

# ПОЛИМЕРЫ

10 кл

Федотова Е.А.-  
учитель химии

МБОУ Изыхская СОШ

Особую, очень важную, группу органических веществ составляют **высокомолекулярные соединения (полимеры)**. Масса их молекул достигает нескольких десятков тысяч и даже миллионов.

Какова роль этих соединений?

- Во-первых, полимерные вещества являются основой Жизни на Земле. Органические природные полимеры – **биополимеры** – обеспечивают процессы жизнедеятельности всех животных и растительных организмов.
- Во-вторых, благодаря особым, только для них характерным свойствам, полимеры широко используются при изготовлении самых разнообразных материалов:





## ПОЛИМЕРЫ

Пласт-  
массы

Каучуки

Волокна

Пленки

Лаки

Клеи

## ОСНОВНЫЕ ТИПЫ БИОПОЛИМЕРОВ

НУКЛЕИНОВЫЕ  
КИСЛОТЫ  
(ДНК, РНК)

БЕЛКИ,  
ПОЛИ-  
ПЕПТИДЫ

ПОЛИСАХАРИДЫ  
(целлюлоза,  
крахмал,  
гликоген)

ПОЛИИЗОПРЕНЫ  
(натуральный  
каучук,  
гуттаперча и др.)

# ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ

Полимер

Макромолекула

Мономер

Структурное  
звено

Степень  
полимеризации

Молекулярная  
масса

Геометрические  
формы

# Мономер

- Низкомолекулярные соединения, из которых образуются полимеры, называются **мономерами**.
- Например, пропилен **CH<sub>2</sub>=CH-CH<sub>3</sub>** является мономером полипропилена:

# Структурное звено макромолекулы

Группа атомов, многократно повторяющаяся в цепной макромолекуле, называется ее **структурным звеном**.



В формуле макромолекулы это звено обычно выделяют скобками:  $(-\text{CH}_2-\text{CHCl}-)_n$

По строению структурного звена можно сказать о том, какой мономер использован в синтезе данного полимера. Строение структурного звена соответствует строению исходного мономера, поэтому его называют также **мономерным звеном**.

# Степень полимеризации

Степень полимеризации - это число, показывающее сколько молекул мономера соединилось в макромолекулу.

В формуле макромолекулы степень полимеризации обычно обозначается индексом "n" за скобками, включающими в себя структурное (мономерное) звено:  $n \gg 1$

# Геометрическая форма макромолекул

Геометрическая форма макромолекулы - пространственная структура макромолекулы в целом.

Для макромолекул характерны **три** основные разновидности геометрических форм (каждый шарик на рисунках условно означает структурное звено).

**Линейная** форма (например, полиэтилен низкого давления, невулканизированный натуральный каучук и т.п.):

**Разветвленная** форма (полиэтилен высокого давления и др.):

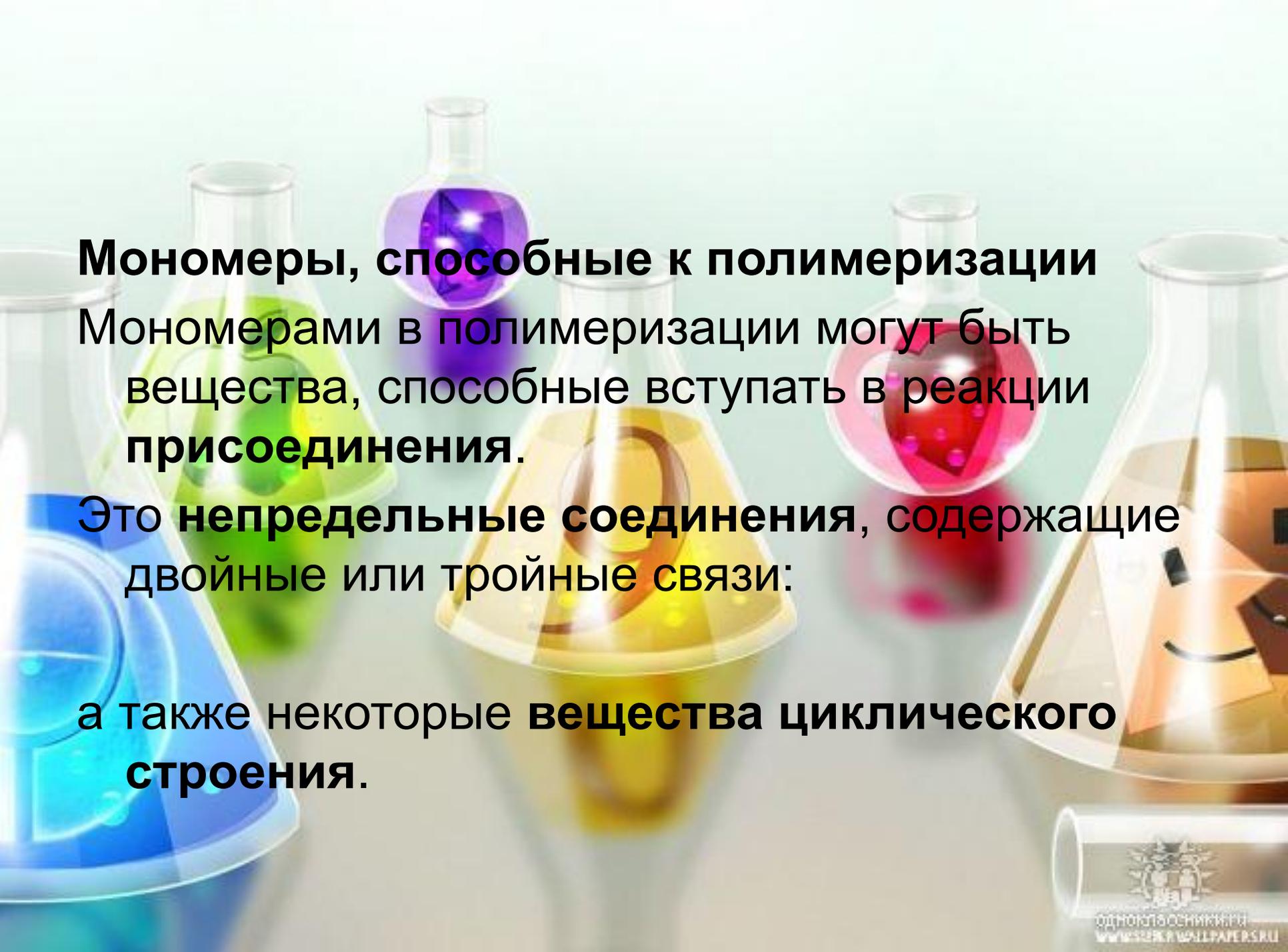
**Пространственная** (трехмерная или сетчатая) форма (например, вулканизированный каучук):



# СПОСОБЫ ОБРАЗОВАНИЯ ПОЛИМЕРОВ



- Кроме того, следует отметить, что некоторые полимеры получают не из мономеров, а из других полимеров, используя **химические превращения макромолекул** (например, при действии азотной кислоты на природный полимер целлюлозу получают новый полимер - нитрат целлюлозы).

The background features several pieces of laboratory glassware, including Erlenmeyer flasks and a beaker, each containing a different colored liquid. From left to right, the colors are blue, green, purple, yellow, red, and orange. The glassware is arranged in a slightly overlapping manner, creating a sense of depth. The lighting is soft, highlighting the transparency of the glass and the vibrant colors of the liquids.

**Мономеры, способные к полимеризации**  
Мономерами в полимеризации могут быть  
вещества, способные вступать в реакции  
**присоединения.**

**Это непредельные соединения, содержащие  
двойные или тройные связи:**

**а также некоторые вещества циклического  
строения.**

# Схема полимеризации

Схематически реакцию полимеризации часто изображают как простое соединение молекул мономера в макромолекулу.

Например, полимеризация этилена записывается следующим образом:



# Важнейшие 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	$(-\text{CH}_2-\text{CH}=\text{CH}-\text{CH}_2-)_n$	$\begin{array}{c} \text{CH}_2 \quad \text{CH}_2 \\ \parallel \quad \parallel \\ \text{CH}=\text{CH} \end{array}$
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 (поли- винилбензол)	$(-\text{CH}_2-\underset{\text{C}_6\text{H}_5}{\text{CH}}-)_n$	$\begin{array}{c} \text{CH}_2=\text{CH} \\   \\ \text{C}_6\text{H}_5 \end{array}$	Полиизопрен	$(-\text{CH}_2-\underset{\text{C}(\text{CH}_3)=\text{CH}}{\text{CH}_2}-)_n$	$\begin{array}{c} \text{CH}_2 \quad \text{CH}_2 \\ \parallel \quad \parallel \\ \text{C}=\text{CH} \\   \\ \text{CH}_3 \end{array}$
Поливинил- хлорид	$(-\text{CH}_2-\underset{\text{Cl}}{\text{CH}}-)_n$	$\begin{array}{c} \text{CH}_2=\text{CH} \\   \\ \text{Cl} \end{array}$			
Тефлон	$(-\text{CF}_2-\text{CF}_2-)_n$	$\text{CF}_2=\text{CF}_2$	Бутадиен- стирольный каучук (СКК)	$(-\text{CH}_2-\underset{\text{CH}=\text{CH}}{\text{CH}_2}-\text{CH}_2-\underset{\text{C}_6\text{H}_5}{\text{CH}}-)_n$	сополимер бутадиена и стирола
Полиметил- метакрилат	$(-\text{CH}_2-\underset{\text{C}(\text{O}-\text{CH}_3)}{\overset{\text{CH}_3}{\text{C}}}-)_n$	$\begin{array}{c} \text{CH}_2=\text{C} \\   \quad   \\ \text{CH}_3 \quad \text{C}=\text{O} \\   \\ \text{O}-\text{CH}_3 \end{array}$			

## . Мономеры, способные к поликонденсации

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

Например, 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;

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

· двухатомные спирты и двухосновные (дикарбоновые) кислоты:

$\text{HO-R-OH} + \text{HOOC-R}'\text{-COOH}$  → полиэфиры.

· диамины и двухосновные кислоты:

$\text{H}_2\text{N-R-NH}_2 + \text{HOOC-R}'\text{-COOH}$  → полиамиды.

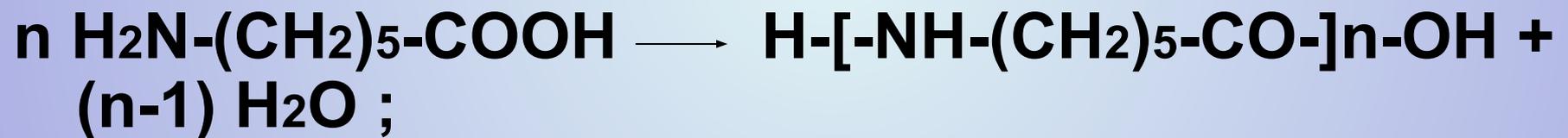
# Важнейшие полимеры, получаемые реакцией поликонденсации

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)	$\left[ -NH-(CH_2)_5-\overset{\text{O}}{\parallel}{C}- \right]_n$	$\begin{array}{l} CH_2-CH_2-CH_2 \\   \\ CH_2-CH_2-NH \end{array} \overset{\text{O}}{\parallel}{C}=O$ (полимеризация)	$NH_2-(CH_2)_5-\overset{\text{O}}{\parallel}{C}-OH$ (поликонденсация)
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-формаль-дегидные смолы	$\left[ \begin{array}{c} OH \\   \\ \text{C}_6\text{H}_3 \\   \\ CH_2 \end{array} \right]_n$ новолак, резол	$\begin{array}{c} OH \\   \\ \text{C}_6\text{H}_5 \end{array} + \begin{array}{c} H \\ \diagup \\ C=O \\ \diagdown \\ H \end{array}$	
	$\left[ \begin{array}{c} OH \\   \\ \text{C}_6\text{H}_3 \\   \\ CH_2 \\   \\ \text{C}_6\text{H}_3 \\   \\ OH \end{array} \right]_n$ резит		

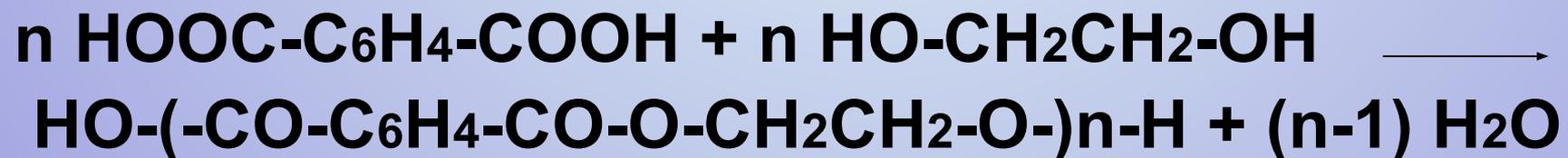
# Поликонденсация

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

Например, получение капрона из аминокaproновой кислоты:

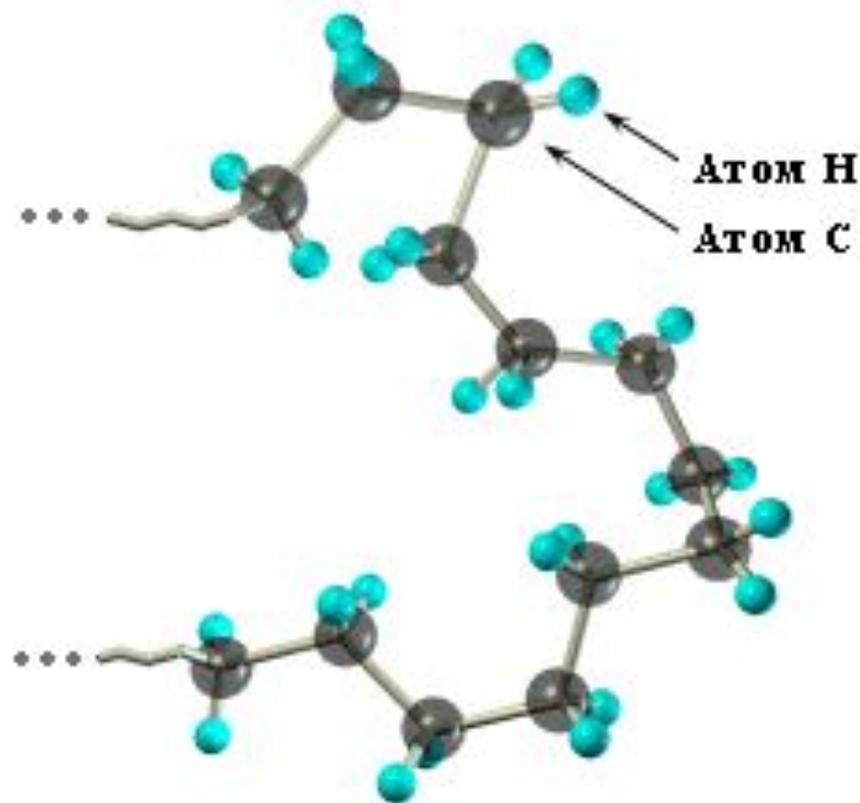


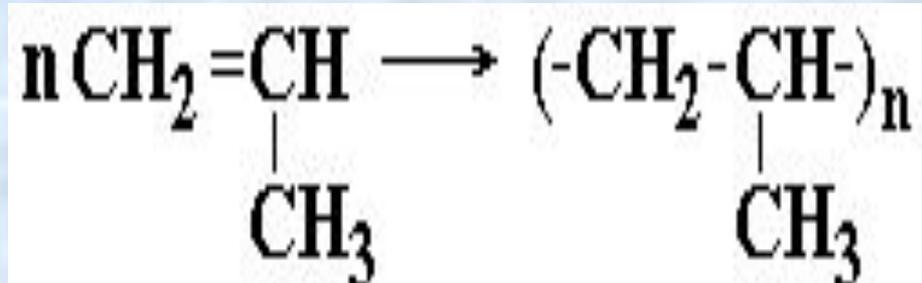
или лавсана из терефталевой кислоты и этиленгликоля:





**Модель  
фрагмента макромолекулы  
полиэтилена**



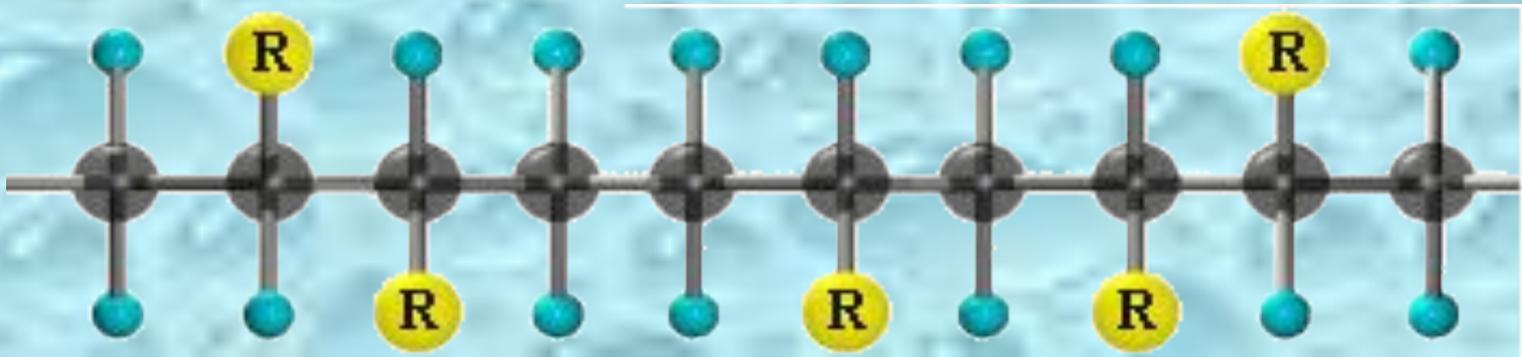
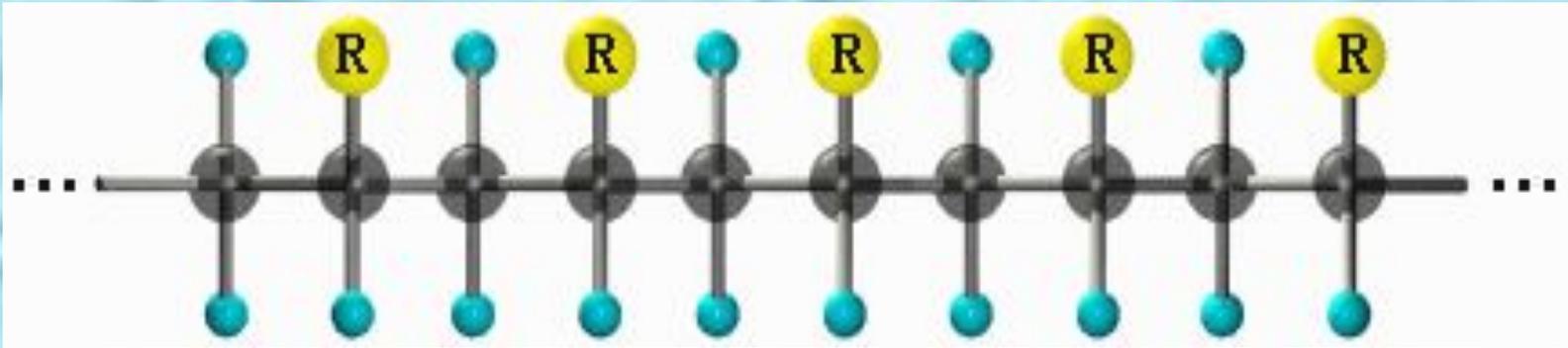
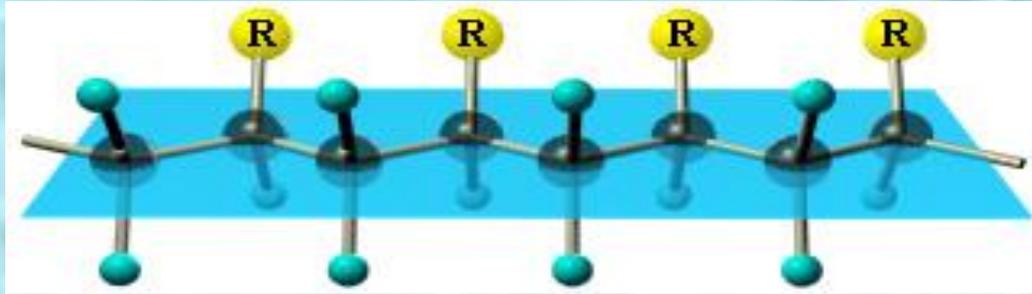
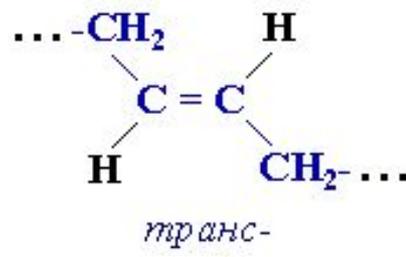
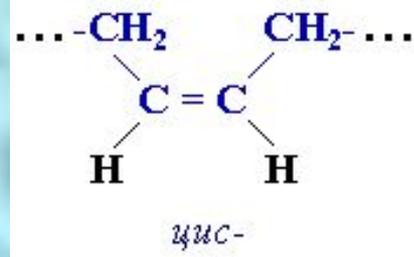


пропилен  
(пропен)

полипропилен

# СТРОЕНИЕ МАКРОМОЛЕКУЛ

- Понятие строение молекулы включает в себя представления о химическом, пространственном и электронном строении
- **Химическое строение** - последовательность химических связей атомов в молекуле (А.М. Бутлеров).
- **Пространственное строение** - определенное расположение атомов молекулы в пространстве (геометрия молекулы).

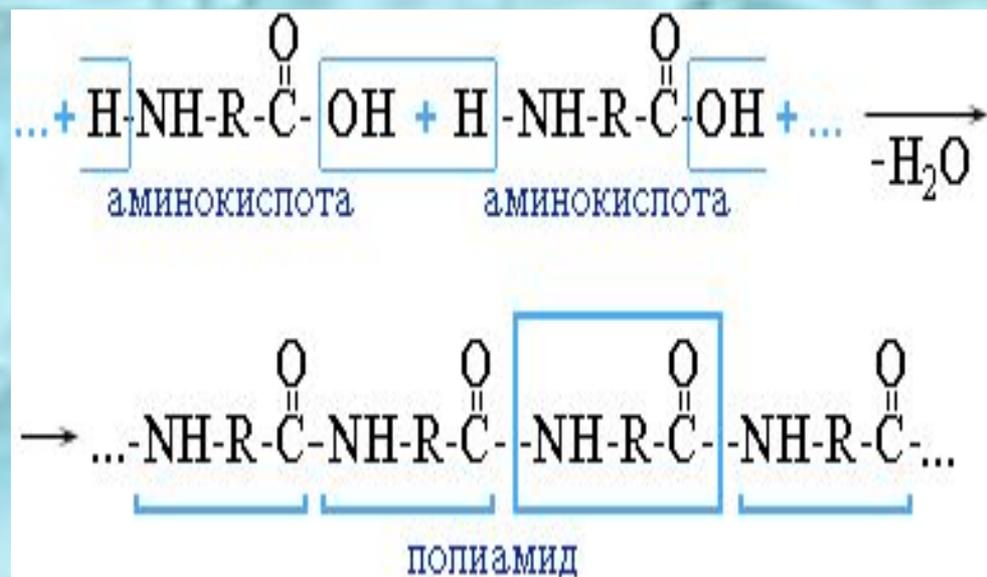


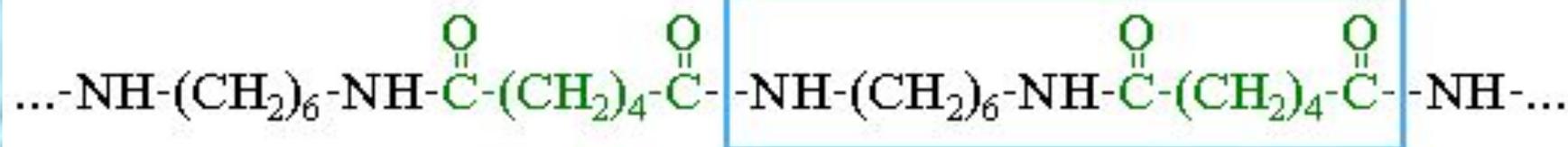
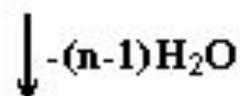
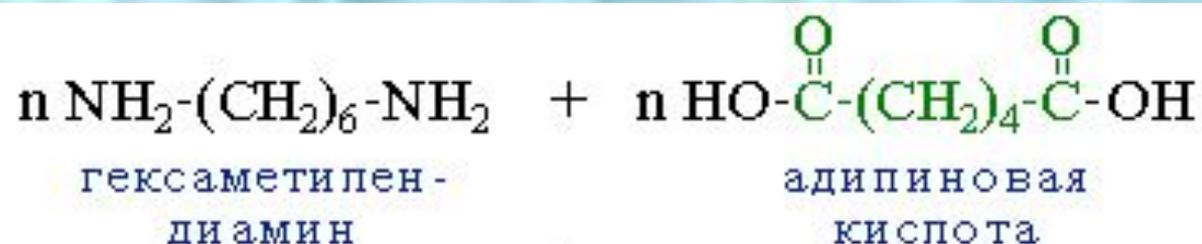
# Физические состояния полимеров

- . В зависимости от строения и внешних условий полимеры могут находиться в аморфном или кристаллическом состояниях.
- · Аморфное состояние полимера характеризуется отсутствием упорядоченности в расположении макромолекул.
- · Кристаллическое состояние возможно лишь для стереорегулярных полимеров.

# Геометрическая форма макромолекул в значительной степени влияет на свойства полимеров:

- линейные и разветвленные полимеры термопластичны, растворимы;
- линейные полимеры имеют наибольшую плотность, их макромолекулы способны к ориентации вдоль оси направленного механического поля (это используется, например, при формировании волокон и пленок);
- полимеры сетчатого (пространственного) строения, не плавятся, не растворяются, а только набухают в растворителях; определение молекулярной массы для таких полимеров утрачивает смысл (нет отдельных макромолекул, все цепи сшиты в единую сетку). Сетчатые структуры могут быть получены из термореактивных полимеров.





найлон (полиамид-6,6)

# . Названия полимеров

Существуют два основных способа названий полимеров.

1. Название полимера строится по названию исходного мономера с добавлением приставки "**поли**" (полиэтилен, полистиролы и т.п.). Этот способ используется обычно для полимеров, полученных путем полимеризации.

2. Полимеру дается тривиальное название (лавсан, нитрон, нейлон и т.п.), которое не отражает строения макромолекул, но удобно своей краткостью. Данный способ применяют создатели полимерных материалов (фирмы, научные и производственные коллективы).

Так, название ЛАВСАН присвоено полимеру



*полиэтилентеререфталат*

как сокращенное название **ЛА**боратории

**В**ысокомолекулярных **С**оединений **А**кадемии **Н**аук.

# Фенолформальдегидные СМОЛЫ -

- продукты поликонденсации фенола с формальдегидом. Реакция проводится в присутствии кислых (соляная, серная, щавелевая и другие кислоты) или щелочных катализаторов (аммиак, гидроксид натрия, гидроксид бария).

# Композиционный материал (композит)

- это материал, в котором наряду с основным веществом содержатся упрочняющие или модифицирующие компоненты.

В состав композита входят: связующее вещество (обычно полимер), наполнитель, пластификаторы, свето- и термостабилизаторы, красители и т.п.

Вот некоторые примеры наполнителей в композитах:

сажа в резине,

ткань в текстолите,

бумага в гетинаксе,

стеклоткань и стекловолокно в стеклопластиках,