

- Слово «полимер» – греческого происхождения. Буквально, полимер – состоящий из многих («поли») частей («мерос»)

Полимеры- вещества , состоящие из макромолекул.

Макромолекулы состоят из многократно повторяющихся мономерных звеньев

мир полимеров:

Наиболее **длинные** из известных- природные макромолекулы **ДНК** (число звеньев в цепи $N \sim 10^9-10^{10}$)



натуральные волокна
целлюлоза (древесина
и бумага)

полиэтиленовые
пакеты

резина

пластмассы

синтетические ткани

искусственные волокна

...



ОСНОВНЫЕ ТЕРМИНЫ И ПОНЯТИЯ

МАКРОМОЛЕКУЛА:

совокупность атомов или атомных групп, разных или одинаковых по химической природе, соединённых **ковалентными связями в длинную, гибкую, цепную конструкцию** (Г.Штаудингер)



ПОЛИМЕРЫ: особый класс химических соединений, **специфика свойств которых** обусловлена большой длиной, цепным строением и гибкостью их **макромолекул.**

СПЕЦИФИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ПОЛИМЕРОВ

- **Невыполнение закона постоянства состава в ходе синтеза или химических превращений полимеров**
- **Способность кодировать, сохранять и передавать генетическую информацию (ДНК, РНК)**
- **Высокоэластические деформации (~ сотни %)**
- **Резкое изменение физико-механических свойств при добавлении небольших количеств низкомолекулярных веществ (пластификация, сшивание)**
- **Образование очень вязких растворов при малых концентрациях**
- **Способность к набуханию (ограниченное, неограниченное – раствор)**
- **Способность к образованию анизотропных структур (волокна, плёнки)**
- **Деструкция (деполимеризация)**
- **Способность макромолекул превращать химическую энергию в механическую**

ОСНОВНЫЕ ТЕРМИНЫ И ПОНЯТИЯ

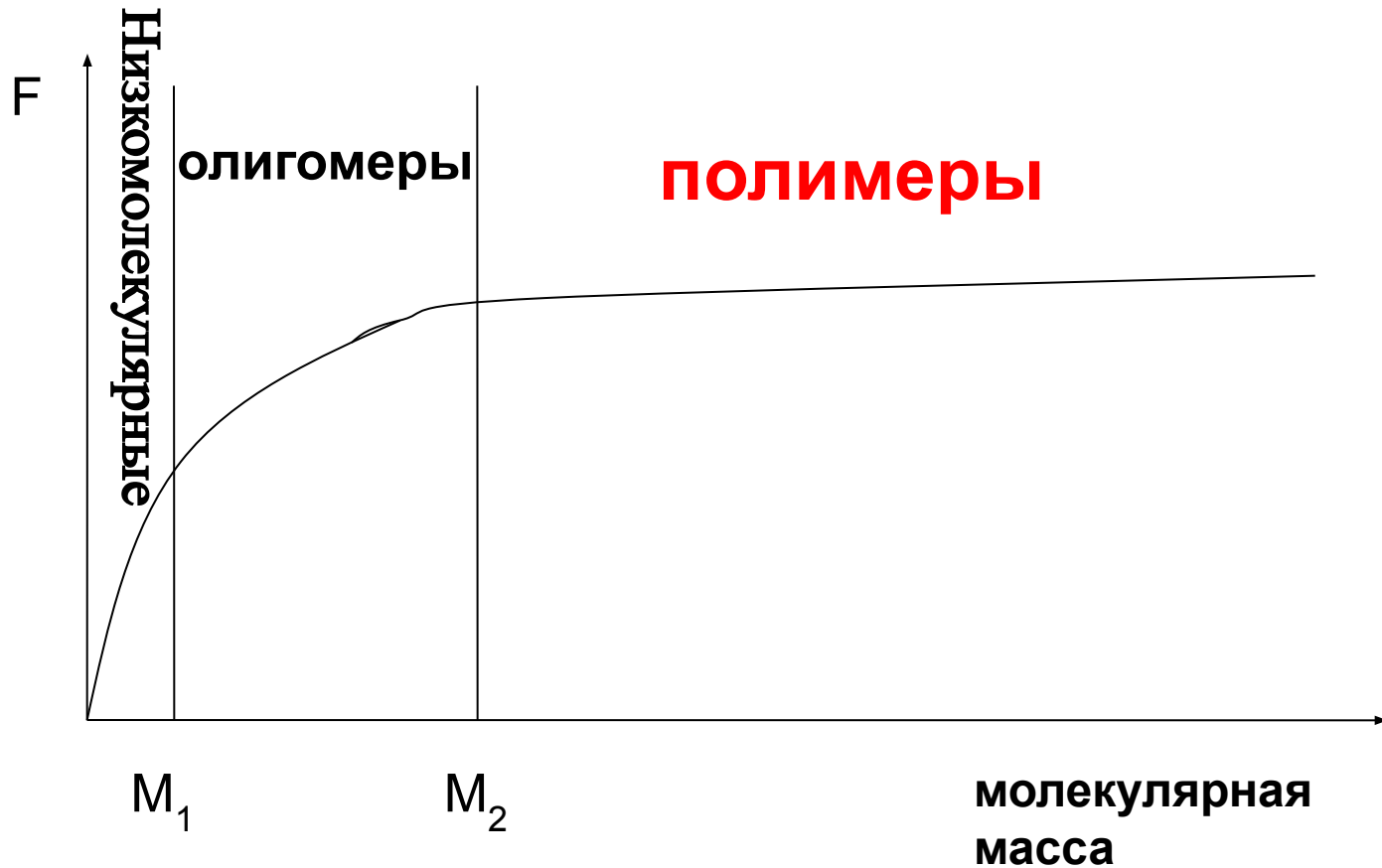
КОНФОРМАЦИЯ

макромолекулы – взаимное расположение атомов или атомных групп в *макромолекуле*, которое **МОЖЕТ изменяться без разрыва ковалентных связей основной цепи** за счет внутреннего вращения вокруг химических связей основной цепи, а также упругости химических связей и валентных углов.

КОНФИГУРАЦИЯ

макромолекулы – взаимное расположение атомов или атомных групп в *макромолекуле*, которое **формируется при синтезе полимера и НЕ МОЖЕТ изменяться без разрыва ковалентных связей основной полимерной цепи** (алгоритм, согласно которому мономерные звенья соединены друг с другом в макромолекуле).

ЗАВИСИМОСТЬ НЕКОТОРЫХ СВОЙСТВ ТВЁРДОГО ТЕЛА (ПОЛИМЕРА) ОТ ЕГО МОЛЕКУЛЯРНОЙ МАССЫ



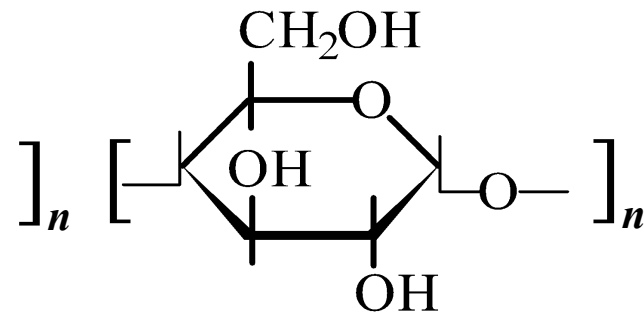
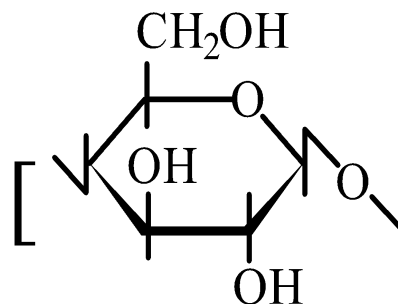
F – характеристики твердого тела (полимера)

$T^{\circ}\text{пл.}$; $T^{\circ}\text{размягчения.}$; $E_{\text{акт. вязкого течения}}$; деформация и др.

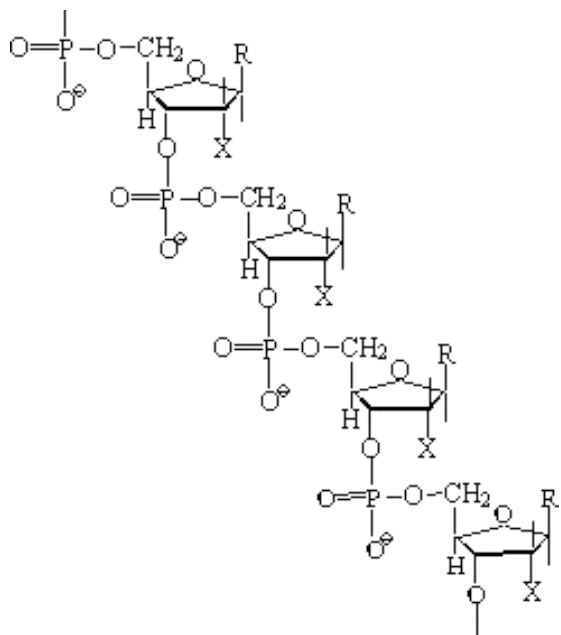
По происхождению:

- **природные** (целлюлоза, крахмал, белки, нуклеиновые кислоты, др.)
- **искусственные**
- **синтетические**

ЦЕЛЛЮЛОЗА- (C₆H₁₀O₅)-КРАХМАЛ



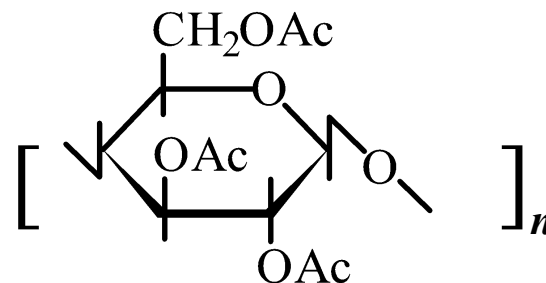
НУКЛЕИНОВЫЕ КИСЛОТЫ



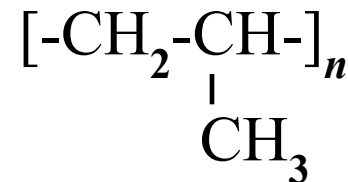
R- аденин, гуанин,
цитозин, урацил
X – OH **РНК**

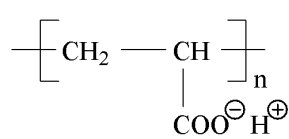
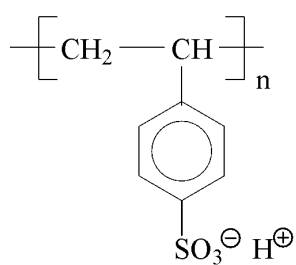
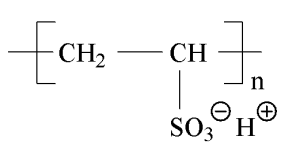
R- аденин, гуанин,
тимин, цитозин
X – H **ДНК**

ТРИАЦЕТАТ ЦЕЛЛЮЛОЗЫ

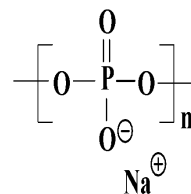
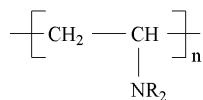
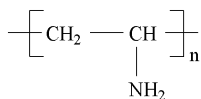
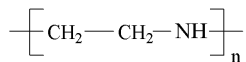
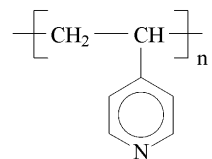


ПОЛИПРОПИЛЕН



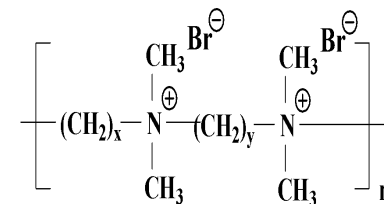


ПОЛИКИСЛОТЫ

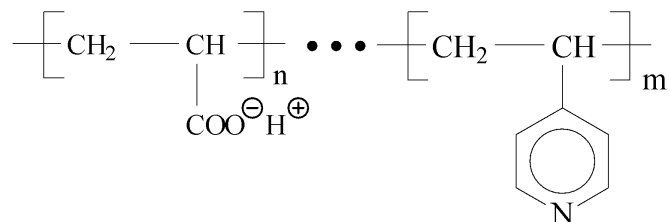
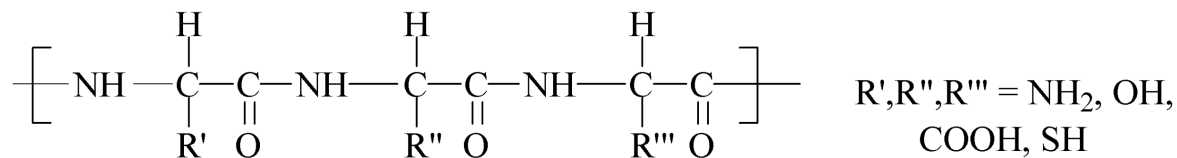


ПОЛИФОСФАТ

ИОНЕН



ПОЛИОСНОВАНИЯ



ПОЛИАМФОЛИТЫ

Ф.Энгельс «**Жизнь есть способ существования белковых тел,** заключающийся в постоянном самообновлении химических составных частей этих тел. **Живые системы** обмениваются с окружающей средой энергией, веществом и информацией, т.е. **являются открытыми системами**»

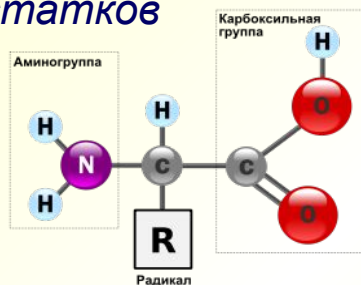
М.А.Прокофьев «...в конечном счёте **в фундаменте жизни заложены химические превращения веществ как элементарные акты реакций.** Одновременное изучение химии **белковых тел и химии нуклеиновых кислот** открывает возможность реально представить картину взаимодействия этих важнейших соединений и их роль в функционировании в живых организмах»

ВЫСОКОМОЛЕКУЛЯРНЫЕ СОЕДИНЕНИЯ В ЖИВОЙ ПРИРОДЕ

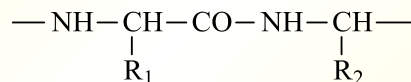
Белки

простые

состоят только из аминокислотных остатков

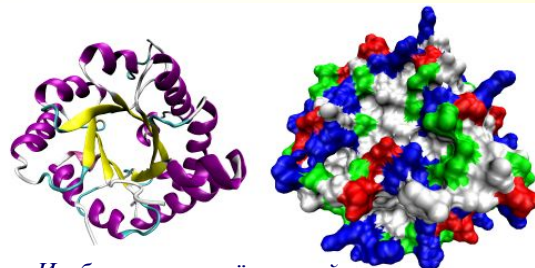


Общая структура α -аминокислоты и молекула белка.



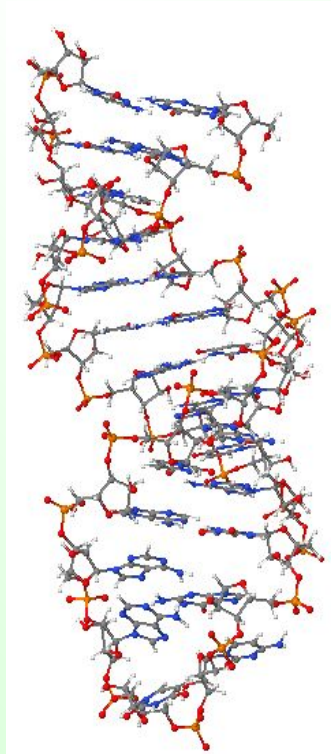
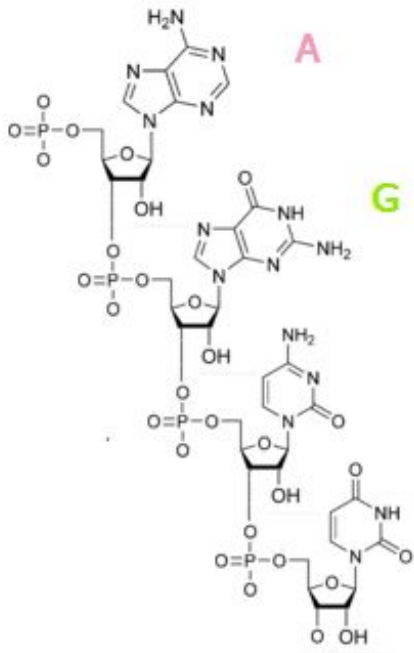
Сложные

комплексы с НК,
полисахаридами, Me,
ферменты

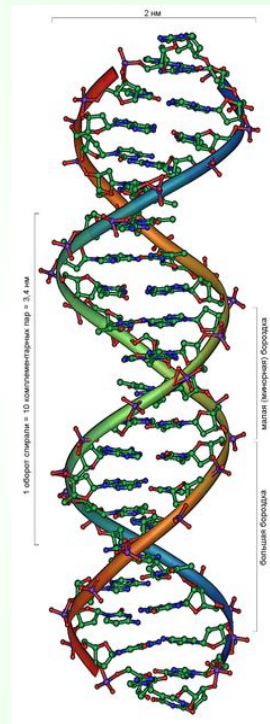


Изображения трёхмерной структуры фермента

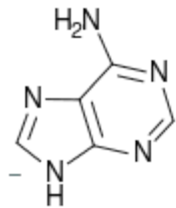
Нуклеиновые кислоты (РНК, ДНК)



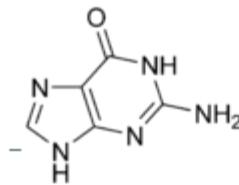
Рибонуклеиновая кислота (РНК)



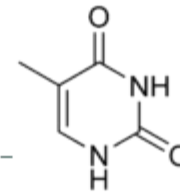
Дезоксирибонуклеиновая кислота (ДНК)



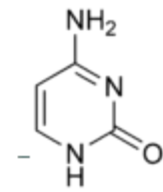
Аденин



Гуанин



Тимин



Цитозин

Сбор латекса гевеи-

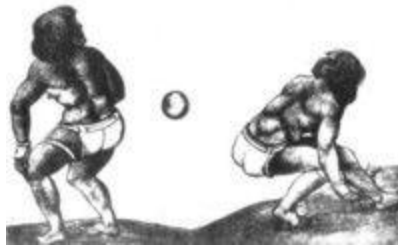
загустевшего млечного
сока, вытекавшего из
порезов на коре дерева
гевеи.



Из истории натурального каучука



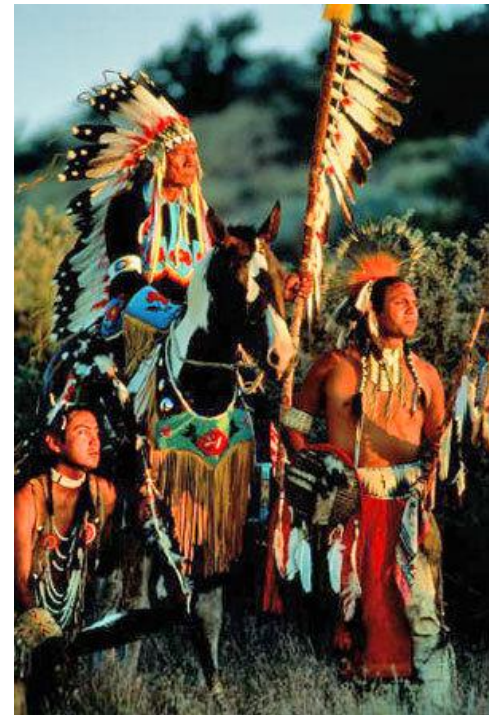
Каучук -«слёзы дерева» (язык индейцев тупи-гуарани) .
1493 г., остров Гаити (Эспаньола) - Христофор Колумб наблюдает за тем, как туземцы играют в мяч



непромокаемые
обувь, одежда,
головные уборы

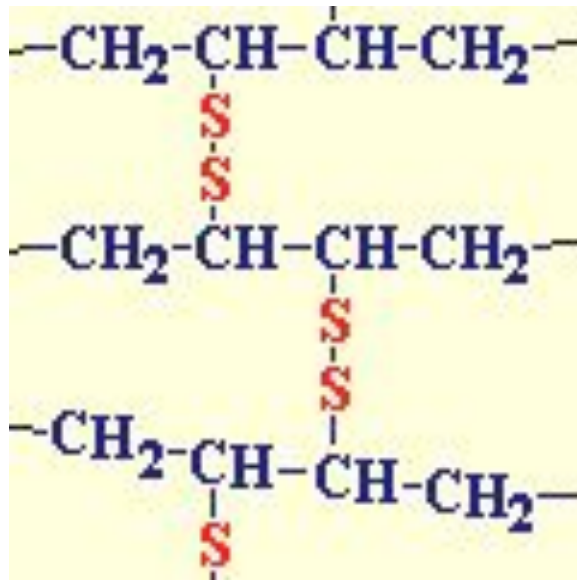
недостатки:

обувь в жару прилипала к ногам, а, растянувшись, больше уже не сжималась



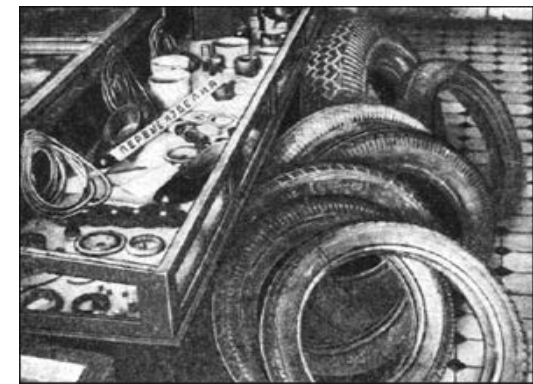
Деврево гевея

- 1839 г. американец Чарльз Гудьир обнаружил, что нагревание каучука с серой (**вулканизация**) позволяет **получать** из эластичного и легко теряющего свою форму каучука **резину, способную к деформации и легко восстанавливающую первоначальный размер и форму.**



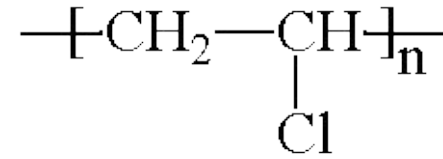
Объяснение высокоэластических свойств полимерных материалов было дано лишь почти через сто лет после открытия Гудьира.

(специфическое свойство полимеров)

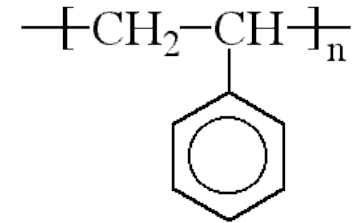


Историческая справка

- **1835 г.** — В результате опытов с хлористым винилом химик Реньо впервые синтезировал поливинилхлорид, о чем сам Реньо не догадывался.



- **1839 г.** — Работая со стиролом, химик Симон обнаружил в колбах и ретортах какой-то нерастворимый порошок. Однако не придал этому значения..



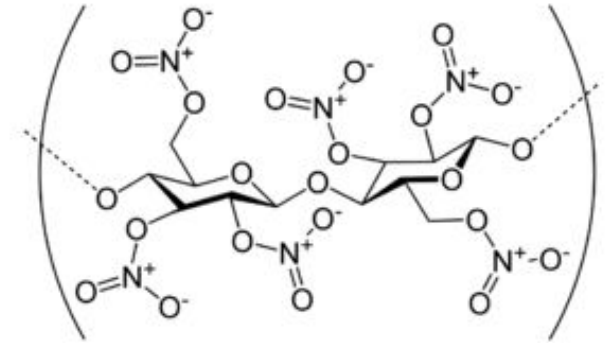
- **1843 г.** — Из природного каучука (белый сок дерева гевеи) получена первая в мире твердая пластическая масса — эбонит. Эта пластмасса содержит около 30% серы.

- **1856 г.** — Англичанин Паркес получил новое вещество паркезин (целлулоид).



Целлулоид (1870 г)

Смесь
*нитроцеллюлозы с
пластификаторами
(камфорой,
алифатическими
спиртами,
дибутилфталатом)*



Применяется для изготовления кино-
Применяется для изготовления кино- и фотоплёнки
Применяется для изготовления кино- и фотоплёнки, планшетов
Применяется для изготовления кино- и фотоплёнки, планшетов, линеек, различных

Необходима **смягчающая добавка**, придающая материалу важное полезное свойство – упругость.

Пластификатор
(специфическое свойство полимеров)

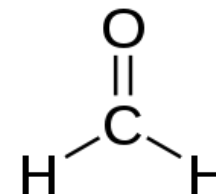
Практически незаменимый материал при изготовлении **шариков для настольного тенниса**

ард

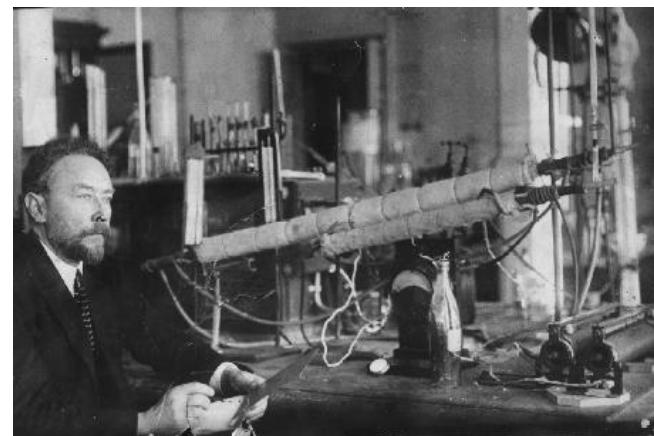


Историческая справка

- **1859 г.** — русский химик А. М. Бутлеров — создатель теории химического строения органических веществ — открыл формальдегид
- А.М.Бутлеров создает теорию химического строения, изучая связь между **строением** и **относительной устойчивостью молекул**, проявляющейся в реакциях полимеризации
- **1872 -1912 гг.** — получение фенолформальдегидной смолы, создание пластмасс, получение поливинилхлорида
- **начало 30-х годов** - **синтез каучука** на основе бутадиена, впервые осуществленный в **промышленных масштабах по методу С. В. Лебедева.**



в присутствии металлического натрия



Сергей Васильевич Лебедев

Нобелевские лауреаты в области химии полимеров

- Герман Штаудингер, 1953 год
- Карл Циглер и Джулио Натта, 1963 год
- Пол Флори, 1974 год
- Пьер-Жиль де Жен, 1991 год
- Алан Хигер, Алан МакДиармид и Хидеки Сиракава, 2000 год

Герман Штаудингер, 1953 год

«за исследования в области химии высокомолекулярных веществ»

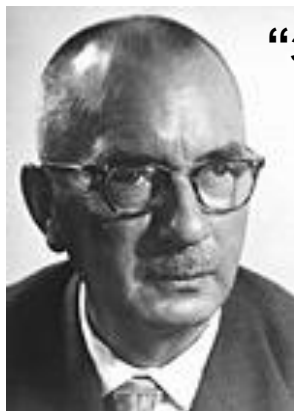


1881-1965

Один из основоположников химии высокомолекулярных соединений. Доказал, что полимеры состоят из больших молекул. Ввел термин "макромолекула", разработал теорию строения полимеров как длинноцепочечных молекул, состоящих из небольшого числа повторяющихся десятки или сотни раз соединений. Подтвердил, что полимерные цепи оканчиваются не свободной химической связью, а обычными химическими группами, которые берутся из окружающего раствора или из самого полимера. Исследовал многие природные и синтетические полимеры (например, натуральный каучук).

немецкий химик

Карл Циглер и Джулио Натта, 1963 год



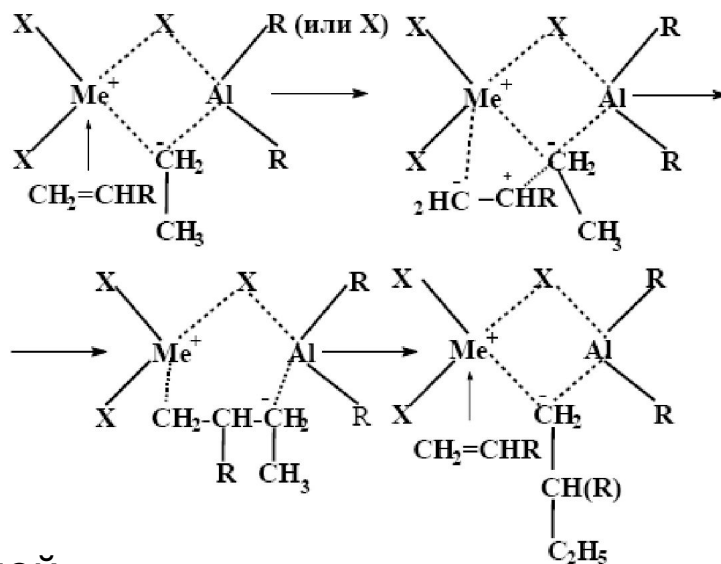
“за открытия в химии и технологии полимеров”

новый класс синтетических
высокомолекулярных
соединений —
стереорегулярные полимеры

Карл
Циглер
1899-1973

немецкий
химик-органик

контроль над точной
структурой и **пространственной ориентацией**
мономерных звеньев в макромолекулах новых
полимеров



Джулио Натта
1903-1979

итальянский химик

в химическую
литературу прочно
входит термин
**«катализаторы-
инициаторы
Циглера—Натта»**

Пол Флори, 1974 год



1910-1985

американский химик

основоположников теории поликонденсации. Внёс значительный вклад в теорию растворов полимеров и статистику механику макромолекул. На основе работ Флори созданы методы определения строения и свойств макромолекул из измерений вязкости. Один из основоположников теории поликонденсации. Внёс значительный вклад в теорию растворов полимеров и статистику механику макромолекул. На основе работ Флори созданы методы

«За фундаментальные достижения в области статистической механики теории и практики физической химии макромолекул»
Один из основоположников теории поликонденсации. Внёс значительный вклад в теорию растворов полимеров и статистику механику макромолекул. На основе работ Флори созданы методы определения строения и свойств макромолекул из измерений вязкости. Один из основоположников теории поликонденсации. Внёс значительный вклад в теорию растворов полимеров и статистику механику макромолекул. На основе работ Флори созданы методы

Пьер Жиль де Жен, 1932 год работы по физике жидких кристаллов и полимеров

французский физик-теоретик



«за обнаружение того, что методы, развитые для изучения явлений упорядоченности в простых системах, могут быть использованы и в более сложных формах материи, в частности, жидких кристаллах и полимерах»

род. 1932

работы помогли объяснить также сложное явление образования крупных молекулярных объединений (кластеров) и внутреннее движение длинных цепных молекул в расплавах полимеров

Алан Хигер, Алан МакДиармид и Хидеки Сиракава, 2000 год



**Алан
Хигер**
(США)
род. 1936

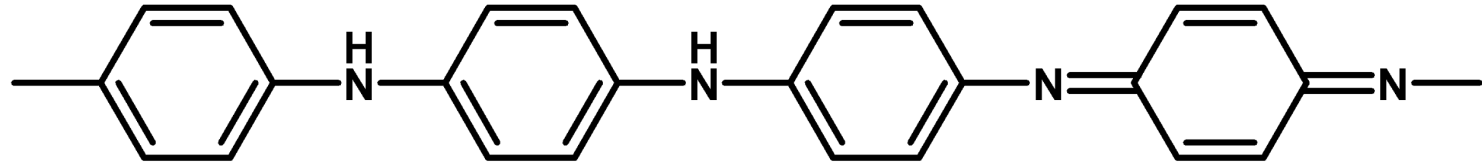


**Алан
МакДиармид**
(США)
1927-2007



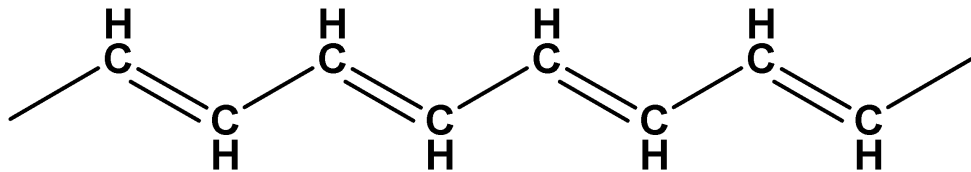
**Хидеки
Сиракава**
(Япония)
род. 1936

“за открытие и изучение проводимости в полимерах”



Хигер и МакДиармид

Полианилин (PANI)

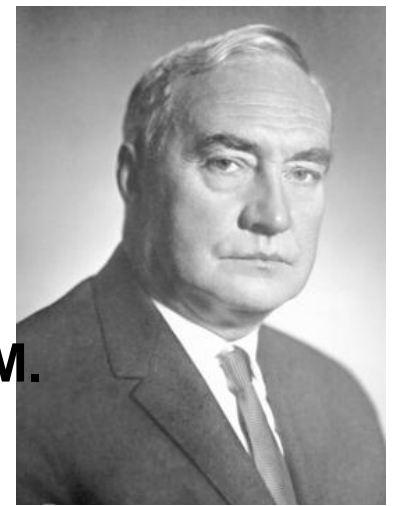


Полиацетилен

Сиракава

с помощью различных добавок возможно изменять электропроводность полимера в очень широких пределах (специфическое свойство полимеров)

- **академик Валентин Алексеевич Каргин – основатель российской полимерной школы, в 1955 г. организовал и возглавил кафедру высокомолекулярных соединений в МГУ имени М. В. Ломоносова**

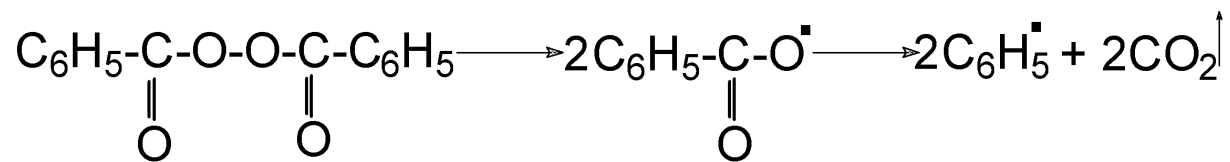


1907-1969

- Растворы полимеров, - термодинамически обратимые системы, подчиняющиеся правилу фаз (конец 1930-х г.)
- Исследования механических свойств полимеров - выводы о природе физических и фазовых состояний полимеров.
- Идея о связи надмолекулярной (супрамолекулярной) структуры с физико-механическими свойствами полимера.
- Синтез и химическая модификации макромолекул как средство направленного формирования надмолекулярной структуры полимерных тел.

перекиси:

перекись бензоила



✓ Инициирование окислительно-восстановительными системами

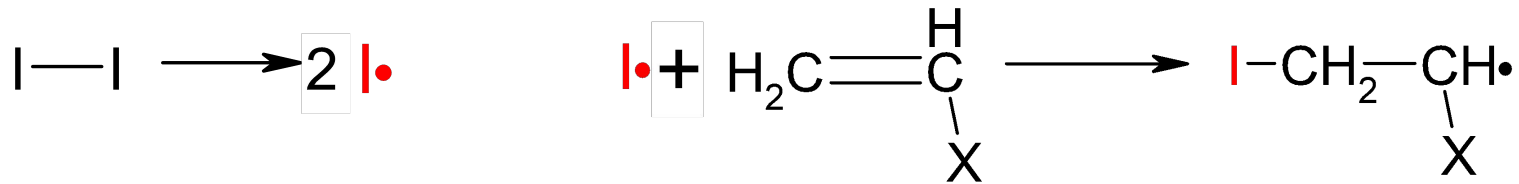


ПОЛИМЕРИЗАЦИЯ (цепной)

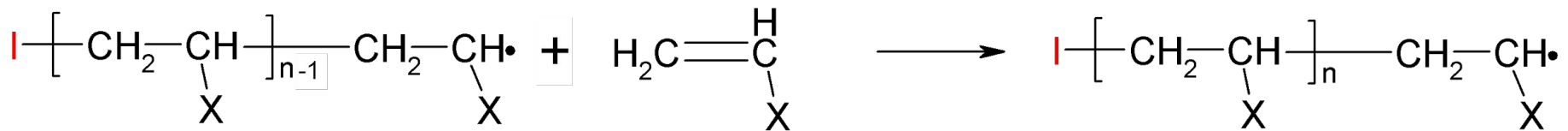
процесс)

Радикальная (актив. центр R•)	Анионная (актив. центр R ⁻)	Катионная (актив. центр R ⁺)
----------------------------------	--	---

1. Иницирование (присоединение радикалов инициатора против правила Марковникова)



2. Рост цепи (полимеризация)

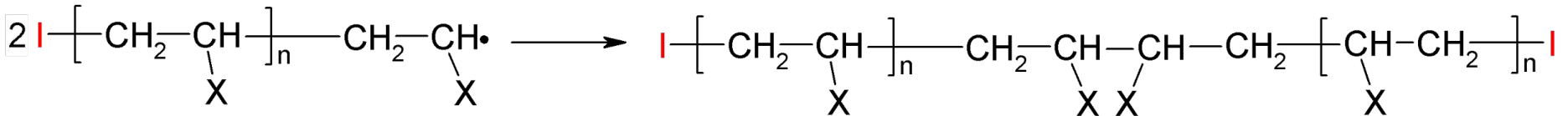


ПОЛИМЕРИЗАЦИЯ (цепной)

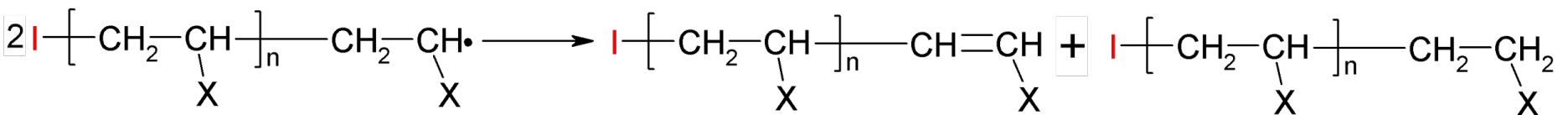
Радикальная (актив. центр R•) процесс) Катионная (актив. центр R⁺)
Анионная (актив. центр R⁻)

3. Обрыв цепи (квадратичный)

а) Рекомбинация (из **ДВУХ** макрорадикалов образуется **ОДНА** макромолекула)



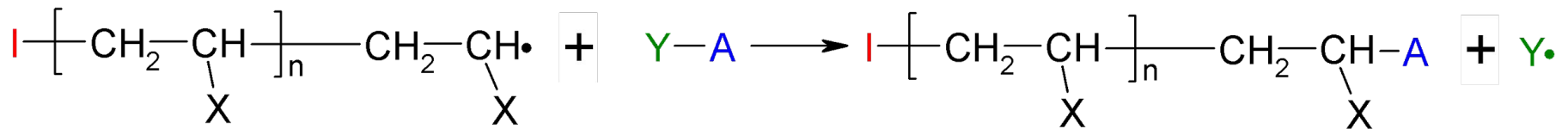
б) Диспропорционирование (из **ДВУХ** макрорадикалов образуются **ДВЕ** разных макромолекулы)



ПОЛИМЕРИЗАЦИЯ (цепной)

Радикальная (актив. центр R•)	процесс) Анионная (актив. центр R ⁻)	Катионная (актив. центр R ⁺)
----------------------------------	--	---

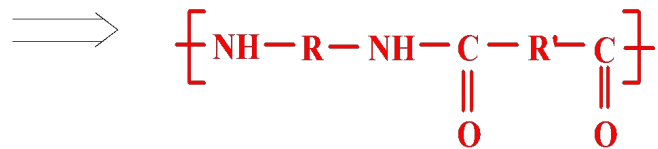
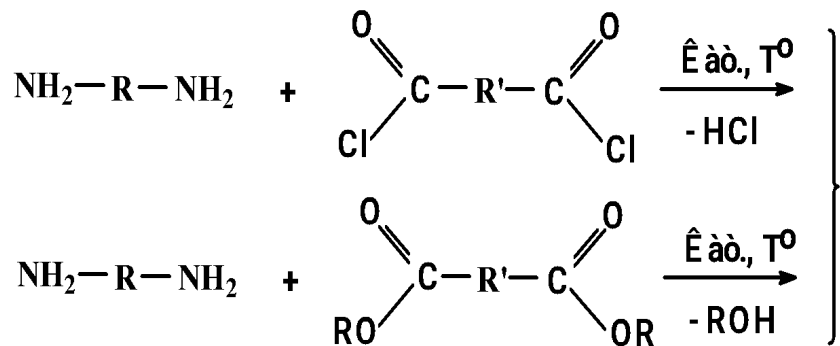
4. Передача цепи на другие частицы на молекулы мономера, растворителя, специально введённого вещества, на макромолекулы (в том числе макрорадикалы)



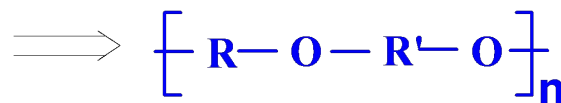
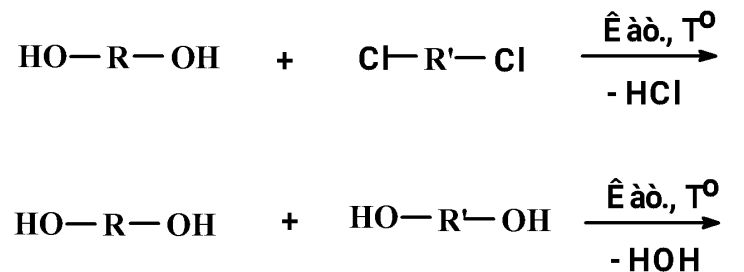
ПОЛИКОНДЕНСАЦИЯ (ступенчатый

процесс)

Полиамиды(nylons)

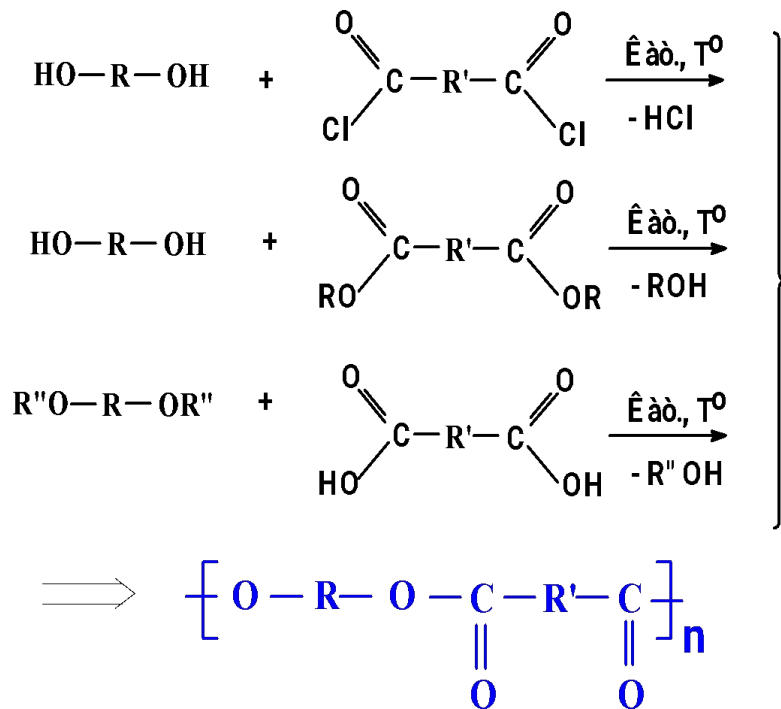


Простые
ПОЛИЭфиры

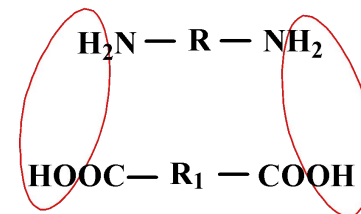
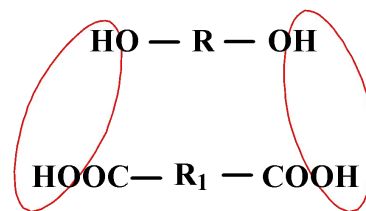
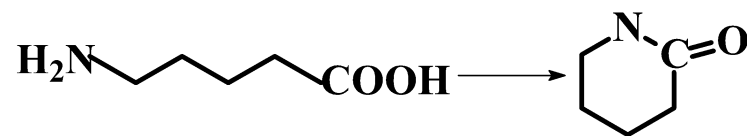


ПОЛИКОНДЕНСАЦИЯ (ступенчатый процесс)

Сложные ПОЛИЭфиры



Побочные реакции: внутри- и межмолекулярная циклизация
 Устойчивые циклы: 5, 6, 12, 20-членные



СПЕЦИФИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ПОЛИМЕРОВ

- **Невыполнение закона постоянства состава в ходе синтеза или химических превращений полимеров**
- **Способность кодировать, сохранять и передавать генетическую информацию (ДНК, РНК)**
- **Высокоэластические деформации (~ сотни %)**
- **Резкое изменение физико-механических свойств при добавлении небольших количеств низкомолекулярных веществ (пластификация, сшивание)**
- **Образование очень вязких растворов при малых концентрациях**
- **Способность к набуханию (ограниченное, неограниченное – раствор)**
- **Способность к образованию анизотропных структур (волокна, плёнки)**
- **Деструкция (деполимеризация)**
- **Способность макромолекул превращать химическую энергию в механическую**

Полимерное волокно (специфическое свойство полимеров)

полимер, макромолекулы которого вытянуты в почти прямую линию и выстроены параллельно друг другу, все вдоль одной оси



полимерные волокна: одежда, ковер, веревка

Полимеры, из которых можно сделать волокна:
Полиэтилен Полиэтилен, Полипропилен Полиэтилен,
Полипропилен, Найлон,
Полиэфир,
Кевлар и полиакрилонитрил,
Целлюлоза.

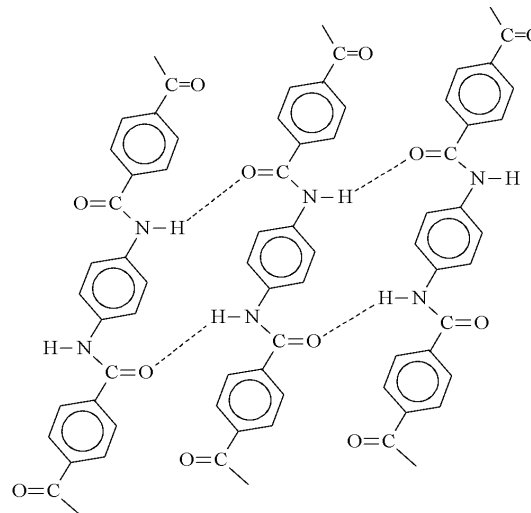
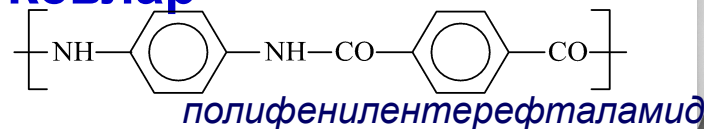
Суперпрочные волокна



Паутина – простейшее волокно, созданное природой. В шесть раз прочнее стали, в восемь раз легче. Проявляет эластические свойства, растягивается на 30-40% перед разрывом.

Химический состав: белок (глицин, аланин, серин)

Кевлар



Механические свойства

	ρ , г/см ³	σ прочность на разрыв, кН/мм ²	σ/ρ , удельная прочность
Сталь	7,8	2,7	0,35
Стекло	2,5	2,0	0,80
Найлон	1,14	0,8	0,70
Кевлар	1,45	2,5	1,72

из **хлопка**,
являющегося формой
целлюлозы



из **хлопка**,
являющегося формой
целлюлозы



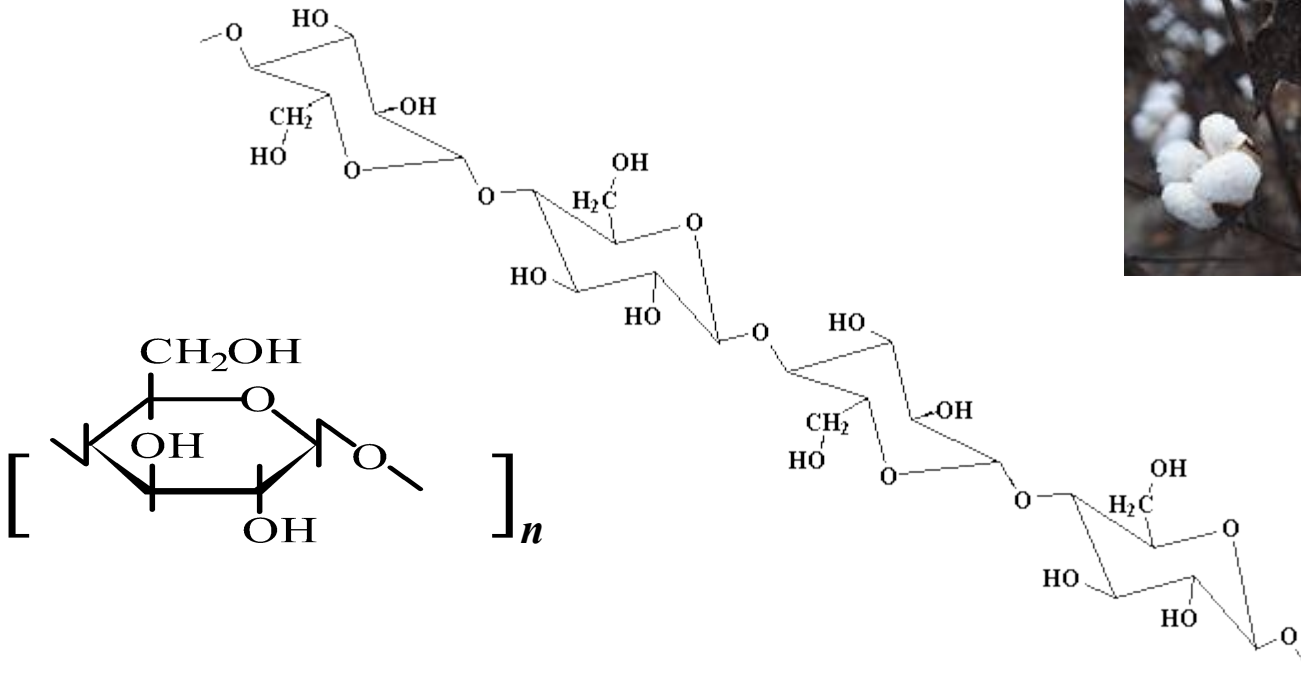
Преимущества

- Носкость
- Мягкость
- Хорошая поглощающая способность в теплое время
- Прочность при стирке
- Легкость в окраске



Недостатки

- Легко мнется
- Имеет тенденцию к усадке (**добавляют нить эластомера**)
- Желтеет на свету



из полиэфира



из полиэфира

Достоинства — незначительная сминаемость, отличная свето- и атмосферостойкость, высокая прочность, хорошая стойкость к истиранию и к органическим растворителям



нити полиэфирные

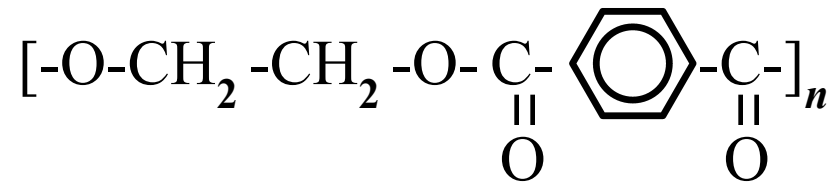


Торговая марка:

лавсан

**полиэфирное
волокно**

ПОЛИЭТИЛЕНТЕРЕФТАЛАТ

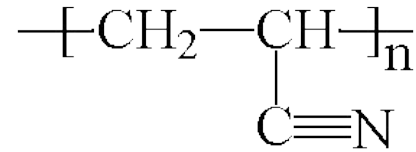


Недостатки — трудность крашения, сильная электризуемость, жесткость — устраняются химическим модифицированием



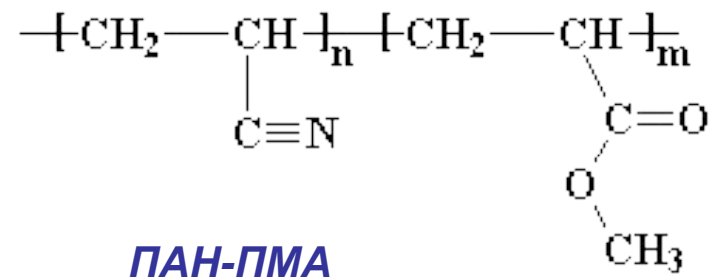
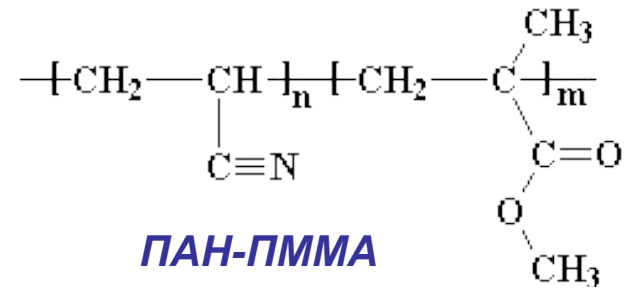
полиакрилонитрил

полиакрилонитрил



«акриловое волокно»- сополимер
полиакрилонитрила с:

трикотажная
одежда, (свитера,
носки), изделия из
для использования
на открытом
воздухе (палатки,
навесы)



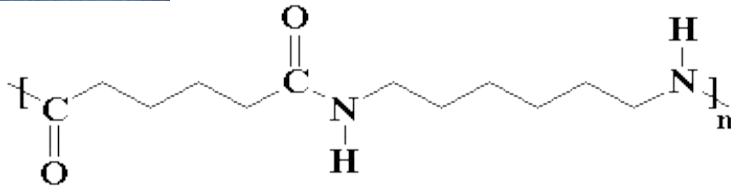
Ракетка- из углеродного волокна,
струны - из нейлона



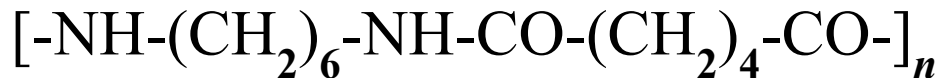
Ракетка- из углеродного
волокна,
струны - из нейлона



Полиамиды



Высокая прочность!
Канаты, парашюты, веревки,
рыболовные сети, верхняя
одежда и др.



Найлон- 6,6



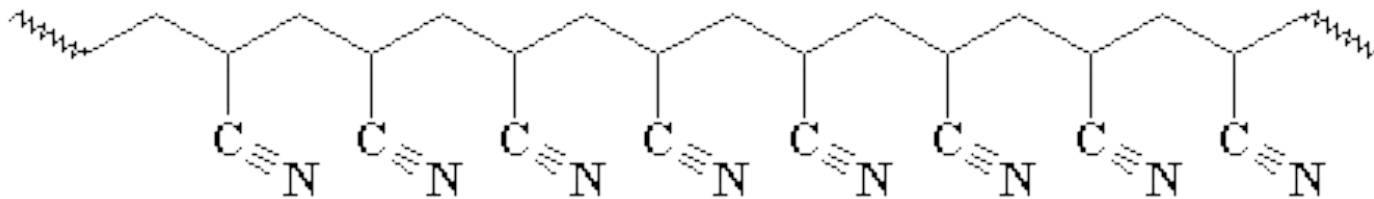
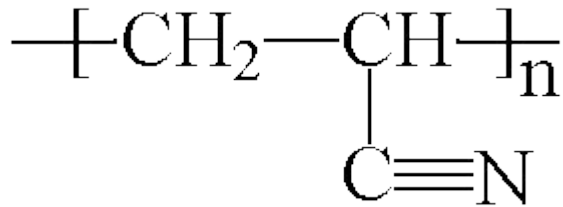
**ПОЛИКАПРОАМИД
(ПА-6)**



капрон, нейлон- 6

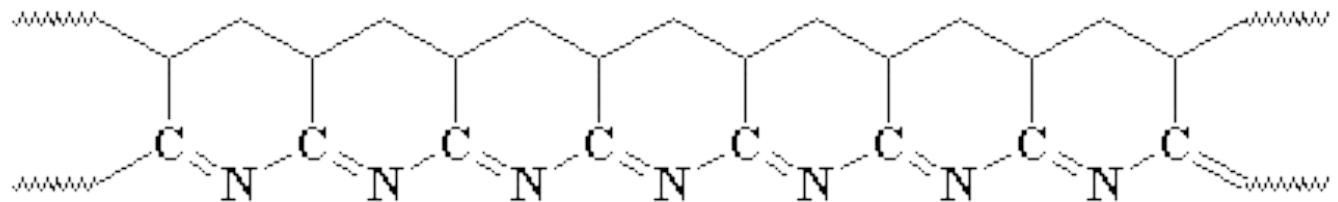
Как получают углеродное волокно?

В процессе химического превращения **полиакрилонитрила**, в сложном **процессе нагрева готового волокна**



polyacrylonitrile

Heat



Пластики и эластомеры

- "пластмасса" - можем необратимо деформировать и придавать нужную форму полимерному материалу

- Полиэтилен
- Полипропилен
- Полистирол
- Поливинилхлорид
- Полиметилметакрилат

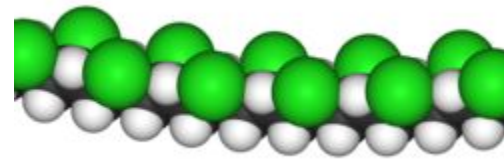
- **Эластичность** - способность полимера обратимо деформироваться и возвращаться к своей исходной форме (при конкретных температурных условиях)

- Полиизопрен
- Полибутадиен
- Полиизобутилен
- Полиуретаны
- полисилоксаны
-

Строительные материалы

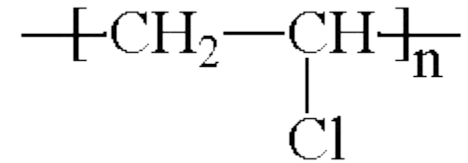


Древесина- целлюлоза



пластик

Поливинилхлорид
(ПВХ)



устойчив к воздействию воды.
(плащи, занавески для душа,
водопроводные трубы).

устойчив к воздействию пламени – не
горит



изолента,
электроизоляция
проводов и кабелей



оконные профили



трубы



линолеум
для полов

- Полистирол- один из недорогих твердых пластиков (лишь полиэтилен чаще встречается в повседневной жизни)

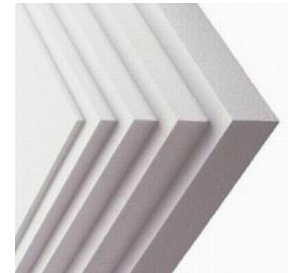
- одноразовая посуда, упаковка, детские игрушки, корпуса компьютеров и бытовых приборов (фены и кухонные комбайны)



- в виде пенопласта для упаковки и изоляции (одной из торговых марок, под которой продаются пенопласты, является Стирофом (Styrofoam)™)



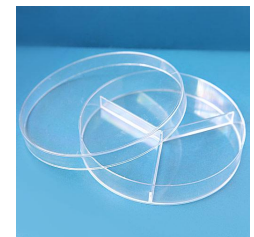
- строительная индустрия (теплоизоляционные плиты, несъемная опалубка, панели)

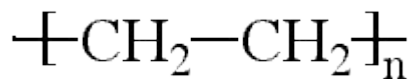


- облицовочные и декоративные материалы (потолочный багет, потолочная декоративная плитка и т.д.)



медицинское направление (части систем переливания крови, чашки Петри, вспомогательные одноразовые инструменты).





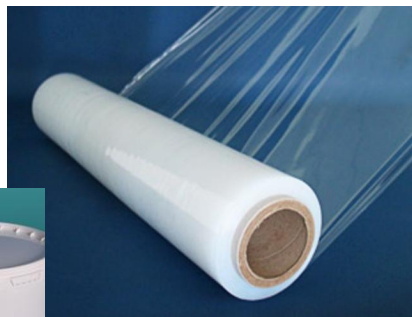
наиболее популярный **пластик** в мире

ПОЛИЭТИЛЕН

пакеты для пищевых продуктов,
флаконы для шампуня, детские
игрушки и даже пуленепробиваемые
жилеты



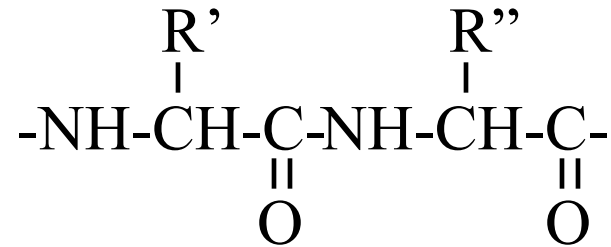
Материал для производства пленок, тары, труб,
деталей технической аппаратуры, диэлектрических антенн,
предметов домашнего обихода и др.; электроизоляционный
материал



Покрышка - **кожа** (природный полимер)

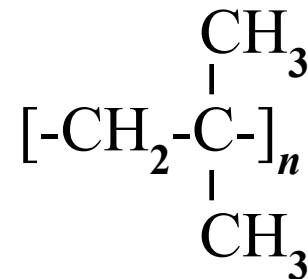


Покрышка - **кожа** (природный полимер)



белки

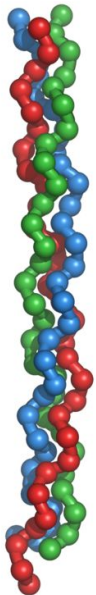
Внутри- камера из **полиизобутилена** (резины)



синтетический каучук,
эластомер



газонепроницаемый каучук,
может удерживать воздух в течение очень
долгого времени



Коллаген — **белок**,
составляющий основу
соединительной ткани
животных (кожа, сухожилие,
кость, хрящ)

правозакрученная
тройная спираль

из полиизопрена - камеры для автомобильных шин

Оптика



Линзы очков

Стекло (недостатки: толстые и тяжелые, разбиваются)

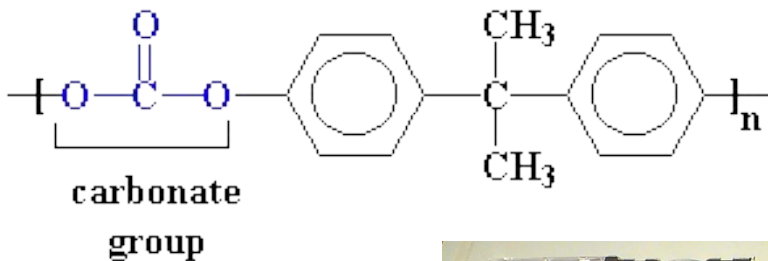
Поликарбонат

Преимущества поликарбоната:

Гораздо легче стекла.
Более высокий коэффициент преломления



ТОЛЩИНА ЛИНЗЫ МЕНЬШЕ



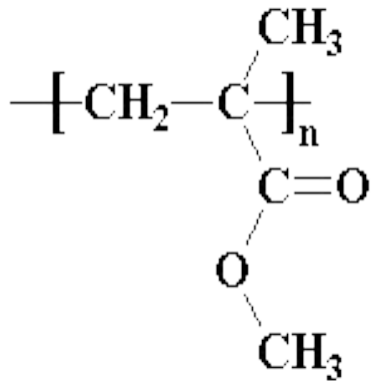
поликарбонат бисфенола А - прозрачный пластик, Этот материал производит фирма Дженерал Электрик и продает его под названием Лексан.

Применения: Компакт-диски, легкие очки, небьющееся стекло

Оптика

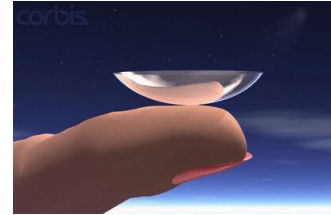


твердые (жесткие) из
полиметилметакрилата
(ПММА)



Контактные линзы

более удобные мягкие
контактные линзы из
полиакриламидов

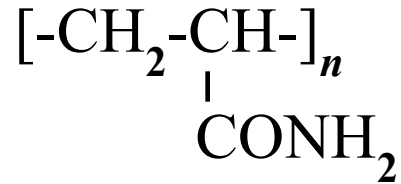


ПММА - прозрачный пластик- в
качестве небыющего заменителя
обыкновенного стекла

Барьер вокруг хоккейной площадки-
ПММА(плексиглас).

Материал для поверхностей ванн,
раковин, душевых кабинок и пр.- ПММА
(люсайт)

ПОЛИАКРИЛАМИД

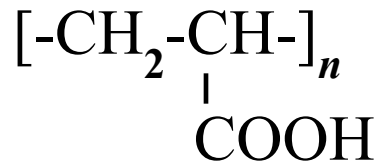


Один из немногих водорастворимых полимеров

Сшитые полиакриламиды легко набухают в воде (специфическое свойство полимеров)

- в качестве поддерживающей среды при проведении гель-электрофореза белков и нуклеиновых кислот
- при создании сорбентов для различных видов хроматографии и для систем очистки воды
- при создании мягких контактных линз

Сшитая полиакриловая кислота (ПАК)



тоже хорошо набухает в воде

способна впитать воды в несколько раз больше собственного веса - является «**сверхпоглотителем**»



**Сополимеры акриламида и акриловой
кислоты используют в детских
подгузниках**

натурального каучука и пенополиуретана.

Верхняя часть кроссовок- кожа и нейлон

Подшва — из блочного

Шнурки — могут быть из хлопка
сополимера блочного сополимера
(бутадиенстирольный каучук)

Мягкие амортизирующие прокладки -

из натурального каучука

Мягкие амортизирующие прокладки -из

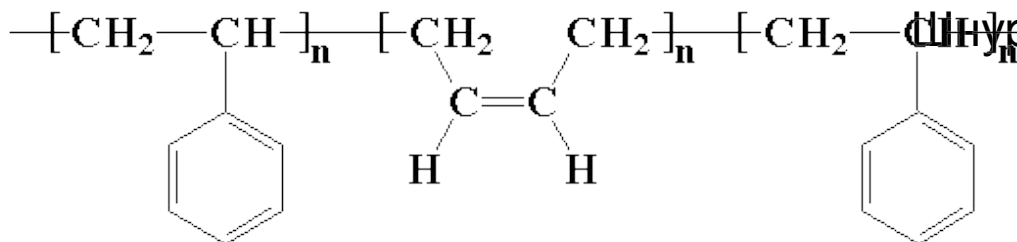
натурального каучука и

пенополиуретана.

Верхняя часть кроссовок- кожа и

нейлон

Шнурки — могут быть из хлопка.



polystyrene
block

polystyrene
block

polybutadiene block



Полистирол - твердый и прочный пластик- придает **ИЗНОСОСТОЙКОСТЬ**

Полибутадиен - придает **упругие** свойства

автомобильные покрышки, подошвы для обуви

Полимерные материалы для контакта с живым организмом

челюстно-лицевая хирургия
стоматология

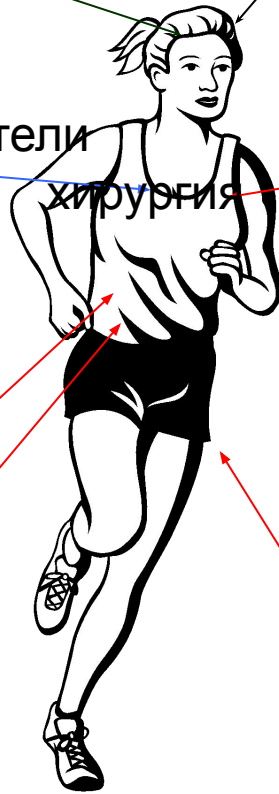
офтальмология,

хирурги
я

плазмо- и кровезаменители

сердечно-сосудистая

хирургия



искусственная почка,
искусственная печень
покрытия на раны и ожоги

полимерные лекарства
пластика мягких тканей
травматология и ортопедия

На сегодня (по уровню развития химической и медицинской науки) у человека , кроме мозга и желудка, функционирование всех органов исследовано и смоделировано на предмет **создания аналогов или заменителей с чётким воспроизведением биологических и физиологических функций.**

Важные обстоятельства:

-взаимодействие живого и неживого (протез или заменитель)

--кратковременные или долговременные последствия нахождения неживого в организме.

**Наш организм – сложнейший
полифункциональный комплекс
мыслительной, нервной, дыхательной,
пищеварительной, кровеносной и др. систем.**

В мире из 2 млрд. человек до 50 000 чел. одновременно **немедленно** нуждаются в трансплантации (пересадке) глаз, почек, сосудов, кожи, сердца и пр.

Где взять?

1. **От доноров** – проблемы этические и иммунологические.
2. **От трупов** – проблемы быстрой и профессиональной консервации и быстрой доставки. Иммунологические проблемы.
3. **Синтетические или искусственные** – проблемы функциональности, стабильности в организме, отторжения, отложения холестерина и солей кальция, реакции липофагов и пр. пр.

Судьба синтетических полимеров в живом организме:

обязательны два аспекта рассмотрения:

1. Изучение **изменения конкретной химии самого полимера в конкретном органе или биологической среде, т. н. БИОСТАРЕНИЯ** (изменения молекулярной массы, ММР, деструкции, агрегации, сорбции специфической и неспецифической, изменения физ-механических свойств и т.д.) а также **токсичности и механизмов путей утилизации продуктов метаболизма.**

2. Изучение **реакции самого организма на появление чужеродного тела** (трансплантаты, протезы кратковременного и длительного функционирования, кровезаменители, шовные нити, лекарства и пр.)

Организм отторгает чужеродное тело:

- через метаболизм (разложение, фрагментация)
- через несовместимость (занозы)
- через почки и пищеварительный тракт
- через локальное инкапсулирование соединительной тканью

ОСНОВНЫЕ ВИДЫ ВЫСОКОМОЛЕКУЛЯРНЫХ СОЕДИНЕНИЙ

ПЛАСТИКИ

Машиностроение;
Авиационная промышленность; **а**втомобилестроение;
Космическая промышленность;
Электротехника; **э**лектроника (DVD и CD диски)
Бытовая техника (*телевизоры, видеосистемы, компьютеры*);
Строительство; **т**елекоммуникация



ВОЛОКНА

Текстильная и легкая промышленность;
Природные (*шерсть, хлопок*), синтетические (*нейлон, полиэфиры*) и искусственные волокна



ЭЛАСТОМЕРЫ (КАУЧУКИ)

Авто- и **а**виационные, эластичные материалы



ПЛЕНКИ

Упаковочные материалы;
Аудио-, **в**идео- пленки;
Сельское хозяйство (*парники*)



ПОКРЫТИЯ

Лакокрасочная промышленность;
Мебельная промышленность

КЛЕИ

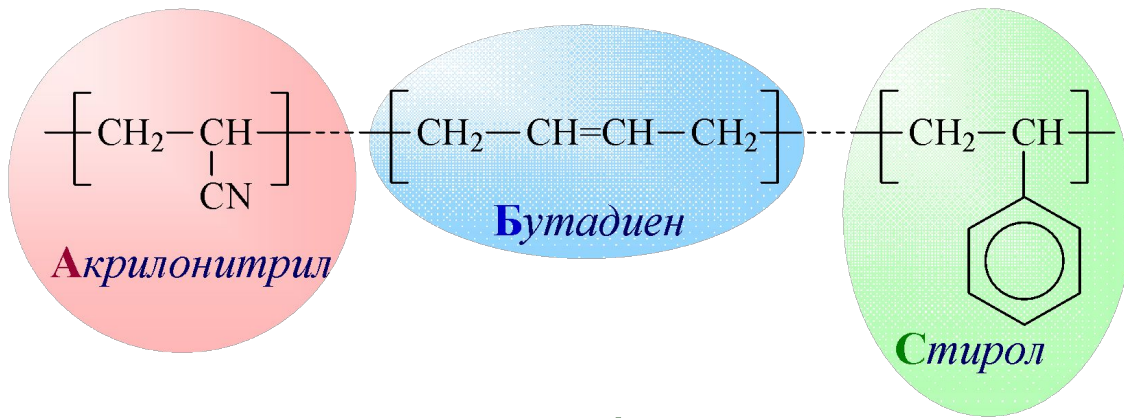
Разнообразные виды промышленности

БУМАГА

Целлюлозно-**б**умажная промышленность



Тройные сополимеры – АБС-пластики



Свойства	Полистирол	АБС пластики
Ударная прочность, кДж/м ²	1.5 – 2.0	10 – 30
Удлинение, %	1 – 2	10 – 25

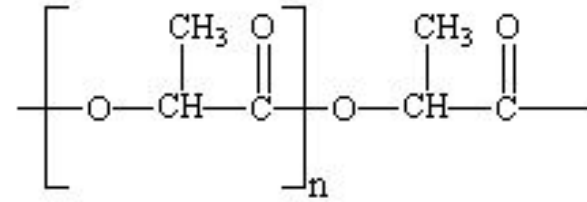
АБС-пластики используют для получения крупногабаритных изделий – крылья и кузова автомобилей, корпуса радиоприемников, телевизоров, фото- и видеокамер, чемоданы и сумки и др.



Начало XXI в

Полилактид

Сырье - ежегодно возобновляемые ресурсы (кукуруза(кукуруза и сахарный тростник)



Poly lactide

американская
компания
Nature Works

Используется для производства изделий с **коротким сроком службы** (пищевая упаковка, одноразовая посуда, пакеты, различная тара), а также в **медицине**, для производства **хирургических нитей и штифтов**.



В природных условиях **срок разложения** составляет от **2-х месяцев до 2-х лет**.



- Итальянская компания Novamont – биопластик MaterBi
- McDonald's -«кукурузные» вилки и ножи
- Компания Goodyear - биошины Biotred GT3



- Исследовательский международный центр продовольственной и упаковочной индустрии (Австралия)– горшки для рассады, саморазлагающиеся в почве под действием влаги, черная огородная пленка
- Производство пищевых упаковок, которые содержат специфичные бактерии, убивающие возбудителей различных болезней.



Спасибо за внимание!

Развитие химии высокомолекулярных соединений

Историческая справка

- **30-е - 40-е годы 20 в.** - доказано существование свободнорадикального и ионного механизмов полимеризации;
- Познание методов управления полимеризационными процессами.
- Разработка полимеризационных и поликонденсационных способов получения всевозможных полимеров различного назначения.
-

Герман Штаудингер:

принципиально новое представление о полимерах как о веществах, состоящих из макромолекул, частиц необычайно большой молекулярной массы,

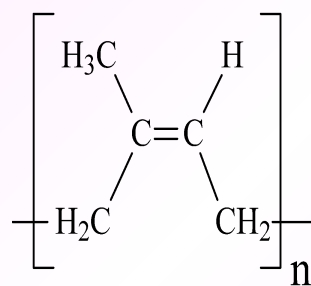
полимеры -качественно новый объект исследования химии и физики

Полиуглеводороды

(натуральный каучук, гуттаперча)



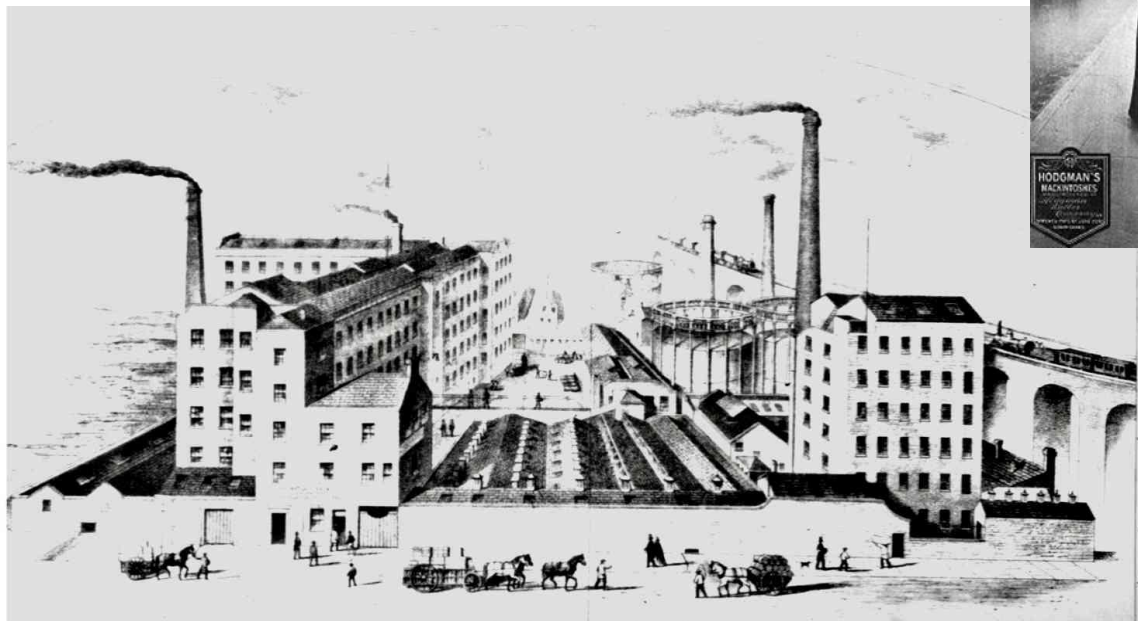
*Самые большие в мире
крупногабаритные шины для
карьерных самосвалов*



Сбор латекса гевеи (Шри-Ланка)

- **1823 г., Англия, Глазго** -мануфактурное производство водонепроницаемой одежды открывает Чарльз Макинтош

материал- тонкий слой каучука между двумя слоями ткани



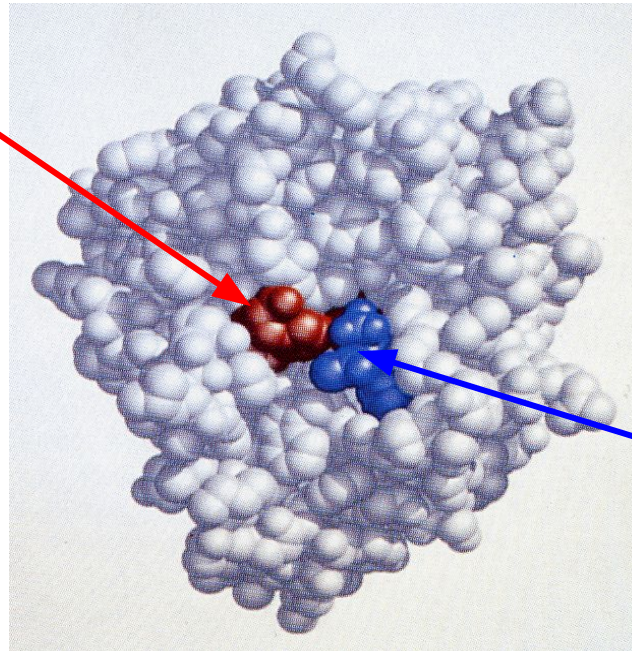
Недостатки: зимой становились твёрдыми от холода, а летом расплзались от жары.

КОНФОРМАЦИОННЫЙ ЭФФЕКТ

изменение доступности активного центра макромолекулы фермента молекулами субстрата в результате изменения её конформации при изменении условий реакции, например, pH, t

2. Ферментативный катализ (на примере химотрипсина - протеолитического фермента)

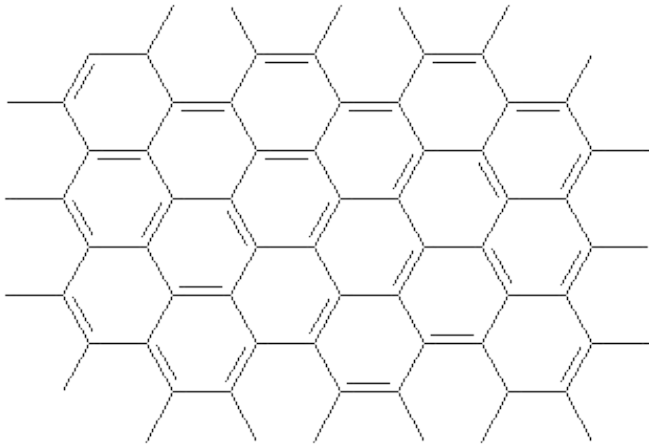
Активный
центр
фермента



Субстрат
(полипептид)

- Работы Германа Штаудингера, Пола Флори и Пьера-Жиля де Жена (*фундаментальные*) -
строение и свойства самих макромолекул и систем, в которых макромолекулы вступают в контакт с низкомолекулярными соединениями (растворы, химические реакции).
- Работы выполненные Карлом Циглером, Джулио Натта, Аланом Хигером, Аланом МакДиармидом и Хидеки Сиракавой (*прикладные*)
исследования привели к открытию новых способов получения полимеров с регулируемой скоростью реакции полимеризации, с регулируемым составом и нужными свойствами получаемых полимеров.

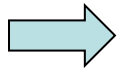
Углеродное волокно



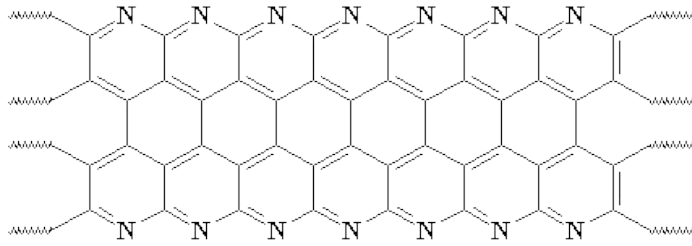
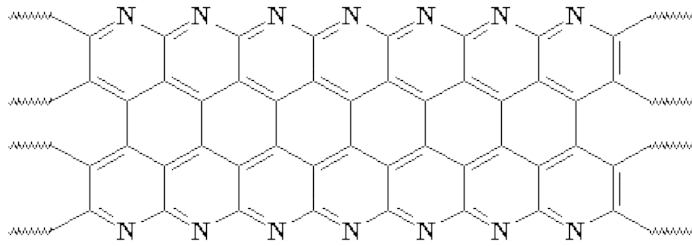
a section of a sheet of graphite

Полимер, являющийся одной из форм графита (с точки зрения структуры). В графите атомы углерода выстроены в виде крупных листов, а в углеродном волокне в виде узких длинных «лент».

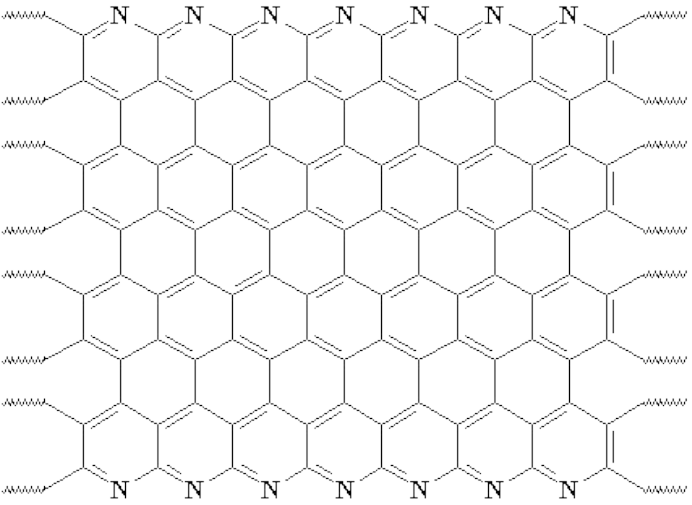
Используются не сами по себе, а в эпоксидных смолах Используются не сами по себе, а в эпоксидных смолах и других термореактивных материалах как усиливающие агенты. Такие материалы- композиционные. Они необычайно прочны для своего веса (часто прочнее стали, но гораздо легче).



используют вместо металлов во многих изделиях, от частей самолетов и космических кораблей до теннисных ракеток и клюшек для гольфа.



still more heat,
600 to 1300 °C
↓



+ N₂ gas

Еще увеличиваем температуру- образуются еще более широкие ленты

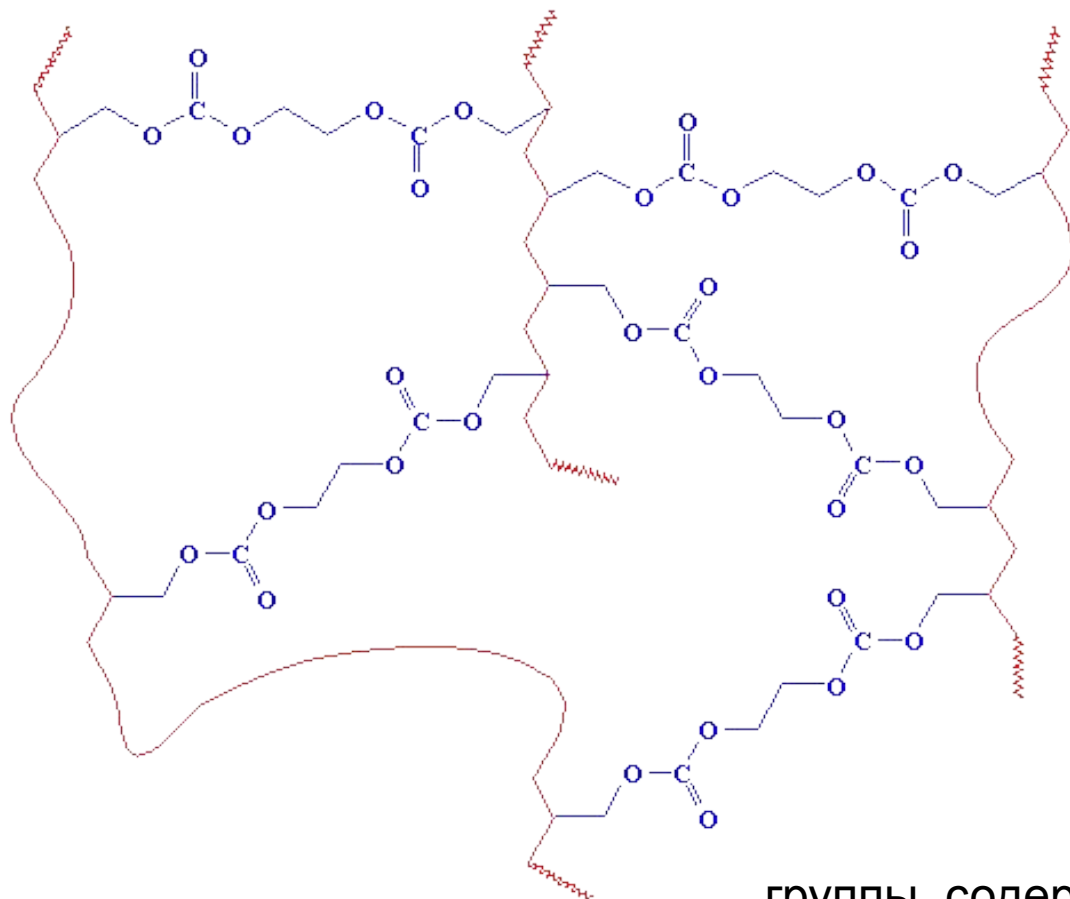
У получившегося полимера по краям находятся атомы азота; новые широкие ленты могут сливаться, образуя еще более широкие ленты. Продукт: «весьма широкие ленты», почти весь азот удален, ленты содержат почти чистый углерод в форме графита. Полученное вещество- **углеродное волокно**.



поликарбонат

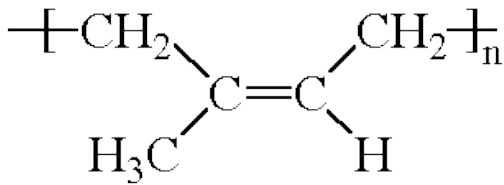
Сверхлегкие линзы для очков

Сшитый материал с
трехмерной структурой



Сшивание делает материал очень прочным. (специфическое свойство полимеров)

группы, содержащие карбонатное звено (показаны синим), образуют перемишки между цепями полимера (показаны красным)



цис-полиизопрен, натуральный каучук

восстанавливает форму после растяжения или другой деформации при комнатной температуре.



ПОЛИУРЕТАНЫ



эффективные заменители [резины](#)



для изготовления деталей, работающих в агрессивных средах, в условиях больших знакопеременных нагрузок и температур

вспененные материалы

Полиуретаны мало подвержены старению, имеют высокую стойкость к воздействию окружающей среды.

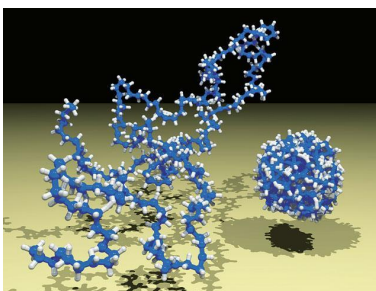
Стойки к абразивному износу, обладают устойчивостью к большинству органических растворителей, к УФ лучам, морской воде

(40-50-е гг. 20в)

возрастает роль полимеров в развитии
технического прогресса и моделировании
жизнедеятельности биологических объектов

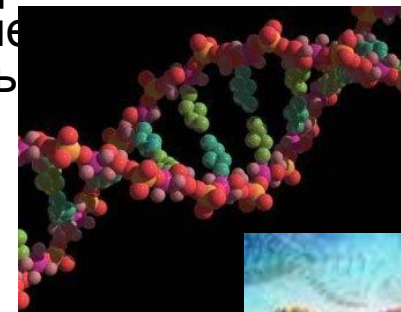
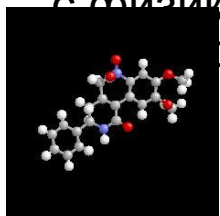


Наука о полимерах - самостоятельная область знания



тесно связана с физикой
тесно связана с физикой,
физической тесно связана
с физикой

одна из основ современной
молекулярной
биологии одна из основ
современной
молекулярной биологии
(объемы)

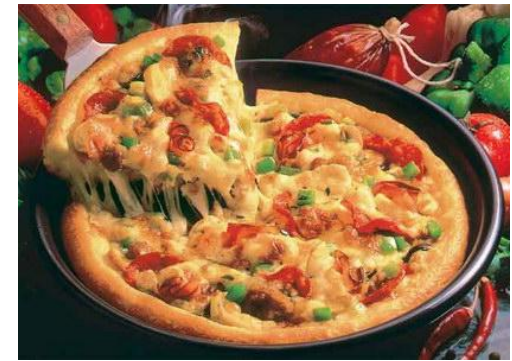


• крахмал (в организме перерабатывается в глюкозу)



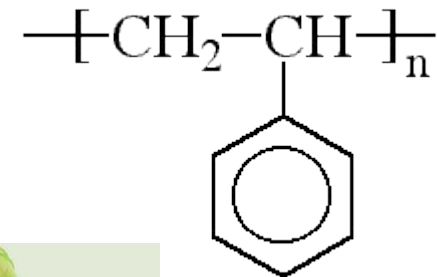
• крахмал (в организме перерабатывается в глюкозу)

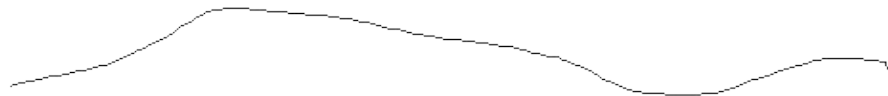
Салфетки -из бумаги (целлюлоза)



• сыр на пицце - белки

Коробочки для еды, стаканчики- часто из полистирола





линейный, ПЭВП

*Молекулярная масса
200,000 - 500,000*



разветвленный, ПЭНП

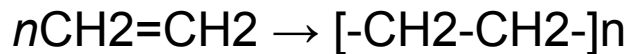
*к некоторым атомам
углерода вместо атомов
водорода присоединены
длинные цепочки полиэтилена*

Линейный полиэтилен намного **прочнее** разветвленного, но **разветвленный** гораздо **дешевле** и его **проще получать**.

- «сверхвысокомолекулярный полиэтилен» (молекулярная масса от 3 до 6 млн.) - отсутствие каких-либо низкомолекулярных добавок, высокая линейность
- используется в медицинских целях в качестве замены хрящевой ткани суставов
- для изготовления сверхпрочных волокон (материал для пуленепробиваемых жилетов)
- большие листы этого материала могут быть использованы вместо льда на катках

- **1936 г.**-получение полиэтилена полимеризацией этилена (компания “Империал кемикал индастриз”)

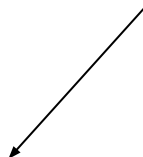
Условия: очень высокие температура (200°C) и давление (тысячи атмосфер),



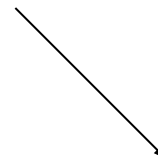
свойства пластика не оправдали ожиданий

ноябрь **1953 г.** - новая реакции получения полиэтилена

1953 г. (Циглер) –новый комплексный катализатор на основе триэтилалюминия и галогенидов титана для полимеризации этилена

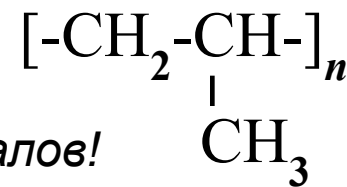


способствует полимеризации при значительно более низких температуре и давлении



материал с гораздо лучшими свойствами-более плотный, твердый и устойчивый к высоким температурам

- **1957 г. (Натта)**- на промышленной установке получен **изотактический** полипропилен.



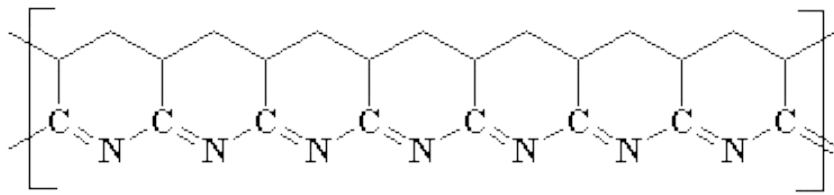
революция в производстве пластических материалов!

<http://www.pslc.ws/russian>

- Уровень Первый: Полимеры повсюду (где встречаются полимеры в повседневной жизни)
- Уровень Второй: Близкое знакомство с полимерами (информация о конкретных полимерах)
- Уровень Третий: Как они работают (обсуждаются принципы, которые применимы либо ко всем полимерам, либо к очень широкому кругу полимеров определенного типа, физико-химические аспекты)
- Уровень Четвертый: Изготовление полимеров (подробная информация о синтезе полимеров)
- Уровень Пятый: Научить полимеры разговаривать (информация о том, как изучают полимер, о методах исследования)

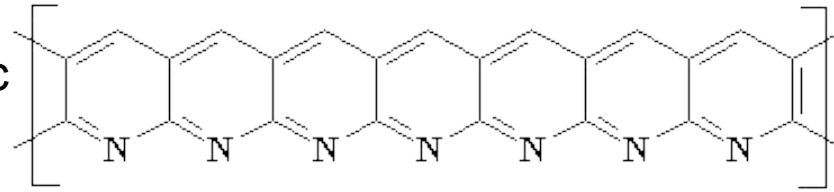
<http://www.pslc.ws/russian>

- Уровень Первый: Полимеры повсюду (где встречаются полимеры в повседневной жизни)
- Уровень Второй: Близкое знакомство с полимерами (информация о конкретных полимерах)
- Уровень Третий: Как они работают (обсуждаются принципы, которые применимы либо ко всем полимерам, либо к очень широкому кругу полимеров определенного типа, физико-химические аспекты)
- Уровень Четвертый: Изготовление полимеров (подробная информация о синтезе полимеров)
- Уровень Пятый: Научить полимеры разговаривать (информация о том, как изучают полимер, о методах исследования)



Heat, this time
to 700 °C

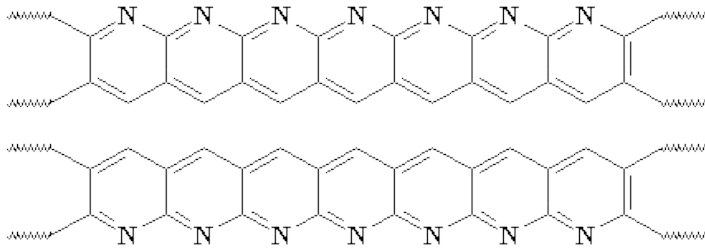
циклы становятся ароматическими



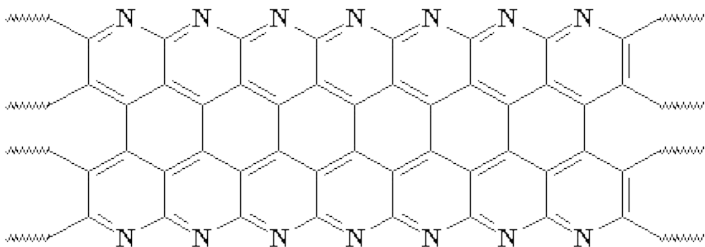
+ H₂ gas

Повторный нагрев до более
высоких температур,

атомы углерода сбрасывают с
себя атомы водорода.
Полимер является «рядом
склеенных пиридиновых
колец».



More heat,
400-600 °C



+ H₂ gas

А затем... мы нагреваем его... СНОВА!
до 400-600 ° C
↓
соседние цепочки соединяются друг с
другом

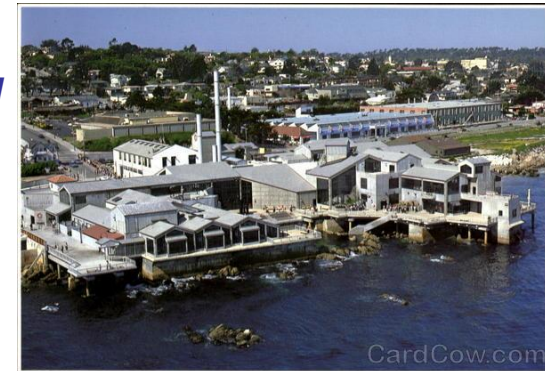
сплавленный полимер, состоящий из циклов

ПММА **гораздо более прозрачен**, чем обычное стекло.
Оконное стекло из ПММА 33 см в толщину идеально прозрачно!



Изготовление больших аквариумов (стекла должны быть достаточно толстыми, чтобы выдерживать высокое давление, создаваемое десятками тысяч тонн воды).

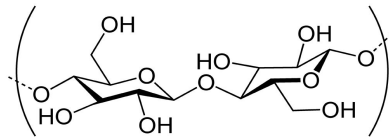
Самое большое монолитное оконное стекло в мире - окно для наблюдений в аквариуме в заливе Монтеррей (штат Калифорния) – кусок ПММА, размеры которого - 16.6 м в длину, 5.5 м высоту, и 33 см в толщину.



Другим полимер, используемый в качестве небьющегося заменителя обычного стекла- [поликарбонат](#). Но ПММА дешевле!

Полисахариды

(целлюлоза, крахмал, декстраны, хитин и др.)



Целлюлоза в форме полимера β-глюкозы



Крахмал