

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«МУРМАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

**Методические указания к самостоятельной работе**

**По дисциплине: Б1.В.03.02 Физико-химические свойства  
высокомолекулярных соединений**

**для направления подготовки (специальности): 04.04.01 Химия  
направленность "Физическая и коллоидная химия»**

**Квалификация выпускника, уровень подготовки:  
магистр**

**Кафедра-разработчик: кафедра химии**

**Мурманск  
2019**

Составитель - Коновалова Ирина Никандровна, канд.техн.наук., профессор кафедры химии.

Методические указания к самостоятельной работе рассмотрены и одобрены на заседании кафедры-разработчика

Химия  
название кафедры

24.06.2019\_\_ протокол № 12 .

## ОГЛАВЛЕНИЕ

I. Общие организационно-методические указания	3
II. Темы самостоятельной работы	3
III. Список рекомендуемой литературы	4
IV. Содержание и методические указания к изучению тем дисциплины	4

## I. ОБЩИЕ ОРГАНИЗАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

**Цель дисциплины:** является формирование компетенций в соответствии с квалификационной характеристикой магистранта и учебным планом для направления подготовки/специальности 04.04.01«Химия», направленность «Физическая и коллоидная химия»

**Задачи дисциплины:** структура и содержание дисциплины построены так, чтобы обучаемый, прошедший полный курс подготовки, в достаточной степени имел представления о физико-химических свойствах высокомолекулярных соединений, был способен использовать полученные знания в научной и практической деятельности.

**В результате изучения дисциплины обучающийся должен:**

**Знать:**

строение, физико-химические свойства, основные характеристики высокомолекулярных соединений; методы получения полимеров.

**Уметь:**

планировать и выполнять экспериментальные исследования по определению основных характеристик высокомолекулярных соединений; использовать основные приемы обработки экспериментальных данных

**Владеть:**

навыками исследования основных физико-химических свойств высокомолекулярных соединений; сбора информации, ее обработки и анализа.

**Содержание разделов дисциплины:** общая характеристика высокомолекулярных соединений. Методы получения полимеров. Физико-химические свойства растворов полимеров. Физические состояния полимеров. Поверхностные явления в полимерных системах. Устойчивость и коагуляция дисперсий полимеров. Физико-химические свойства полиэлектролитов.

## II. ТЕМЫ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ

№ п/п	Наименование тем самостоятельной работы
1	Общая характеристика высокомолекулярных соединений.
2	Методы получения полимеров
3	Физико-химические свойства растворов полимеров
4	Физические состояния полимеров.
5	Поверхностные явления в полимерных системах. Устойчивость и коагуляция дисперсий полимеров.
6	Физико-химические свойства полиэлектролитов.

### III. СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

#### *Основная литература*

1. Николаев, А. И. Высокомолекулярные соединения : учеб. пособие / А. И. Николаев, Г. В. Митрофанова; Федер. агентство по рыболовству, ФГОУ ВПО "Мурман. гос. техн. ун-т". - Мурманск : Изд-во МГТУ, 2011. - 286 с.
2. Семчиков, Ю. Д. Высокомолекулярные соединения : учебник для вузов / Ю. Д. Семчиков. - Москва : Академия, 2005, 2003. - 368 с.
3. Коновалова, И. Н. Практикум по химии высокомолекулярных соединений : учеб. пособие для вузов / И. Н. Коновалова, К. В. Реут, Г. И. Берестова; М-во сел. хоз-ва РФ ; Федер. агентство по рыболовству, Мурман. гос. техн. ун-т. - Мурманск : Изд-во МГТУ, 2005. - 131 с.

#### *Дополнительная литература*

1. Фролов, Ю. Г. Курс коллоидной химии. Поверхностные явления и дисперсные системы : учебник для вузов / Ю. Г. Фролов. - 2-е изд., перераб. и доп. - Москва : Химия, 1989. - 464 с. :
2. Стромберг, А. Г. Физическая химия : учебник для вузов / А. Г. Стромберг, Д. П. Семченко; под ред. А. Г. Стромберга. - 5-е изд., испр. - Москва : Высш. шк., 2003. - 527 с.
3. Практикум и задачник по коллоидной химии : поверхностные явления и дисперсные системы : учеб. пособие для вузов / [В. В. Назаров и др.] ; под ред. В. В. Назарова, А. С. Гродского. - Москва : Академкнига, 2007. - 372 с.

### IV. СОДЕРЖАНИЕ И МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К ИЗУЧЕНИЮ ТЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

**Тема:** Общая характеристика высокомолекулярных соединений. Классификация высокомолекулярных соединений. Молекулярная масса. Молекулярно-массовое распределение. Методы определения молекулярной массы (вискозиметрия, эбулиоскопия, криоскопия, осмометрия, нефелометрия, химические методы). Гибкость макромолекул. Конформационные превращения. Понятия термодинамической и кинетической гибкости цепи. Термодинамический сегмент цепи. Кинетический сегмент цепи. Среднеквадратичное расстояние между концами макромолекулы. Конформации свободно-сочлененной цепи. Понятия: идеальный растворитель ( $\theta$ -растворитель),  $\theta$ -Температура, хороший растворитель, плохой растворитель

#### **Требования к уровню освоения содержания темы**

##### **Изучив данную тему, студент должен:**

**знать** основные понятия и определения химии высокомолекулярных соединений (полимер, олигомер, мономер, составное звено, степень полимеризации, молекулярная масса, молекулярно-массовое распределение, классификацию, основанную на химическом строении полимера, последовательность деления полимеров на классы, подклассы, группы, подгруппы и виды

**уметь** рассчитывать молекулярную массу на основе вискозиметрических, эбулиоскопических, криоскопических, осмометрических нефелометрических измерений

**иметь представление:** о методах определения молекулярной массы, гибкости и конформационных превращения макромолекул

#### **Порядок и методические указания по изучению темы:**

##### **При изучении темы необходимо:**

Изучить материалы учебников (учебных пособий)

Ответить на вопросы для самоконтроля по теме.

*Вопросы для самоконтроля:*

1. Приведите классификацию высокомолекулярных соединений по различным признакам
2. Приведите формулы для расчета среднечисленной, среднмассовой, средневязкостной молекулярной массы полимеров.
3. Как выглядят интегральные и дифференциальные кривые молекулярно-массового распределения?
4. Перечислите методы определения молекулярной массы
5. На чем основаны методы определения молекулярной массы -вискозиметрический, эбулиоскопический, криоскопический, осмометрический, нефелометрический, химический.
6. Приведите формулы для расчета молекулярной массы методами вискозиметрическими, эбулиоскопическими, криоскопическими, осмометрическими, нефелометрическими
7. От каких факторов зависит гибкость макромолекул.
8. Какие конформации могут принимать макромолекулы?
9. Что понимают под термодинамическим и кинетическим сегментом цепи.
10. Как определяют среднеквадратичное расстояние между концами макромолекулы.
11. Что понимают под свободно-сочлененной цепью? Какие конформации может принимать свободно-сочлененная цепь?
12. Понятия: идеальный растворитель ( $\theta$ -растворитель),  $\theta$ -Температура, хороший растворитель, плохой растворитель

**Тема: Методы получения полимеров.** Полимеризация. Способы проведения полимеризации. Поликонденсация. Равновесная и неравновесная поликонденсация

**Требования к уровню освоения содержания темы**

**Изучив данную тему, студент должен:**

знать методы получения полимеров

иметь представление о механизмах радикальной, катионной и анионной полимеризации, о сущности получения полимеров методом поликонденсации.

**Порядок и методические указания по изучению темы:**

**При изучении темы необходимо:**

Изучить материалы учебников (учебных пособий)

Ответить на вопросы для самоконтроля по теме.

*Вопросы для самоконтроля:*

1. Какими методами получают синтетические полимеры?
2. По каким механизмам протекают процессы полимеризации? Приведите примеры получения полимеров по механизму радикальной, катионной и анионной полимеризации.
3. Приведите количественную характеристику стадии инициирования
4. Каковы закономерности начальной стадии радикальной полимеризации?
5. Что называют сополимеризацией? Приведите выражение для скорости расхода мономеров.
6. Что называют константой сополимеризации?
7. В чем состоит сущность получения полимеров методом поликонденсации. Приведите примеры.

**Тема: Физико-химические свойства растворов полимеров.** Теория Флори-Хаггинса. Коллигативные свойства растворов полимеров. Осмотическое давление. Второй вириальный коэффициент. Связь второго вириального коэффициента и параметра взаимодействия. Набухание полимеров. Ограниченное и неограниченное набухание. Степень набухания.

Скорость набухания. Вязкость разбавленных растворов полимеров. Относительная вязкость. Удельная вязкость. Приведенная вязкость. Характеристическая вязкость. Методы определения вязкости. Использование характеристической вязкости при определении молекулярной массы полимера. Уравнение Марка-Куна-Хаувинка. Уравнение Хаггинса. Константа Хаггинса. Концентрированные растворы. Зависимость вязкости растворов от концентрации. Явление тиксотропии. Классификация полимерных студней и гелей, их свойства

### **Требования к уровню освоения содержания темы**

**Изучив данную тему, студент должен:**

**знать** коллигативные свойства растворов полимеров, особенности процесса набухания, реологические свойства растворов полимеров, понятие разбавленные и концентрированные растворы, методы определения вязкости, классификацию и свойства гелей и студней

**уметь** рассчитывать степень набухания, константу скорости набухания; относительную, удельную, приведенную, характеристическую вязкость  
**иметь представление** о термодинамической теории растворов Флори-Хаггинса

### **Порядок и методические указания по изучению темы:**

#### **При изучении темы необходимо:**

Изучить материалы учебников (учебных пособий)

Ответить на вопросы для самоконтроля по теме.

#### *Вопросы для самоконтроля:*

1. От каких факторов зависят свойства растворов полимеров?
2. Какие растворы считаются разбавленными, полуразбавленными, высококонцентрированными?
3. Изложите основные положения теории Флори-Хаггинса
4. Что характеризует параметр взаимодействия Флори-Хаггинса
5. Осмотическое давление. Второй вириальный коэффициент. Связь второго вириального коэффициента и параметра взаимодействия.
6. Поясните термины: хороший растворитель, плохой растворитель, идеальный растворитель.
7. Приведите примеры ограниченного и неограниченного набухания полимеров
8. По каким формулам рассчитывают степень набухания?
9. Как рассчитать скорость набухания и константу скорости набухания?
10. Приведите уравнения для описания вязкости разбавленных растворов полимеров
11. Приведите уравнения для расчета относительной, удельной, приведенной вязкости
12. Каким образом определяют предельное число вязкости?
13. Напишите уравнение Марка-Куна-Хаувинка, уравнение Хаггинса.
14. Приведите классификацию студней
15. Приведите классификацию гелей.

**Тема: Физические состояния полимеров.** Агрегатные и фазовые состояния полимеров. Аморфное состояние. Физические состояния аморфных полимеров. Стеклообразное состояние полимеров. Высокоэластическое состояние полимеров. Термомеханическая кривая.

### **Требования к уровню освоения содержания темы**

**Изучив данную тему, студент должен:**

**знать** агрегатные и фазовые состояния полимеров, особенности физического состояния аморфных полимеров

**уметь** анализировать термомеханическую кривую

## **Порядок и методические указания по изучению темы:**

### **При изучении темы необходимо:**

Изучить материалы учебников (учебных пособий)

Ответить на вопросы для самоконтроля по теме.

#### *Вопросы для самоконтроля:*

1. В каких агрегатных и фазовых состояниях могут находиться полимеры?
2. Что понимают под аморфным состоянием полимеров? Каковы физические состояния аморфных полимеров?
3. Что понимают под кристаллическим состоянием полимеров? Что характеризует степень кристалличности?
4. Какими методами можно определить степень кристалличности?
5. Как выглядит термомеханическая кривая-зависимость относительной деформации полимера от температуры?
6. Охарактеризуйте особенности стеклообразного состояния полимеров.
7. Что характеризует температура стеклования полимера?
8. Охарактеризуйте особенности высокоэластического состояния полимеров.
9. Охарактеризуйте особенности вязкотекучего состояния полимеров.

### **Тема: Поверхностные явления в полимерных системах. Устойчивость и коагуляция дисперсий полимеров.**

Полимеры как поверхностно-активные вещества. Адсорбция полимеров. Факторы, влияющие на адсорбцию полимеров. Адгезия и смачивание полимеров. Краевой угол. Работа адгезии. Механизм формирования адгезионного соединения. Латексы как дисперсные системы. Агрегативная устойчивость и коагуляция дисперсий полимеров. Определение размеров и заряда полимерных частиц.

### **Требования к уровню освоения содержания темы**

#### **Изучив данную тему, студент должен:**

**знать** поверхностные свойства полимерных систем, основные понятия-поверхностное и межфазное натяжение, адсорбция, адгезия, смачивание

**уметь** рассчитывать адсорбцию, работу адгезии, порог коагуляции

**иметь представление** о полимерах как поверхностно-активных веществах; о латексах как дисперсных системах.

## **Порядок и методические указания по изучению темы:**

### **При изучении темы необходимо:**

Изучить материалы учебников (учебных пособий)

Ответить на вопросы для самоконтроля по теме.

#### *Вопросы для самоконтроля:*

1. В чем причина некомпенсированности молекулярного взаимодействия на границе раздела фаз и возникновения избытка поверхностной энергии?
2. Как связаны поверхностное натяжение и удельная свободная поверхностная энергия?
3. Перечислите основные методы определения поверхностного натяжения.
4. Что такое адсорбция? Чем обусловлен этот процесс? В чем отличие физической адсорбции от химической?
5. Дайте определения понятий "адсорбент", "адсорбат". Как количественно выражают величину адсорбции?
6. Почему полимеры обладают свойствами ПАВ?
7. Каковы особенности процесса адсорбции полимеров на межфазной поверхности?

8. Какие факторы влияют на процесс адсорбции полимеров?
9. Какими уравнениями описывают процесс адсорбции полимеров? Как выглядит изотерма адсорбции?
10. Поясните, что такое краевой угол смачивания? Приведите уравнение Юнга.
11. Поясните механизм формирования адгезионного полимерного соединения.
12. Что представляют собой латексы, как водные дисперсии полимеров?
13. От чего зависит агрегативная устойчивость латексов? Каковы закономерности коагуляции латексов электролитами?

**Тема:** **Физико-химические свойства полиэлектролитов.** Классификация полиэлектролитов. Ионное равновесие в водных растворах полиэлектролитов. Явление полиэлектролитного набухания. Мембранное равновесие Доннана. Полиамфолиты. Диссоциация полиамфолитов в растворе в зависимости от рН среды. Изоэлектрическая точка. Иононная точка. Методы определения изоэлектрических точек полиамфолитов.

#### **Требования к уровню освоения содержания темы**

**Изучив данную тему, студент должен:**

**знать:** классификацию полиэлектролитов в зависимости от природы и степени диссоциации ионогенных групп, особенности диссоциации полиамфолитов в зависимости от рН среды, явление полиэлектролитного набухания; свойства и области применения биополимеров

**уметь** характеризовать явление мембранного равновесия Доннана с участием полиионов

**иметь представление о** методах определения изоэлектрических точек полиамфолитов

#### **Порядок и методические указания по изучению темы:**

##### **При изучении темы необходимо:**

Изучить материалы учебников (учебных пособий)

Ответить на вопросы для самоконтроля по теме.

##### *Вопросы для самоконтроля:*

1. Приведите классификацию полиэлектролитов
2. Какие полимеры являются полиэлектролитами?
3. В чем заключаются особенности белков как полиамфолитов?
4. Какие внутримолекулярные взаимодействия влияют на конформацию макромолекулы полиэлектролита?
5. В чем заключается сущность явления полиэлектролитного набухания?
6. Приведите выражение для константы диссоциации полиэлектролита основного и кислотного типа.
7. Поясните явление мембранного равновесия Доннана с участием полиионов
8. Поясните, почему солевой состав клеток живых организмов сохраняется практически постоянным?
9. Как зависит вязкость раствора полиамфолита от величины рН?
10. Что называется изоэлектрической и иононной точкой полиамфолита?
11. Какими методами определяют изоэлектрическую точку полиамфолита?
12. Приведите примеры природных полимеров, охарактеризуйте области их применения.

#### **Примерный перечень вопросов для собеседований по темам самостоятельной работы студентов**

**Тема: Общая характеристика высокомолекулярных соединений.**

1. Приведите классификацию высокомолекулярных соединений по различным признакам



2. Приведите формулы для расчета среднечисленной, среднмассовой, средневязкостной молекулярной массы полимеров.
3. Как выглядят интегральные и дифференциальные кривые молекулярно-массового распределения?
4. Перечислите методы определения молекулярной массы
5. На чем основаны методы определения молекулярной массы -вискозиметрический, эбулиоскопический, криоскопический, осмометрический, нефелометрический, химический.
6. Приведите формулы для расчета молекулярной массы методами вискозиметрическии, эбулиоскопическии, криоскопическии, осмометрическии, нефелометрическии
7. От каких факторов зависит гибкость макромолекул.
8. Какие конформации могут принимать макромолекулы?
9. Что понимают под термодинамическим и кинетический сегментом цепи.
10. Как определяют среднеквадратичное расстояние между концами макромолекулы.
11. Что понимают под свободно-сочлененной цепью? Какие конформации может принимать свободно-сочлененная цепь?
12. Понятия: идеальный растворитель ( $\theta$ -растворитель),  $\theta$ -Температура, хороший растворитель, плохой растворитель

#### **Тема: Методы получения полимеров.**

1. Какими методами получают синтетические полимеры?
2. По каким механизмам протекают процессы полимеризации? Приведите примеры получения полимеров по механизму радикальной, катионной и анионной полимеризации.
3. Приведите количественную характеристику стадии инициирования
4. Каковы закономерности начальной стадии радикальной полимеризации?
5. Что называют сополимеризацией? Приведите выражение для скорости расхода мономеров.
6. Что называют константой сополимеризации?
7. В чем состоит сущность получения полимеров методом поликонденсации. Приведите примеры.

#### **Тема: Физико-химические свойства растворов полимеров**

1. От каких факторов зависят свойства растворов полимеров?
2. Какие растворы считаются разбавленными, полуразбавленными, высококонцентрированными?
3. Изложите основные положения теории Флори-Хаггинса
4. Что характеризует параметр взаимодействия Флори-Хаггинса
5. Осмотическое давление. Второй вириальный коэффициент. Связь второго вириального коэффициента и параметра взаимодействия.
6. Поясните термины: хороший растворитель, плохой растворитель, идеальный растворитель.
7. Приведите примеры ограниченного и неограниченного набухания полимеров
8. По каким формулам рассчитывают степень набухания?
9. Как рассчитать скорость набухания и константу скорости набухания?
10. Приведите уравнения для описания вязкости разбавленных растворов полимеров
11. Приведите уравнения для расчета относительной, удельной, приведенной вязкости
12. Каким образом определяют предельное число вязкости?
13. Напишите уравнение Марка-Куна-Хаувинка, уравнение Хаггинса.
14. Приведите классификацию студней
15. Приведите классификацию гелей.

### **Тема: Физические состояния полимеров.**

1. В каких агрегатных и фазовых состояниях могут находиться полимеры?
2. Что понимают под аморфным состоянием полимеров? Каковы физические состояния аморфных полимеров?
3. Что понимают под кристаллическим состоянием полимеров? Что характеризует степень кристалличности?
4. Какими методами можно определить степень кристалличности?
5. Как выглядит термомеханическая кривая-зависимость относительной деформации полимера от температуры?
6. Охарактеризуйте особенности стеклообразного состояния полимеров.
7. Что характеризует температура стеклования полимера?
8. Охарактеризуйте особенности высокоэластического состояния полимеров.
9. Охарактеризуйте особенности вязкотекучего состояния полимеров.

### **Тема: Поверхностные явления в полимерных системах. Устойчивость и коагуляция дисперсий полимеров.**

1. В чем причина нескомпенсированности молекулярного взаимодействия на границе раздела фаз и возникновения избытка поверхностной энергии?
2. Как связаны поверхностное натяжение и удельная свободная поверхностная энергия?
3. Перечислите основные методы определения поверхностного натяжения.
4. Что такое адсорбция? Чем обусловлен этот процесс? В чем отличие физической адсорбции от химической?
5. Дайте определения понятий "адсорбент", "адсорбат". Как количественно выражают величину адсорбции?
6. Почему полимеры обладают свойствами ПАВ?
7. Каковы особенности процесса адсорбции полимеров на межфазной поверхности?
8. Какие факторы влияют на процесс адсорбции полимеров?
9. Какими уравнениями описывают процесс адсорбции полимеров? Как выглядит изотерма адсорбции?
10. Поясните, что такое краевой угол смачивания? Приведите уравнение Юнга.
11. Поясните механизм формирования адгезионного полимерного соединения.
12. Что представляют собой лал=тексы, как водные дисперсии полимеров?
13. От чего зависит агрегативная устойчивость латексов? Каковы закономерности коагуляции латексов электролитами?

### **Тема: Физико-химические свойства полиэлектролитов**

1. Приведите классификацию полиэлектролитов
2. Какие полимеры являются полиэлектролитами?
3. В чем заключаются особенности белков как полиамфолитов?
4. Какие внутримолекулярные взаимодействия влияют на конформацию макромолекулы полиэлектролита?
5. В чем заключается сущность явления полиэлектролитного набухания?
6. Приведите выражение для константы диссоциации полиэлектролита основного и кислотного типа.
7. Поясните явление мембранного равновесия Доннана с участием полиионов
8. Поясните, почему солевой состав клеток живых организмов сохраняется практически постоянным?
9. Как зависит вязкость раствора полиамфолита от величины рН?
10. Что называется изоэлектрической и изоионной точкой полиамфолита?
11. Какими методами определяют изоэлектрическую точку полиамфолита?
12. Приведите примеры природных полимеров, охарактеризуйте области их применения.

### **Критерии оценивания ответа студента при собеседовании:**

Оценка **«отлично»** выставляется студенту, если дан полный, развернутый ответ на поставленный вопрос, показана совокупность осознанных знаний об объекте, проявляющаяся в свободном оперировании понятиями, умении выделить существенные и несущественные его признаки, причинно-следственные связи. Ответ формулируется в терминах науки, изложен литературным языком, логичен, доказателен, демонстрирует авторскую позицию студента.

Оценка **«хорошо»** выставляется студенту, если дан полный, развернутый ответ на поставленный вопрос, показана совокупность осознанных знаний об объекте, доказательно раскрыты основные положения темы; в ответе прослеживается четкая структура, логическая последовательность, отражающая сущность раскрываемых понятий, теорий, явлений. Ответ изложен литературным языком в терминах науки. Могут быть допущены недочеты в определении понятий, исправленные студентом самостоятельно в процессе ответа.

Оценка **«удовлетворительно»** выставляется студенту, если дан полный, но недостаточно последовательный ответ на поставленный вопрос, но при этом показано умение выделить существенные и несущественные признаки и причинно-следственные связи. Ответ логичен и изложен в терминах науки. Могут быть допущены 2-3 ошибки в определении основных понятий, которые студент затрудняется исправить самостоятельно.

Оценка **«неудовлетворительно»** выставляется студенту, если дан неполный ответ, представляющий собой разрозненные знания по теме вопроса с существенными ошибками в определениях. Присутствуют фрагментарность, нелогичность изложения. Студент не осознает связь данного понятия, теории, явления с другими объектами дисциплины. Отсутствуют выводы, конкретизация и доказательность изложения. Речь неграмотная. Дополнительные и уточняющие вопросы преподавателя не приводят к коррекции ответа студента не только на поставленный вопрос, но и на другие вопросы дисциплины.