

Береснева Е.В., профессор кафедры фундаментальной химии и методики обучения химии ВятГУ

# ФОРМИРОВАНИЕ ПОНЯТИЙ ХИМИИ ВЫСОКОМОЛЕКУЛЯРНЫХ СОЕДИНЕНИЙ

# ПЛАН ЛЕКЦИИ

---

- 1. Система понятий химии ВМС
- 2. Последовательность формирования и развития основных понятий высокомолекулярной химии
- 3. Обобщение понятий химии ВМС

# 1. СИСТЕМА ПОНЯТИЙ ХИМИИ ВМС

- **Значение химии ВМС** для школы:
- Позволяет раскрыть важнейшие понятия ВМС химии и способы синтеза полимеров
- Знакомит с наиболее важными, имеющими широкое народнохозяйственное значение полимерными материалами
- Дает возможность рассмотреть простейшую классификацию полимеров и полимерных материалов

# СИСТЕМА ПОНЯТИЙ ХИМИИ ВМС

- Исходное понятие – **мономер**. Это весьма реакционноспособное вещество, так как содержит либо не менее одного реакционного центра (например, π-связи в реакциях полимеризации), либо не менее 2-х реакционных центров (например, различные функциональные группы в реакциях поликонденсации)

# СИСТЕМА ПОНЯТИЙ ХИМИИ ВМС

- ▣ Реакции полимеризации (*что это такое?*) и реакции поликонденсации (*что это такое?*) приводят к получению полимера (макромолекулы), в котором выделяют элементарное или структурное звено. Строение элементарных звеньев позволяет судить о свойствах (большой частью химических) полимера

# СИСТЕМА ПОНЯТИЙ ХИМИИ ВМС

---

- Число элементарных звеньев – **степень полимеризации**, которое дает возможность перейти к **средней молекулярной массе полимера** (*почему она средняя?*)
- Характер соединения структурных звеньев и их пространственное строение определяют **геометрическую структуру макромолекул полимера**, его **стереорегулярность**

# СИСТЕМА ПОНЯТИЙ ХИМИИ ВМС

- Состав структурных звеньев, их строение (химическое, электронное, пространственное), молекулярная масса макромолекул, **межмолекулярные силы** определяют **свойства полимеров**. Для характеристики свойств полимера важно знать его **кристаллическое** и **аморфное строение**

# ЭТАПЫ ФОРМИРОВАНИЯ ХИМИИ ВМС

---

- Выделяют **3 этапа** в формировании понятий химии ВМС:
- 1. Рассмотрение неорганических полимеров
- 2. Изучение органических полимеров
- 3. Обобщение сведений о неорганических и органических полимерах в 11 классе в теме «Синтетические высокомолекулярные соединения и полимерные материалы на их основе»



## 2. ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ ФОРМИРОВАНИЯ И РАЗВИТИЯ ОСНОВНЫХ ПОНЯТИЙ ХИМИИ ВМС

---

- На **1 этапе** представления о неорганических полимерах позволят:
- Установить общее в строении полимеров независимо от их происхождения
- Подготовить учащихся к восприятию материала об органических полимерах, проводить аналогии между полимерами

# НЕОРГАНИЧЕСКИЕ ПОЛИМЕРЫ

- На примерах пластической серы, алмаза, графита и кварца учащиеся получают первоначальные понятия о линейной и пространственной структуре полимеров, о влиянии строения на свойства полимеров
- **Пластическая сера** – линейный полимер – образуется за счет разрыва восьмичленного цикла. Она состоит из беспорядочно перепутанных цепочкообразных молекул большой длины. Ее растяжение объясняется расправлением нитевидных макромолекул

# НЕОРГАНИЧЕСКИЕ ПОЛИМЕРЫ

---

- Полимеры, имеющие трехмерное строение, - **алмаз** и **кварц**. На этих веществах хорошо также изучать положение о влиянии пространственного строения на физико-механические свойства полимеров
- **2 этап** начинается в теме «Непредельные углеводороды» (получение **полиэтилена** и **полипропилена** реакцией полимеризации)

# ОРГАНИЧЕСКИЕ ПОЛИМЕРЫ

---

- С первых уроков изучения полимеров надо широко применять такие логические приемы, как сравнение, аналогия, анализ, синтез и обобщение
- Сравнить (по составу, строению, свойствам) можно полимер и мономер, полимеры органического и неорганического происхождения, различные органические полимеры (**сравните этилен и полиэтилен, полиэтилен и парафин**)

# ОРГАНИЧЕСКИЕ ПОЛИМЕРЫ

- **Вывод:** полиэтилен по ряду физических и химических свойств сходен с парафином – предельным углеводородом
- Далее ученики изучают **натуральный каучук** в теме «Алкадиены», знакомятся со ступенчатой реакцией полимеризации, линейным клубкообразным строением молекул каучука, с возможностью осуществления химических связей между линейными макромолекулами с образованием пространственной структуры полимера (**резины**), объясняют свойства эластичности

# ОРГАНИЧЕСКИЕ ПОЛИМЕРЫ

---

- Здесь можно сравнивать каучук и резину, полиэтилен и каучук, каучук натуральный и синтетический изопреновый и т.д. При сравнении надо учитывать такие понятия, как «состав», «химическое строение», «геометрическая структура», «свойства»
- Этот материал благоприятен для использования **проблемного подхода**

# ОРГАНИЧЕСКИЕ ПОЛИМЕРЫ

---

- Каучук эластичен и термопластичен, а резина не термопластична, но сохраняет высокую эластичность. Как объяснить свойства резины? (**проблемная ситуация**). Учащиеся выдвигают **предположения**: пластичность наблюдается у полимеров с линейной структурой, отсутствие ее у резины доказывает появление новой структуры

# ОРГАНИЧЕСКИЕ ПОЛИМЕРЫ

---

▣ **Решение проблемы:** объяснение учителя «сетчатого» строения резины. Появление новой **проблемной ситуации:** у каучука или резины выше эластичность?

**Предположения учащихся:** выше у каучука, так как а) он сильнее растягивается, б) движение макромолекул не сдерживается поперечными химическими связями



# ОРГАНИЧЕСКИЕ ПОЛИМЕРЫ

---

- ▣ **Решение проблемы:** проведение опыта, который доказывает, что у каучука имеется остаточная деформация, а у резины ее нет: поперечные связи ограничивают растяжение «сетки», при снятии нагрузки резина полностью возвращается в свое прежнее состояние
- ▣ Дальнейшее изучение полимеров происходит в темах «Углеводы» и «Белки»

# ОРГАНИЧЕСКИЕ ПОЛИМЕРЫ

---

- На примере **крахмала** и **целлюлозы** объясняется прочность линейного полимера (ориентация макромолекул, появление водородной связи), рассматривается разветвленное строение макромолекул, их гидролиз
- При изучении **белков** углубляются знания об образовании линейных макромолекул в результате синтеза полипептида, его гидролизе, рассматриваются первичная, вторичная и третичная структуры белков

# ОРГАНИЧЕСКИЕ ПОЛИМЕРЫ

- Хотя строение **нуклеиновых кислот** намного сложнее белков, для их изучения используется общий подход к выяснению строения природных полимеров – **аналитический**. Гидролиз крупных молекул происходит постепенно: вначале образуются промежуточные продукты, а затем продукты полного гидролиза. В случае НК сначала образуются нуклеотиды, которые гидролизуются на пентозу, основания и фосфорную кислоту
- **Сравните строение белков и НК**

# 3. ОБОБЩЕНИЕ ПОНЯТИЙ ХИМИИ ВМС

---

- Обобщение проводят по **плану**:
- 1. Классификация полимеров
- 2. Состав, строение и свойства полимеров
- 3. Успехи производства полимерных материалов
- Ученикам дается **задание**: провести классификацию полимеров по происхождению, составу и способам синтеза; рассмотреть на примерах, как влияет состав,  $M_r$  и строение на свойства и применение полимеров; провести классификацию полимерных материалов; изучить производство полимерных материалов в стране и регионе

# КЛАССИФИКАЦИЯ ПОЛИМЕРОВ

---

- По происхождению полимеры делят на 3 группы: неорганические, органические и элементоорганические
- **Неорганические полимеры** – это основа минерального мира. **Вопрос:** почему одни атомы элементов способны образовывать полимеры, а другие – нет? (C и Si)

# КЛАССИФИКАЦИЯ ПОЛИМЕРОВ

- Оказывается, способность к образованию полимеров выражена только у тех элементов, у которых энергия связи достаточно велика.  $E_{\text{св.}}$  (кДж/моль): Si-Si 180, P-P 222, S-S 264, C-C 350, Si-O 370. С увеличением энергии связи растет прочность полимеров и увеличивается их способность к образованию крупных молекул. Наиболее прочная связь у кварца

# КЛАССИФИКАЦИЯ ПОЛИМЕРОВ

- **Органические полимеры** делятся на 3 группы: природные, синтетические и искусственные. **Природные** – *крахмал, целлюлоза, натуральный каучук, белки, НК*. Особенно обширна группа белков, которая классифицируется в зависимости от выполняемых функций (*ферменты, гормоны* и т.д.). Некоторые природные полимеры, подвергшиеся химической обработке (*целлюлоза*), образуют небольшую группу **искусственных** полимеров (*вискоза, ацетилцеллюлоза* и др.)

# КЛАССИФИКАЦИЯ ПОЛИМЕРОВ

- Обширна группа **синтетических полимеров**. В зависимости от способа получения их делят на 2 группы: **полимеризационные** (*полиэтилен, полистирол* и др.) и **поликонденсационные** (*фенолформальдегидные смолы*)
- **Элементоорганические полимеры** занимают промежуточное положение между неорганическими и органическими полимерами. Наиболее широкое применение имеют **кремнийорганические полимеры**



# КЛАССИФИКАЦИЯ ПОЛИМЕРОВ

- Перед учеными стояла **проблема**: синтезировать такие органические полимеры, у которых в основной цепи были бы связи Si-O. Академику Андрианову К.А. удалось получить макромолекулы линейной структуры, где в основной цепи были связи Si-O, к которым подвешивались углеводородные радикалы. Органическая часть придавала полимеру пластичность и эластичность, а неорганическая – термостойкость. В настоящее время получают полимеры с «включением» и других элементов, например, бора

# КЛАССИФИКАЦИЯ ПОЛИМЕРНЫХ МАТЕРИАЛОВ

---

- **Пластмассы** в зависимости от отношения к нагреванию делят на **термопластичные** и **терморреактивные**
- **Волокна** по происхождению делят на **натуральные, синтетические** и **искусственные**
- **Каучуки** по широте применения делят на каучуки **общего (массового)** и **специального назначения**; в зависимости от структуры их делят на **стереорегулярные** и **нестереорегулярные**

# ВЛИЯНИЕ СТРОЕНИЯ, СОСТАВА И $M_R$ НА СВОЙСТВА

---

- **Длина макромолекул** во много раз превосходит их поперечник. Большая длина макромолекул обуславливает их **гибкость**. Таким образом, *признаками полимерного строения вещества* являются большая молекулярная масса, цепное строение и гибкость. Совокупность этих признаков характеризует полимер

# ВЛИЯНИЕ СТРОЕНИЯ, СОСТАВА И $M_R$ НА СВОЙСТВА

---

- Эти признаки плюс межмолекулярная связь (взаимодействие огромного числа элементарных звеньев, приводящее к тому, что суммарная прочность такой связи превышает прочность химических связей в молекуле) обуславливают свойства ВМС: механическую прочность, температуру размягчения, плохую растворимость и др.

# ВЛИЯНИЕ СТРОЕНИЯ, СОСТАВА И $M_R$ НА СВОЙСТВА

---

- Состав элементарных звеньев, их химическое строение влияют на свойства. Так, для получения негорючих полимеров, устойчивых к кислотам и щелочам, целесообразно применять мономеры, содержащие галогены (Cl, F). Наличие в полимерной цепи чередующейся с простой связью тройной связи обуславливает высокую термическую стойкость (карбин не подвергается изменениям до  $2300^\circ\text{C}$ ). Появление в полимерной цепи ароматических колец приводит к повышению температуры плавления полимера

# ВЛИЯНИЕ СТРУКТУРЫ НА СВОЙСТВА ПОЛИМЕРОВ

---

- **Линейная структура** – полиэтилен, поливинилхлорид, полипропилен, полистирол, каучуки, капрон, лавсан, ацетатное волокно, целлюлоза, карбин
- Форма может быть от строго линейной (карбин) до клубкообразной (каучук). Большинство из них растворяется в органических растворителях, образуя вязкие растворы, размягчается, плавится, характеризуется высокой прочностью

# ВЛИЯНИЕ СТРУКТУРЫ НА СВОЙСТВА ПОЛИМЕРОВ

---

- **Разветвленная структура** – крахмал
- Эти полимеры набухают в растворителях. Чем больше разветвлен полимер, тем ниже его прочность, так как отсутствует плотная упаковка макромолекул. Поэтому из крахмала невозможно получить волокно

# ВЛИЯНИЕ СТРУКТУРЫ НА СВОЙСТВА ПОЛИМЕРОВ

---

- **Пространственная структура** – фенолформальдегидная пластмасса, резина, кварц
- Эти полимеры не растворяются, не плавятся, большей частью жесткие и более прочные, чем линейные



# ВЛИЯНИЕ СТРУКТУРЫ НА СВОЙСТВА ПОЛИМЕРОВ

---

- ▣ **Плоскостная структура** – графит
- ▣ Каждая плоскость, состоящая из большого числа шестиугольников, образованных атомами углерода, – это огромная молекула. Полимер тугоплавкий, не растворимый, обладает электропроводностью, расслаивается на «чешуйки»

# ВЫВОД

---

- Основные понятия химии ВМС находятся в определенной взаимосвязи, постепенно происходит их развитие и обобщение, что позволяет осмыслить свойства полимеров

---

***Благодарю за внимание!***