



Полимеры

Материал к уроку химии

в 11 классе

УМК О.С. Габриеляна

Определение полимеров

- **ПОЛИМЕРЫ** (от поли... и греч. μέρος — доля, часть), вещества, молекулы которых (макромолекулы) состоят из большого числа повторяющихся звеньев; молекулярная масса полимеров может изменяться от нескольких тысяч до многих миллионов.
- Термин «полимеры введен **Й. Я. Берцелиусом** в 1833.



**Композиционные
материалы**

Пленки

Лаки

Клеи

**Твердое
топливо**

Каучуки

Волокна

Пластмассы

**Ионообменные
смолы**

ПОЛИМЕРЫ

Изделия из пластмасс

Пластмассовые изделия в электроэнергетике:



Производство медицинских приборов и бытовой техники



в автомобилестроении



Изделия из искусственных и синтетических волокон



Резина (каучук)



Политетрафторэтилен



Электроизоляционные и строительные изделия (пвх)



Электроизоляционные материалы (полиэтиленовые волокна)

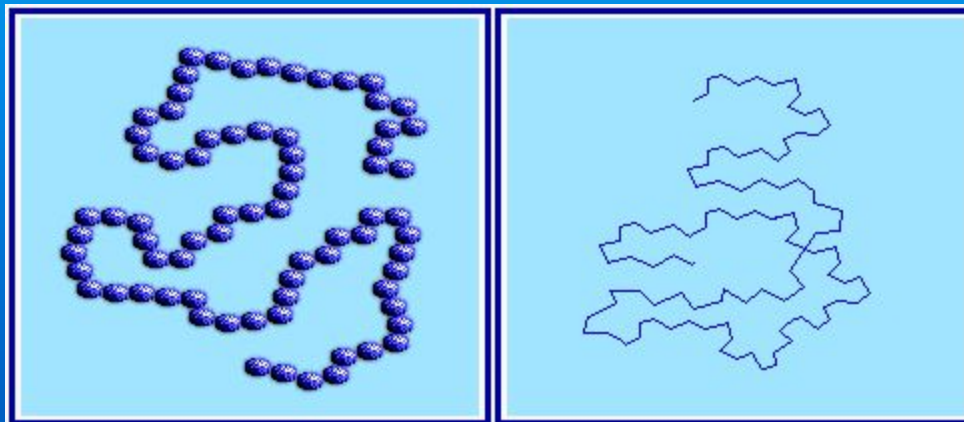


Молекула полимера называется

макромолекулой

(от греч. "макрос" - большой, длинный).

Молекулярная масса макромолекул достигает десятков - сотен тысяч (и даже миллионов) атомных единиц.



Полимеры



**Молекулярная
масса**

Молекулярные массы некоторых полимеров

Полиэтилен	20.000 - 3.000.000 (Зависит от способа получения)
Полипропилен	80.000 - 200.000
Поливинилхлорид	300.000 - 400.000
Полистирол	50.000 - 300.000

Прочитайте материал на стр. 90-91

1) Полимеры
(по происхождению)

```
graph TD; A["1) Полимеры ( по происхождению)"] --- B["Природные (биополимеры)"]; A --- C["Искусственные"]; A --- D["Синтетические"];
```

Природные
(биополимеры)

Искусственные

Синтетические

ОСНОВНЫЕ ТИПЫ БИОПОЛИМЕРОВ

НУКЛЕИНОВЫЕ
КИСЛОТЫ
(ДНК, РНК)

БЕЛКИ
ПОЛИ-
ПЕПТИДЫ

ПОЛИСАХАРИДЫ
(целлюлоза,
крахмал, гликоген)

ПОЛИИЗОПРЕНЫ
(натуральный каучук,
гуттаперча и др.)

Изделия из природных волокон



одежда из шелка



одежда из хлопка



шерстяное изделие

Натуральный каучук



каучук



Гевея. Извлечение натурального каучука

Классификация

- По происхождению полимеры делят на:
 - 1) **природные**, или **биополимеры** (напр., белки, нуклеиновые кислоты, натуральный каучук),
 - 2) **синтетические** (напр., полиэтилен, полиамиды, эпоксидные смолы), получаемые методами полимеризации и поликонденсации.
- По форме молекул различают:
 - 1) **линейные**,
 - 2) **разветвленные**
 - 3) **сетчатые**
- По природе:
 - 1) **органические**,
 - 2) **элементоорганические**,
 - 3) **неорганические**

Строение

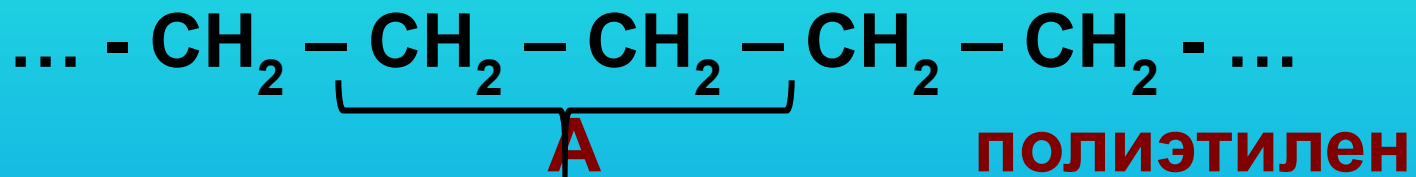
- ПОЛИМЕРЫ - вещества, молекулы которых состоят из большого числа структурно повторяющихся звеньев — мономеров.
- Молекулярная масса достигает 10^6 , а геометрические размеры молекул могут быть настолько велики, что растворы этих веществ по свойствам приближаются к коллоидным системам.

Строение

- **По строению макромолекулы**
 - 1) **линейные**, схематически обозначаемые -А-А-А-А-А-, (например, каучук натуральный);
 - 2) **разветвленные**, имеющие боковые ответвления (например, амилопектин);
1) и 2) - образованы длинными макромолекулами, которые стремятся свернуться в спирали и клубочки (ДНК, белки, ФФС, ПВХ) или имеют структуру пачки
 - 3) **сетчатые или сшитые**, если соседние макромолекулы соединены поперечными химическими связями (например, отвержденные эпоксидные смолы).
- Сильно сшитые полимеры нерастворимы, неплавки и неспособны к высокоэластическим деформациям.

По виду исходного мономера

- **Гомополимеры** (исходные молекулы мономера одинаковы А-А-А)



- **Гетерополимеры**, или сополимеры (исходные молекулы веществ разные А и В)



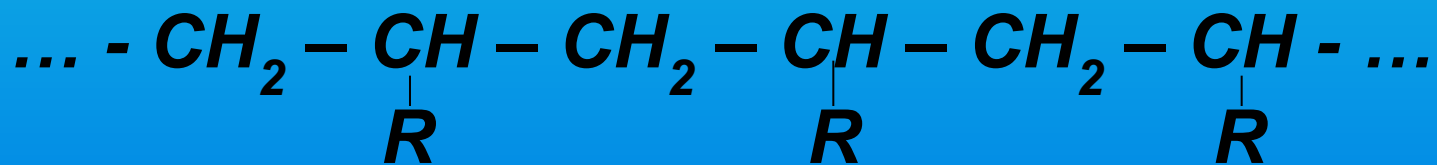
Классификация

- Полимеры линейные и разветвленные образуют класс **термопластических** полимеров или **термопластов**, а пространственные — класс **термореактивных** полимеров или **реактопластов**.

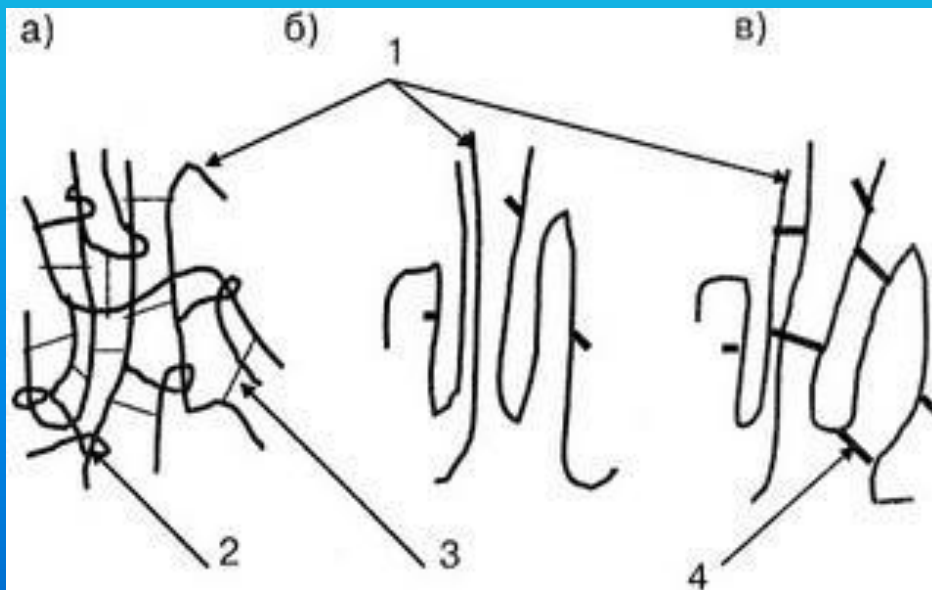
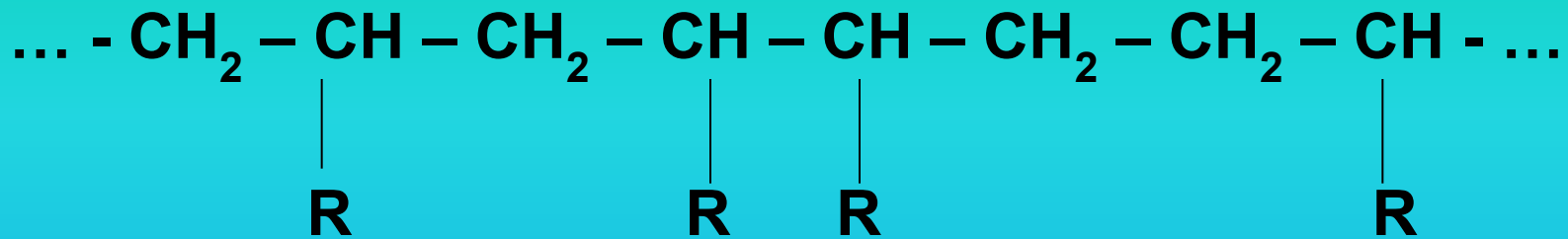
Регулярное строение полимера «голова к хвосту» и «голова к голове»



Записать структуру по типу «голова-хвост» и «голова-голова»



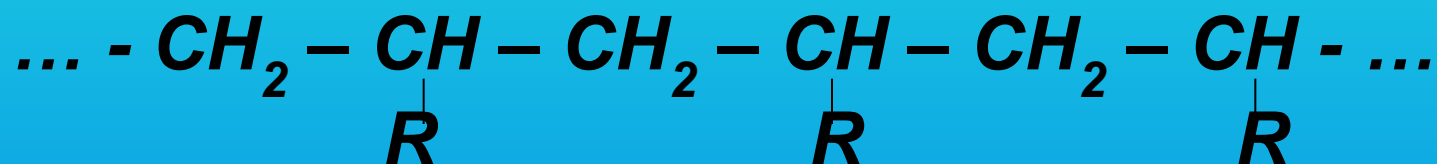
Нерегулярное строение



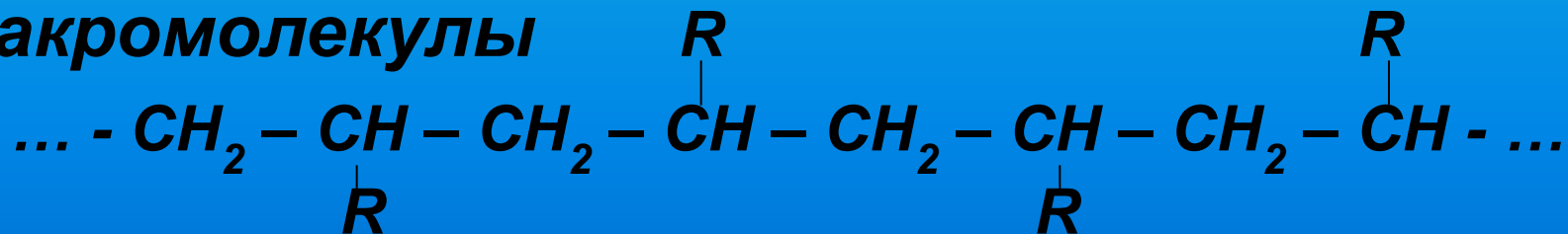
Сополимеры	Структура
$\text{ЭО}_{n/2} \text{ПО}_m \text{ЭО}_{n/2}$	
$\text{ЭО}_{n/2} \text{ПО}_m \text{ЭО}_{n/2}$	
$\text{ПО}_m \text{ПГ}_n$	
$\text{C}_m \text{H}_{2m+1} \text{ПГ}_n$	
$\text{C}_m \text{H}_{2m+1} \text{ЭО}_{n/2}$	

Стереорегулярные полимеры

- **Изотактические** – заместители располагаются по одну сторону от главной цепи

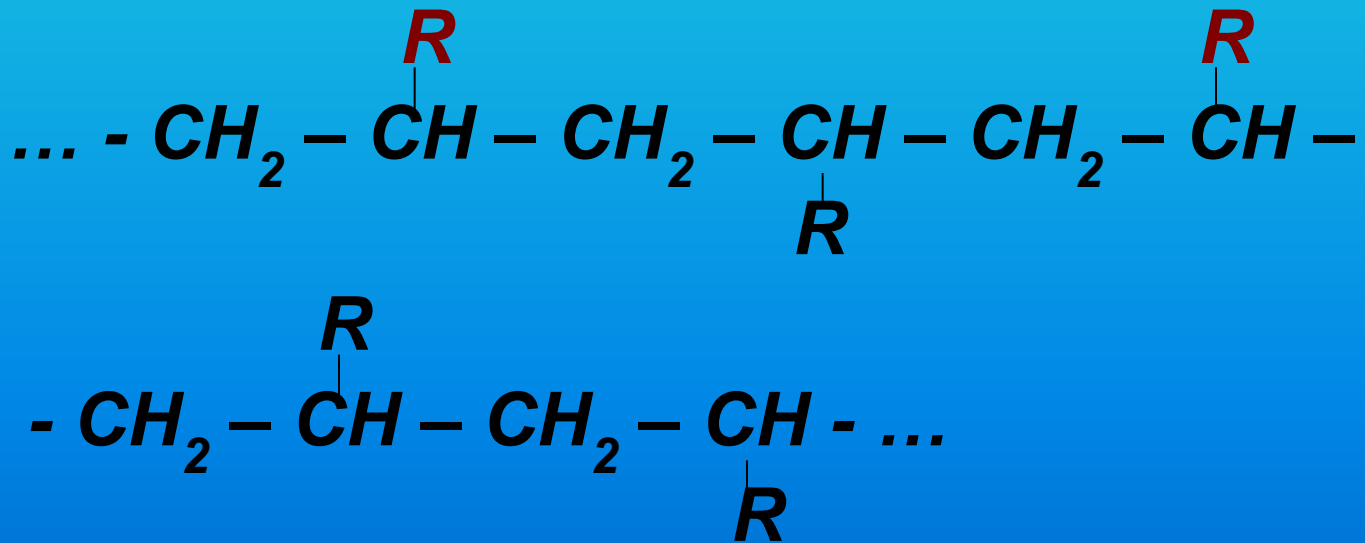


- **Синдиотактические** – заместители располагаются по разные стороны цепи макромолекулы



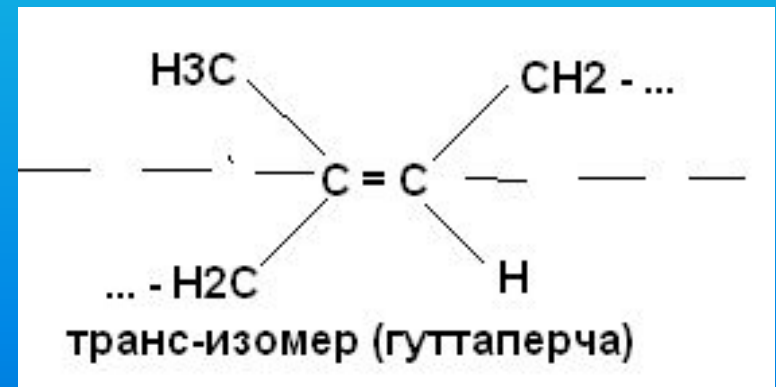
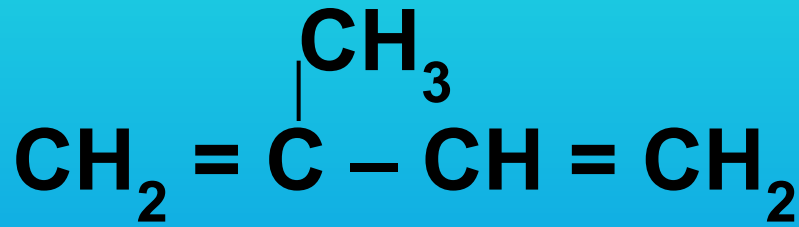
Нестереорегулярные полимеры

- **Атактические (неритмичные)** – заместители располагаются беспорядочно относительно макромолекулярной цепи



Значение стереорегулярности

- **Эластичность веществ (например, каучуков)** **изопрен**



Неупорядоченное чередование цис- и транс-звеньев в синтетическом бутадиеновом каучуке, полученном по методу С.В.Лебедева, явилось причиной более низкой эластичности этого каучука по сравнению с натуральным

Регулярность сополимеров

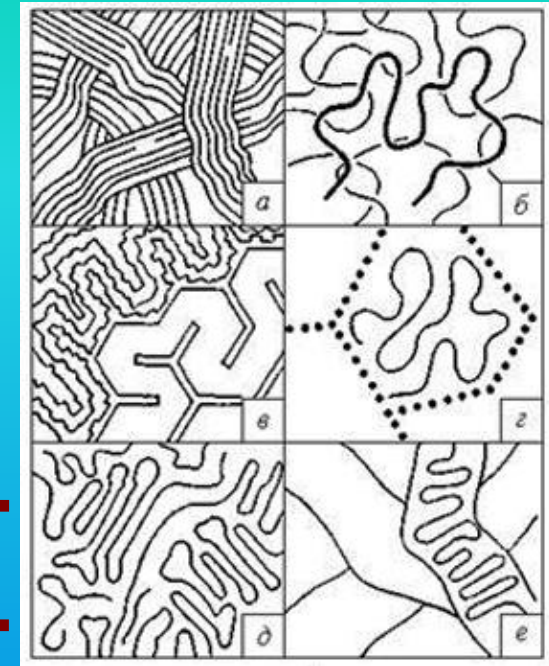
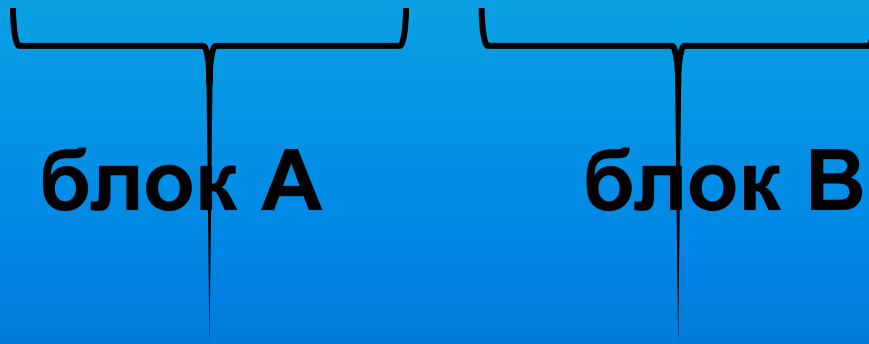
- **Нерегулярное строение**

... - **A - B - A - A - B** - ...

- **Регулярное строение**

... - **A - B - A - B - A - B** - ...

... - **A - A - A - B - B - B** - ...



блок-сополимер



Температуры стеклования и плавления некоторых полимеров, °С

Полимер	Температура стеклования	Температура плавления
Силиконы	-123	-
Полиэтилен	-90	135
1,4-цис-полиизопрен (натур. каучук)	-68	Разл. 200
1.4-транс-полиизопрен (гуттаперча)	-60	70
Изотактический полипропилен	-15	176
Поливинилацетат	28	-
Капрон	50	225
Поливинилхлорид	90	-
Шелк	162	250
Целлюлоза	225	-

Свойства полимеров

- Способность к деформации.
Полимер при этом может находиться в трех состояниях:
 - 1) стеклообразном
 - 2) высокоэластичном
 - 3) вязкотекучем«Все течет, все изменяется» ()

Свойства полимеров

- **Плавление** (термопластичные и терморезистивные полимеры)
- **Растворение полимеров** (гидрофильные и гидрофобные)

Значение гидрофильных полимеров:

- Производство бумаги
- Изготовление оболочек таблеток
- Основа кремов, лосьонов, загустители вододисперсионных красок
- Агенты для обогащения нефти
- Заменители плазмы крови
- В составе клеев и лаков
- Изготовление пленок, покрытий
- Формовка волокон и нитей

Свойства полимеров

- **Пластификация полимеров** (при добавлении низкомолекулярных веществ увеличивается пластичность материала, понижается температура стеклования, повышается мягкость и эластичность материалов)
- **Наполнение полимеров** (сажа, каолин, опилки, коллоидная кремниевая кислота и др. – понижается плотность, повышается прочность полимеров)
- **Накопление статического электричества**
- **Вспенивание полимеров** (содержат газ в пустотах – сотах – по всему объему материала)
- **Структурирование полимеров** (вулканизация у каучуков, дублирование у белков, отверждение у смол)

Полимеры

Природные

Химические

Минеральные

Растительные

Животные

1. Минералы
2. Горные породы
3. Вещества атомной структуры
4. Волокно асбест

1. Белки
2. Полисахариды
3. Нуклеиновые кислоты
4. Волокна

Синтетические
(полимеризация,
поликонденсация НМС)

Искусственные
(переработка ВМС)

1. Волокна
2. Каучуки

Природные волокна



шелк



шерсть



хлопок



лен

состоят из молекул белков

состоят из молекул целлюлозы

Химические волокна

искусственные волокна
(производят из природных полимеров)

синтетические волокна
(производят из синтетических полимеров)



**ацетатное
волокно**



**вискозное
волокно**



нейлон

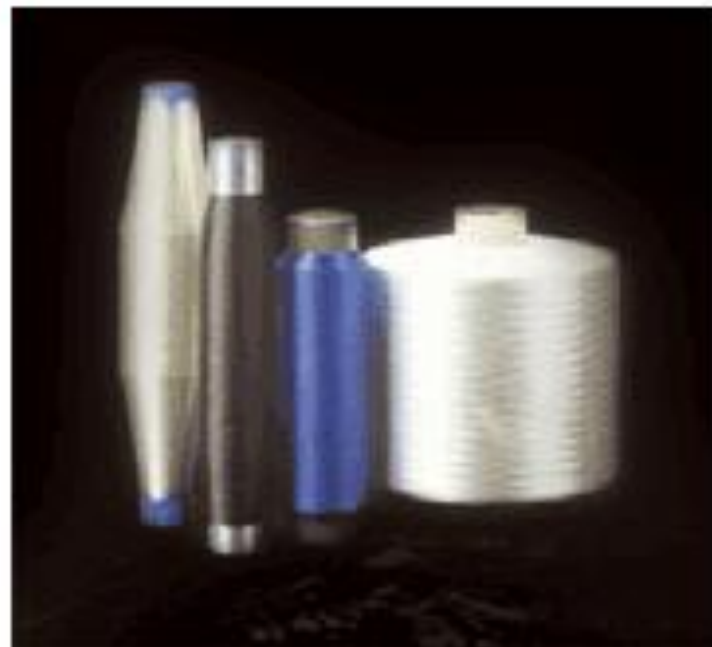


капрон



спандекс

Синтетические волокна: лавсан





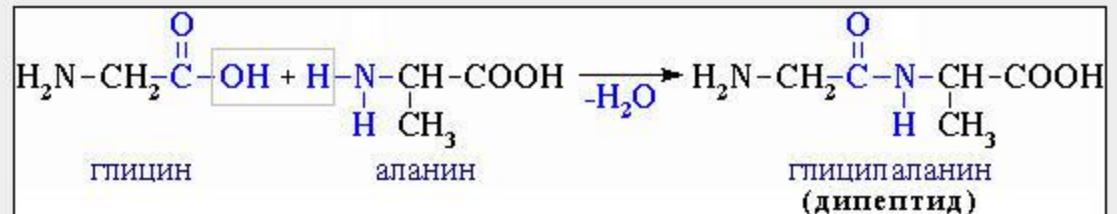
2) Полимеры (по химическому составу)

гомополимеры

Содержат одинаковые мономерные звенья

гетерополимеры

Содержат разные мономерные звенья



3) Полимеры (по пространственному строению)

Стереорегулярные

Звенья чередуются с определенной последовательностью:
А-А-В-В-А-А-В-В-

Нестереорегулярные

Произвольное чередование звеньев:
А-В-А-А-А-В-В-А-В-В-

4)

Классификация
полимеров



По отношению
к нагреванию



Термопластичные

Обратимо твердеют и
размягчаются



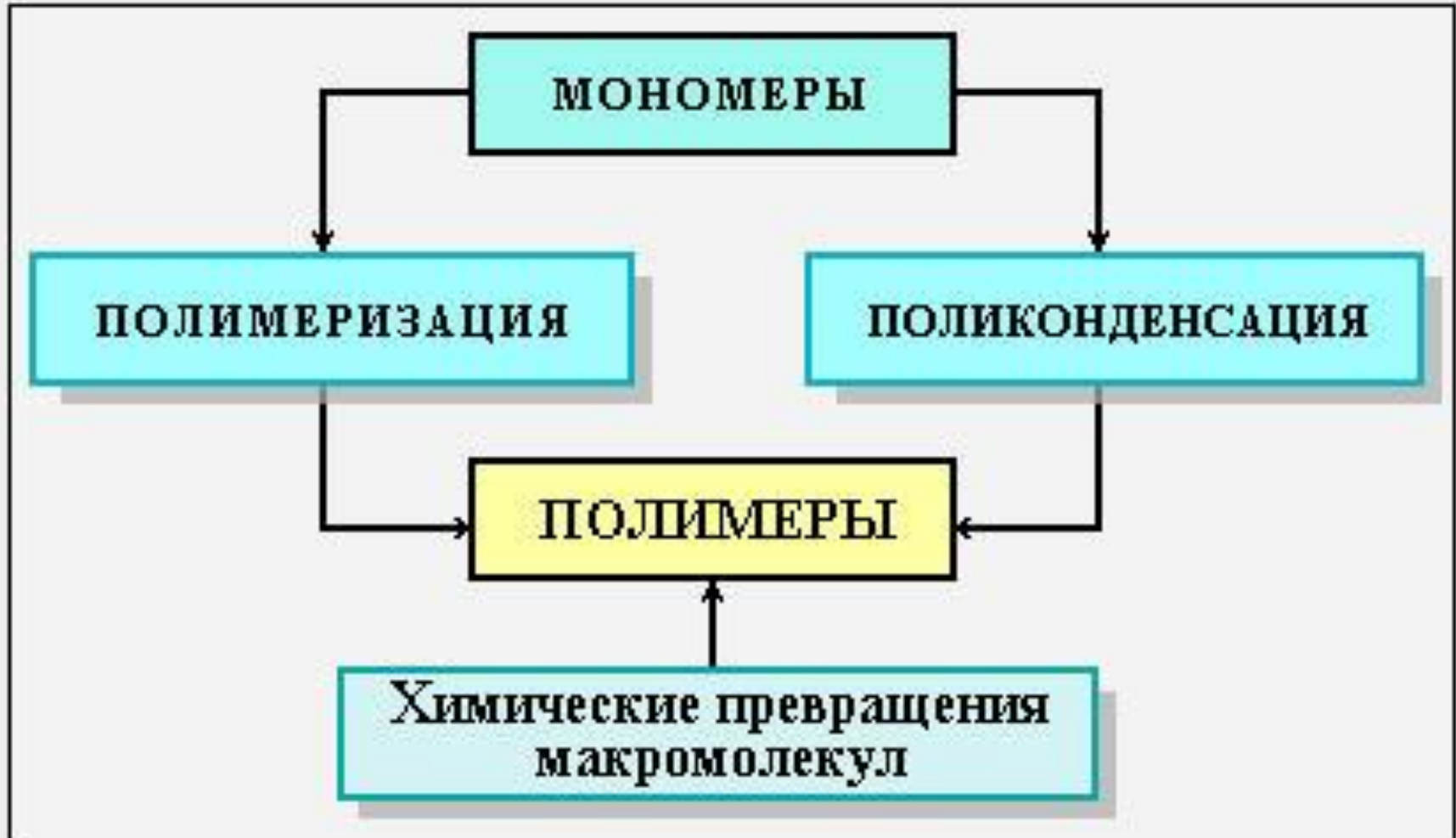
Терморреактивные

При температуре утрачивают
способность переходить в
вязкое состояние

Классы гетероцепных полимеров

Группа	Формула	Класс полимеров
Простая эфирная	$-O-C-O-$	Простые полиэфиры
Сложная эфирная	$-O-C-\begin{matrix} O \\ \end{matrix}-$	Сложные полиэфиры
Амидная	$-C-NH-\begin{matrix} O \\ \end{matrix}-$	Полиамиды
Уретановая	$-O-C-NH-\begin{matrix} O \\ \end{matrix}-$	Полиуретаны
Ангидридная	$-C-\begin{matrix} O \\ \end{matrix}-$	Полиангидриды
Ацетальная	$-C-O-\begin{matrix} O \\ \end{matrix}-$	Полиацетали

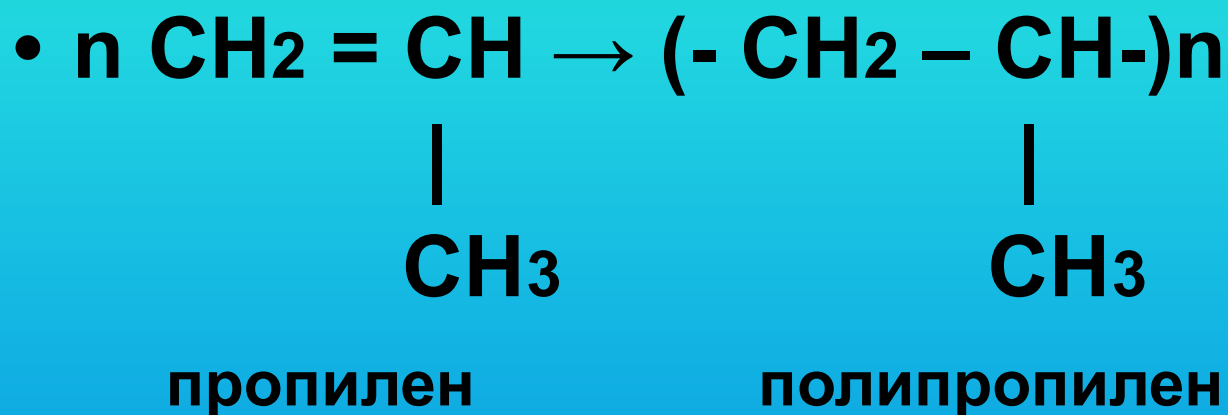
Полимеры получают двумя способами:



Реакция полимеризации

- *Реакцию образования полимера из мономера называют **полимеризацией**.*
- В процессе полимеризации вещество может переходить из газообразного или жидкого состояния в состояние весьма густой жидкости или твердое.
- Реакция полимеризации не сопровождается отщеплением каких-либо низкомолекулярных побочных продуктов.
- При полимеризации полимер и мономер характеризуются одинаковым элементарным составом.

Получение полипропилена



Выражение в скобках называют **структурным звеном**, а число **n** в формуле полимера – **степенью полимеризации**.

Важнейшие полимеры, получаемые реакцией полимеризации

ПОЛИМЕР		Формула мономера	ПОЛИМЕР		Формула мономера
Название	Формула		Название	Формула	
Полиэтилен	$(-\text{CH}_2-\text{CH}_2-)_n$	$\text{CH}_2=\text{CH}_2$	Полибутадиен	$(-\text{CH}_2-\text{CH}=\text{CH}-\text{CH}_2-)_n$	$\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CH}=\text{CH}_2$
Полипропилен	$(-\text{CH}_2-\underset{\text{CH}_3}{\text{CH}}-)_n$	$\text{CH}_2=\underset{\text{CH}_3}{\text{CH}}$		Полиизопрен	$(-\text{CH}_2-\underset{\text{CH}_3}{\text{C}}=\text{CH}-\text{CH}_2-)_n$
Полистирол (поли- винилбензол)	$(-\text{CH}_2-\underset{\text{C}_6\text{H}_5}{\text{CH}}-)_n$	$\text{CH}_2=\underset{\text{C}_6\text{H}_5}{\text{CH}}$	Полихлоропрен		$(-\text{CH}_2-\underset{\text{Cl}}{\text{C}}=\text{CH}-\text{CH}_2-)_n$
Поливинил- хлорид	$(-\text{CH}_2-\underset{\text{Cl}}{\text{CH}}-)_n$	$\text{CH}_2=\underset{\text{Cl}}{\text{CH}}$		Бутадиен- стирольный каучук (СКС)	$(-\text{CH}_2-\underset{\text{CH}=\text{CH}-\text{C}_6\text{H}_5}{\text{CH}_2-\text{CH}_2-)_n$
Тефлон	$(-\text{CF}_2-\text{CF}_2-)_n$	$\text{CF}_2=\text{CF}_2$	Бутадиен- стирольный каучук (СКС)		$(-\text{CH}_2-\underset{\text{CH}=\text{CH}-\text{C}_6\text{H}_5}{\text{CH}_2-\text{CH}_2-)_n$
Полиметил- метакрилат	$(-\text{CH}_2-\underset{\text{C}(=\text{O})\text{OCH}_3}{\overset{\text{CH}_3}{\text{C}}}-)_n$	$\text{CH}_2=\underset{\text{C}(=\text{O})\text{OCH}_3}{\overset{\text{CH}_3}{\text{C}}}$			

Важнейшей реакцией непредельных углеводородов является реакция полимеризации – соединение молекул углеводородов друг с другом с образованием длинных цепей.



Полимеризация этилена



Мономер

Структурное звено

Степень
полимеризации

ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ

Полимер

Макромолекула

Мономер

Структурное
звено

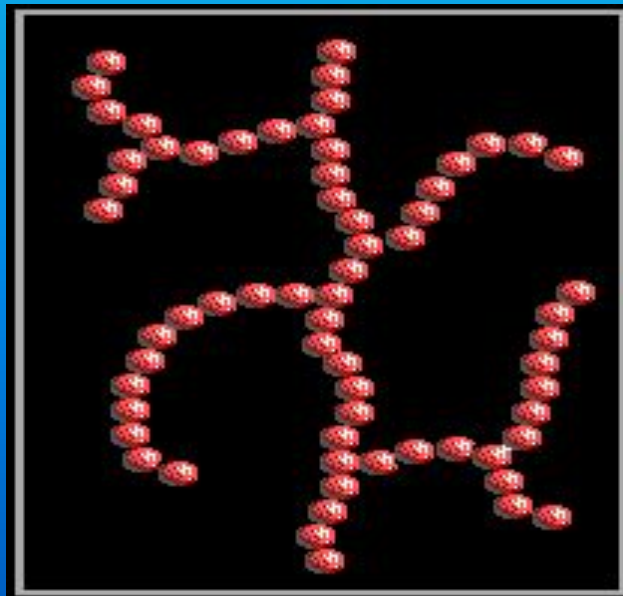
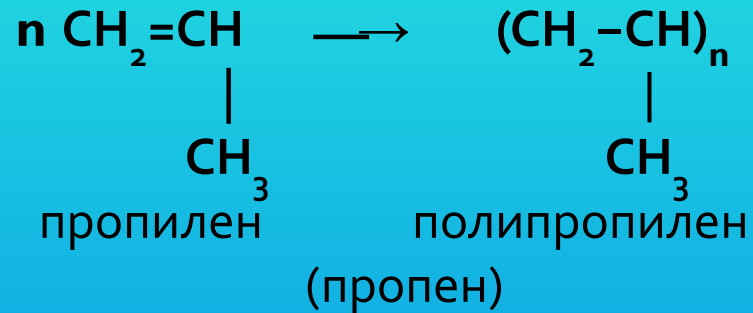
Степень
полимеризации

Молекулярная
масса

Геометрические
формы

Низкомолекулярные соединения, из которых образуются полимеры, называют **мономерами**.

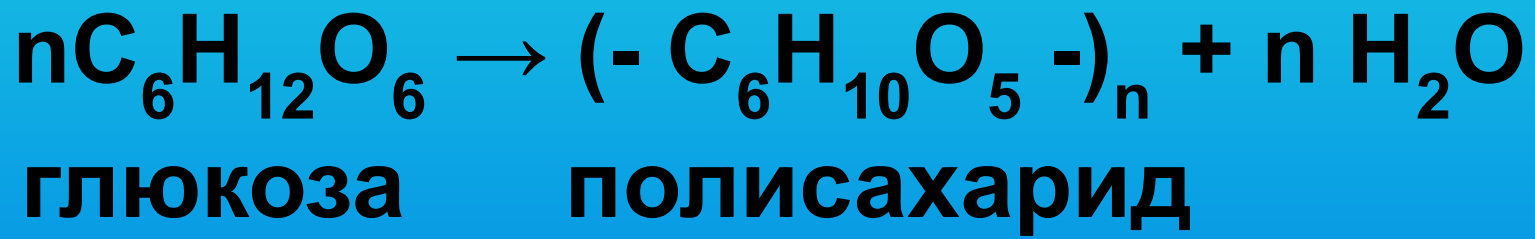
Например, пропилен $\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CH}_3$ является мономером полипропилена:



Реакция поликонденсации

- Помимо реакции полимеризации полимеры можно получить ***поликонденсацией*** — реакцией, при которой происходит ***перегруппировка атомов полимеров и выделение из сферы реакции воды или других низкомолекулярных веществ.***

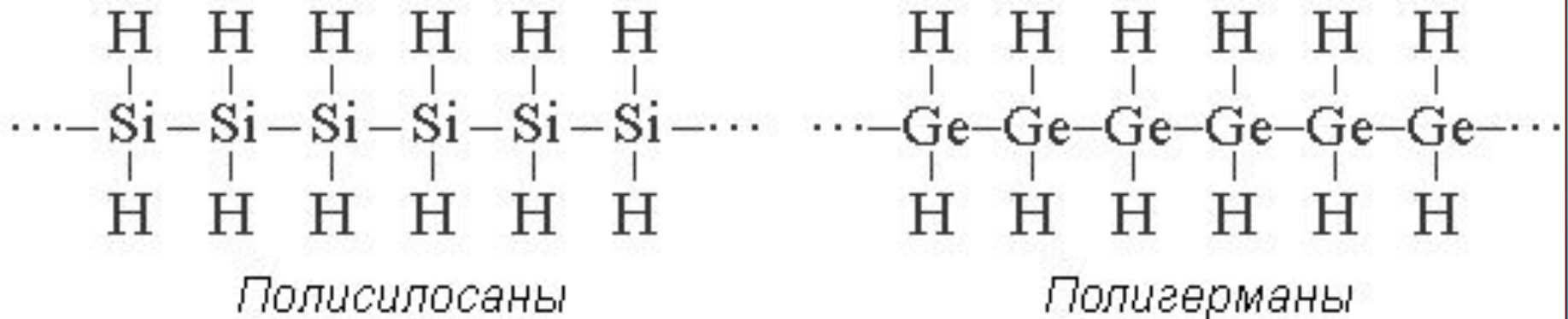
Получение крахмала или целлюлозы



Неорганические полимеры

- Пластическая сера, черный и красный фосфор, селен, теллур, оксид кремния (IV) (SiO_2) $_n$ и его разновидности – кварц, кремнезем, горный хрусталь, кремниевая кислота, силикаты, полифосфаты, карбин, графит, фуллерен, кристаллический кремний
- Силикаты и алюмосиликаты – **75%** литосферы (около 500 минералов)
- Это **основа неживой природы**
- Строительные материалы, огнеупоры, теплоизоляторы, керамика, кварцевое стекло

Неорганические гомоцепные полимеры



Карбин



Поликумулен



Элементоорганические полимеры – в основной цепи содержат атомы углерода и другие химические элементы (кислород, титан, кремний), боковые цепи – из органических радикалов

Пластмассы

- **Материалы, изготовленные на основе полимеров, способные приобретать при нагревании заданную форму и сохранять ее после охлаждения**
- **Свойства:**
 - ***По отношению к нагреванию – термопласты и термореактопласты***
 - ***Большая механическая прочность***
 - ***Нерастворимость многих в воде, (р) в органических растворителях***
 - ***Малая плотность***
 - ***Электроизоляционные свойства***
 - ***Химическая инертность***

Применение пластмасс - термопластов

- **Полиэтилен** – упаковочные пленки, бутылки, оболочки кабелей
- **Полипропилен** – детали автомобилей, трубы
- **Полистирол** – мензурки, корпуса ТВ, игрушки
- **ПВХ** – трубы, искусственная кожа, хозяйственные сумки
- **Полиметилметакрилат** – оргстекло для светильников, пуленепробиваемых окон, шприцев
- **Политетрафторэтилен** – тефлоновые покрытия посуды, электроизоляция
- **Полиэтилентерефталат** – волокна, бутылки
- **Полиамид** - волокна

Применение пластмасс - терморектопластов

- **Полиуретан** – детали автомобилей, подошвы для обуви, эластомеры, волокна, пенопласты
- **Силиконы** – эластомеры, имплантанты, водоотталкивающие покрытия
- **Ненасыщенные полиэфирные** – цистерны, корпуса лодок
- **Фенолформальдегидные смолы** – электроизоляторы, рукоятки ножей

Природные пластмассы

- Дерево в Малой Азии *Liuamber orientalis* – выделяет пахучую смолу стиракс (3000 лет назад использовали при бальзамировании умерших)
- «**Драконова кровь**» из малайской пальмы ротанга – полистирол
- **Жук *Abax ater*** – в случае опасности выстреливает в атакующего жидкостью из мономерного метилметакрилата, который полимеризуется на теле врага и делает его неподвижным



Плетеная мебель
из ротанга

- **Полимеры линейного строения, которые пригодны для изготовления нитей, жгутов, текстильных материалов**



Волокна



Природные (натуральные)

Химические

Капрон, лавсан, нитрон, полипропилен, энант, нейлон

Растительные

Хлопок, лен, пенька, джут и др.

Животные

Шерсть, шелк

Минеральные

Асбест



Синтетические (из синтетических полимеров)

Искусственные (из природных полимеров)

Вискозное, ацетатное волокно



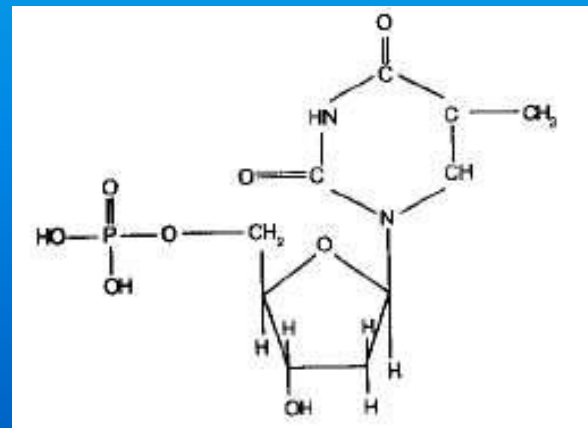
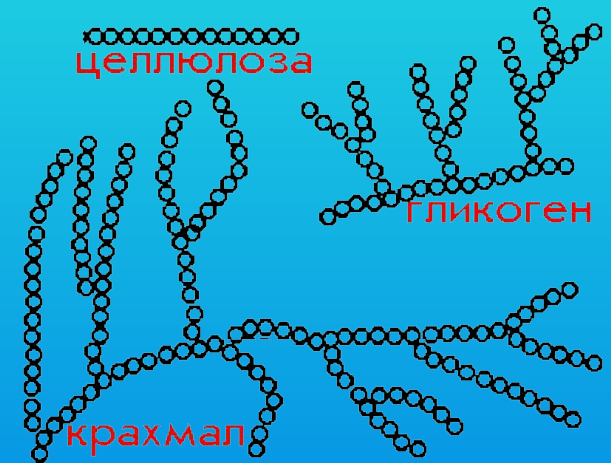
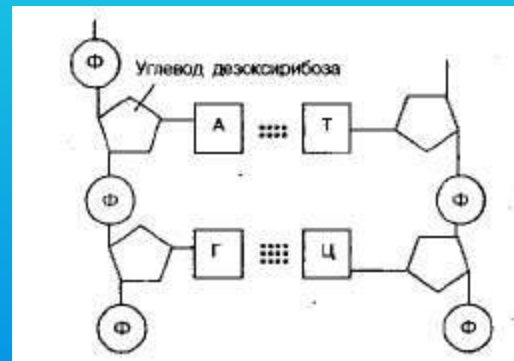
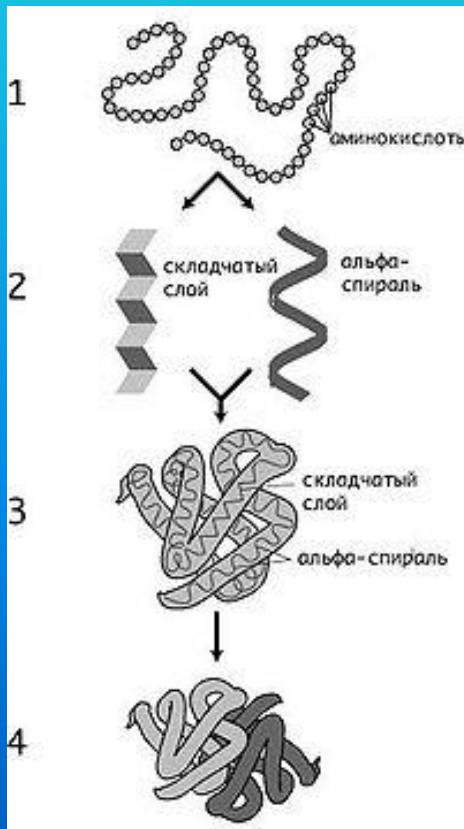
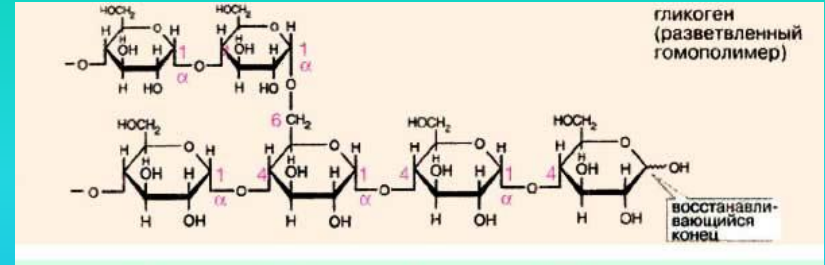
Коконьы тувового шелкопрьда и камбоджийский шелк



Хлопок и хлопковое поле в Сухуми, 1912 год

Биополимеры

- Белки
- Полисахариды
- Нуклеиновые кислоты



Применение

- Благодаря механической прочности, эластичности, электроизоляционным и другим свойствам изделия из полимеров применяют **в различных отраслях промышленности и в быту.**
- Основные типы полимерных материалов — **пластические массы, резины, волокна, лаки, краски, клеи, ионообменные смолы.**
- В технике полимеры нашли широкое применение в качестве **электроизоляционных и конструкционных материалов.** Полимеры – хорошие электроизоляторы, широко используются в производстве разнообразных по конструкции и назначению электрических конденсаторов, проводов, кабелей, На основе полимеров получены материалы, обладающие полупроводниковыми и магнитными свойствами. Значение биополимеров определяется тем, что они составляют основу всех живых организмов и участвуют практически во всех процессах жизнедеятельности.

Полимеры

По происхождению

По составу цепи

По форме макромолекул

По Stereo
регулярности

По способу получения

По отношению к $t^{\circ}\text{C}$

природны
е

органически
е

линейные

Нестерео
регулярны
е

Полимери
за
ционные

Термо
пластичны
е

искусствен
ные

Элемента
органически
е

Разветв
ленные

Стере
регулярны
е

Поликонден
сационные

Термо
реактивны
е

Синте
тические

Неорга
нические

Пространств
ен
ные
(трехмерные
)

- Как рассказывает старинная китайская легенда, искусством изготовления шелка Китай обязан жене Жёлтого императора, мифического основателя китайского государства, потому что именно она научила свой народ разводить гусениц и ткать ткань. На самом деле самый древний кокон шелкопряда был найден в неолитическом поселении северной провинции Шаньси (ок. 2200-1700 гг. до н.э.), а первые фрагменты шелковой ткани в одной из гробниц южного Китая, времен Борющихся царств (475-221 гг. до н.э.). Много столетий никому за пределами Китая не удавалось овладеть технологией производства шелка, так как за разглашение тайны полагалась смерть. Огромные усилия были потрачены на то, чтобы выведать этот секрет. Хорошо известно предание как производство шелка возникло в Хотане. Местный правитель никак не мог заполучить исходные данные и способ изготовления вожделенного материала. Тогда по совету своего министра Юйчи Му он решил схитрить и посватался к китайской принцессе. Когда предложение было принято, посланец хотанского правителя шепнул принцессе, что на родине ее супруга много превосходного нефрита, но нет изысканного шелка и, если она хочет носить такую же красивую одежду, как и до свадьбы, ей следует привезти с собой яйца шелколичных червей и семена тутового дерева. Все что требовалось, девушка привезла в Хотан, спрятав яйца в замысловатой причёске, а семена среди мешочков с травами и снадобьями. Предприимчивая принцесса мыслила значительно масштабнее своего жениха и прихватила с собой под видом домашней прислуги специалистов по разведению шелкопряда, разведению тутовых деревьев и ткачеству.
- Согласно другой легенде, в 550 году византийский император Юстиниан I уговорил двух персидских монахов привезти ему из Китая драгоценные яйца шелкопряда. Монахи спрятали их в пустотелой бамбуковой палке. Веками тщательно охраняемая тайна была раскрыта.
- В Средние века шёлковое дело становится одной из главных отраслей промышленности в Венеции (XIII век), в Генуе и Флоренции (XIV век), в Милане (XV век). К XVIII веку шёлковое дело получило распространение по всей Западной Европе.
- Традиция шелководства на территории Китая зародилась еще в Неолите (V-III тысячелетии до н. э.). На рубеже новой эры в Китае уже были широко распространены такие разновидности шелка: плотный вроде крепа, тонкие газовые и сложного плетения- комчатые, шелка с разнообразным вышитым рисунком... Перед окрашиванием, шелк промывали, вываривали и отбеливали. Для окрашивания применяли минеральные и растительные красители. Для придания более сложных оттенков ткани подвергались многократной окраске.

Хлопок - волокно, покрывающее семена растения хлопчатника

- В русской технической литературе до 2-й половины 19 в. вместо слова «хлопок» использовался термин «хлопчатая бумага», сохранившийся до наших дней в слове «хлопчатобумажный». В современной технической литературе вместо слова «хлопок» используют обычно термины «хлопковое волокно» и «хлопок-сырец» (волокно с неотделёнными семенами). «Cotton» - международное обозначение хлопка.
- Волокно хлопка это одна растительная клетка, которая развивается из клетки кожуры семени [хлопчатника](#) после цветения ([подробнее](#)). Семена хлопчатника заключены в плодовую коробочку, которая по достижении полной зрелости раскрывается, и семена вместе с хлопком выходят наружу, после чего немедленно производится сбор и [первичная обработка хлопка](#).
- Отделенные от семян хлопковые волокна представляются под микроскопом в виде желобчатых ленточек, к концам постепенно суживающихся и в большинстве случаев винтообразно закрученных (характерное свойство хлопка). В поперечном сечении волокна имеют неправильную овальную форму с внутренним каналом. Канал в волокнах открыт с одной стороны.
- Степень скрученности и поперечный срез волокна имеют весьма разнообразную форму и зависят от зрелости волокна. От степени зрелости зависят и свойства волокна. Незрелые волокна имеют вид сплюснутых ленточек с тонкими стенками и широким каналом, обладают малой прочностью. Перезрелые волокна имеют толстые стенки и узкий канал, прямую неизвитую форму, они очень жесткие и ломкие. Ни те, ни другие не пригодны для текстильной переработки. Оптимальной является средняя зрелость волокна (см. рис. справа).
- Внешний вид волокон: мягкие, тонкие, матовые, белые с легким кремовым оттенком (существуют сорта хлопчатника, дающие волокна зеленоватого или бежевого цвета).
- Длина и толщина волокон связаны между собой и зависят от сорта хлопчатника. Средний размер диаметра поперечного сечения волокон 15-25 мкм. По длине волокна различают:
 - коротковолокнистый хлопок длиной до 27мм; его перерабатывают в толстую и пушистую пряжу для изготовления байки, фланели, бумазеи;
 - средневолокнистый хлопок длиной 27-35мм; идет для изготовления ситца, бязи, сатина;
 - длиноволокнистый хлопок длиной свыше 35мм перерабатывается в тонкую и гладкую пряжу для изготовления высококачественных тканей, например батиста, маркизета.
- Гигроскопичность хлопка достаточно высокая. При нормальных условиях зрелые волокна содержат 8-9% влаги. Хлопок быстро впитывает влагу и быстро ее отдает. Во влажном воздухе хлопковое волокно может принять в себя до 27% влаги, не делаясь влажным на ощупь. При погружении в воду волокна набухают, их прочность при растяжении увеличивается на 15-17%.
- Хлопок является плохим проводником тепла и электричества.
- Химический состав: целлюлоза (95-96%) и примеси (жировые, красящие, минеральные, воскообразные). Поскольку главной составной частью волокна является целлюлоза, из которой состоят стенки трубочки, то именно от ее свойств и зависят, главным образом, химические свойства волокна хлопка.
- Действие химических реагентов на волокно. Кислоты разрушают волокно, делают его хрупким. Слабые щелочи не действуют на целлюлозу, более же крепкие оказывают на нее особенное действие. Холодные едкие щелочи вызывают набухание волокон, извитость их исчезает. Это свойство используется для проведения специальной отделки тканей - [мерсеризации](#). Горячие едкие щелочи в присутствии кислорода воздуха приводят к окислению целлюлозы хлопка и снижают прочность волокна. Хлопок не растворяется в феноле и ацетоне.
- Особенности горения: горит очень легко, сгорает полностью, пламя желтое, пепел серый, запах жженой бумаги.
- Действие прямых солнечных лучей в течение 940 часов снижает прочность волокна на 50%.
- Основную массу хлопка перерабатывают в пряжу, небольшую часть хлопкового волокна и пуха используют для изготовления медицинской ваты, прокладок, фильтров и др. Пух и подпушек применяют также в химической промышленности как сырьё, из которого вырабатывают искусственные волокна и нити, взрывчатые вещества и т.д.
- Хлопковое волокно является относительно недорогим продуктом, так как волокно практически открыто лежит на поверхности коробочки. В то время как другие растительные волокна требуют сложного добывания и технической обработки (например - лен).
- Хлопок - высокогигиеничное волокно. Его приятно носить в жару, он превосходно впитывает влагу. Многие считают хлопок «самым чистым волокном в мире».
-