

ЛЕКЦИЯ 23

ПОЛИМЕРЫ. ВОЛОКНА

Высокомолекулярные соединения (полимеры) – это вещества с очень большой молекулярной массой, молекулы которых содержат повторяющиеся группировки атомов



Молекула суперклея

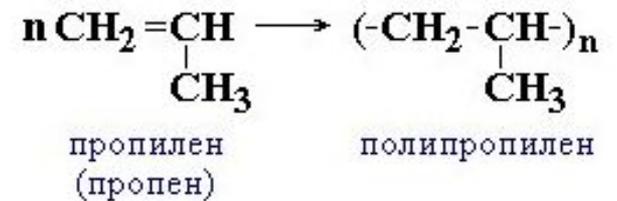


Мономеры — низкомолекулярные вещества, из которых образуются молекулы полимеров.

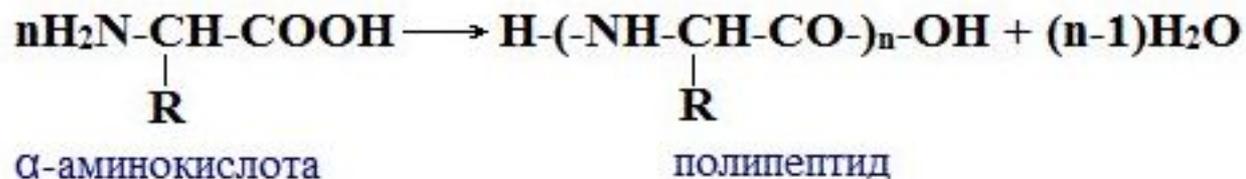
Молекулы полимеров являются макромолекулами.

Например,

пропилен $\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CH}_3$ является мономером **полипропилена**



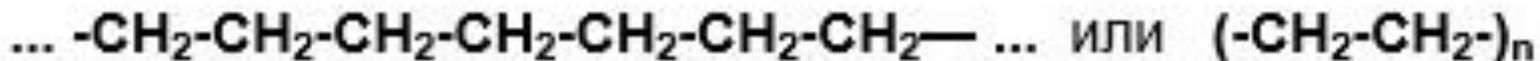
α -аминокислоты, служат мономерами при синтезе природных полимеров – белков (полипептидов):



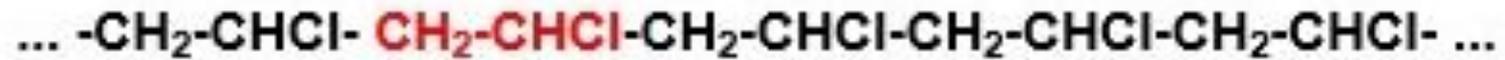
Полимер, макромолекула

Высокомолекулярные вещества, состоящие из больших молекул цепного строения, называются полимерами (от греч. «поли» — много, «мерос» — часть).

Например, полиэтилен, получаемый при полимеризации этилена $\text{CH}_2=\text{CH}_2$:

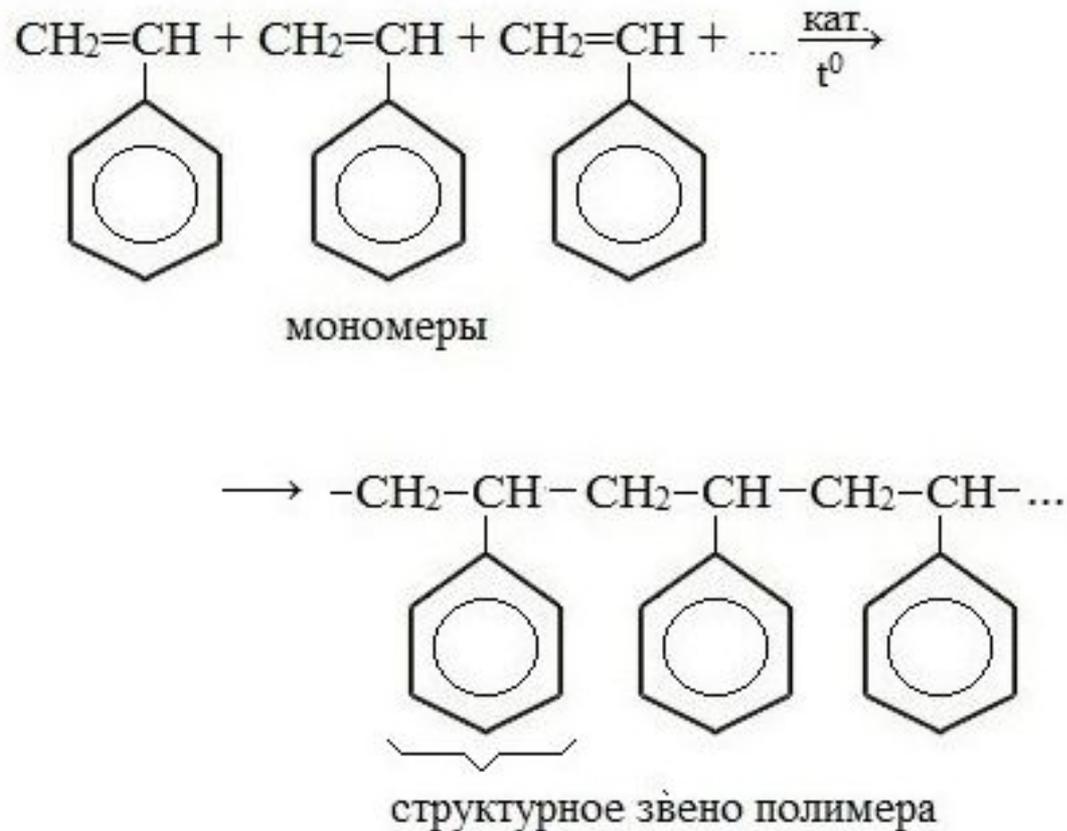


Структурное звено полимера (мономерное звено)
Группа атомов, многократно повторяющаяся в цепной макромолекуле, называется ее **структурным звеном**.



поливинилхлорид

Степень полимеризации (n)



число, которое показывает, сколько молекул мономеров соединяются в макромолекулу полимера.



Полимеры, встречающиеся в природе – органические вещества растительного (хлопок, шелк, натуральный каучук, целлюлоза и др.) и животного (кожа, шерсть и др.) происхождения, а также минеральные вещества (слюда, асбест, естественный графит, природный алмаз, кварц и др.).



Искусственные полимеры получают из природных полимеров путем их химической модификации. Одним из наиболее распространенных природных полимеров, который непрерывно регенерируется в процессе фотосинтеза, является целлюлоза.

Нитроцеллюлоза и ацетатцеллюлоза – продукты химической модификации целлюлозы – искусственные полимеры. Они растворимы в ацетоне, хлороформе и др. растворителях.

Эфиры целлюлозы используют для получения фотопленки и волокон.

Вискозная нить получается растворением природной целлюлозы в сероуглероде со щелочью с последующим ее выделением. Вискозная нить и целлюлоза природная имеют различную кристаллическую структуру, пластмасса целлулоид получается обработкой нитроцеллюлозы камфарой в присутствии спирта.

ИСКУССТВЕННЫЕ

НЕОРГАНИЧЕСКИЕ



Стекловолокно



Сапфир

ОРГАНИЧЕСКИЕ



Вискоза

Целлулоид



Синтетические полимеры получают из простых веществ путем химического синтеза. Основным преимуществом синтетических полимеров перед природными являются неограниченные запасы исходного сырья и широкие возможности синтеза полимеров с заранее заданными свойствами. Исходным сырьем для получения синтетических полимеров являются продукты химической переработки нефти, природного газа и каменного угля.



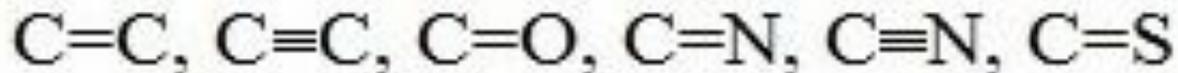
СИНТЕЗ ПОЛИМЕРОВ

Синтез полимеров из мономеров основан на реакциях двух типов: полимеризации и поликонденсации.

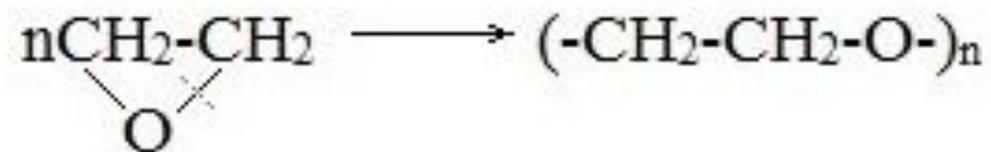
Полимеризация

Полимеризация — реакция образования высокомолекулярных соединений путем последовательного присоединения молекул мономера к растущей цепи. Элементный состав (молекулярные формулы) мономера и полимера **одинаков**. Реакции полимеризации идут в результате присоединения:

— **по кратным связям** (непредельные соединения, содержащие двойные или тройные связи):



— за счет раскрытия циклов:



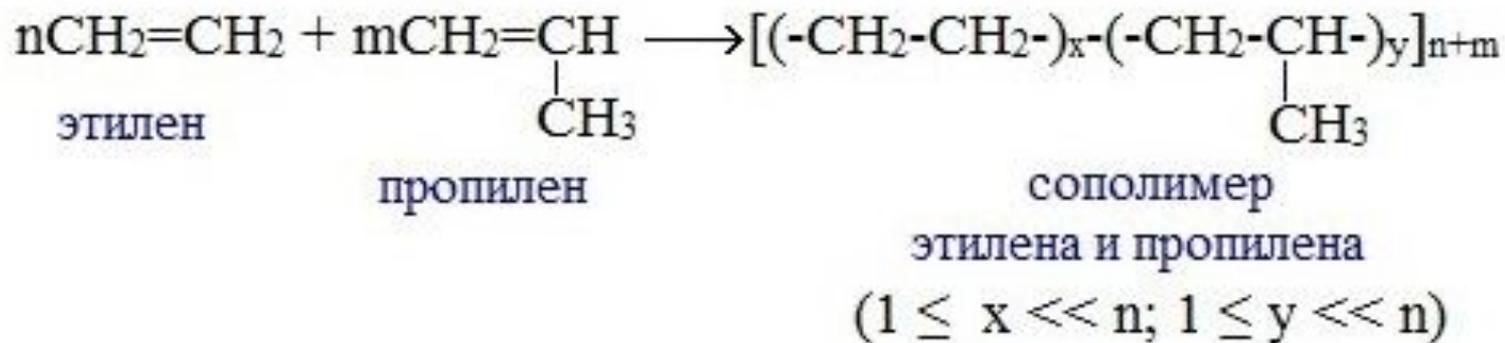
этиленоксид

полиэтиленоксид

Сополимеризация

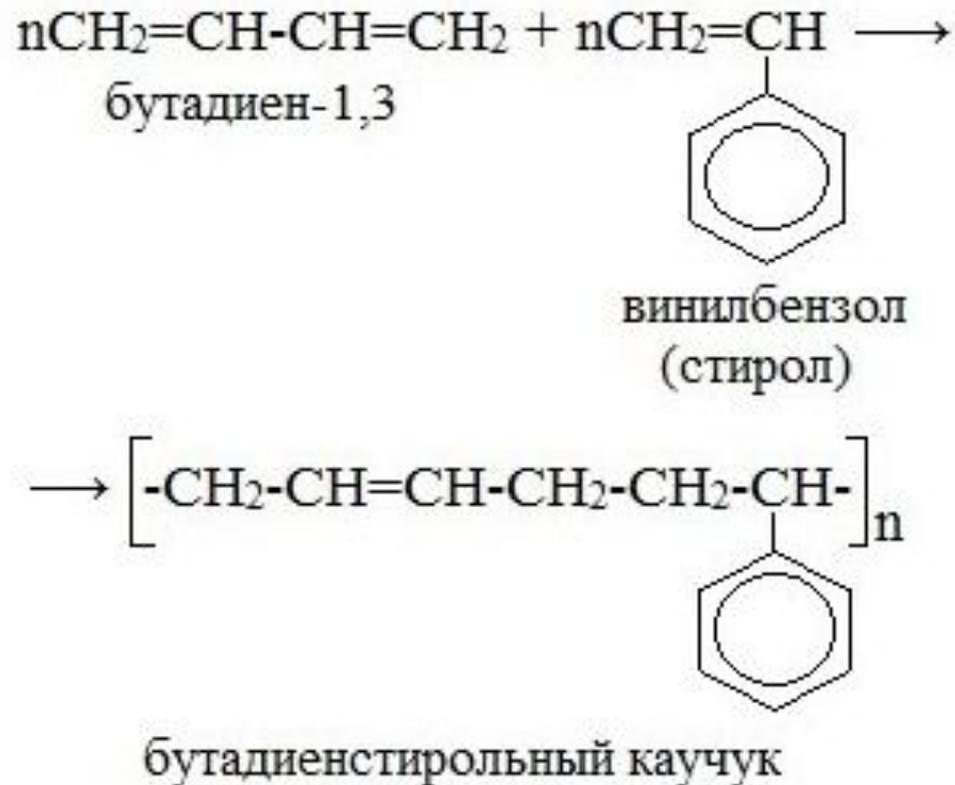
Процесс образования высокомолекулярных соединений при совместной полимеризации двух или более различных мономеров называют **сополимеризацией**.

Сополимеризация этилена с пропиленом:



Этилен-пропиленовые сополимеры применяются в производстве ударопрочных резино-технических изделий, для изоляции электропроводов и кабелей, в качестве гидроизоляционного и кровельного материала в строительстве, для гидроизоляции искусственных водоемов, как покрытие детских и спортивных площадок

Сополимеризация бутадиена и стирола:



Бутадиен-стирольный каучук отличается повышенной износостойкостью и применяется в шинной, резинотехнической, кабельной, обувной промышленности

Характерные признаки полимеризации

1. В основе полимеризации лежит реакция **присоединения**
2. Полимеризация является **цепным** процессом, т.к. включает стадии инициирования, роста и обрыва цепи.
3. Элементный состав (молекулярные формулы) мономера и полимера **одинаков**.

Поликонденсация

Поликонденсация — процесс образования высокомолекулярных соединений, протекающий по механизму замещения и сопровождающийся выделением побочных низкомолекулярных продуктов.

Поликонденсация является основным способом образования природных полимеров в естественных условиях.

Мономеры, способные к поликонденсации

В поликонденсацию могут вступать соединения, содержащие не менее **двух** функциональных групп, способных к химическому взаимодействию.

А) соединение с двумя разнородными функциональными группами:

аминокислоты	$\text{H}_2\text{N} - \text{R} - \text{COOH}$	→	полиамиды
оксикислоты	$\text{HO} - \text{R} - \text{COOH}$	→	полиэфиры;

Б) два соединения, каждое из которых содержит одинаковые функциональные группы, способные взаимодействовать с группами другой молекулы:

двухатомные спирты и двухосновные (дикарбоновые) кислоты:



диамины и двухосновные кислоты:

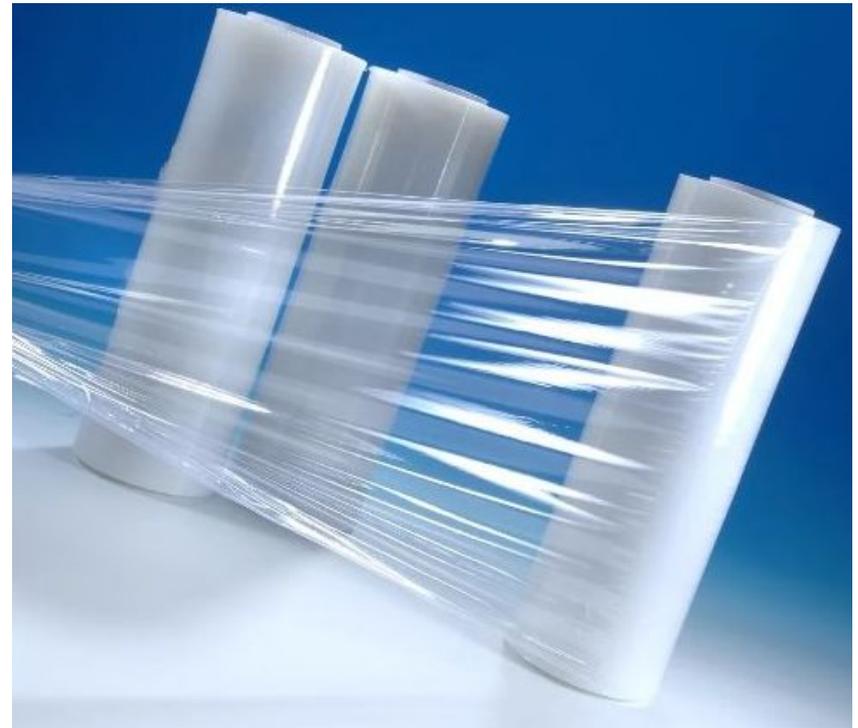


МАТЕРИАЛЫ

На основе полимеров получают *волокна, пленки, резины, лаки, клеи, пластмассы, композиционные материалы (композиты), ионообменные смолы (полиэлектролиты) и т.д.*

Волокна получают путем продавливания растворов или расплавов полимеров через тонкие отверстия (фильеры) в пластине с последующим затвердеванием. К волокнуобразующим полимерам относятся полиамиды, полиакрилонитрилы и др.

Полимерные пленки получают из расплавов полимеров методом продавливания через фильеры с щелевидными отверстиями или методом нанесения растворов полимеров на движущуюся ленту или методом каландрования полимеров. Пленки используют в качестве электроизоляционного и упаковочного материала, основы магнитных лент



Лаки — растворы пленкообразующих веществ в органических растворителях. Кроме полимеров лаки содержат вещества, повышающие пластичность (пластификаторы), растворимые красители, отвердители и др. Применяются для электроизоляционных покрытий, а также в качестве основы грунтовочного материала и лакокрасочных эмалей.



Клеи — композиции, способные соединять различные материалы вследствие образования прочных связей между их поверхностями и клеевой прослойкой. Синтетические органические клеи состоят на основе мономеров, олигомеров, полимеров или их смесей. В состав композиции входят отвердители, наполнители, пластификаторы и др.



Пластмассы — это материалы, содержащие полимер, который при формировании изделия находится в вязкотекучем состоянии, а при его эксплуатации — в стеклообразном.

Этилен $\text{CH}_2=\text{CH}_2$
Полиэтилен $(-\text{CH}_2-\text{CH}_2-)_n$

-трубы, шприцы, игрушки, пленки, пакеты



Винилхлорид $\text{CH}_2=\text{CH}-\text{Cl}$

Поливинилхлорид(ПВХ) $(-\text{CH}_2-\text{CH}-)_n\text{Cl}$

- Искусственная кожа, полы,
Клеенки, двери, трубы







Тетрафторэтен $\text{CF}_2=\text{CF}_2$
Тефлон $(-\text{CF}_2-\text{CF}_2-)_n$

-электроизоляторы, покрытия утюгов, сковород, атомная промышленность

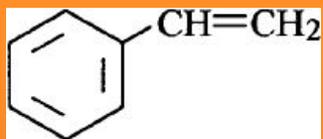




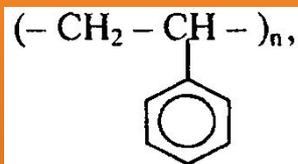
Пропен $\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CH}_3$
Полипропилен $(-\text{CH}_2-\text{CH}-)_n\text{CH}_3$
Трубы, вентили, упаковочная пленка,
ковры, медицинские приборы



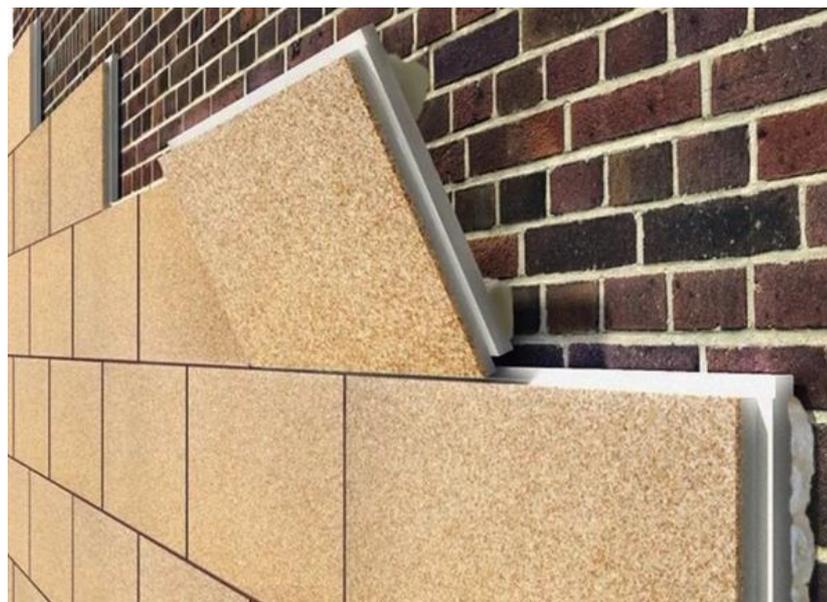
Стирол



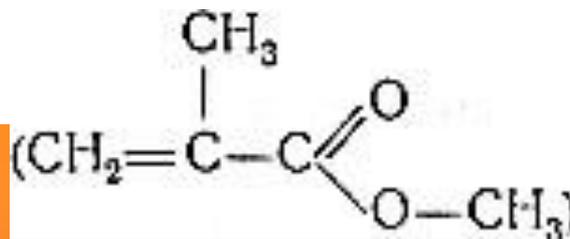
Полистирол



-посуда , игрушки , облицовочные материалы,
упаковочная пленка.

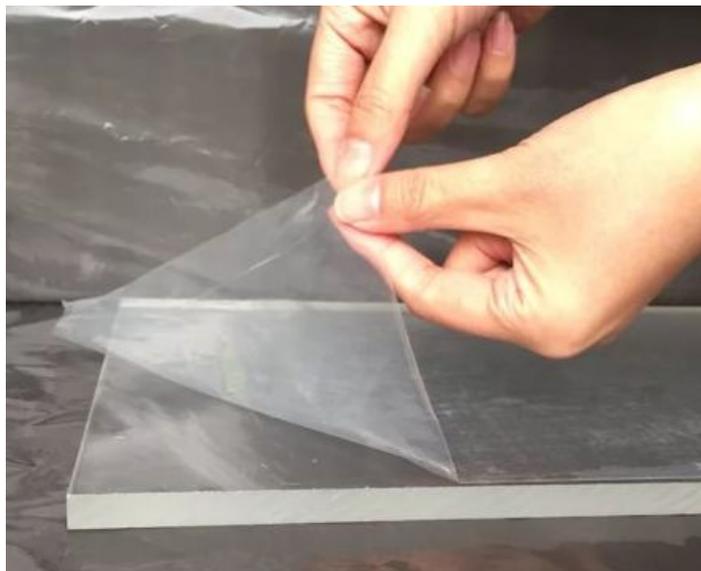
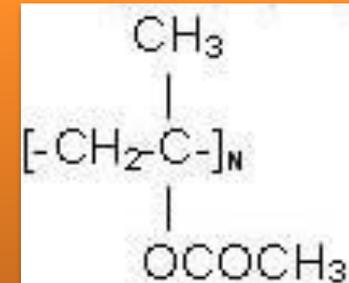


Метилметакрилат



Полиметилметакрилат

Орг. Стекло, листы, пленки, протезы, клей



Винилацетат
Поливинилацетат

Клеи, шпатлевки, обои, вододисперсионные краски



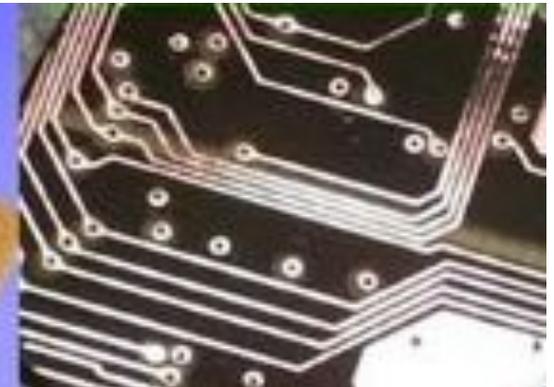
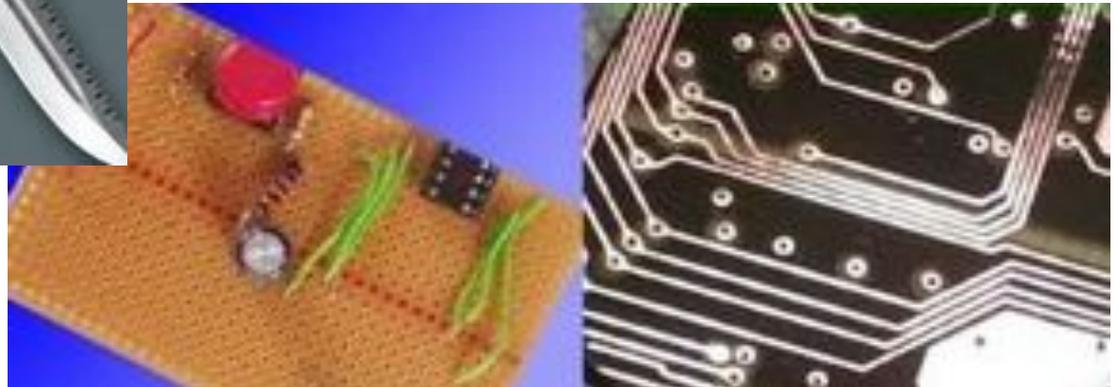


Фенол

Формальдегид

Фенолформальдегид

Бытовые приборы, корпуса аппаратуры, лаки, клей



Полимеры, получаемые реакцией полимеризации

ПОЛИМЕР			ПОЛИМЕР		
Название	Формула	Формула мономера	Название	Формула	Формула мономера
Полиэтилен	$(-\text{CH}_2-\text{CH}_2-)_n$	$\text{CH}_2=\text{CH}_2$	Полибутадиен	$(-\text{CH}_2-\text{CH}=\text{CH}-\text{CH}_2-)_n$	$\begin{array}{c} \text{CH}_2 \quad \text{CH}_2 \\ \backslash \quad / \\ \text{C}=\text{C} \\ / \quad \backslash \\ \text{CH} \quad \text{CH} \end{array}$
Полипропилен	$(-\text{CH}_2-\underset{\text{CH}_3}{\text{CH}}-)_n$	$\begin{array}{c} \text{CH}_2=\text{CH} \\ \\ \text{CH}_3 \end{array}$			
Полистирол (поливинилбензол)	$(-\text{CH}_2-\underset{\text{C}_6\text{H}_5}{\text{CH}}-)_n$	$\begin{array}{c} \text{CH}_2=\text{CH} \\ \\ \text{C}_6\text{H}_5 \end{array}$	Полиизопрен	$(-\text{CH}_2-\underset{\text{C}(\text{CH}_3)=\text{CH}}{\text{CH}}-\text{CH}_2-)_n$	$\begin{array}{c} \text{CH}_2 \quad \text{CH}_2 \\ \backslash \quad / \\ \text{C}=\text{C} \\ / \quad \backslash \\ \text{CH} \quad \text{CH} \\ \\ \text{CH}_3 \end{array}$
Поливинилхлорид	$(-\text{CH}_2-\underset{\text{Cl}}{\text{CH}}-)_n$	$\begin{array}{c} \text{CH}_2=\text{CH} \\ \\ \text{Cl} \end{array}$	Полихлоропрен	$(-\text{CH}_2-\underset{\text{Cl}}{\text{C}=\text{CH}}-\text{CH}_2-)_n$	$\begin{array}{c} \text{CH}_2 \quad \text{CH}_2 \\ \backslash \quad / \\ \text{C}=\text{C} \\ / \quad \backslash \\ \text{CH} \quad \text{CH} \\ \\ \text{Cl} \end{array}$
Тефлон	$(-\text{CF}_2-\text{CF}_2-)_n$	$\text{CF}_2=\text{CF}_2$			
Полиметилметакрилат	$(-\text{CH}_2-\underset{\text{C}(\text{CH}_3)=\text{O}-\text{CH}_3}{\text{C}}-)_n$	$\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ \\ \text{CH}_2=\text{C} \\ \\ \text{C}=\text{O} \\ \\ \text{O}-\text{CH}_3 \end{array}$	Бутадиен-стирольный каучук (СКС)	$(-\text{CH}_2-\text{CH}=\text{CH}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\underset{\text{C}_6\text{H}_5}{\text{CH}}-)_n$	сополимер бутадиена и стирола

Полимеры, получаемые реакцией поликонденсации

ПОЛИМЕР		Формулы мономеров
Название	Формула	
Лавсан	$\left[-O-CH_2CH_2-O-\overset{\text{O}}{\parallel}{C}-\text{C}_6\text{H}_4-\overset{\text{O}}{\parallel}{C}- \right]_n$	$HO-CH_2CH_2-OH + HO-\overset{\text{O}}{\parallel}{C}-\text{C}_6\text{H}_4-\overset{\text{O}}{\parallel}{C}-OH$
Капрон (полиамид-6)	$\left[-NH-(CH_2)_5-\overset{\text{O}}{\parallel}{C}- \right]_n$	$\begin{array}{l} CH_2-CH_2-CH_2-\overset{\text{O}}{\parallel}{C}- \\ \\ CH_2-CH_2-NH-\overset{\text{O}}{\parallel}{C}- \end{array} \quad \begin{array}{l} NH_2-(CH_2)_5-\overset{\text{O}}{\parallel}{C}-OH \\ \text{(полимеризация)} \quad \text{(поликонденсация)} \end{array}$
Найлон (полиамид-6,6)	$\left[-NH-(CH_2)_6-NH-\overset{\text{O}}{\parallel}{C}-(CH_2)_4-\overset{\text{O}}{\parallel}{C}- \right]_n$	$NH_2-(CH_2)_6-NH_2 + HO-\overset{\text{O}}{\parallel}{C}-(CH_2)_4-\overset{\text{O}}{\parallel}{C}-OH$
Фенол-формальдегидные смолы	$\left[\text{C}_6\text{H}_3(\text{OH})_2-CH_2- \right]_n$ новопак, резол	$\text{C}_6\text{H}_5\text{OH} + \text{H}_2\text{C}=\text{O}$
	$\left[\text{C}_6\text{H}_3(\text{OH})_3-CH_2- \right]_n$ резит	

Каучуки

Изопрен
Натуральный каучук
Цис-строения-
Производство обуви
Шины
Игрушки, шланги,
Ленты

Изопрен
Натуральный каучук
транс-строения
мячи для гольфа



Бутадиен-1,3

Дивинил

Дивиниловый

Производство шин, резиновой обуви,
транспортных лент, шлангов



Бутадиен-1,3 и стирол

Бутадиен-стирольный

Производство шин, резиновой обуви, транспортерных лент, шлангов

Хлоропрен Хлоропреновый

Устойчив к действию агрессивных сред : шланги,
шины



<u>ВЕЩЕСТВО</u>	<u>ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ</u>
А) аммиак	1) получение капрона
Б) метан	2) в качестве топлива
В) изопрен	3) получение каучука
Г) этилен	4) производство удобрений
	5) получение пластмасс

Из предложенного перечня веществ выберите два, при полимеризации которых образуется каучук:

- 1) метилбутен-2
- 2) бутадиен-1,3
- 3) пропилен
- 4) хлоропрен
- 5) пентадиен-1,4

Установите соответствие между полимером и мономером, используемым для его получения: к каждой позиции, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию, обозначенную цифрой.

<u>ПОЛИМЕР</u>	<u>МОНОМЕР</u>
А) синтетический каучук	1) винилбензол
Б) поливинилхлорид	2) хлорэтен
В) полистирол	3) бутадиен-1,3
Г) изопреновый каучук	4) хлорпропен
	5) 2-метилбутадиен-1,3

Установите соответствие между схемой превращения вещества и названием химического процесса, лежащего в основе этого превращения: к каждой позиции, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию, обозначенную цифрой.

СХЕМА ПРЕВРАЩЕНИЯ

НАЗВАНИЕ ПРОЦЕССА

А) целлюлоза → глюкоза

Б) пропен → полипропилен

В) аминокислота → полипептид

Г) бутадиен-1,3 → каучук

1) полимеризация

2) поликонденсация

3) гидролиз

4) гидратация

5) тримеризация

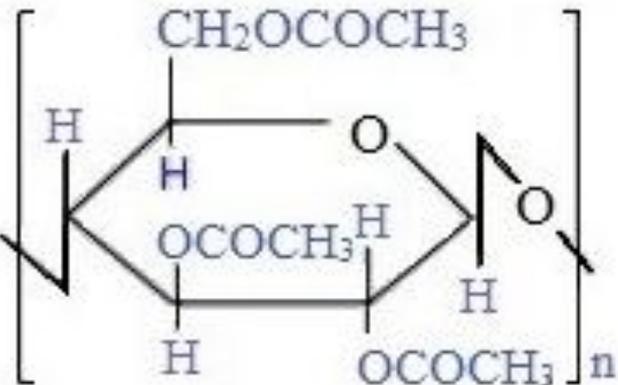
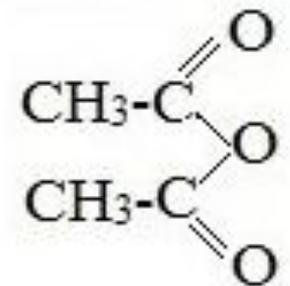
ВОЛОКНА



Искусственные волокна – продукты химического переработки высокомолекулярных природных веществ (целлюлозы, природного каучука, белков).

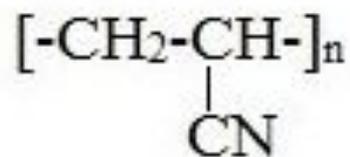
Синтетические волокна – вырабатываемые из синтетических полимеров (полиамидного, полиэфирного, полиакрилонитрильного и поливинилхлоридного волокон).



Волокно. Химическая формула	Исходное вещество
<p align="center">Хлопковое волокно (C₆H₁₀O₅)_n</p>	<p align="center">хлопок</p>
<p align="center">Вискозное волокно (C₆H₁₀O₅)_n</p>	<p align="center">древесина целлюлоза</p>
<p align="center">Ацетатное волокно</p>  <p align="center">триацетатное</p>	<p>(C₆H₁₀O₅)_n – хлопковая или древесная целлюлоза и ангидрид уксусной кислоты</p> 

Нитрон

(полиакрилонитрильное
волокно)



сополимер

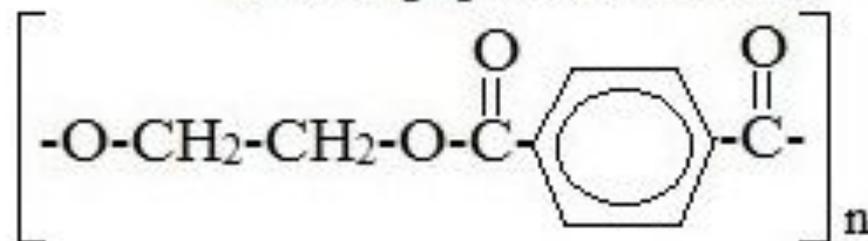
акрилонитрила
 $\text{CH}_2=\text{CHCN}$

метилметакрилата
 $\text{CH}_2=\text{C}(\text{CH}_3)\text{COOCH}_3$
и

итакановой кислоты
 $\text{CH}_2=\text{C}(\text{COOH})\text{CH}_2\text{COOH}$

Лавсан

(полиэтилентерефталат)
(полиэфирное волокно)



этиленгликоль

$\text{HO-CH}_2\text{CH}_2\text{-OH}$

и

двухосновная кислота -
терефталевая

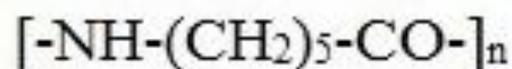
(1,4-бензолдикарбоновая)

$\text{HOOC-C}_6\text{H}_4\text{-COOH}$

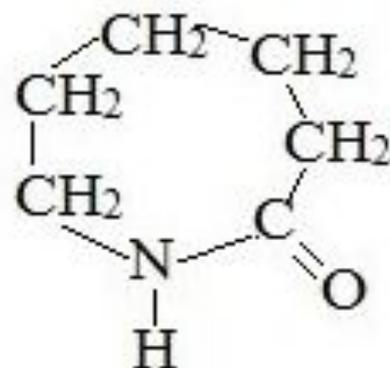
Капрон

(полиамид-6)

(полиамидное волокно)



капролактam

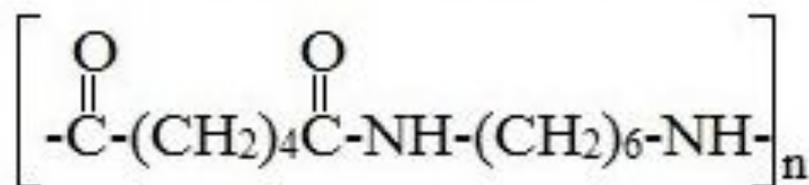


ε-капролактam

Найлон

(анид, полиамид-6,6)

(полиамидное волокно)



адипиновая кислота
 $\text{HOOC}-(\text{CH}_2)_4-\text{COOH}$

и

гексаметилендиамин
 $\text{H}_2\text{N}-(\text{CH}_2)_6-\text{NH}_2$

Установите соответствие между веществом и реакцией, которая лежит в основе его получения: к каждой позиции, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию, обозначенную цифрой.

<u>ВЕЩЕСТВО</u>	<u>РЕАКЦИЯ</u>
А) фенолформальдегидная смола	1) полимеризации
Б) синтетический каучук	2) поликонденсации
В) лавсан	

Установите соответствие между названием полимера и его характеристикой: к каждой позиции, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию, обозначенную цифрой.

<u>ВЕЩЕСТВО</u>	<u>ХАРАКТЕРИСТИКА</u>
А) силикон	1) природный полимер, построенный из остатков аминокислот, соединенных пептидной связью
Б) целлюлоза	2) важный элемент клетки, обеспечивающий хранение и передачу наследственной информации в живых организмах
В) капрон	3) синтетический полимер с высокой эластичностью, используемый в производстве одежды
Г) белок	4) химически инертный полимер с хорошими электроизоляционными свойствами
	5) природный полимер, основной компонент древесины

Установите соответствие между названием полимера и его формулой: к каждой позиции, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию, обозначенную цифрой.

<u>НАЗВАНИЕ ПОЛИМЕРА</u>	<u>ФОРМУЛА ПОЛИМЕРА</u>
А) тефлон	1) $\{CH_2-CH_2\}_n$
Б) капрон	2) $\left[HN(CH_2)_5\overset{\overset{O}{ }}{C}\right]_n$
В) полиэтилен	3) $\{CH_2-\underset{\text{C}_6\text{H}_5}{\text{CH}}\}_n$
Г) полистирол	4) $\{CF_2-CF_2\}_n$
	5) $\{CH_2-\underset{\text{CH}_3}{\text{C}}=CH-CH_2\}_n$

Установите соответствие между структурным звеном полимера и названием этого полимера: к каждой позиции, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию, обозначенную цифрой.

<u>СТРУКТУРНОЕ ЗВЕНО</u>	<u>НАЗВАНИЕ ПОЛИМЕРА</u>
А) $-\text{CH}_2-\text{CH}(\text{C}_6\text{H}_5)-$	1) тефлон
Б) $-\text{CH}_2-\text{CHCl}-$	2) поливинилхлорид
В) $-\text{NH}-(\text{CH}_2)_5-\text{CO}-$	3) капрон
Г) $-\text{CF}_2-\text{CF}_2-$	4) полистирол
	5) фенолформальдегидная смола

Установите соответствие между названием волокна и его типом: к каждой позиции, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию, обозначенную цифрой.

<u>НАЗВАНИЕ ВОЛОКНА</u>	<u>ТИП ВОЛОКНА</u>
А) хлопок	1) синтетическое
Б) нейлон	2) искусственное
В) вискоза	3) натуральное
Г) капрон	4) стекловолокно
	5) неорганическое

Установите соответствие между названием высокомолекулярного соединения и типом высокомолекулярных соединений, к которому его можно отнести: к каждой позиции, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию, обозначенную цифрой.

<u>НАЗВАНИЕ СОЕДИНЕНИЯ</u>	<u>ТИП СОЕДИНЕНИЯ</u>
А) ацетатный шёлк	1) синтетическое
Б) дивиниловый каучук	2) искусственное
В) ДНК	3) природное
Г) вискоза	4) стекловолокно
	5) неорганическое