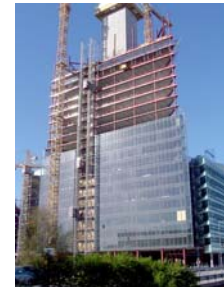


ОСНОВНЫЕ ВИДЫ ВЫСОКОМОЛЕКУЛЯРНЫХ СОЕДИНЕНИЙ

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*) и **и**скусственные (*нейлон, полиэфиры*) волокна

ЭЛАСТОМЕРЫ (КАУЧУКИ)

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



ПЛЕНКИ

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



ПОКРЫТИЯ

Лакочерновая промышленность;
Мебельная промышленность

КЛЕИ

Разнообразные виды промышленности

БУМАГА

Целлюлозно-**б**умажная промышленность



ВЫСОКОМОЛЕКУЛЯРНЫЕ СОЕДИНЕНИЯ В ЖИВОЙ ПРИРОДЕ

Белки

простые

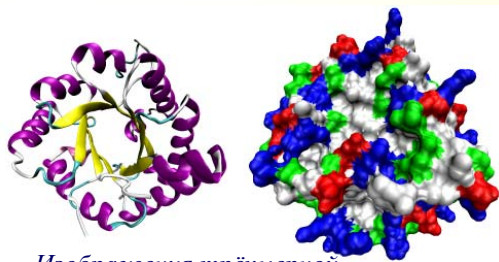
состоят только из аминокислотных остатков



—NH—CH—CO—NH—CH—
| |
R₁ R₂

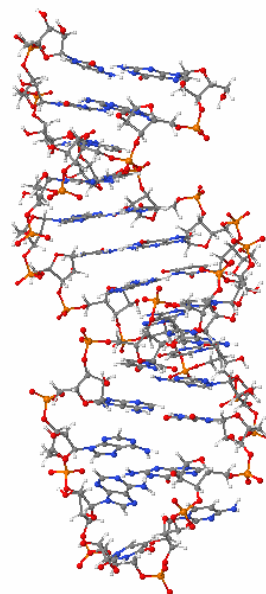
сложные

комплексы полипептидов с НК, полисахаридами, Me, ферменты

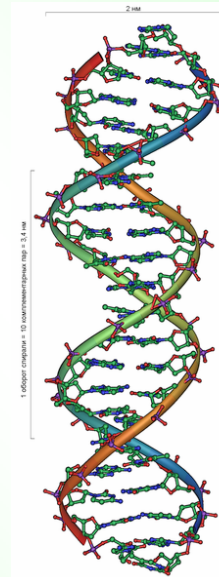


Изображения трёхмерной структуры фермента

Нуклеиновые кислоты (РНК, ДНК)



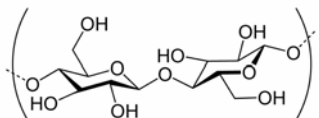
Рибонуклеиновая кислота (РНК)



Дезоксирибонуклеиновая кислота (ДНК)

Полисахариды

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



Целлюлоза в форме полимера β -глюкозы

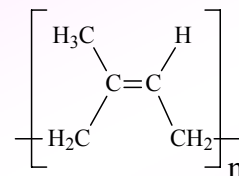


Крахмал

Полиуглеводороды (натуральный каучук, гуттаперча)



Самые большие в мире крупногабаритные шины для карьерных самосвалов

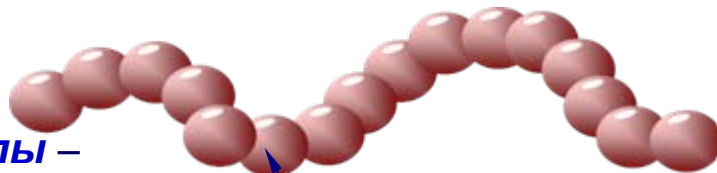


Сбор латекса гевеи (Шри-Ланка)

Высокомолекулярные соединения

Полимеры – это высокомолекулярные соединения (ВМС) с высокой молекулярной массой (от нескольких тысяч до многих миллионов). В состав молекул ВМС (макромолекул) входят тысячи атомов, соединенных друг с другом валентными связями. Характерная особенность ВМС – **цепное строение макромолекул**, состоящих из многократно повторяющихся звеньев.

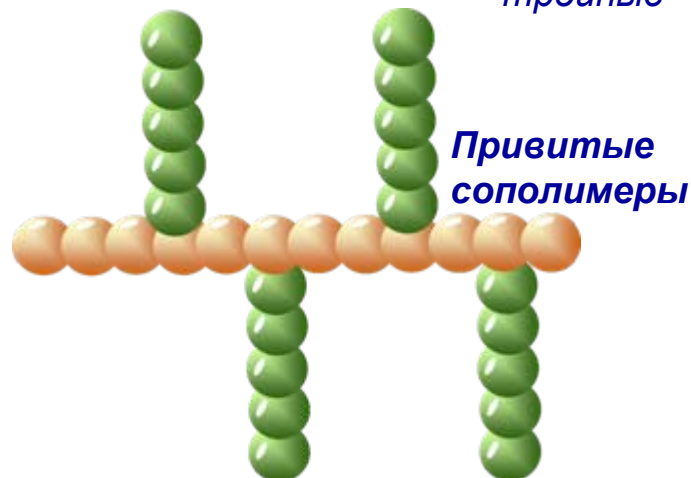
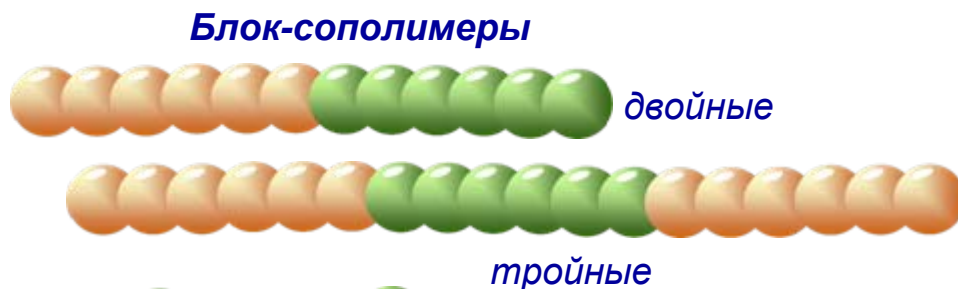
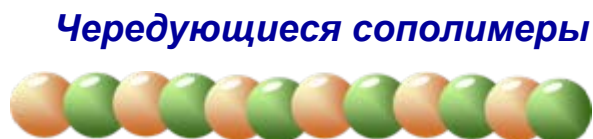
Модель макромолекулы – разорванное ожерелье, состоящее из бусинок (мономерных звеньев)



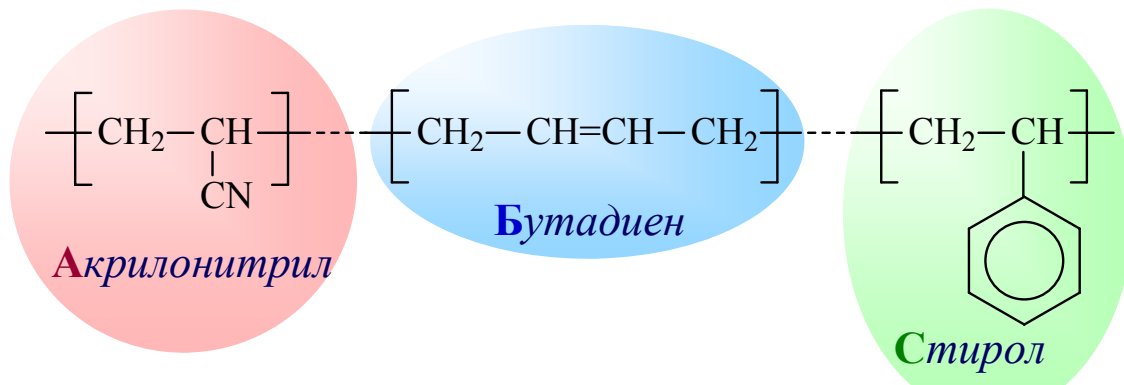
Мономерное
звено

Полимер (greek)-*polys* – много;
meros – часть

(1833, Берцелиус, Швеция)



Тройные сополимеры – АБС-пластики



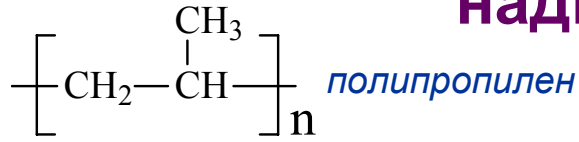
Свойства	Полистирол	АБС пластики
Ударная прочность, кДж/м ²	1.5 – 2.0	10 – 30
Удлинение, %	1 – 2	10 – 25



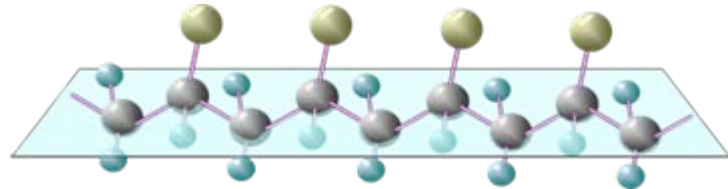
АБС-пластики используют для получения крупногабаритных изделий – крылья и кузова автомобилей, корпуса радиоприемников, телевизоров, фото- и видеокамер, чемоданы и сумки и др.



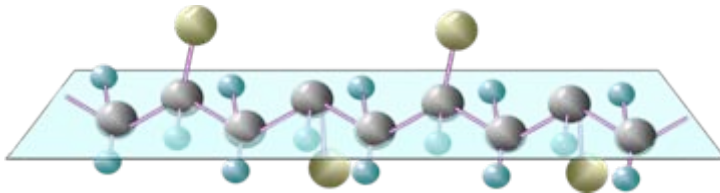
Макромолекула – конфигурация – конформация – надмолекулярная структура



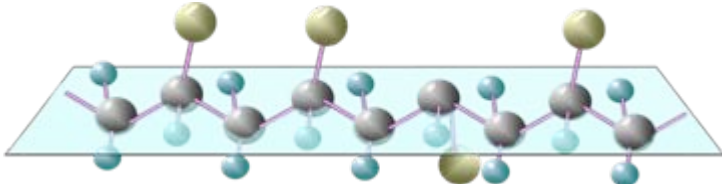
Пространственная изомерия и конфигурация цепи



Изотактический, $T_{\text{пл}} = 160^\circ\text{C}$



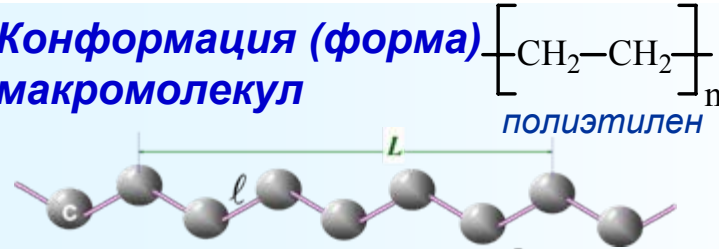
Синдиотактический, $T_{\text{пл}} = 200^\circ\text{C}$



Атактический, аморфный $T_{\text{раз}} \sim 60^\circ\text{C}$

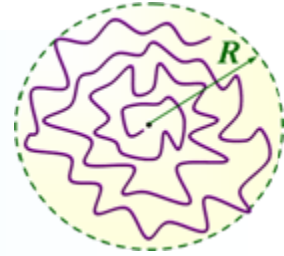
Управление структурой макромолекул (синтез)

Конформация (форма) макромолекул



контурная длина $L = n \cdot l$ n - количество связей

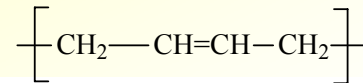
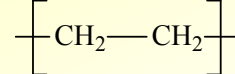
$n = 10000$ $MM = 280000$ $L = 3000\text{ нм}$



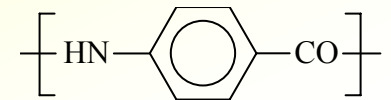
Радиус инерции сферического клубка с однородным распределением массы $R = 30\text{ нм}$

Гибкость (жесткость) цепи определяется химическим строением и конформацией макромолекул

Гибкоцепные полимеры



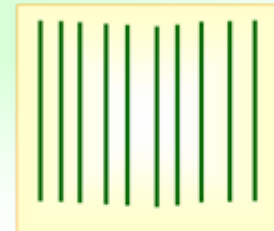
Жесткоцепные полимеры



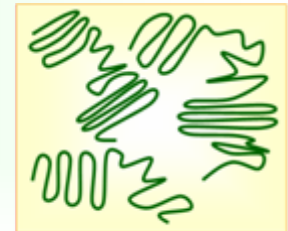
Надмолекулярная структура



Аморфная



Кристаллическая



Полукристаллическая

Механические свойства полимеров и анизотропия макромолекул

Три физических состояния аморфных полимеров

Стеклообразное

Высокоэластическое

Вязкотекучее

Упругая обратимая деформация


$$\frac{\Delta l}{l} = \epsilon = \sigma / E$$

σ напряжение
 E модуль упругости

Модуль упругости

E , кг/см²

Сталь 20000 – 22000

Полимеры (пластики) 16000 – 25000

Полимерные стекла способны к упругим деформациям при сохранении высокой прочности.

Менее хрупкие тела чем НМС

Высокоэластическая обратимая деформация (100-1000%)

Модуль упругости

E , кг/см²

Полимеры в высоко-эластическом состоянии

0,02

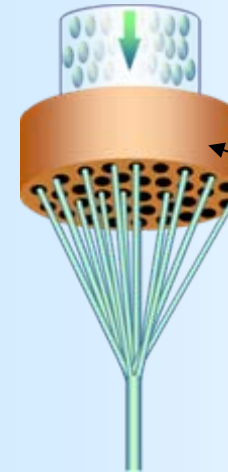
Газ

0,01

Энтропийная природа упругости



Необратимая деформация - течение

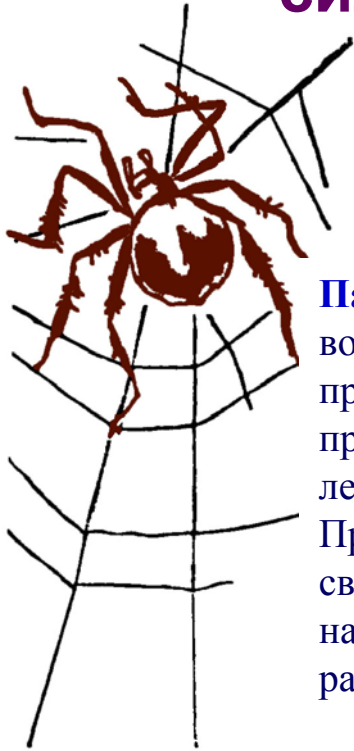


Переработка полимеров и формование изделий



Получение волокон и пленок

Образование высокоориентированных структур с сильно-анизотропными свойствами

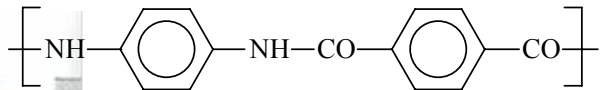


Паутина – простейшее волокно, созданное природой. В шесть раз прочнее стали, в восемь легче (по прочности). Проявляет эластические свойства, растягивается на 30-40% перед разрывом.

Прочность ориентированного волокна ПЭ

	Напряжение при разрыве, ГПа	$E_{упр}$, ГПа
ПЭ $\parallel$	20	260
ПЭ $\perp$	0,2	3

Кевлар

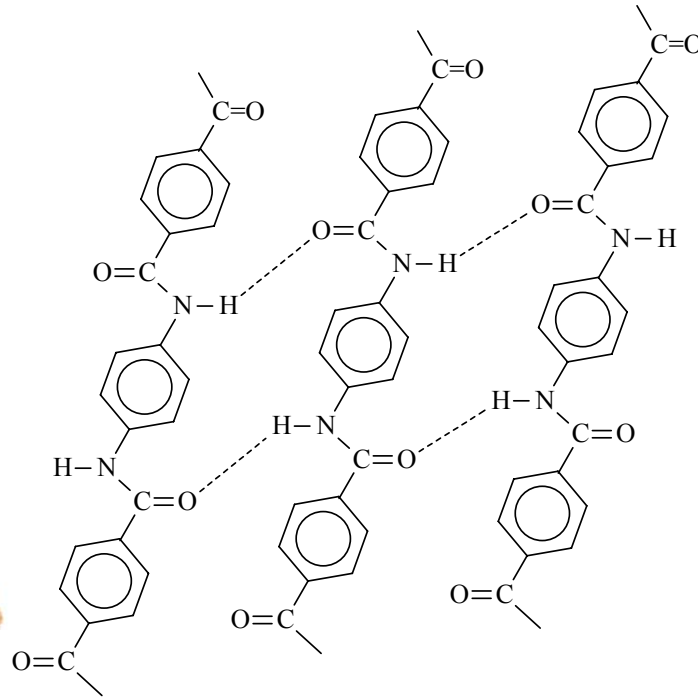


полифенилентерeftаламид

Армирующие материалы

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

Кевлар – суперпрочные волокна



Поликарбонат и
полиэфиры

Полимерная эпоха: 20 и 21 век

«..... без преувеличения можно сказать, что следующее столетие следует назвать веком атомной энергии и полимерных материалов» (1983 г.)

академик Н.Н. Семенов,
лауреат Нобелевской премии, 1956г.



Годовое производство
полимеров 245 млн.тонн
(2008 г)

Синтез полимеров – природные и синтетические полимеры

1 Природные полимеры – синтезируются живыми организмами и растениями

Живой организм – это фабрика со сложным управлением – белки, РНК, ДНК, ферменты

Растения

– полисахариды (целлюлоза) главный строительный материал растений

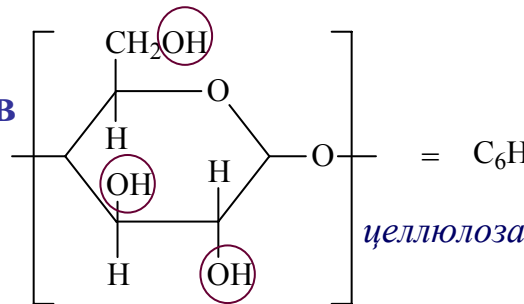
Сложные биохимические процессы, практически не поддающиеся контролю человека

натуральный каучук («обувь» для самодвижения шин, самолетов и агрегатов)

2 Синтетические полимеры

• Модификация природных полимеров

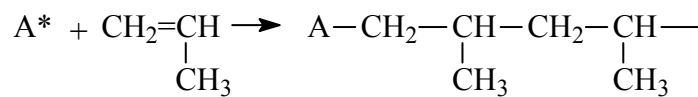
• Вулканизация НК



$C_6H_7O(OH)_3$

- Ацетаты - волокно
- Нитраты – мембраны, пленки, порошок
- Получение полимеров медицинского назначения

• Полимеризация $A^* + M \rightarrow AM^* + M \rightarrow AMM^* + M \rightarrow AMMM^*$

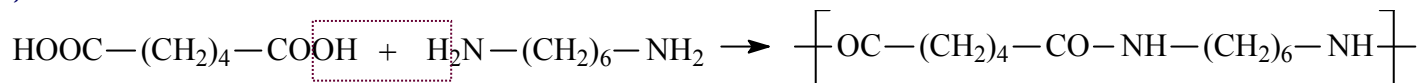


Нет выделения НМС

• Поликонденсация $A-R-A + B-R^1-B \rightarrow A-R-R^1-B + AB$

A и B – функциональные группы

Выделение НМС





Преимущества полимеров

- ✓ Отсутствие коррозии
- ✓ Малый удельный вес ($d \sim 1-1,5 \text{ г/см}^3$)
- ✓ Химическая стабильность
- ✓ Высокие механические свойства (волокна, армирующие материалы)
- ✓ Стойкость к ударным нагрузкам
- ✓ Простота переработки (экструзия, литье под давлением, невысокие температуры)
- ✓ Экономичность производства
- ✓ Дешевое сырье (газ, нефть)

Затраты на производство изделий аналогичного назначения из полимеров и традиционных материалов (усл.ед.)

		Усл.ед.
1 млн литровых бутылок	Поливинилхлорид (ПВХ)	66
	Стекло	230
100 км. труб	ПВХ	275
	Сталь	1970



Кафедра ВМС

**всемирно-известный центр
в области физической
химии полимеров**



В.А. Каргин, академик
Основатель кафедры
ВМС (1955 – 1969)

В.А. Кабанов, академик
Зав. кафедрой
(1970 – 2006)

А.Б. Зезин

член-корреспондент РАН
Заведующий кафедрой
с 2006 г.

**Полимеризационных
процессов**

д.х.н. М.Ю. Заремский

**Химических превращений
полимеров**

чл-корр. РАН Шибает В.П.

**Полиэлектролитов и
биополимеров**

дхн. Сергеев В.Г.

Структуры полимеров

чл-корр. РАН Волынский А.Л.

**Физики и механики
полимеров**

проф. Герасимов В.И.

**Функциональных
полимеров и полимерных
материалов**

дхн. Луковкин Г.М.

**Научно-исследовательские
лаборатории**

Практикум

доц. Литманович Е.А.

Общий состав

Академик РАН – 1

Член-корреспондент РАН – 3

Профессор – 5

Доцент – 5

Ст. преподаватель – 2

Ассистент – 6

Научные сотрудники – 60

Инженерно-технич. – 3

Всего ~83

Студенты (I-V курсов) - ~30

Аспиранты разных лет ~18

Некоторые итоги учебно-научной деятельности кафедры ВМС

Научные кадры 1955-2009 года

Подготовлено дипломированных специалистов	~900 чел
Кандидаты наук	~400 чел
Доктора наук	более 40 чел.
Действительные члены Российской академии наук	3 чел.
Член-корреспонденты РАН	3 чел.
Заслуженные профессора и доценты	5 чел.

Премии

Государственные премии (СССР, РФ)	4
Премии Президента РФ в области науки и инноваций для молодых ученых	1
Ленинская премия СССР	1
Демидовская премия	1
Премии Президиума РАН им. В.А. Каргина	6
Премия Академии наук СССР им. С.В. Лебедева	1
Ломоносовская премия МГУ	6
Премии для молодых ученых (Фонд содействия отечественной науке, гранты Президента и МГУ, и др.)	более 20 (2005-2009)

Научные проекты (2009)

РФФИ	16
РФФИ-офи_м	2
Научные школы	1
Международные проекты	6
Соглашения о международном сотрудничестве (Германия, Италия, Чехия, Великобритания, Южная Корея, США и др.)	6

Публикации (с 1980 года)

Книги 12

Научные статьи

опубликовано: более 1500 статей, из них более 550 в зарубежных журналах

Патенты, авторские свидетельства более 50

