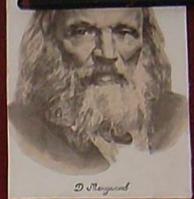


РАСТВОРИМОСТЬ СОЛЕЙ, КИСЛОТ, ОСНОВАНИЙ В ВОДЕ

ИОНЫ	H ⁺	NH ₄ ⁺	K ⁺	Na ⁺	Ag ⁺	Ba ²⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Zn ²⁺	Cu ²⁺	Hg ²⁺	Pb ²⁺	Fe ²⁺	Fe ³⁺	Al ³⁺
OH ⁻		P	P	P	-	P	M	H	H	H	-	H	H	H	
NO ₃ ⁻	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P
Cl ⁻	P	P	P	P	H	P	P	P	P	P	P	M	P	P	P
S ²⁻	P	P	P	P	H	-	-	H	H	H	H	H	H	H	-
SO ₃ ²⁻	P	P	P	P	M	M	M	M	M	M	-	H	M	-	-
SO ₄ ²⁻	P	P	P	P	M	M	M	P	P	P	P	H	P	P	P
CO ₃ ²⁻	P	P	P	P	H	H	H	H	H	H	-	H	H	-	-
SiO ₃ ²⁻	H	-	P	P	H	H	H	H	H	H	-	H	H	-	-
PO ₄ ³⁻	P	P	P	P	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H
CH ₃ COO ⁻	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P

P - РАСТВОРИМЫЕ M - МАЛОРАСТВОРИМЫЕ H - НЕРАСТВОРИМЫЕ - - - - - РАСТАГАЮТСЯ ВОДОЙ ИЛИ НЕ СУЩЕСТВУЮТ



1834 - 1907
Д.И. Менделеев

Электрохимический ряд напряжений

Li	K	Ba	Ca	Na	Mg	Al	Mn	Cr	Zn	Fe	Ni	Sn	Pb	H	Cu	Hg	Ag	Au
← усиление восстановительной способности атомов →																		

Высокомолекулярные соединения

Высокомолекулярные соединения

- 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. Интересно, что из множества возможных вариантов Природа "выбрала" всего 4 типа полимеров:





1. Нуклеиновые кислоты (ДНК, РНК)
2. Белок поли – пептиды
3. Полисахариды (целлюлоза, крахмал, гликоген)
4. Полиизопрены (натуральный каучук, гуттаперча и др.).

Во-вторых, благодаря особым, только для них характерным свойствам, полимеры (синтетические, искусственные и некоторые природные) широко используются при изготовлении самых разнообразных материалов:

Пластмасс, каучуки, волокна, пленки, лаки, клеи

ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ

Для характеристики высокомолекулярных соединений необходимо рассмотреть следующие понятия:

полимер

макромолекула

мономер

структурное звено макромолекулы

степень полимеризации макромолекулы

молекулярная масса макромолекулы

молекулярная масса полимера

геометрические формы макромолекул



ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ

Полимер

Макромолекула

Мономер

Структурное
звено

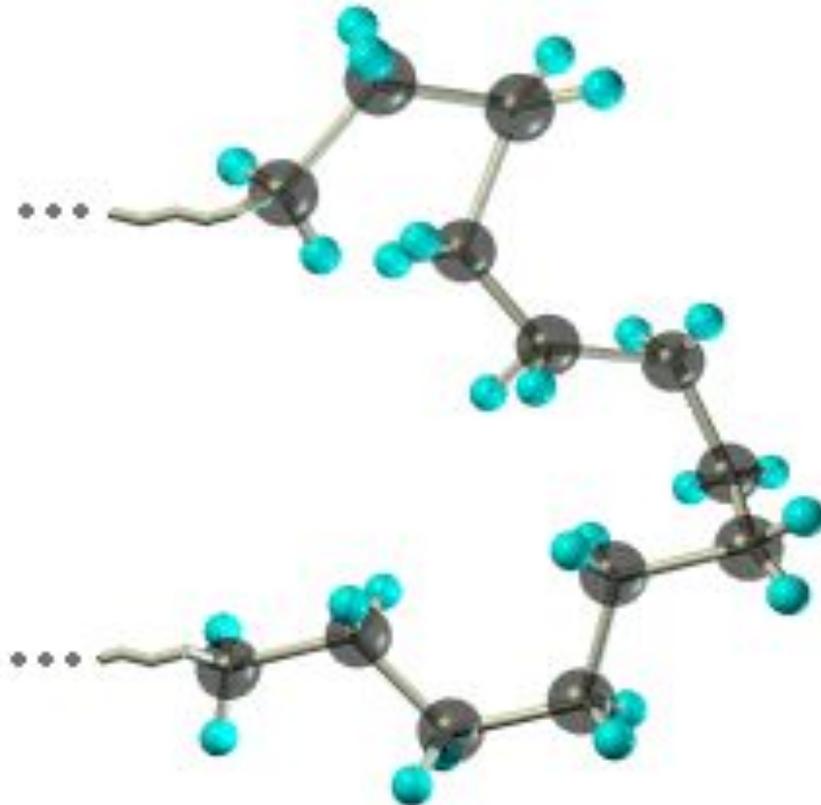
Степень
полимеризации

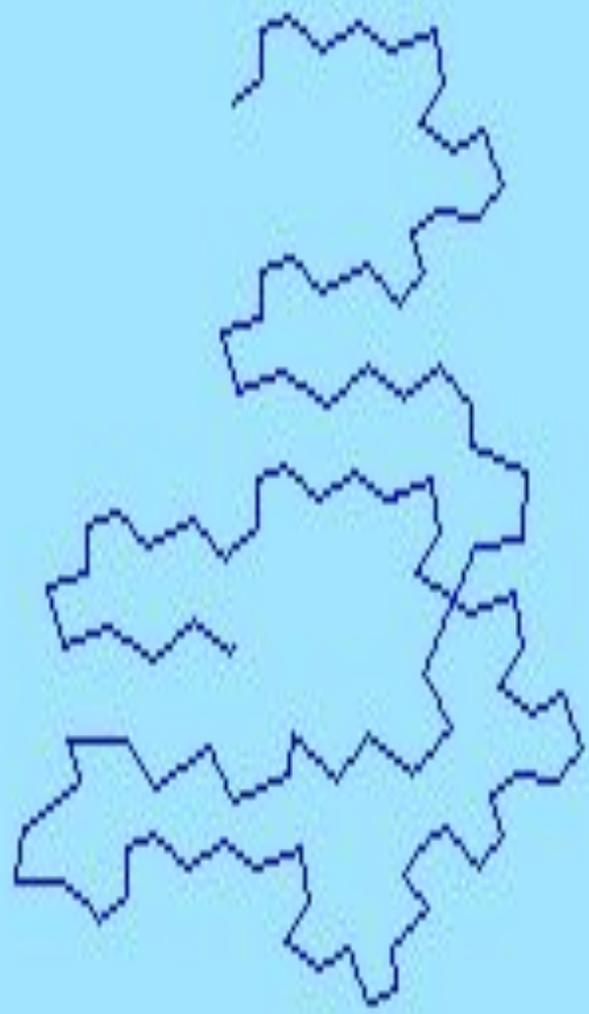
Молекулярная
масса

Геометрические
формы

Мономер

Фрагмент макромолекулы
ПОЛИЭТИЛЕНА





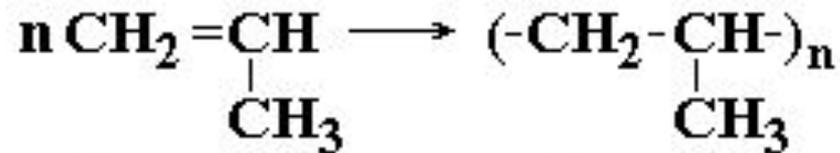
Мономер

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

Например, пропилен



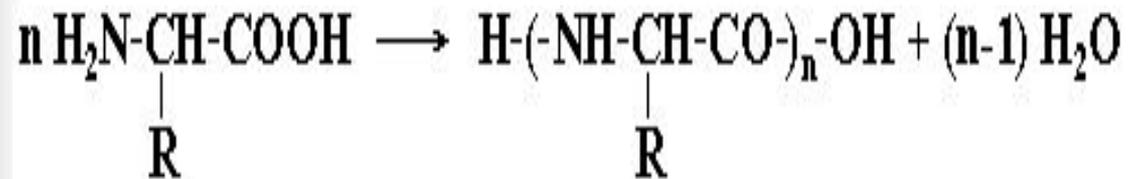
является мономером полипропилена:



пропилен
(пропен)

полипропилен

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

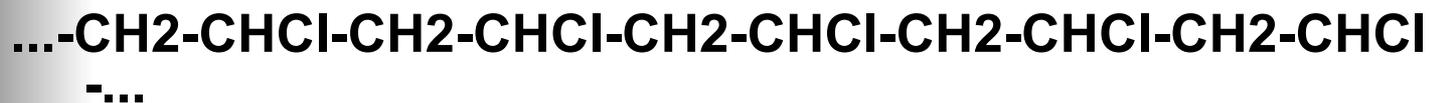


α -аминокислота

полипептид

Структурное звено макромолекулы

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



поливинилхлорид

В формуле макромолекулы это звено обычно выделяют скобками:



По строению структурного звена макромолекулы можно сказать о том, какой мономер использован в синтезе данного полимера и, наоборот, зная формулу мономера, нетрудно представить строение структурного звена.

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:

$$\underline{n \gg 1}$$



Молекулярная масса макромолекулы и полимера

Молекулярная масса макромолекулы связана со степенью полимеризации соотношением:

$$M(\text{макромолекулы}) = M(\text{звена}) \times n,$$

где n - степень полимеризации,

M - относительная молекулярная масса (подстрочный индекс r в обозначении относительной молекулярной массы M_r в химии полимеров обычно не используется).

Для полимера, состоящего из множества макромолекул, понятие молекулярная масса и степень полимеризации имеют несколько иной смысл. Дело в том, что когда в ходе реакции образуется полимер, то в каждую макромолекулу входит не строго постоянное число молекул мономера. Это зависит от того, в какой момент прекратится рост полимерной цепи.

Поэтому в одних макромолекулах мономерных звеньев больше, а в других - меньше. То есть, образуются макромолекулы с **разной степенью полимеризации** и, соответственно, с **разной молекулярной массой** (так называемые полимергомологи).

Следовательно, молекулярная масса и степень полимеризации полимера являются **средними** величинами:

$$M_{\text{ср}}(\text{полимера}) = M(\text{звена}) \times n_{\text{ср}}$$



Большинство экспериментальных методов определения молекулярной массы полимеров дает среднечисловое значение **M**. Смысл этого понятия можно пояснить на следующем примере.



Допустим, N молекул полиэтилена $(-CH_2-CH_2-)_n$ имеют молекулярную массу 28000, а $3N$ молекул - 140000. Какова молекулярная масса этого полимера?

Находим среднее (числовое) значение:



Среднечисловая степень полимеризации $n_{ср}$ в этом случае равна:



Кроме среднечисловой молекулярной массы полимера в ряде случаев используется *среднемассовое* ее значение, когда усреднение ведется не по числу макромолекул, а по их массе.

Геометрическая форма макромолекул

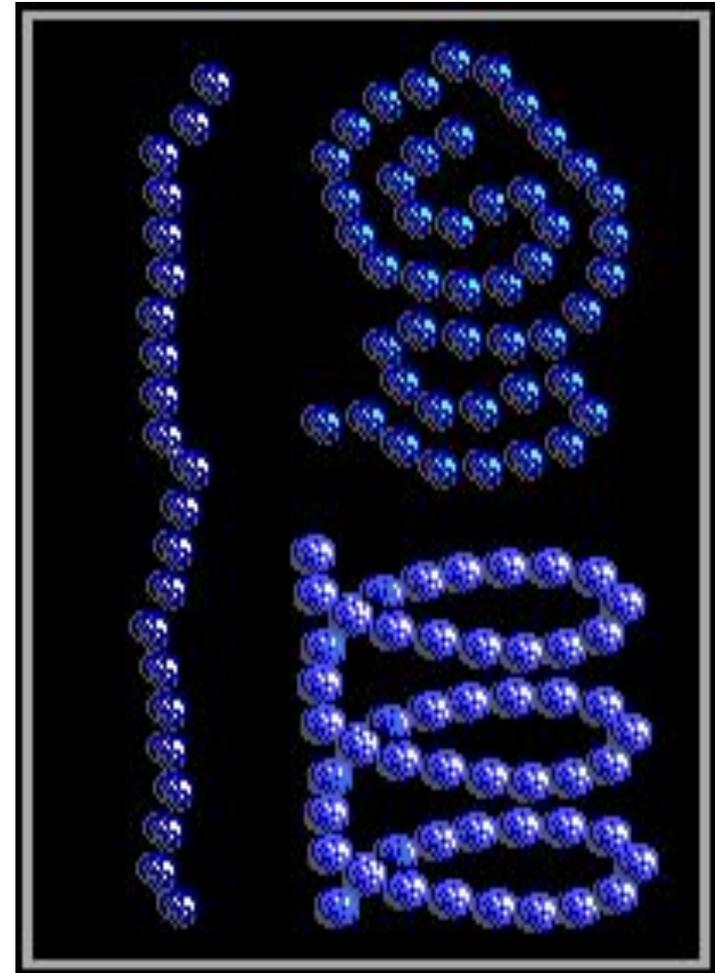
Геометрическая форма
макромолекулы -
пространственная структура
макромолекулы в целом.

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



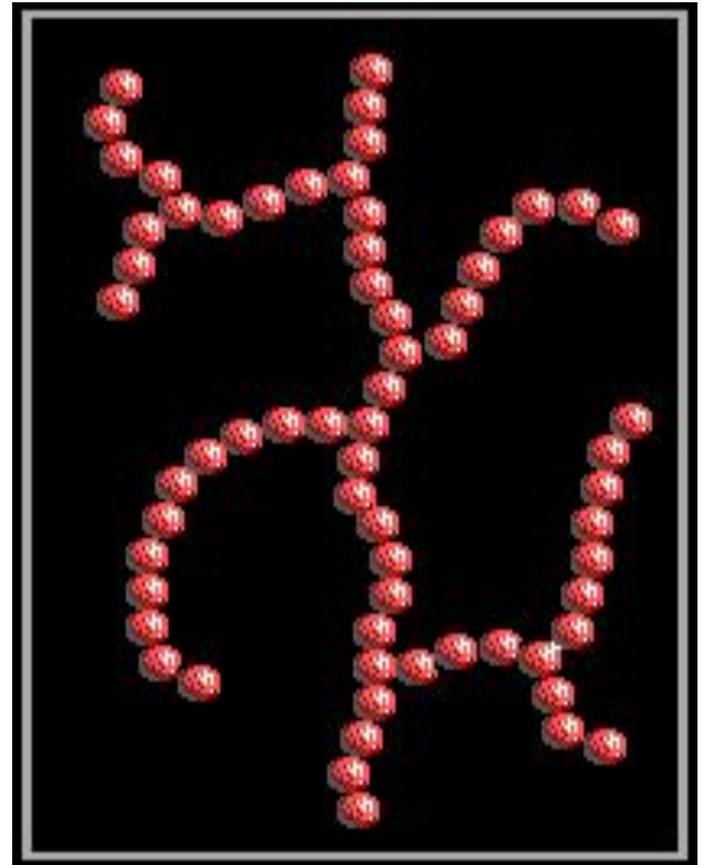


- **Линейная** форма (например, полиэтилен низкого давления, невулканизированный натуральный каучук и т.п.):



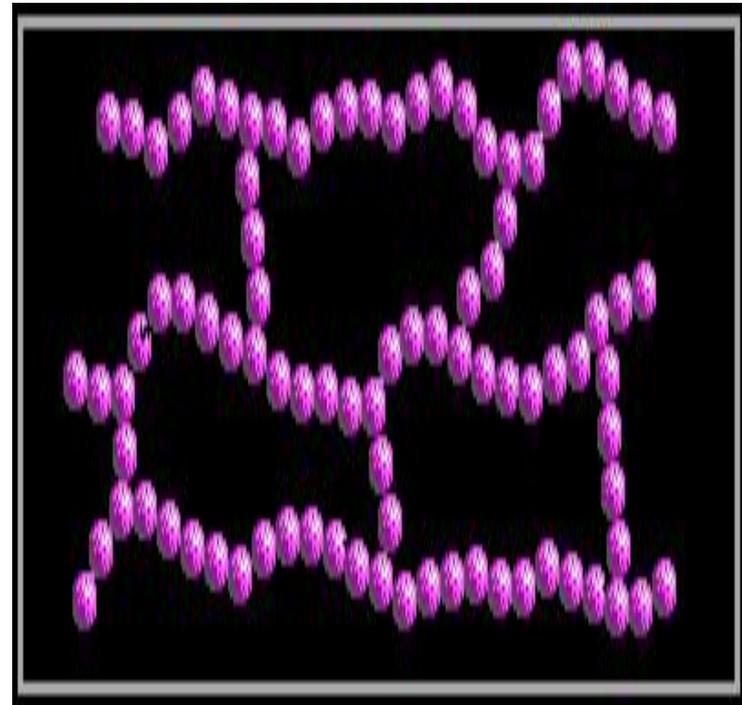


- **Разветвленная форма**
(полиэтилен
высокого
давления и др.):





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



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 формовании 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 терморезистивных полимеров.



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).

Электронное строение - распределение на атомах молекулы электронной плотности, зарядов, неспаренных электронов.

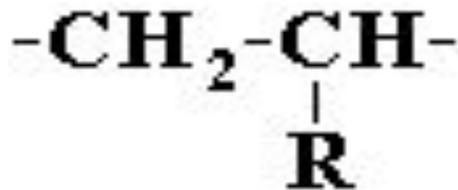
В случае макромолекул полимеров прежде всего обращают внимание на химическое и пространственное строение.



Химическое строение макромолекул

Химическое строение макромолекул - это порядок соединения структурных звеньев в цепи.

Структурные звенья несимметричного строения, например,



могут соединяться между собой двумя способами:



голова-хвост



голова-голова

Полимеры, макромолекулы которых построены одним из этих способов, называют **регулярными**.

Полимеры **нерегулярного** строения образованы произвольным сочетанием обоих способов соединения звеньев.

Пространственное строение макромолекул

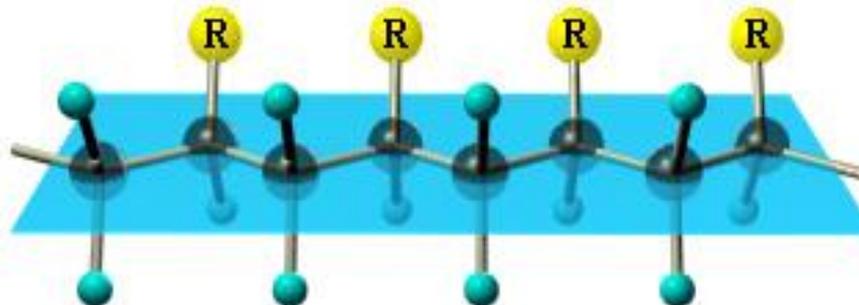
Пространственное строение макромолекулы - это определенное расположение в пространстве атомов или атомных групп, связанных с главной цепью макромолекулы.

Пространственное строение макромолекул, образованных виниловыми мономерами $\text{CH}_2=\text{CH}-\text{R}$ (к виниловым мономерам относят соединения, содержащие группу *винил* $-\text{CH}=\text{CH}_2$). Если представить макромолекулу $(-\text{CH}_2-\text{CHR}-)_n$ в виде вытянутой цепи, то все атомы углерода, имеющие тетраэдрическое строение (sp^3 -гибридизация), окажутся в одной плоскости в виде зигзагообразного скелета C-C-связей с углами $109^\circ 28'$.

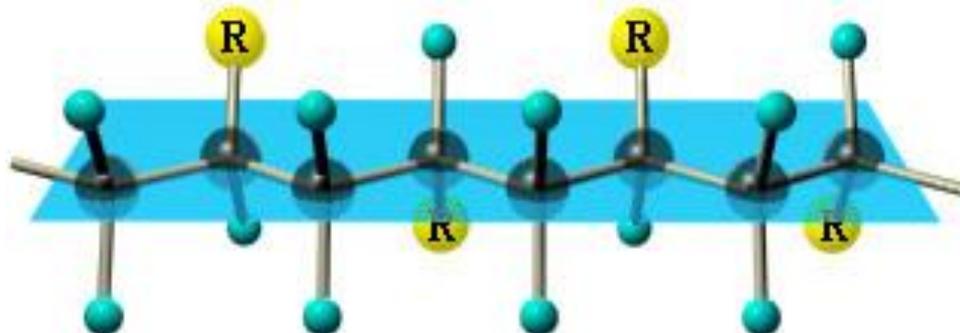
Группы (или заместители) R могут занимать по отношению к этой плоскости различные положения в пространстве. Рассмотрим это на примере отрезка цепи, включающего 4 звена, соединенных по типу "голова-хвост".



- Заместители R расположены по одну сторону от плоскости главной цепи:



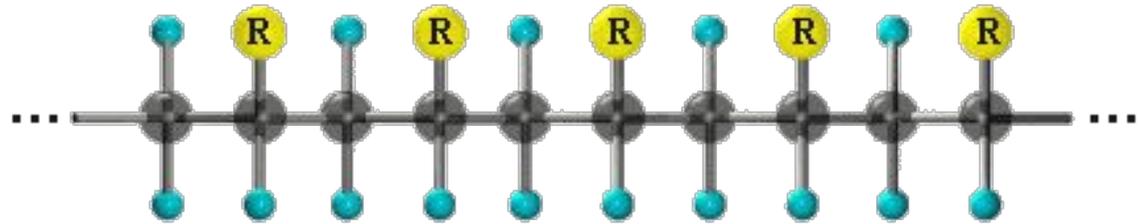
- Заместители R находятся по разные стороны от главной цепи:



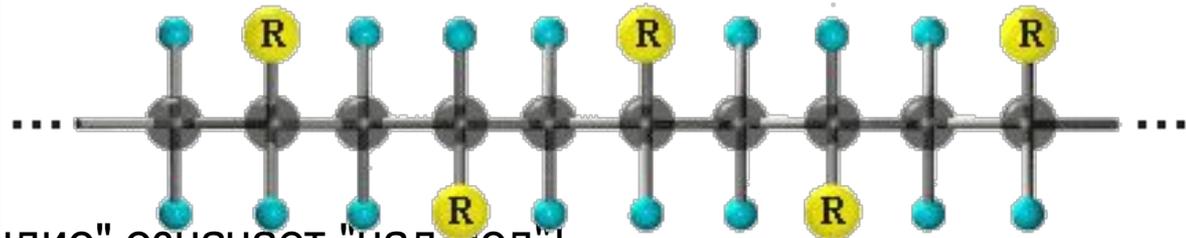


Полимер называется **стереорегулярным**, если заместители R в основной цепи макромолекул $(-CH_2-CHR-)_n$ расположены упорядоченно:

или все они находятся по одну сторону от плоскости цепи (такие полимеры называют **изотактическими**)



- или строго очередно по одну и другую стороны от этой плоскости (**синдиотактические полимеры**)

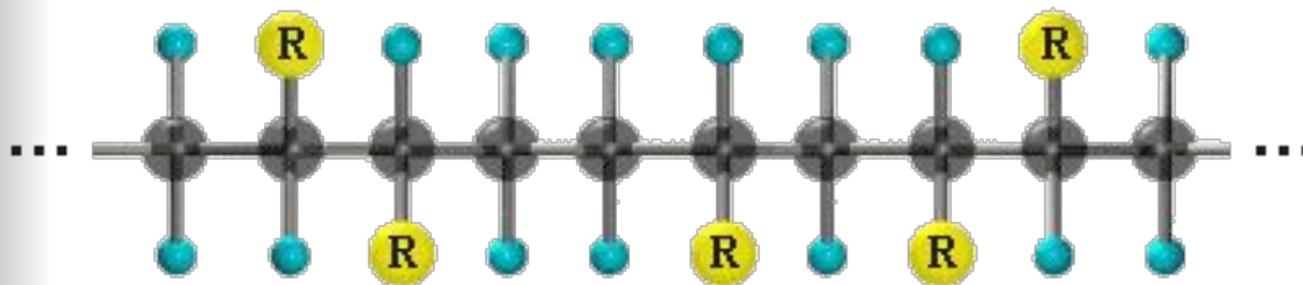


["синдио" означает "над-под"]

Стереорегулярные полимеры способны кристаллизоваться, они обладают большей прочностью и теплостойкостью.



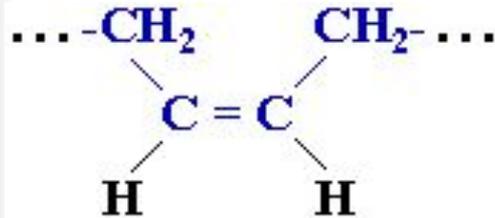
Если боковые заместители в макромолекулах располагаются в беспорядке относительно плоскости основной цепи, то такой полимер является **стереонерегулярным** или **атактическим**.



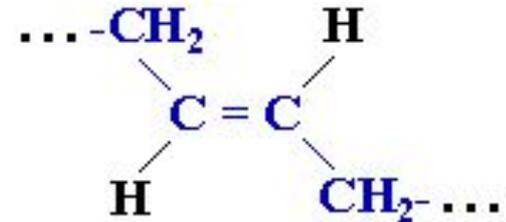
Атактические полимеры не способны кристаллизоваться и уступают по большинству эксплуатационных свойств стереорегулярным полимерам такого же химического состава.

Пространственное строение макромолекул, образованных диеновыми мономерами.

В структурном звене таких макромолекул имеется двойная связь (например, в 1,4-полибутадиене или 1,4-полиизопрене). В этом случае возможны *цис*- и *транс*-изомерные формы:

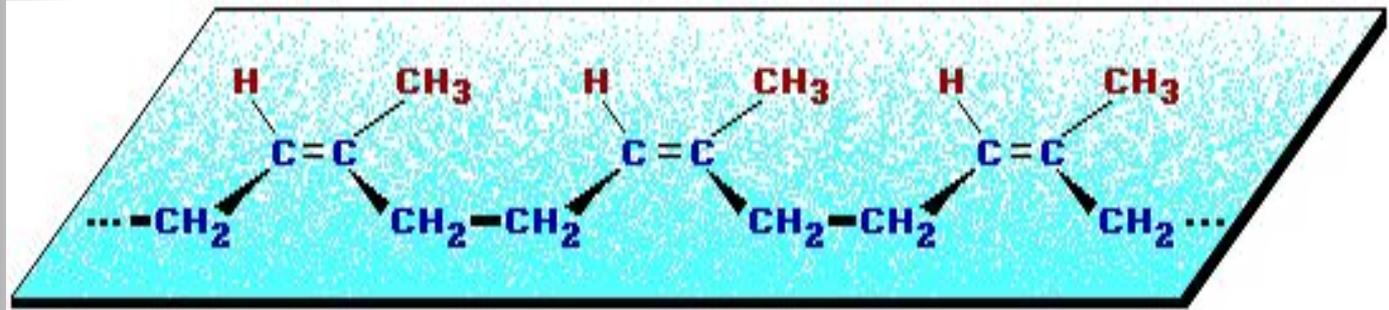


цис-



транс-

Примером стереорегулярного полимера этого типа является натуральный каучук (1,4-*цис*-полиизопрен):



ОТЛИЧИТЕЛЬНЫЕ СВОЙСТВА ПОЛИМЕРОВ

Чем же отличаются полимеры от низкомолекулярных соединений и веществ немолекулярного строения?

Наибольшие отличия проявляются в механических свойствах, в поведении растворов и в некоторых химических свойствах.

Особые **механические** свойства:

эластичность - способность к высоким обратимым деформациям при относительно небольшой нагрузке (каучуки);

малая хрупкость стеклообразных и кристаллических полимеров (пластмассы, органическое стекло);

способность макромолекул к **ориентации** под действием направленного механического поля (используется при изготовлении волокон и пленок).

Особенности **растворов** полимеров:

высокая вязкость раствора при малой концентрации полимера; растворение полимера происходит через стадию **набухания**.

Особые **химические** свойства:

способность резко изменять свои физико-механические свойства под действием малых количеств реагента (вулканизация каучука, дубление кож и т.п.).

Особые свойства полимеров объясняются не только большой молекулярной массой, но и тем, что макромолекулы имеют цепное строение и обладают уникальным для неживой природы свойством - **гибкостью**.



Гибкость полимеров

Гибкость макромолекул - это их способность обратимо (без разрыва химических связей) изменять свою форму.

Причина гибкости - внутримолекулярное вращение по множеству σ -связей в цепной макромолекуле. Вращение по σ -связям в низкомолекулярных соединениях практически не изменяет их свойства. В длинных цепных макромолекулах повороты вокруг огромного числа σ -связей приводят к *переходу количества в новое качество* - гибкости макромолекул.

В зависимости от условий и своего строения цепная макромолекула может принимать форму клубка, вытянутой цепи, спирали, складчатой ленты и т.п. Геометрическая форма макромолекул (линейная, разветвленная или сетчатая) при этом не изменяется.

Особенности полимеров, обусловленные гибкостью макромолекул, проявляются при **деформировании** полимеров.

В отсутствие внешних воздействий равновесным состоянием гибкой макромолекулы является форма рыхлого клубка (максимум энтропии).





При деформации полимера макромолекулы распрямляются, а после снятия деформирующей нагрузки, стремясь к равновесному состоянию, они снова сворачиваются за счет поворотов вокруг s -связей в результате теплового движения.

Это является причиной **высоких обратимых деформаций (эластичности)** полимеров.

Свободу внутримолекулярного вращения по s -связям в цепных макромолекулах и, следовательно, степень их гибкости ограничивают внутри- и межмолекулярные взаимодействия (водородные связи, диполь-дипольные взаимодействия и т.п.), а также объемные заместители (R).



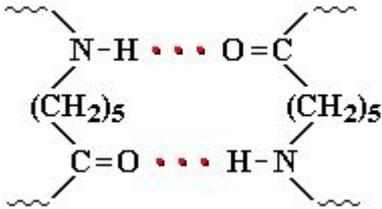
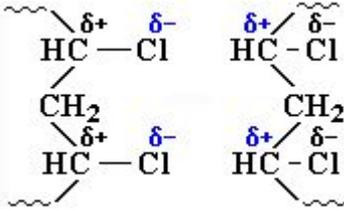
Влияние гибкости на свойства полимеров

По степени гибкости полимеры подразделяют на **гибкоцепные** (с большей свободой внутримолекулярного вращения) и **жесткоцепные**.

Это определяет **область применения полимеров**.

Гибкоцепные полимеры используют как каучуки (резиновые изделия), жесткоцепные - в производстве пластмасс, волокон, пленок.

Гибкость макромолекул уменьшается под влиянием внутри- и межмолекулярных взаимодействий, которые препятствуют вращению по s-связям. Например:

Межмолекулярные водородные связи в капроне [$-\text{NH}-(\text{CH}_2)_5-\text{CO}-$] _n	Взаимодействие диполей полярных связей C-Cl в поливинилхлориде ($-\text{CH}_2-\text{CHCl}$) _n
 <p>Diagram illustrating intermolecular hydrogen bonds in caprone. Two polymer chains are shown, each with a repeating unit $-\text{NH}-(\text{CH}_2)_5-\text{CO}-$. The N-H group of one chain is hydrogen-bonded to the C=O group of another chain, as indicated by red dotted lines.</p>	 <p>Diagram illustrating dipole-dipole interactions in polyvinyl chloride. Two polymer chains are shown, each with a repeating unit $-\text{CH}_2-\text{CHCl}-$. The C-Cl bonds of one chain are oriented towards the C-Cl bonds of another chain, with partial positive (δ^+) and partial negative (δ^-) charges indicated, representing dipole-dipole interactions.</p>

Поэтому капрон и поливинилхлорид относятся к жесткоцепным полимерам.

При кристаллизации полимера усиливаются межмолекулярные взаимодействия и его гибкость (эластичность) уменьшается. По этой причине легко кристаллизующийся полиэтилен не проявляет свойств каучука.

Физические состояния полимеров

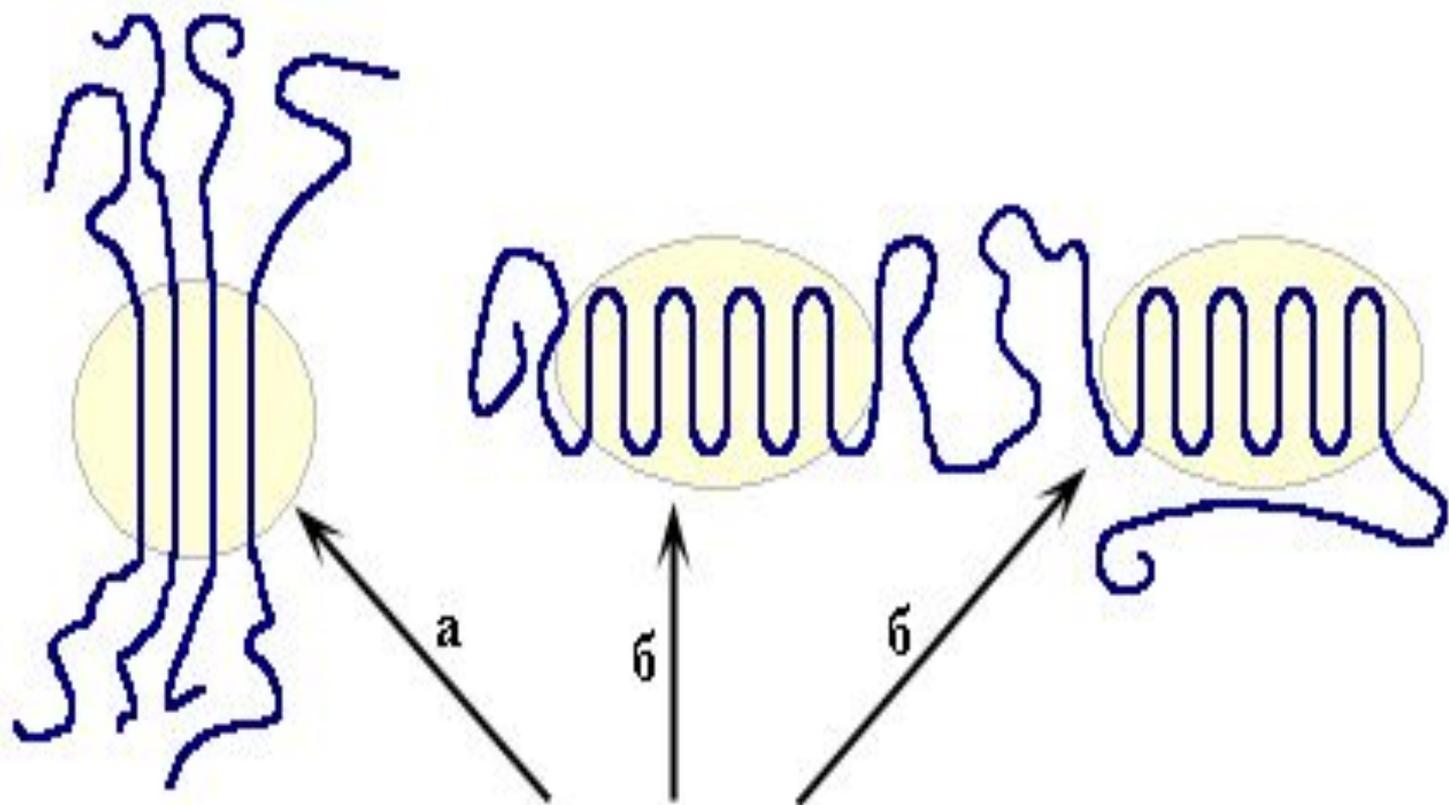
В зависимости от строения и внешних условий полимеры могут находиться в аморфном или кристаллическом состояниях.

- Аморфное состояние полимера характеризуется отсутствием упорядоченности в расположении макромолекул.
- Кристаллическое состояние возможно лишь для стереорегулярных полимеров. Причем оно значительно отличается от упорядоченного кристаллического состояния низкомолекулярных веществ. Для кристаллических полимеров характерна лишь частичная упорядоченность макромолекул, т.к. процессу кристаллизации препятствует длинноцепное строение макромолекул.

Под кристаллическостью полимеров понимают упорядоченное расположение некоторых отдельных участков цепных макромолекул.

Одна и та же макромолекула может проходить через кристаллические и аморфные участки.





**Кристаллические
области**

а) фибриллярная структура; б) складчатая структура.



Фибриллярная структура кристаллических областей характерна для жесткоцепных, а складчатая - для гибкоцепных полимеров. В кристаллическом полимере всегда имеются аморфные области и можно говорить лишь о степени его кристалличности. Степень кристалличности может меняться у одного и того же полимера в зависимости от внешних условий. Например, при растяжении полимерного образца происходит взаимная ориентация макромолекул, способствующая их упорядоченному параллельному расположению, и кристалличность полимера возрастает. Это свойство полимеров используется при вытяжке волокон для придания им повышенной прочности.



Для аморфных полимеров в зависимости от температуры (и величины механического напряжения) возможны три физических (деформационных) состояния: *стеклообразное*, *высокоэластическое* и *вязкотекучее*. Практическое применение полимеров определяется тем, в каком из этих состояний находится данный полимер при температуре его использования.

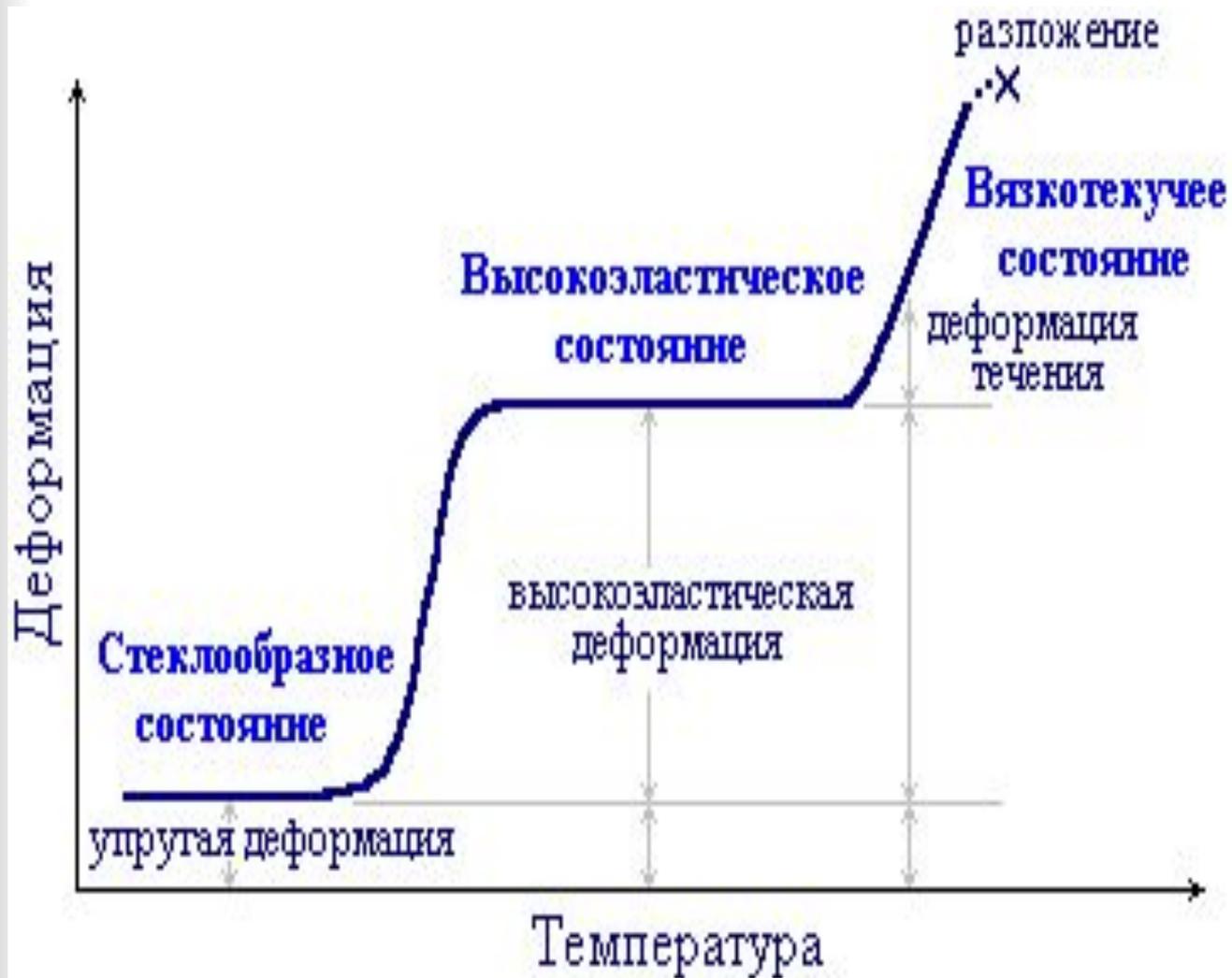
- Для стеклообразных полимеров характерны относительно небольшие упругие (обратимые) деформации (1-10%). Причем полимерные стекла отличаются повышенной прочностью от низкомолекулярных стеклообразных тел, которые разрушаются при деформировании уже на 0,1-1%. Полимеры в стеклообразном состоянии применяются в производстве пластмасс.

·



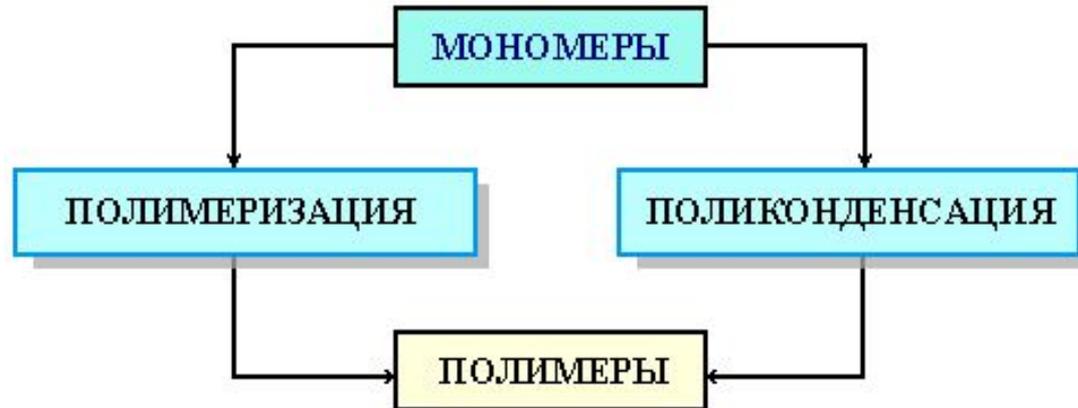
Высокоэластические полимеры способны обратимо деформироваться на сотни процентов. В высокоэластическом состоянии в условиях эксплуатации находятся все каучуки. Это состояние характерно лишь для полимеров.

В вязкотекучем состоянии полимер ведет себя как очень вязкая жидкость, которая под действием силы проявляет необратимую деформацию (деформацию течения). Это состояние реализуется обычно при повышенных температурах и используется для переработки полимеров в изделия.



СПОСОБЫ ОБРАЗОВАНИЯ ПОЛИМЕРОВ

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



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).



. Полимеризация

Полимеризация - реакция образования высокомолекулярных соединений путем последовательного присоединения молекул мономера к растущей цепи.

Полимеризация является **цепным** процессом и протекает в несколько стадий:

инициирование

рост цепи

обрыв цепи

Характерные признаки полимеризации

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

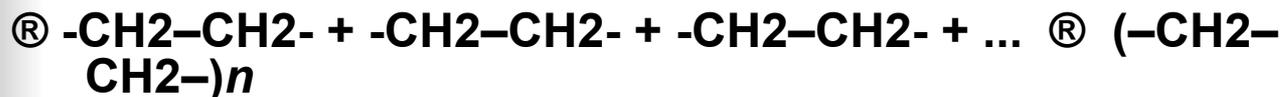
Схема полимеризации

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

Например, полимеризация этилена записывается следующим образом:



или $\text{CH}_2=\text{CH}_2 + \text{CH}_2=\text{CH}_2 + \text{CH}_2=\text{CH}_2 + \dots \text{ ®}$



Однако самопроизвольно кратные связи в мономере не раскрываются и частицы типа



на самом деле не существуют.

Чтобы началась цепная реакция полимеризации, необходимо "сделать" незначительную часть молекул мономера активными, то есть превратить их в **свободные радикалы** или в **ионы**.

В первом случае полимеризация пойдет по радикальному механизму (радикальная полимеризация), а во втором – по ионному (катионная полимеризация или анионная полимеризация).



Типы сополимеров



статистический сополимер



чередующийся сополимер



блок-сополимер



привитой сополимер

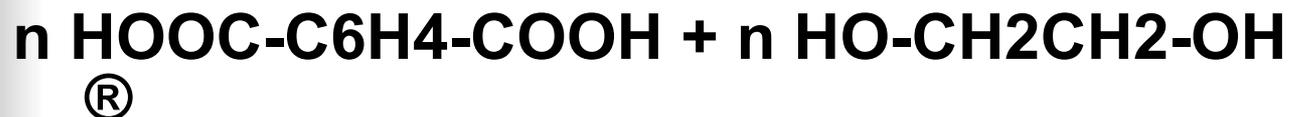
Поликонденсация

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

Например, получение капрона из ε-аминокапроновой кислоты:



или лавсана из терефталевой кислоты и этиленгликоля:



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



оксикислоты



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

- двухатомные спирты и двухосновные (дикарбоновые) кислоты:



- диамины и двухосновные кислоты:



Характерные признаки поликонденсации

В основе поликонденсации лежит реакция **замещения**.

Например, при поликонденсации двухосновной кислоты и двухатомного спирта группа -ОН в кислоте замещается на остаток спирта -O-R-OH:



Образовавшийся **димер** является одновременно и кислотой (-COOH) и спиртом (-OH). Поэтому он может вступать в новую реакцию как с мономерами, так и с другими димерами, тримерами или n-мерами.

2. Поликонденсация - процесс **ступенчатый**, т.к. образование макромолекул происходит в результате ряда реакций последовательного взаимодействия мономеров, димеров или n-меров как между собой, так и друг с другом.

3. Элементные составы исходных мономеров и полимера **отличаются** на группу атомов, выделившихся в виде низкомолекулярного продукта (в данном примере – H₂O).



Названия полимеров

Существуют два основных способа названий полимеров.

1. Название полимера строится по названию исходного мономера с добавлением приставки "**поли**" (полиэтилен, полистирол и т.п.). Этот способ используется обычно для полимеров, полученных путем полимеризации.
2. Полимеру дается тривиальное название (лавсан, нитрон, найлон 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



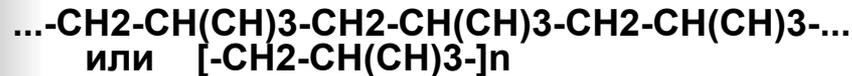
как сокращенное название **ЛА**боратории
Высокомолекулярных **С**оединений **А**кадемии
Наук.

Как назвать полимер, если известно химическое строение его макромолекул?

Для ответа на этот вопрос нужно:

выделить структурное (мономерное) звено в макромолекуле;
по строению этого звена определить, какой мономер использован для получения данного полимера;
назвать полимер, добавив приставку "поли" перед названием мономера.

Например:



Структурное звено $-\text{CH}_2\text{-CH}(\text{CH}_3)-$ образуется при полимеризации пропилена $\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CH}_3$.

Следовательно, этот полимер называется полипропилен.

Полимерам, полученным из симметричных мономеров ($\text{CH}_2=\text{CH}_2$, $\text{CF}_2=\text{CF}_2$) название дается не по названию повторяющегося структурного звена, а по названию мономера (мономерного звена) с добавлением приставки "поли".

Так, полимер строения $\dots\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-}\dots$, содержащий повторяющиеся группы $-\text{CH}_2-$ (метилен), получают полимеризацией этилена и называют полиэтилен, записывая его формулу в виде $(-\text{CH}_2\text{-CH}_2\text{-})_n$.

Если же отразить строение этого полимера формулой $(-\text{CH}_2\text{-})_{2n}$, то его следовало бы назвать "полиметилен". Но обычно это название не используется.

Другой пример:



Такие макромолекулы образуются при полимеризации мономера тетрафторэтилен $\text{CF}_2=\text{CF}_2$. Повторяющаяся группа $-\text{CF}_2-$ в этом случае является частью мономерного звена $-\text{CF}_2\text{-CF}_2-$.

Поэтому данный полимер следует назвать политетрафторэтилен (более широко распространено его тривиальное название тефлон).

Полимеры, получаемые реакцией полимеризации

П О Л И М Е Р			П О Л И М Е Р		
Название	Формула	Формула мономера	Название	Формула	Формула мономера
Полиэтилен	$(-\text{CH}_2-\text{CH}_2-)_n$	$\text{CH}_2=\text{CH}_2$	Полибутадиен	$(-\text{CH}_2-\text{CH}=\text{CH}-\text{CH}_2-)_n$	$\begin{array}{c} \text{CH}_2 \quad \text{CH}_2 \\ \parallel \quad \parallel \\ \text{CH} \quad \text{CH} \end{array}$
Полипропилен	$(-\text{CH}_2-\underset{\text{CH}_3}{\text{CH}}-)_n$	$\text{CH}_2=\underset{\text{CH}_3}{\text{CH}}$			
Полистирол (поли- винилбензол)	$(-\text{CH}_2-\underset{\text{C}_6\text{H}_5}{\text{CH}}-)_n$	$\text{CH}_2=\underset{\text{C}_6\text{H}_5}{\text{CH}}$	Полиизопрен	$(-\text{CH}_2-\underset{\text{C}(\text{CH}_3)=\text{CH}}{\text{CH}_2-}-)_n$	$\begin{array}{c} \text{CH}_2 \quad \text{CH}_2 \\ \parallel \quad \parallel \\ \text{C} \quad \text{CH} \\ \\ \text{CH}_3 \end{array}$
Поливинил- хлорид	$(-\text{CH}_2-\underset{\text{Cl}}{\text{CH}}-)_n$	$\text{CH}_2=\underset{\text{Cl}}{\text{CH}}$			
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	$(-\text{CH}_2-\underset{\text{C}(\text{OCH}_3)=\text{C}(\text{CH}_3)}{\text{CH}}-)_n$	$\text{CH}_2=\underset{\text{C}(\text{OCH}_3)=\text{C}(\text{CH}_3)}{\text{CH}}$			

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-формальдегидные смолы	$\left[\text{C}_6\text{H}_3(\text{OH})(\text{CH}_2) \right]_n$ новолак, резол	$\text{C}_6\text{H}_5\text{OH} + \text{H}_2\text{C}=\text{O}$	
	$\left[\text{C}_6\text{H}_2(\text{OH})_2(\text{CH}_2)_2 \right]_n$ резит		