. Хлорин застосовують переважно для технічних цілей: виготовляють фільтрувальні тканини для промислових хімічних реакторів, прокладні матеріали.

4. Нітрон (поліакрилонітрил).

Мономер — акрилонітрил $\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CN}$.

Особливості волокна: за зовнішнім виглядом подібне до вовни, добре зберігає тепло, міцне, світлостійке. Нітрон застосовують для виготовлення костюмів, светрів, спортивного одягу, штучного хутра, ковдр, оббивки меблів, брезенту, порт'єрних тканин



Мал. 35.4. Вироби з нітрону: костюмна тканина, штучне хутро, плед



5. Лавсан.

**Мономери: терефталева кислота
 $\text{HOOC}-\text{C}_6\text{H}_4-\text{COOH}$ та етиленгліколь.**

Особливості волокна: міцність, стійкість до дії високих температур, світла та хімічних реагентів, тканини з нього не мнуться.

З лавсану виготовляють переважно легкий одяг — плаття та сорочки, а в суміші з вовною виготовляють тканини для пальт та костюмів.

6. Лайкра (еластан, спандекс).

Поліуретанове волокно.

Особливості волокна: тканини з лайкри дуже еластичні та обтягують тіло, вони легкі й тонкі, майже не мнуться та не деформуються. Але лайкра руйнується під впливом хлорованої води та під дією ультрафіолетового опромінення. Купальний костюм з лайкри після басейну з хлорованою водою стає в деяких місцях прозорим та витягується.

Використовують для пошиття трикотажних виробів, що обтягують тіло, — легінсів, спортивного одягу тощо. Лайкру додають до інших тканин для збільшення їх еластичності.

Одяг з лайкри дуже ефектний, тому його часто обирають співаки для своїх шоу.



Мал. 35.5. Вироби з лайкри: спортивний одяг, костюм людини-павука

7. Кевлар

Мономери: **бензендіамін $\text{NH}_2\text{--C}_6\text{H}_4\text{--NH}_2$ та терефталева кислота $\text{HOOC--C}_6\text{H}_4\text{--COOH}$.**

Особливості волокна: висока міцність, стійкість до зношування, стійкість до точкових ударів.

Застосовують для виготовлення армувальних тканин для автомобільних шин та деяких деталей автомобілів, мідних та волокон-но-оптичних кабелів, захисних вставок для спортивних рукавичок (мотоспорт, сноубордінг), засобів

індивідуального захисту
(бронешоломи, бронежилети)



Мал. 35.6. Вироби з кевлару: армувальне покриття деталей автомобіля, кевларовий захист в оптичних кабелях, кевларовий шолом

Домашнє завдання



Домашнє завдання

Григорович О.В. Хімія. 10 клас (рівень стандарту). — Х: Ранок, 2018

1. Вивчити: §32-35 . **Синтетичні високомолекулярні речовини і полімерні матеріали на їх основі.** стор. 192-214

2. Скласти конспект

3. Переглянути відео:

1. <https://youtu.be/itAbG9lftvA>

2. <https://youtu.be/7Y9EMpta-wE>

ГРУППЫ ЭЛЕМЕНТОВ

Периоды	Ряды	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
1	1	H							
2	2	Li	Be	B	C	N	O	F	Ne
3	3	Na	Mg	Al	Si	P	S	Cl	Ar
4	4	K	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe
5	5	Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Mo	Tc	Ru
6	6	Cs	Ba	La	Hf	Ta	W	Re	Os
7	7	Fr	Ra	Ac	Th	Pa	U	Np	Pu
8	8								
9	9								
10	10								

Дякую за увагу

