

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное учреждение  
высшего профессионального образования  
"Казанский (Приволжский) федеральный университет"  
Химический институт им. А.М. Бутлерова



УТВЕРЖДАЮ

Проректор по образовательной деятельности КФУ

Проф. Таюрский Д.А.

\_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

*подписано электронно-цифровой подписью*

### Программа дисциплины

Физико-химия высокомолекулярных соединений Б1.В.ДВ.8

Специальность: 04.05.01 - Фундаментальная и прикладная химия

Специализация: Химия элементоорганических соединений

Квалификация выпускника: Химик. Преподаватель химии

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

**Автор(ы):**

Тудрий Е.В.

**Рецензент(ы):**

Галкина И.В.

### **СОГЛАСОВАНО:**

Заведующий(ая) кафедрой: Галкин В. И.

Протокол заседания кафедры No \_\_\_\_ от " \_\_\_\_ " \_\_\_\_\_ 201\_\_ г

Учебно-методическая комиссия Химического института им. А.М. Бутлерова:

Протокол заседания УМК No \_\_\_\_ от " \_\_\_\_ " \_\_\_\_\_ 201\_\_ г

Регистрационный No 730117

Казань  
2017

## Содержание

1. Цели освоения дисциплины
2. Место дисциплины в структуре основной образовательной программы
3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины /модуля
4. Структура и содержание дисциплины/ модуля
5. Образовательные технологии, включая интерактивные формы обучения
6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов
7. Литература
8. Интернет-ресурсы
9. Материально-техническое обеспечение дисциплины/модуля согласно утвержденному учебному плану

Программу дисциплины разработал(а)(и) доцент, к.н. Тудрий Е.В. Кафедра высокомолекулярных и элементоорганических соединений Химический институт им. А.М. Бутлерова, EVTudrij@kpfu.ru

### 1. Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины (модуля) физико-химия полимеров являются: изучение физико-химических характеристик высокомолекулярных соединений с последующим практическим применением полученных знаний для синтеза полимеров определённой структуры с заранее спрогнозированными свойствами

### 2. Место дисциплины в структуре основной образовательной программы высшего профессионального образования

Данная учебная дисциплина включена в раздел " Б1.В.ДВ.8 Дисциплины (модули)" основной образовательной программы 04.05.01 Фундаментальная и прикладная химия и относится к дисциплинам по выбору. Осваивается на 4 курсе, 8 семестр.

Дисциплина 'Физико-химия высокомолекулярных соединений' относится к вариативной части блока дисциплин Б1 (курс по выбору). Этот курс рассчитан на глубокое изучение процессов, характерных для полимерных систем с точки зрения их физико-химических свойств. Данный курс расширяет полученные ранее студентами знания по органической, физической химии и курсу строения вещества применяя их законы при рассмотрении более сложных полимерных систем и их сравнении со свойствами низкомолекулярных соединений с целью определения местоположения полимерных систем среди всего многообразия материалов.

### 3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины /модуля

В результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции:

| Шифр компетенции                        | Расшифровка приобретаемой компетенции   |
|---|---|
| ОК-7<br>(общекультурные компетенции)    | готовностью к саморазвитию, самореализации, использованию творческого потенциала  |
| ОПК-1<br>(профессиональные компетенции) | способностью воспринимать, развивать и использовать теоретические основы традиционных и новых разделов химии при решении профессиональных задач                                   |
| ПК-3<br>(профессиональные компетенции)  | владением системой фундаментальных химических понятий и методологических аспектов химии, формами и методами научного познания   |
| ПСК-1                                   | способностью использовать основные закономерности химической науки и фундаментальные химические понятия в профессиональной деятельности в соответствии с выбранной специализацией |

В результате освоения дисциплины студент:

1. должен знать:

особенности строения высокомолекулярных соединений и их отличие от низкомолекулярных, физико-химические свойства полимеров и их связи с реакционной способностью

2. должен уметь:

прогнозировать физико-химические свойства полимерных систем в зависимости от их строения, различать и определять основные особенности существующих физических состояний высокомолекулярных соединений, отличать свойства полимеров от низкомолекулярных соединений

3. должен владеть:

навыками работы со справочными данными и физико-химическими характеристиками полимерных материалов, навыками анализа, прогнозирования свойств изучаемого или синтезируемого полимера и определения его практической и промышленной значимости

4. должен демонстрировать способность и готовность:

к применению полученных знаний в практических целях для усовершенствования свойств и методов получения ранее известных полимерных систем и разработке инновационных методов синтеза высокомолекулярных соединений с практически полезными свойствами

**4. Структура и содержание дисциплины/ модуля**

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных(ые) единиц(ы) 108 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины зачет в 8 семестре.

Суммарно по дисциплине можно получить 100 баллов, из них текущая работа оценивается в 50 баллов, итоговая форма контроля - в 50 баллов. Минимальное количество для допуска к зачету 28 баллов.

86 баллов и более - "отлично" (отл.);

71-85 баллов - "хорошо" (хор.);

55-70 баллов - "удовлетворительно" (удов.);

54 балла и менее - "неудовлетворительно" (неуд.).

**4.1 Структура и содержание аудиторной работы по дисциплине/ модулю**

**Тематический план дисциплины/модуля**

| N  | Раздел Дисциплины/ Модуля   | Семестр | Неделя семестра | Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах) |                      |                     | Текущие формы контроля |
|----|---|---------|-----------------|--|----------------------|---------------------|------------------------|
|    |   |         |                 | Лекции   | Практические занятия | Лабораторные работы |                        |
| 1. | Тема 1. Цели и задачи физико-химии ВМС, классификация полимеров   | 8       | 1               | 2  | 0                    | 0                   | Дискуссия              |
| 2. | Тема 2. История развития научных представлений о макромолекуле  | 8       | 2               | 2  | 0                    | 0                   |                        |
| 3. | Тема 3. Понятие надмолекулярной структуры, виды надмолекулярных структур полимеров в различных фазовых состояниях | 8       | 3               | 2  | 0                    | 0                   | Письменная работа      |

| N   | Раздел<br>Дисциплины/<br>Модуля  | Семестр | Неделя<br>семестра | Виды и часы<br>аудиторной работы,<br>их трудоемкость<br>(в часах) |                         |                        | Текущие формы<br>контроля |
|-----|--|---------|--------------------|---|-------------------------|------------------------|---------------------------|
|     |  |         |                    | Лекции  | Практические<br>занятия | Лабораторные<br>работы |                           |
| 4.  | Тема 4.<br>Надмолекулярная<br>структура<br>кристаллизующихся<br>полимеров          | 8       | 4                  | 2   | 0                       | 0                      |                           |
| 5.  | Тема 5.<br>Надмолекулярная<br>структура аморфных<br>полимеров                      | 8       | 5                  | 2   | 0                       | 0                      | Письменная<br>работа      |
| 6.  | Тема 6. Понятие об<br>агрегатном и фазовом<br>физическом состоянии                 | 8       | 6                  | 4   | 0                       | 0                      | Контрольная<br>работа     |
| 7.  | Тема 7. Аморфное<br>фазовое состояние<br>полимеров<br>(высокоэластическое)         | 8       | 7                  | 2   | 0                       | 0                      | Коллоквиум                |
| 8.  | Тема 8.<br>Стеклообразное<br>состояние полимеров                                   | 8       | 8                  | 2   | 0                       | 0                      |                           |
| 9.  | Тема 9. Понятие<br>вынужденной<br>эластической<br>деформации<br>аморфных полимеров | 8       | 9                  | 2   | 0                       | 0                      | Дискуссия                 |
| 10. | Тема 10.<br>Вязко-текучее<br>аморфное состояние.<br>Понятие вязкости<br>полимеров  | 8       | 10                 | 2   | 0                       | 0                      | Дискуссия                 |
| 11. | Тема 11.<br>Кристаллическое<br>состояние полимеров                                 | 8       | 11                 | 2   | 0                       | 0                      | Контрольная<br>работа     |
| 12. | Тема 12.<br>Механическая<br>прочность и структура<br>полимеров                     | 8       | 12                 | 2   | 0                       | 0                      | Письменная<br>работа      |
| 13. | Тема 13.<br>Пластификация<br>полимеров, влияние<br>пластификаторов                 | 8       | 13                 | 2   | 0                       | 0                      | Дискуссия                 |
| 14. | Тема 14. Старение и<br>стабилизация<br>полимеров.                                  | 8       | 14                 | 2   | 0                       | 0                      | Письменная<br>работа      |
| 15. | Тема 15. Виды<br>деструкции ВМС  | 8       | 15                 | 2   | 0                       | 0                      |                           |
| 16. | Тема 16. Области<br>применения<br>высокомолекулярных<br>соединений.                | 8       | 16                 | 4   | 0                       | 0                      | Научный<br>доклад         |

| N   | Раздел Дисциплины/ Модуля                                  | Семестр | Неделя семестра | Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах) |                      |                     | Текущие формы контроля |
|-----|--|---------|-----------------|--|----------------------|---------------------|------------------------|
|     |  |         |                 | Лекции   | Практические занятия | Лабораторные работы |                        |
| 17. | Тема 17. Растворы высокомолекулярных соединений. Вязкость. | 8       | 17              | 2  | 0                    | 0                   |                        |
| 18. | Тема 18. Полиэлектролиты. Ионообменные смолы               | 8       | 18              | 2  | 0                    | 0                   | Дискуссия              |
| 19. | Тема 19. Развитие химии ВМС в 21 веке                      | 8       | 19              | 2  | 0                    | 0                   | Научный доклад         |
|     | Тема . Итоговая форма контроля                             | 8       |                 | 0  | 0                    | 0                   | Зачет                  |
|     | Итого  |         |                 | 42   | 0                    | 0                   |                        |

#### 4.2 Содержание дисциплины

##### Тема 1. Цели и задачи физико-химии ВМС, классификация полимеров

###### **лекционное занятие (2 часа(ов)):**

Введение в курс физико-химии ВМС. Современные представления об основах строения полимеров. Классификация (старая классификация по назначению и современная классификация по химическому строению). Молекулярная масса и молекулярно-массовое распределение полимеров. Конфигурация макромолекул. Конформация макромолекул. Гибкость цепи и факторы, определяющие гибкость цепи.

##### Тема 2. История развития научных представлений о макромолекуле

###### **лекционное занятие (2 часа(ов)):**

История развития научных представлений о макромолекуле. Открытия в области синтеза ВМС в XIX веке. Вклад российских ученых в развитие химии полимеров. Открытие реакции поликонденсации. Работы Г. Штаудингера (получил в 1953 г. за цикл работ по полимерам Нобелевскую премию) по макромолекулярной теории. Вклад школы В.А. Каргина в исследование физико-химических процессов полимеров.

##### Тема 3. Понятие надмолекулярной структуры, виды надмолекулярных структур полимеров в различных фазовых состояниях

###### **лекционное занятие (2 часа(ов)):**

Надмолекулярная структура полимеров. Понятие надмолекулярной структуры, виды надмолекулярных структур полимеров в различных фазовых состояниях. Факторы, влияющие на макроконформацию цепи. Ламелярные монокристаллы. Фибриллярные монокристаллы. Сферолиты. Изотермические кристаллы. Плурикристаллические образования. Современные Методы исследования структуры полимеров (оптическая микроскопия, электронная микроскопия, рентгеноструктурный анализ, электронография, нейтронография, рассеяние поляризованного света под малым углом)

##### Тема 4. Надмолекулярная структура кристаллизующихся полимеров

###### **лекционное занятие (2 часа(ов)):**

Надмолекулярная структура кристаллизующихся полимеров. Кристаллографическая ячейка - первичный элемент структуры любого кристаллического полимера. Монокристаллы. Поверхности складывания в полимерных кристаллах. Структурные образования типа "шиш-кебаб". Домены. Ориентированное состояние полимеров.

##### Тема 5. Надмолекулярная структура аморфных полимеров

###### **лекционное занятие (2 часа(ов)):**



Надмолекулярная структура аморфных полимеров. Различные элементы упорядоченного расположения макромолекул и их сегментов. Классификация межмолекулярных сил. Молекулярные клубки. Флуктуационная сетка. фибриллярная структура аморфнокристаллических соединений в ориентированном состоянии. Структура аморфных областей микрофибрилл

#### **Тема 6. Понятие об агрегатном и фазовом физическом состоянии**

##### **лекционное занятие (4 часа(ов)):**

Понятие об агрегатном, фазовом и физическом состоянии. Агрегатные и фазовые состояния веществ. Фазовые переходы. Особенности упорядоченного состояния полимеров. Кристаллизация и стеклование полимеров. Физические состояния аморфных полимеров.

#### **Тема 7. Аморфное фазовое состояние полимеров (высокоэластическое)**

##### **лекционное занятие (2 часа(ов)):**

Высокоэластическое состояние полимеров. Вязкоупругие тела. Высокоэластическая деформация. Эластичность идеального и реального каучуков. Релаксационная природа высокоэластичности. Релаксационные процессы. Скорость развития высокоэластической деформации. Релаксация напряжения. Ползучесть полимерных материалов.

#### **Тема 8. Стеклообразное состояние полимеров**

##### **лекционное занятие (2 часа(ов)):**

Понятие стеклообразного состояния полимеров. Релаксационный характер процесса стеклования. Механизм стеклования. Температура стеклования аморфных полимеров и способы ее определения. факторы, влияющие на температуру стеклования. Механическое стеклование.

#### **Тема 9. Понятие вынужденной эластической деформации аморфных полимеров**

##### **лекционное занятие (2 часа(ов)):**

Понятие вынужденной эластической деформации аморфных полимеров. Вынужденноэластическая деформация стеклообразных аморфных полимеров. Температурная зависимость предела вынужденной эластичности. Температура хрупкости.

#### **Тема 10. Вязко-текучее аморфное состояние. Понятие вязкости полимеров**

##### **лекционное занятие (2 часа(ов)):**

Вязко-текучее аморфное состояние. Понятие вязкости полимеров. Основные понятия реологии. Типы реологического поведения полимеров. Температура текучести и факторы, влияющие на температуру текучести. Кривая течения и аномалии вязкости. особенности течения полимеров. Факторы, влияющие на вязкость полимеров.

#### **Тема 11. Кристаллическое состояние полимеров**

##### **лекционное занятие (2 часа(ов)):**

Кристаллическое состояние полимеров. Способность полимеров к кристаллизации. Кинетика и механизм кристаллизации. Плавление кристаллов. Термомеханические свойства кристаллических полимеров. Факторы, влияющие на температуру плавления. Деформационные свойства кристаллических полимеров.

#### **Тема 12. Механическая прочность и структура полимеров**

##### **лекционное занятие (2 часа(ов)):**

Механическая прочность и структура полимеров. Зависимость механических свойств полимеров зависят от структурных модификаций полимеров. Влияние ориентированного состояния полимеров на механическую прочность. Влияние частоты сетки на механические свойства полимеров. Влияние наполнителей на механические свойства полимеров.

#### **Тема 13. Пластификация полимеров, влияние пластификаторов**

##### **лекционное занятие (2 часа(ов)):**

Пластификация полимеров. Механизм пластификации. Влияние пластификаторов на температуру стеклования и текучесть полимеров. Совместимость пластификаторов с полимерами. Влияние пластификаторов на механические свойства полимеров. Теории пластификации. Влияние пластификаторов на диэлектрические свойства полимеров. Влияние строения молекул пластификатора, их размера и формы на пластифицирующее действие.

#### **Тема 14. Старение и стабилизация полимеров.**

##### **лекционное занятие (2 часа(ов)):**

Старение и стабилизация полимеров. Технология переработки полимеров. Химические процессы, приводящие к разрушению полимера. Деструкция, окисление, структурирование полимеров. деструкция. Стабилизация полимеров.

#### **Тема 15. Виды деструкции ВМС**

##### **лекционное занятие (2 часа(ов)):**

Виды деструкции ВМС. Термическая деструкция. Действие высоких температур. Термостойкость полимеров. Механическая деструкция. Фотохимическая деструкция. Химическая деструкция. Гидролиз, ацидолиз, аминализ

#### **Тема 16. Области применения высокомолекулярных соединений.**

##### **лекционное занятие (4 часа(ов)):**

Области применения высокомолекулярных соединений. Пластики. Эластомеры. Волокна. Технология переработки (каландрование, литье в форме, отливка пленок, литье под давлением, пневмоформирование, экструзия, формирование листовых термопластов, вспенивание, армирование, прядение волокон).

#### **Тема 17. Растворы высокомолекулярных соединений. Вязкость.**

##### **лекционное занятие (2 часа(ов)):**

Растворы высокомолекулярных соединений. Вязкость. Растворение полимеров. Истинные растворы полимеров. Термодинамика растворения полимеров. Особенности набухания и растворения полимеров. факторы, определяющие растворение и набухание полимеров. Фазовые равновесие полимер-растворитель. Разбавленные растворы полимеров. Концентрированные растворы полимеров.

#### **Тема 18. Полиэлектролиты. Ионообменные смолы**

##### **лекционное занятие (2 часа(ов)):**

Полиэлектролиты. Ионообменные смолы. Свойства полиэлектролитов. Ионизационные свойства полиэлектролитов. Особенности гидродинамических свойств полиэлектролитов. Полиамфолиты. Ионнообменные смолы (иониты). Основные физико-химические закономерности ионного обмена.

#### **Тема 19. Развитие химии ВМС в 21 веке**

##### **лекционное занятие (2 часа(ов)):**

Развитие химии ВМС в 21 веке. Перспективы развития химии высокомолекулярных соединений в будущем. Тенденции. Биоразлагающиеся полимеры. Безотходные технологии. Нобелевские премии мира в области химии полимеров.

### **4.3 Структура и содержание самостоятельной работы дисциплины (модуля)**

| <b>N</b> | <b>Раздел Дисциплины</b>  | <b>Семестр</b> | <b>Неделя семестра</b> | <b>Виды самостоятельной работы студентов</b>                                | <b>Трудоемкость (в часах)</b> | <b>Формы контроля самостоятельной работы</b> |
|----------|---|----------------|------------------------|---|-------------------------------|--|
| 1.       | Тема 1. Цели и задачи физико-химии ВМС, классификация полимеров | 8              | 1                      | подготовка к дискуссии, самостоятельное рассмотрение вопросов для дискуссии | 4                             | дискуссия                                    |



| N   | Раздел Дисциплины   | Семестр | Неделя семестра | Виды самостоятельной работы студентов                                   | Трудоемкость (в часах) | Формы контроля самостоятельной работы |
|-----|---|---------|-----------------|---|------------------------|---------------------------------------|
| 3.  | Тема 3. Понятие надмолекулярной структуры, виды надмолекулярных структур полимеров в различных фазовых состояниях | 8       | 3               | подготовка к письменной работе  | 4                      | письменная работа                     |
| 5.  | Тема 5. Надмолекулярная структура аморфных полимеров  | 8       | 5               | подготовка к письменной работе  | 4                      | письменная работа                     |
| 6.  | Тема 6. Понятие об агрегатном и фазовом физическом состоянии  | 8       | 6               | подготовка к контрольной работе   | 4                      | контрольная работа                    |
| 7.  | Тема 7. Аморфное фазовое состояние полимеров (высокоэластическое)   | 8       | 7               | подготовка к коллоквиуму  | 4                      | коллоквиум                            |
| 9.  | Тема 9. Понятие вынужденной эластической деформации аморфных полимеров  | 8       | 9               | подготовка к дискуссии, самостоятельное изучение вопросов для дискуссии | 4                      | дискуссия                             |
| 10. | Тема 10. Вязко-текучее аморфное состояние. Понятие вязкости полимеров   | 8       | 10              | подготовка к дискуссии, самостоятельное изучение вопросов для дискуссии | 4                      | дискуссия                             |
| 11. | Тема 11. Кристаллическое состояние полимеров  | 8       | 11              | подготовка к контрольной работе   | 4                      | контрольная работа                    |
| 12. | Тема 12. Механическая прочность и структура полимеров   | 8       | 12              | подготовка к письменной работе  | 4                      | письменная работа                     |
| 13. | Тема 13. Пластификация полимеров, влияние пластификаторов   | 8       | 13              | подготовка к дискуссии, самостоятельное изучение вопросов для дискуссии | 4                      | дискуссия                             |
| 14. | Тема 14. Старение и стабилизация полимеров.   | 8       | 14              | подготовка к письменной работе  | 4                      | письменная работа                     |
| 15. | Тема 15. Виды деструкции ВМС  | 8       | 15              | подготовка домашнего задания  | 4                      | домашнее задание                      |

| N   | Раздел Дисциплины  | Семестр | Неделя семестра | Виды самостоятельной работы студентов  | Трудоемкость (в часах) | Формы контроля самостоятельной работы |
|-----|--|---------|-----------------|--|------------------------|---------------------------------------|
| 16. | Тема 16. Области применения высокомолекулярных соединений. | 8       | 16              | поиск литературы по соответствующим темам докладов самостоятельное написание и оформление докладов | 6                      | научный доклад                        |
| 18. | Тема 18. Полиэлектролиты. Ионообменные смолы               | 8       | 18              | подготовка к дискуссии, самостоятельное изучение вопросов для дискуссии                            | 6                      | дискуссия                             |
| 19. | Тема 19. Развитие химии ВМС в 21 веке                      | 8       | 19              | поиск литературы по соответствующим темам докладов самостоятельное написание и оформление докладов | 6                      | научный доклад                        |
|     | Итого  |         |                 |  | 66                     |                                       |

### 5. Образовательные технологии, включая интерактивные формы обучения

В качестве образовательных технологий используются презентации для информирования аудитории о новых и модернизированных промышленных способах получения высокомолекулярных соединений, технологии процесса производства полимеров, сфере их применения, а также новых методов анализа данных систем. Предполагается обмен информационными ресурсами между студентами и преподавателем.

Вопросы для самостоятельной работы:

1. Какие параметры характеризуют молекулярную массу, молекулярно-массовое распределение и полидисперсность полимеров?
2. Фракционирование полимеров и построение кривых молекулярно-массового распределения.
3. Термодинамическая и кинетическая гибкость макромолекул. Какие факторы влияют на гибкость макромолекул?
4. Надмолекулярная структура аморфных полимеров.

Вид контроля: устный опрос студентов.

1. Различие эластической и упругой деформации
2. Методы определения температуры стеклования
3. Каковы способы модификации надмолекулярной структуры.
4. Понятие об агрегатном, фазовом и физическом состоянии полимера

Вид контроля: устный опрос студентов.

1. В каких фазовых и физических состояниях существуют аморфные и кристаллические полимеры.
2. Жидкокристаллическое состояние.
3. Влияние химического строения, молекулярной массы и конфигурации макромолекул на характер термомеханической кривой.

#### 4. Высокоэластическое состояние полимера.

Вид контроля: устный опрос студентов.

1. Эластичность идеального и реального каучука
2. Различие эластической и упругой деформации.
3. Понятие вынужденной эластической деформации аморфных полимеров.

Вид контроля: устный опрос студентов.

1. Явление механического гистерезиса в полимерах.
2. Вязкотекучее состояние полимеров.

Вид контроля: устный опрос студентов.

1. Влияние режима механического нагружения на полимер на ТТ.
2. Влияние температуры на наибольшую ньютоновскую вязкость.
3. Кристаллическое состояние полимеров

Вид контроля: контрольная работа.

1. Температура плавления кристаллов и ее определение.
2. Температурный гистерезис кристаллических полимеров.
3. Механическая прочность и структура полимеров.

Вид контроля: устный опрос студентов.

1. Полимеры цис-1,4-полиизопрена, сополимер бутадиена с нитрилом акриловой кислоты (60:40), полиэтилентерефталат, полиэтилен при температуре выше  $T_c$  растягивают, затем температуру образца доводят до комнатной и снимают напряжение. Напишите формулы этих полимеров. Какие из них кристаллизуются при растяжении? Какова конформация макромолекул до деформации, при ориентации, кристаллизации и после снятия напряжения? При растяжении каких полимеров тепловыделение больше? Какие полимеры и почему сохраняются в ориентированном состоянии после снятия напряжения?
2. Пластификация полимеров.

Вид контроля: устный опрос студентов.

1. Наиболее распространенные пластификаторы. Механизм их действия, состав, свойства.
2. Совместимость пластификатора с полимерами.
3. Старение и стабилизация полимеров. Виды деструкции ВМС.

Вид контроля: устный опрос студентов.

1. Какая разница между деструкцией и деполимеризацией?
2. Каков механизм действия света на полимер? Какие полимеры наиболее подвержены действию света и почему? Как защитить полимер от действия света?
11. Области применения ВМС.

Вид контроля: проверка рефератов.

Составить реферат по теме (на выбор):

1. Полимеры в автомобилестроении.
2. Полимеры в строительстве.
3. Полимеры в медицине.
4. Биоразлагающиеся полимеры.
5. Утилизация полимерных материалов.
6. Полимеры в пищевой промышленности.
7. Полимеры в легкой промышленности.
8. Полиэлектролиты. Ионообменные смолы.
9. Развитие химии ВМС в 21 веке.

## **6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов**

### **Тема 1. Цели и задачи физико-химии ВМС, классификация полимеров**

дискуссия , примерные вопросы:

Рассмотрение классификации полимеров, принципы классификации и зависимость классификации от строения полимеров. Основные понятия химии физико-химии полимеров: степень полимеризации, мономеры, олигомеры, звенья и цепи полимеров

### **Тема 2. История развития научных представлений о макромолекуле**

### **Тема 3. Понятие надмолекулярной структуры, виды надмолекулярных структур полимеров в различных фазовых состояниях**

письменная работа , примерные вопросы:

Основные определения и виды надмолекулярных структур. первичная, структура надмолекулярная структура полимеров. Физические методы определения надмолекулярной структуры полимеров. Уровни надмолекулярных структур: геометрический, кинетический, термодинамический.

### **Тема 4. Надмолекулярная структура кристаллизующихся полимеров**

### **Тема 5. Надмолекулярная структура аморфных полимеров**

письменная работа , примерные вопросы:

Особенности надмолекулярной структуры аморфных полимеров в сравнении с надмолекулярной структурой кристаллизующихся полимеров. Понятие степени кристалличности. Аморфнокристаллические полимеры.

### **Тема 6. Понятие об агрегатном и фазовом физическом состоянии**

контрольная работа , примерные вопросы:

1. Виды фазовых состояний полимеров 2. Виды физические состояний полимеров 3. Различия между фазовым и физическим состоянием полимеров 4. Особенности упорядоченного состояния полимеров 5. Понятие кристаллизации и стеклования полимеров

### **Тема 7. Аморфное фазовое состояние полимеров (высокоэластическое)**

коллоквиум , примерные вопросы:

Особенности высокоэластического состояния полимера. Понятие термомеханической кривой и ее вид (с объяснениями). Эластичность каучуков: идеального и реального. Зависимость деформации от напряжения, графические разъяснения. Релаксация.

### **Тема 8. Стеклообразное состояние полимеров**

### **Тема 9. Понятие вынужденной эластической деформации аморфных полимеров**

дискуссия , примерные вопросы:

Понятие деформации полимеров. Обратные деформации. Схематическое изображение кривой нагрузка-деформация для стеклообразных полимеров. Предел вынужденной эластичности.

### **Тема 10. Вязко-текучее аморфное состояние. Понятие вязкости полимеров**

дискуссия , примерные вопросы:

Отличие вязко-текучего состояния полимеров от стеклообразного и высоко-эластического. Понятие вязкости полимеров.

### **Тема 11. Кристаллическое состояние полимеров**

контрольная работа , примерные вопросы:

1. Способность полимеров к кристаллизации 2. Отличие кристаллического состояние от аморфного состояния полимеров. 3. Кинетика и механизм кристаллизации

### **Тема 12. Механическая прочность и структура полимеров**

письменная работа , примерные вопросы:

Понятие прочности полимера. Характеристика долговечности полимера Утомление полимера.

### **Тема 13. Пластификация полимеров, влияние пластификаторов**

дискуссия , примерные вопросы:

Влияние пластификаторов на свойства полимеров. Совместимость пластификаторов с полимерами. Оценка эффективности пластификатора. Механизм пластификации.

#### **Тема 14. Старение и стабилизация полимеров.**

письменная работа , примерные вопросы:

Понятие старения полимеров и методы стабилизации полимеров

#### **Тема 15. Виды деструкции ВМС**

домашнее задание , примерные вопросы:

Понятие деструкции и виды деструкции. Классификация реакций термической деструкции.

#### **Тема 16. Области применения высокомолекулярных соединений.**

научный доклад , примерные вопросы:

Примерные темы докладов в соответствии с областями применения полимеров: легкая промышленность, автомобильная промышленность, медицина.

#### **Тема 17. Растворы высокомолекулярных соединений. Вязкость.**

#### **Тема 18. Полиэлектролиты. Ионообменные смолы**

дискуссия , примерные вопросы:

Определение полиэлектролита и ионообменной смолы. Физико-химические характеристики полиэлектролитов.

#### **Тема 19. Развитие химии ВМС в 21 веке**

научный доклад , примерные вопросы:

Основные направления развития полимерной промышленности и научных разработок в области полимерных материалов. Примерные темы докладов: Полимерные подложки, Развитие применения химии полимеров в медицине, Основные тенденции развития химии полимеров и перспективные области применения полимеров, Проблемы химии полимеров в 21 веке.

#### **Тема . Итоговая форма контроля**

Примерные вопросы к зачету:

ПРИМЕРЫ БИЛЕТОВ К ЗАЧЕТУ

##### **Б И Л Е Т ♦1**

1. Научные представления о макромолекуле. Классификация полимеров. Цели и задачи курса - Физико-химии ВМС.
2. Способность полимеров к кристаллизации. Кинетика и механизм процесса кристаллизации.

##### **Б И Л Е Т ♦2**

1. Надмолекулярная структура частично-кристаллических полимеров, закристаллизованных в изотропных условиях. Основные определения и классификация надмолекулярных структур.
2. Понятие о старении полимера. Виды деструкции полимеров: химическая деструкция.

##### **Б И Л Е Т ♦3**

1. Понятие об агрегатном, фазовом и физическом состоянии полимеров.
2. Вязкость полимерных систем. Зависимость вязкости от скорости и напряжения сдвига.

##### **Б И Л Е Т ♦4**

1. Структура аморфных полимеров. Теоретические и экспериментальные доказательства отсутствия надмолекулярной структуры в аморфных полимерах и расплавах кристаллизующихся полимеров.
2. Термомеханическая кривая аморфного полимера.

##### **Б И Л Е Т ♦5**

1. Фибриллярная структура ориентированных полимеров и природных волокон. Внутренняя структура, организация микрофибрилл.

## 2. Зависимость наибольшей Ньютоновской и эффективной вязкости от температуры, молекулярного веса полимера.

### 7.1. Основная литература:

1. Семчиков, Ю.Д. Введение в химию полимеров: учебное пособие для студентов высших учебных заведений, обучающихся по направлению ВПО 020100 'Химия' и специальности 020201 'Фундаментальная и прикладная химия' / Ю.Д. Семчиков, С.Ф. Жильцов, С.Д. Зайцев. - Санкт-Петербург [и др.]: Лань, 2012. - 222 с.  
[http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_cid=25&pl1\\_id=5842](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=5842)
2. Кленин В.И., Федусенко И.В. Высокомолекулярные соединения: учебник. - 2-е изд., испр. - Санкт-Петербург, 2013. - 512 с.  
[http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_cid=25&pl1\\_id=5842](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=5842)
3. Семчиков Ю. Д. Введение в химию полимеров [Электронный ресурс] : учебное пособие / Семчиков Ю. Д., Жильцов С. Ф., Зайцев С. Д. ? Электрон. дан. ? СПб. : Лань, 2014. ? 223 с. ? Режим доступа: [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=4036](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=4036) ? Загл. с экрана.

### 7.2. Дополнительная литература:

1. Кулезнев В.Н., Шершнева В.А. Химия и физика полимеров. - 3-е изд, испр. - СПб, Лань, 2014. - 368 с. [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=51931](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=51931)
2. Шаповалов В.М. Механика элонгационного течения полимеров. - Физматлит, 2007. - 174 с. [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=48249](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=48249)
3. Семчиков, Ю.Д. Высокомолекулярные соединения: учеб. для студентов вузов, обучающихся по спец. 011000 'Химия' и направлению 510500 'Химия' / Ю.Д. Семчиков. - 3-е изд., стер.. - Москва: Академия, 2006. - 366, [1] с

### 7.3. Интернет-ресурсы:

Новейшие публикации, база данных - <http://www.rsc.org/Publishing/Journals/PY/News/polymers.asp>  
Химический портал - <http://www.chemport.ru/?cid=45>  
Химия полимеров - <http://www.polychemistry.com/>  
электронная библиотечная система - [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_cid=25&pl1\\_id=5842](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=5842)  
электронная библиотечная система - [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_cid=25&pl1\\_id=4036](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=4036)

## 8. Материально-техническое обеспечение дисциплины(модуля)

Освоение дисциплины "Физико-химия высокомолекулярных соединений" предполагает использование следующего материально-технического обеспечения:



Мультимедийная аудитория, вместимостью более 60 человек. Мультимедийная аудитория состоит из интегрированных инженерных систем с единой системой управления, оснащенная современными средствами воспроизведения и визуализации любой видео и аудио информации, получения и передачи электронных документов. Типовая комплектация мультимедийной аудитории состоит из: мультимедийного проектора, автоматизированного проекционного экрана, акустической системы, а также интерактивной трибуны преподавателя, включающей тач-скрин монитор с диагональю не менее 22 дюймов, персональный компьютер (с техническими характеристиками не ниже Intel Core i3-2100, DDR3 4096Mb, 500Gb), конференц-микрофон, беспроводной микрофон, блок управления оборудованием, интерфейсы подключения: USB, audio, HDMI. Интерактивная трибуна преподавателя является ключевым элементом управления, объединяющим все устройства в единую систему, и служит полноценным рабочим местом преподавателя. Преподаватель имеет возможность легко управлять всей системой, не отходя от трибуны, что позволяет проводить лекции, практические занятия, презентации, вебинары, конференции и другие виды аудиторной нагрузки обучающихся в удобной и доступной для них форме с применением современных интерактивных средств обучения, в том числе с использованием в процессе обучения всех корпоративных ресурсов. Мультимедийная аудитория также оснащена широкополосным доступом в сеть интернет. Компьютерное оборудование имеет соответствующее лицензионное программное обеспечение.

использование ПК с целью проведения презентаций в Pwer Pint и просмотра методических видео и фотоматериалов; использование образцов полимерных материалов для ознакомления с их свойствами

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВПО и учебным планом по специальности: 04.05.01 "Фундаментальная и прикладная химия" и специализации Химия элементоорганических соединений .

Автор(ы):

Тудрий Е.В. \_\_\_\_\_

"\_\_" \_\_\_\_\_ 201\_\_ г.

Рецензент(ы):

Галкина И.В. \_\_\_\_\_

"\_\_" \_\_\_\_\_ 201\_\_ г.