



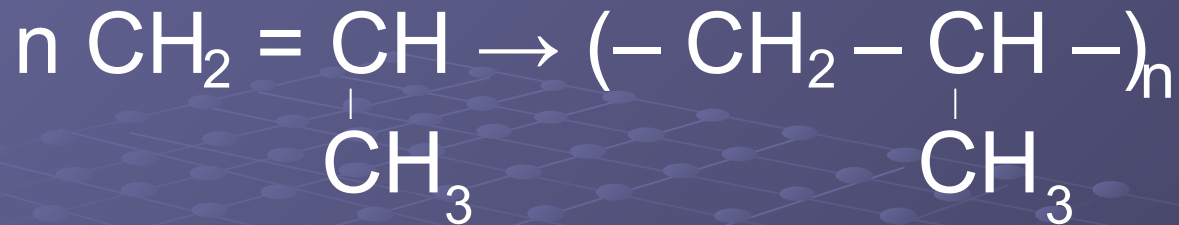
ВЫСОКОМОЛЕКУЛЯРНЫЕ СОЕДИНЕНИЯ - ВМС

ОБЩИЕ ПОНЯТИЯ ХИМИИ ВМС
СПОСОБЫ ПОЛУЧЕНИЯ ВМС

Цель урока:

1. Раскрыть универсальность понятия «полимер».
2. Повторить важнейшие понятия химии высокомолекулярных соединений, их строение, свойства, получение.
3. На основании опорных знаний, полученных в процессе изучения органической химии, обобщить сведения о ВМС.

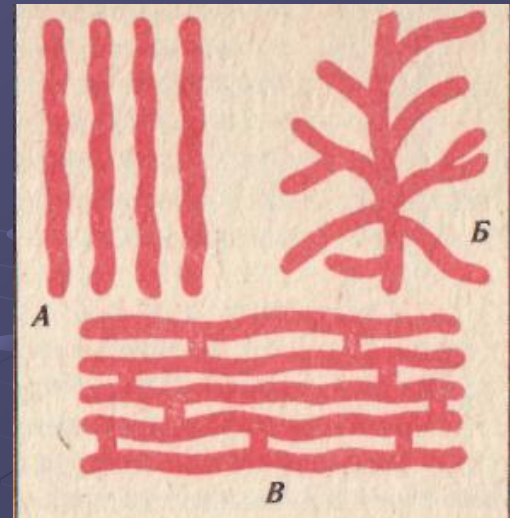
ОБЩИЕ ПОНЯТИЯ ХИМИИ ВМС



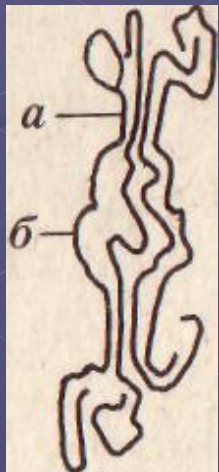
- *Полимер* – высокомолекулярное соединение, состоящее из множества одинаковых повторяющихся структурных звеньев.
- *Мономер* – низкомолекулярное вещество, из которого синтезируют полимер.
- *Структурные звенья* – многократно повторяющиеся в макромолекуле группы атомов.
- *Степень полимеризации* – число n в формуле полимера, показывающее сколько молекул мономера соединяется в макромолекулу.
- *Молярная масса* – средняя величина, от которой масса отдельных молекул существенно отклоняется в ту или иную сторону.

Макромолекулы полимеров могут иметь различную геометрическую форму:

- а) линейная (полиэтилен)
- б) разветвленная (крахмал)
- в) пространственная (резина)



Полимеры могут иметь кристаллическое и аморфное строение.



Под *кристаллическостью* полимеров понимается упорядоченное (параллельное) расположение макромолекул.
Аморфное строение характеризуется отсутствием упорядоченности.

СВОЙСТВА ПОЛИМЕРОВ

- Молекулярная масса полимера определяет его физическое состояние: при небольшой степени полимеризации получается густая жидкость, увеличение числа элементарных звеньев приводит к образованию твердого вещества. Чем больше молекулярная масса, тем выше физико-механические свойства полимера.
- Не имеют определенной температуры кипения и плавления.
- Плохая растворимость.
- Высокая механическая прочность, химическая стойкость, легкость.

Эти свойства полимеров обуславливают их широкое применение.

СПОСОБЫ ПОЛУЧЕНИЯ ПОЛИМЕРОВ

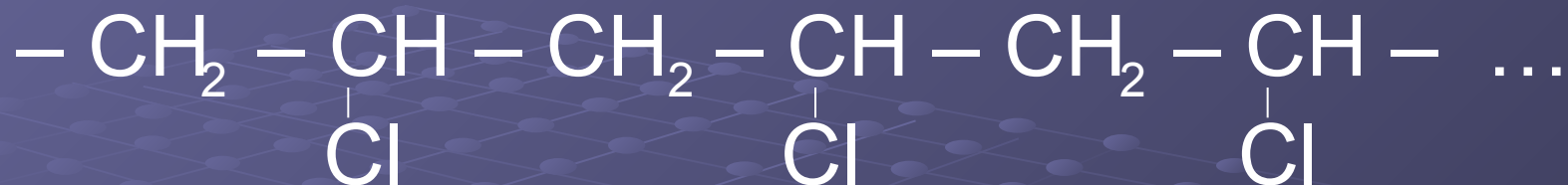
- Реакция полимеризации – это процесс соединения молекул в более крупные молекулы.
- Реакция поликонденсации – это процесс образования высокомолекулярных соединений из низкомолекулярных, идущий с отщеплением побочного низкомолекулярного продукта (чаще всего воды).

СРАВНЕНИЕ ПРОЦЕССОВ ПОЛИМЕРИЗАЦИИ И ПОЛИКОНДЕНСАЦИИ

Признаки сравнения	Полимеризация	Поликонденсация
<i>Сходство</i>		
Исходные вещества	Низкомолекулярные соединения	
Продукты — полимеры	а) Гомополимеры, если исходный мономер одного вида; б) сополимеры, если полимер образуется из молекул двух и более видов мономеров	
Изменение плотности полимера по сравнению с мономером	В результате превращения мономера в полимер вещество уплотняется, и поэтому плотность полимера выше плотности мономера (г/см ³). Стирол ($\rho = 0,90$) \longrightarrow полистирол ($\rho = 1,05$). Бутадиен ($\rho = 0,62$) \longrightarrow полибутадиен ($\rho = 0,80$). Винилхлорид ($\rho = 0,91$) \longrightarrow ПВХ ($\rho = 1,41$)	
<i>Различия</i>		
Особенности строения исходных мономеров	Соединения с кратными связями, т. е. непредельные соединения	Соединения, с не менее чем двумя функциональными группами
Тип реакции	Соединения (присоединения)	Обмена
Продукт реакции	Только полимер и того же состава в звене, что и мономер	Полимер, отличающийся по составу в звене от исходных мономеров, а также побочное низкомолекулярное вещество (H_2O , NH_3 , HCl , CO_2 и др.) в большинстве случаев ¹

Обратный процесс	Деполимеризация	Гидролиз (в случае выделения воды)
Обратимость	Плохая	Хорошая, поэтому реакции поликонденсации до конца не идут, в системе устанавливается химическое равновесие
Относительная молекулярная масса полимера	Порядка $10^4 - 10^6$	Обычно не превышает 50 000
Примеры процессов	<p>1) $n\text{CH}_2=\text{CH}_2 \rightarrow (-\text{CH}_2-\text{CH}_2-)_n$ этилен полиэтилен</p> <p>2) $n\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CH}=\text{CH}_2 + n\text{CH}_2=\underset{\substack{ \\ \text{C}_6\text{H}_5}}{\text{CH}} \rightarrow$ бутадиен-1,3 стирол</p> <p>$\rightarrow \left(-\text{CH}_2-\text{CH}=\text{CH}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\underset{\substack{ \\ \text{C}_6\text{H}_5}}{\text{CH}} - \right)_n$ бутадиен-стирольный каучук</p>	<p>1) $n\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 \rightarrow (-\text{C}_6\text{H}_{10}\text{O}_5-)_n + n\text{H}_2\text{O}$ глюкоза полисахарид</p> <p>2) $n\text{HOOC}-(\text{CH}_2)_4-\text{COOH} +$ адипиновая кислота</p> <p>$+ n\text{H}_2\text{N}-(\text{CH}_2)_6-\text{NH}_2 \rightarrow$ гексаметилендиамин</p> <p>$\rightarrow (-\text{OC}-(\text{CH}_2)_4-\text{CONH}-(\text{CH}_2)_6-\text{NH}-)_n +$ нейлон</p> <p>$+ (2n + 1)\text{H}_2\text{O}$</p>

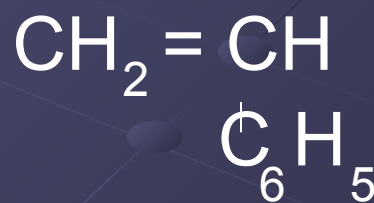
- Широко распространенный полимер поливинилхлорид имеет строение:



Найдите структурное звено полимера и определите структурную формулу мономера.

- Сополимеризацией бутадиена-1,3 и стирола получают бутадиенстирольный каучук. Составить уравнение данной реакции.

Исходные вещества:



КЛАССИФИКАЦИЯ ПОЛИМЕРОВ

ПОЛИМЕРЫ

ПРИРОДНЫЕ

МИНЕРАЛЬНЫЕ

1. Минералы
2. Горные породы

РАСТИТЕЛЬНЫЕ

ЖИВОТНЫЕ

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

ХИМИЧЕСКИЕ

ИСКУССТВЕННЫЕ

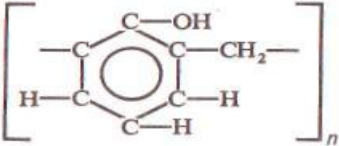
СИНТЕТИЧЕСКИЕ

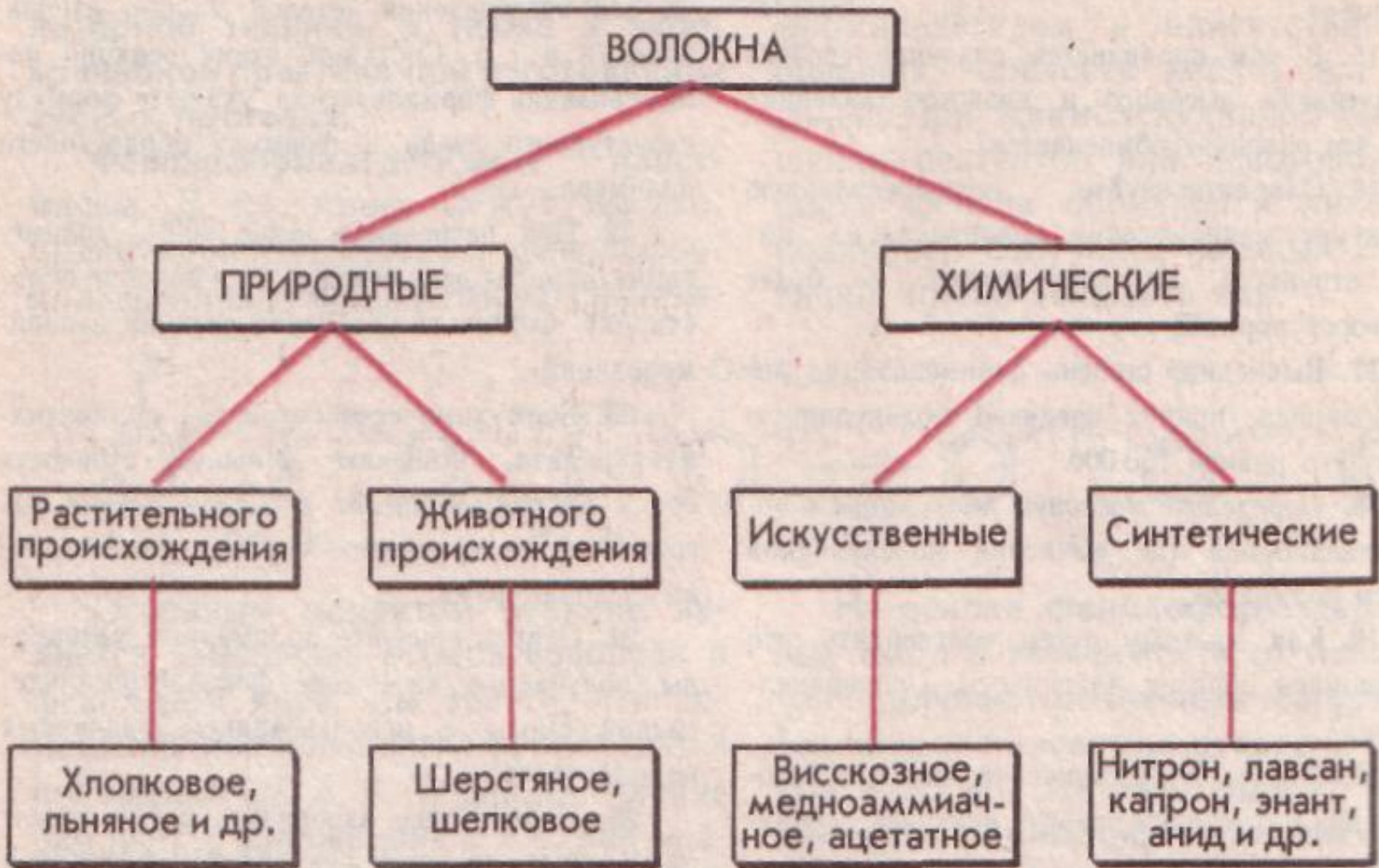
1. Пластмассы
2. Волокна
3. Каучуки

ИСКУССТВЕННЫЕ ПОЛИМЕРЫ

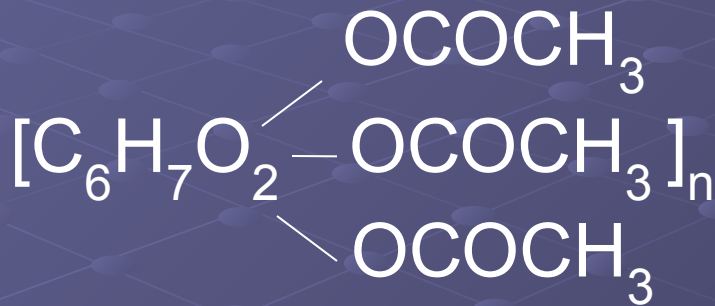
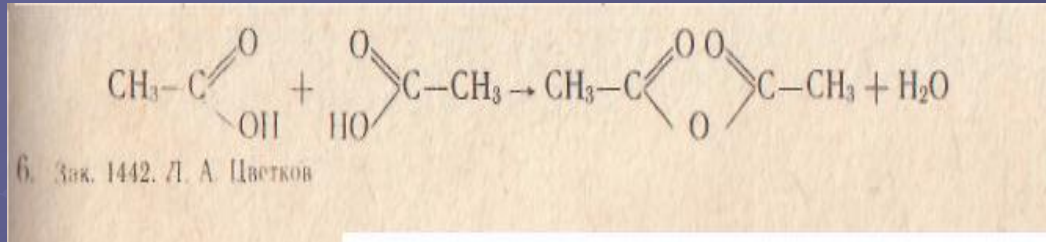
- Пластмассы – это материалы, изготавливаемые на основе полимеров, способные приобретать при нагревании заданную форму и сохранять ее после охлаждения.
- В состав пластмасс, кроме полимера, часто входят и другие компоненты: пластификаторы, стабилизаторы, красители, наполнители.
- Важнейшие свойства пластмасс определяются свойствами образующих их полимеров.

- Термопластичные полимеры при нагревании размягчаются и в этом состоянии легко изменяют форму. При охлаждении они снова затвердевают и сохраняют приданную форму. При следующем нагревании они снова размягчаются, принимают новую форму и т.д. Из термопластичных полимеров посредством нагревания и давления можно формовать различные изделия и при необходимости подвергать их повторно такой же переработке.
- Термореактивные полимеры при нагревании сначала становятся пластичными, но затем утрачивают пластичность, становятся неплавкими и нерастворимыми, так как в них происходит химическое взаимодействие между линейными макромолекулами, образуется пространственная структура полимера (подобно превращению каучука в резину). Повторно переработать такой материал в новое изделие уже невозможно: он приобрел пространственную структуру и утратил необходимое для этого свойство пластичности.

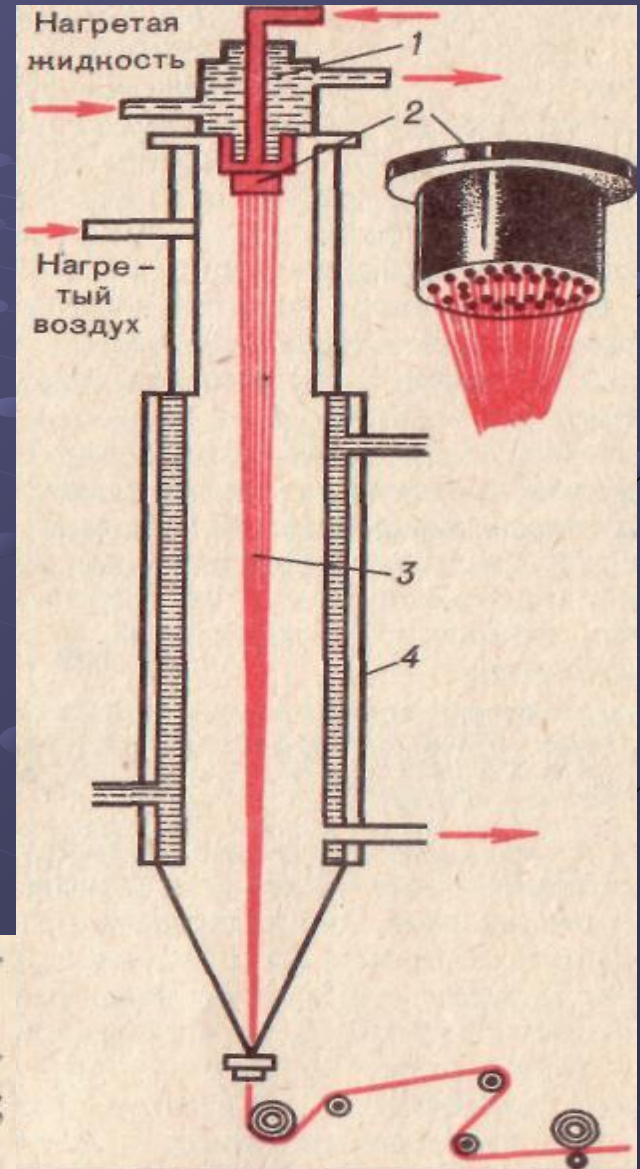
Пласт-масса	Формула	Внешние признаки	Отношение к нагреванию, горению	Реакции на продукты разложения	Действие растворителей		
					ацетона	бензола	дихлорэтана
Полиэтилен	$(-\text{CH}_2-\text{CH}_2-)_n$	По внешнему виду сходен с парафином. Относительно мягкий и эластичный материал. Тонкие пленки прозрачные. Цвет различный	При нагревании размягчается — можно вытянуть нити. Горит синим пламенем, при этом плавится и образует капли	Не обесцвечивает растворы KMnO_4 и Br_2	Не растворяется		
Поливинилхлорид	$(-\text{CH}_2-\underset{\text{Cl}}{\text{CH}}-)_n$	Относительно мягкий материал. При пониженной температуре становится твердым и хрупким. Цвет различный	При нагревании размягчается. Горит небольшим пламенем, образуя черный хрупкий шарик. Вне пламени гаснет. При горении чувствуется острый запах	Выделяющийся хлороводород окрашивает лакмусовую бумажку в красный цвет, с раствором AgNO_3 образует осадок белого цвета	Не растворяется		Набухает, становится рыхлым
Полистирол	$(-\text{CH}_2-\underset{\text{C}_6\text{H}_5}{\text{CH}}-)_n$	Твердый, хрупкий, почти прозрачный или непрозрачный материал. Может быть разного цвета	При нагревании размягчается, легко вытягивается в нити	Обесцвечивает растворы KMnO_4 и Br_2	Набухает	Растворяется (растворяется также в толуоле и в ксилоле)	
Фенолформальдегидные (фенопласты)		Твердые, хрупкие материалы темного цвета с блестящей поверхностью	При сильном нагревании разлагаются. Горят, распространяя резкий запах фенола, вне пламени постепенно гаснут	—	Не растворяются		



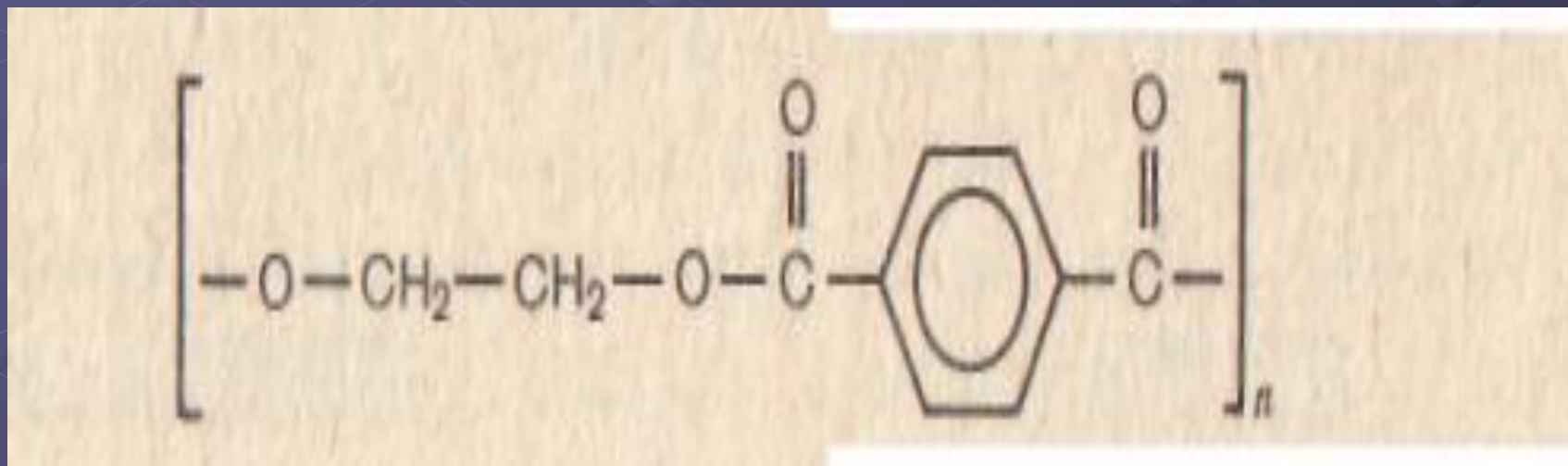
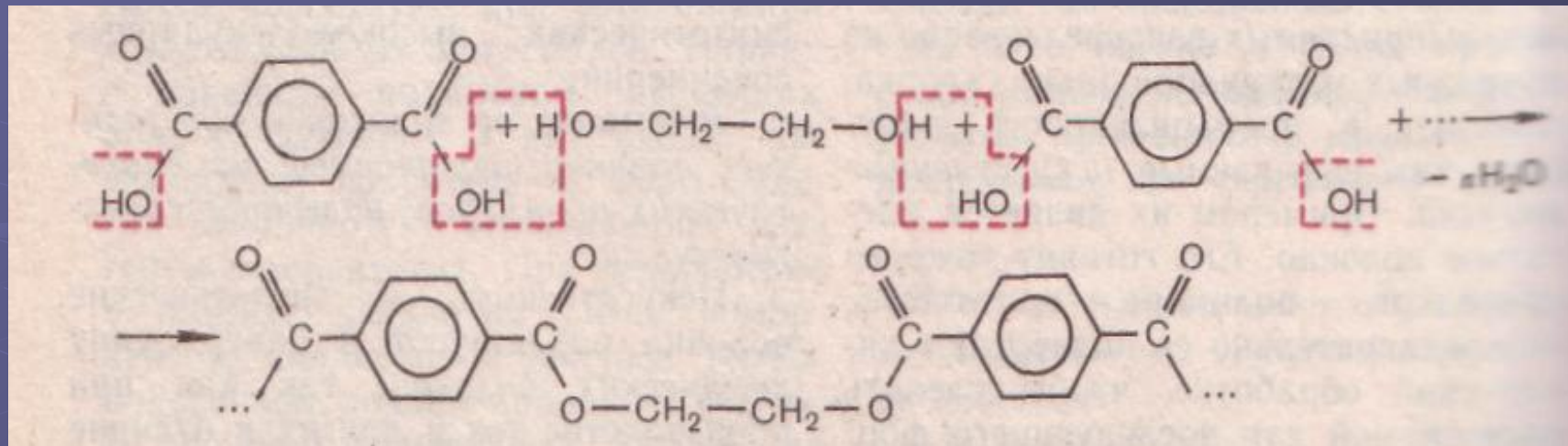
Получение ацетатного волокна



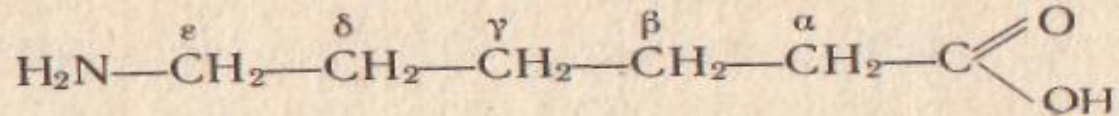
триацетат целлюлозы



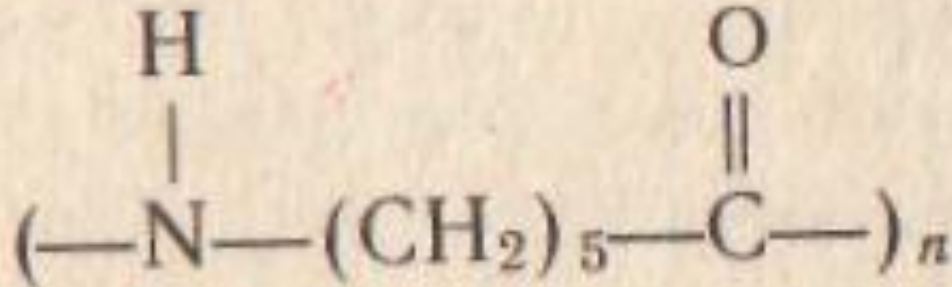
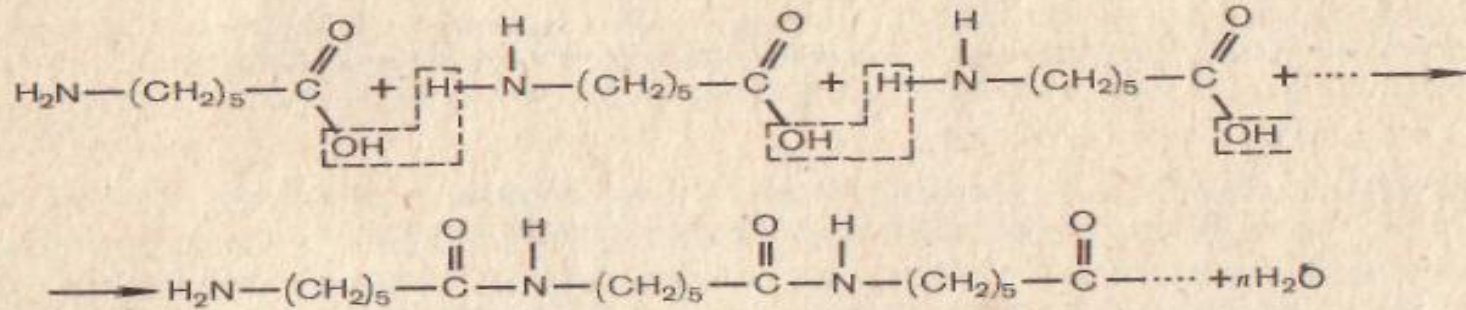
ВОЛОКНО ЛАВСАН

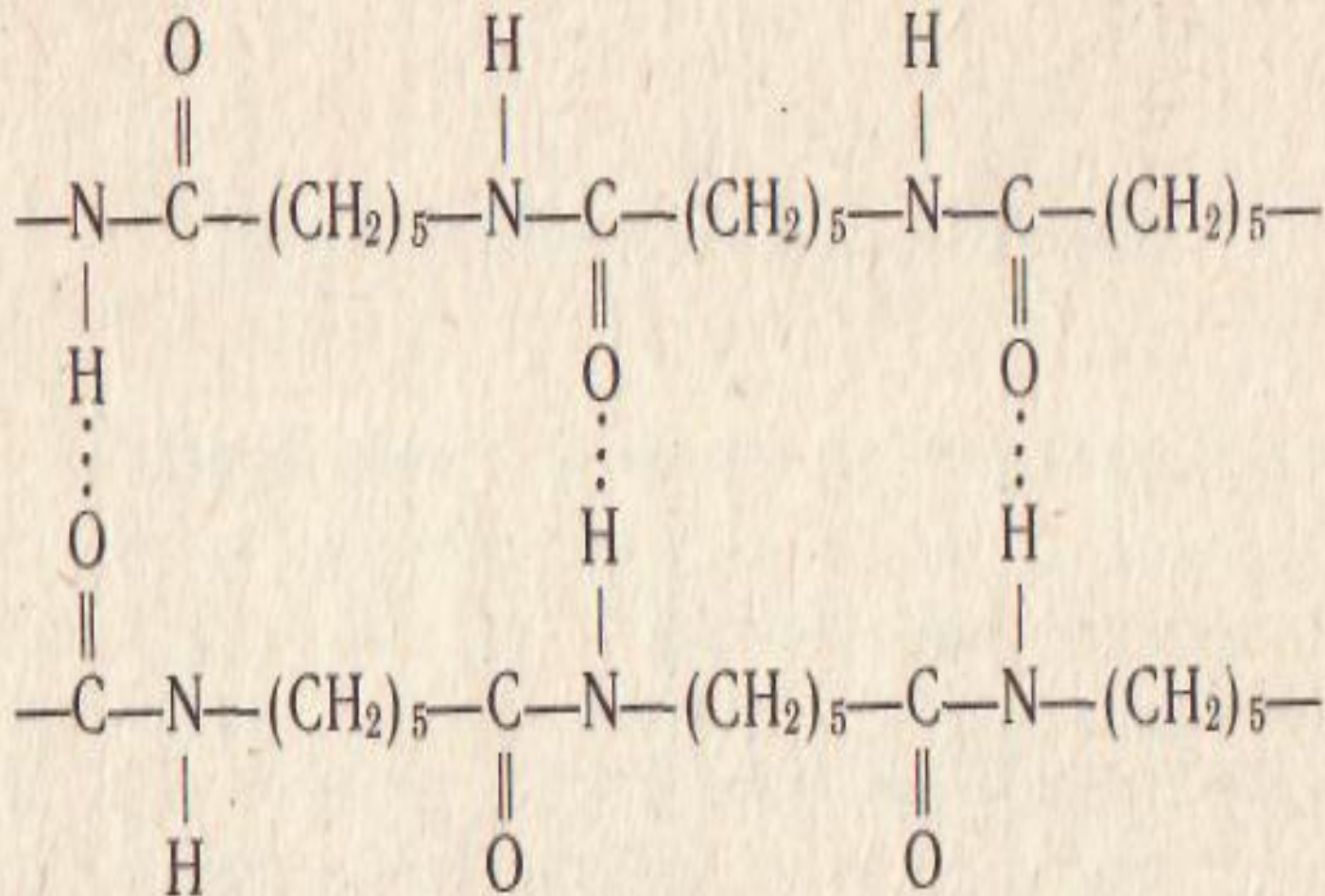


ВОЛОКНО КАПРОН



Реакцию упрощенно представим в следующем виде¹:





Волокно	Формула	Сжигание	Реакции на продукты разложения	Действие кислот и щелочей (н. у.)			Действие растворителей	
				HNO ₃ (ρ=1,4 г/см ³)	H ₂ SO ₄ (ρ=1,84 г/см ³)	NaOH (10%)	ацетона	расплавленного фенола
Хлопок (хлопчатобумажная ткань)	(C ₆ H ₁₀ O ₅) _n	Горит быстро с запахом жженой бумаги. Остается черный пепел	Окрашивает синюю лакмусовую бумажку в красный цвет	Растворяется, образуя бесцветный раствор	Растворяется	Набухает, но не растворяется	Не растворяется	
Шерсть, натуральный шелк	—	Горят медленно с запахом жженных волос, образуя шарик черного цвета, который растирается в порошок	Окрашивают красную лакмусовую бумажку в синий цвет	Набухают и окрашиваются в желтый цвет	Разрушаются	Растворяются	Не растворяются	
Вискозное	(C ₆ H ₁₀ O ₅) _n	Горит быстро с запахом жженой бумаги. Остаются следы золы	Окрашивает синюю лакмусовую бумажку в красный цвет	Растворяется, образуя бесцветный раствор	Растворяется, образуя красно-коричневый раствор	Сильно набухает и растворяется	Не растворяется	
Ацетатное	$\left[\begin{array}{l} \text{C}_6\text{H}_7\text{O}_2 \begin{cases} \text{—OCOCH}_3 \\ \text{—OCOCH}_3 \\ \text{—OCOCH}_3 \end{cases} \\ \text{или} \\ \text{C}_6\text{H}_7\text{O}_2 \begin{cases} \text{—OCOCH}_3 \\ \text{—OCOCH}_3 \\ \text{—OH} \end{cases} \end{array} \right]_n$	Горит быстро, образуя шарик темно-бурого цвета. Вне пламени не горит	Окрашивает синюю лакмусовую бумажку в красный цвет	Растворяется, образуя бесцветный раствор	Растворяется	Образуется желтоватый раствор	Растворяется	Не растворяется
Нитрон	$(-\text{CH}_2-\underset{\text{C}\equiv\text{N}}{\text{CH}}-)_n$	Горит, образуя темный не блестящий рыхлый шарик	Окрашивает красную лакмусовую бумажку в синий цвет	Не растворяется (растворяется в дымящей HNO ₃)	Растворяется	Не растворяется (при кипячении краснеет)	Не растворяется	
Хлорин	$(-\text{CH}_2-\underset{\text{Cl}}{\text{CH}}-\underset{\text{Cl}}{\text{CH}}-\underset{\text{Cl}}{\text{CH}}-)_n$	При поджигании горит небольшим коптящим пламенем, образуя черный хрупкий шарик. Вне пламени не горит. При горении распространяет острый запах	Образующийся хлороводород окрашивает влажную синюю лакмусовую бумажку в красный цвет, дает осадок с AgNO ₃	Не растворяется	Не растворяется	Не растворяется	Растворяется	Не растворяется
Лавсан	$(-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{C}_6\text{H}_4-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{O}-)_n$	Горит коптящим пламенем и образует твердый блестящий шарик темного цвета	На стенках пробирки образуется желтое кольцо	Не растворяется (растворяется в дымящей HNO ₃)	Растворяется	Не растворяется	Не растворяется	Растворяется
Капрон	$(-\underset{\text{H}}{\text{N}}-(\text{CH}_2)_5-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-)_n$	Плавится, образуя твердый блестящий шарик темного цвета. Чувствуется неприятный запах	Окрашивает красную лакмусовую бумажку в синий цвет	Растворяется, образуя бесцветный раствор	Не растворяется	Не растворяется	Не растворяется	Растворяется

- Запишите уравнения реакций полимеризации этилена, пропилена (пропена), винилхлорида (хлорэтена).
- Средняя степень полимеризации полипропилена равна 1300. Рассчитайте среднюю молекулярную массу полипропилена в данном образце.
- Объясните, как распознать:
 - а) хлопчатобумажное и вискозное волокна
 - б) ацетатный и натуральный шелк
 - в) полиэтилен и поливинилхлорид