

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова»  
Химический факультет

УТВЕРЖДАЮ

Декан химического факультета,  
Акад. РАН, профессор



/В.В. Лунин/

«27» февраля 2017 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**  
**Спецпрактикум «Высокомолекулярные соединения»**

**Уровень высшего образования:**  
Специалитет

---

**Направление подготовки (специальность):**  
04.05.01 Фундаментальная и прикладная химия

**Направленность (профиль) ОПОП:**  
Высокомолекулярные соединения

**Форма обучения:**  
очная

---

Рабочая программа рассмотрена и одобрена  
Учебно-методической комиссией факультета  
(протокол №1 от 27.01.2017)

Москва 2017

Рабочая программа дисциплины разработана в соответствии с самостоятельно установленным МГУ образовательным стандартом (ОС МГУ) для реализуемых основных профессиональных образовательных программ высшего образования по направлению подготовки / специальности 04.05.01 «Фундаментальная и прикладная химия» (программа специалитета), утвержденного приказом МГУ от 22 июля 2011 года № 729 (в редакции приказов МГУ от 22 ноября 2011 года № 1066, от 21 декабря 2011 года № 1228, от 30 декабря 2011 года № 1289, от 27 апреля 2012 года № 303, от 30 декабря 2016 года № 1671).

Год (годы) приема на обучение 2014/2015, 2015/2016, 2016/2017, 2017/2018,  
2018/2019

1. Наименование дисциплины (модуля) **Спецпрактикум «Высокомолекулярные соединения»**
2. Уровень высшего образования – **специалитет.**
3. Направление подготовки: **04.05.01 Фундаментальная и прикладная химия.**
4. Место дисциплины (модуля) в структуре ООП: вариативная часть ООП, блок ПД.
5. Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями выпускников)

Компетенция	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю)
<b>ОПК-3.С.</b> Способность использовать методы регистрации и обработки результатов экспериментов, в том числе, полученных на современном научном оборудовании	<b>Уметь:</b> проводить математическую обработку физико-химических данных, обобщать полученные результаты
<b>СПК-1.С</b> Владеет современными теоретическими и экспериментальными методами исследования высокомолекулярных соединений и материалов на их основе, способность использовать эти методы при решении задач в профессиональной деятельности	<b>Уметь:</b> анализировать полученный с использованием традиционных методов исследования полимеров экспериментальный материал <b>Владеть:</b> методами исследования полимеров и обработки экспериментальных данных с использованием численных методов

6. Объем дисциплины в зачетных единицах с указанием количества академических или астрономических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся:

*Объем дисциплины (модуля) составляет 8 зачетных единиц, всего 288 часов, из которых 228 часов составляет контактная работа студента с преподавателем (216 часов – лабораторные занятия, 6 часов – индивидуальные консультации, 6 часов – промежуточный контроль успеваемости), 60 часов составляет самостоятельная работа студента.*

7. Входные требования для освоения дисциплины (модуля), предварительные условия.

Обучающийся должен

**знать:** теоретические основы экспериментальных методов в химии ВМС,;

**уметь** применять математический аппарат в решении физических задач;

8. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам.

Наименование и краткое	Всего	В том числе
------------------------	-------	-------------

содержание разделов и тем дисциплины (модуля),  форма промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)	(часы)	Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем), часы из них					Самостоятельная работа обучающегося, часы из них			
		Занятия лекционного типа	Занятия семинарского типа	Групповые консультации	Индивидуальные консультации	Учебные занятия, направленные на проведение текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации	Всего	Выполнение домашних заданий	Подготовка рефератов.п.	Всего
Методы исследования структуры полимеров	36		27		1		28	8		8
Исследование механических свойств полимеров	36		27		1		28	8		8
Гель-проникающая хроматография	36		27		1		28	8		8
Исследование свойств растворов полимеров	36		27		1		28	8		8
Электронный парамагнитный резонанс	44		36		1		37	7		7
Флуоресцентные методы	43		36				36	7		7
Инфракрасная спектроскопия	44		36		1		37	7		7
Промежуточная аттестация <u>зачет</u>	13					6	6		7	7

<b>Итого</b>	<b>288</b>		216		6	6	<b>228</b>	53	7	<b>60</b>
--------------	------------	--	-----	--	---	---	------------	----	---	-----------

Наименование задач спецпрактикума

1	1	Сканирующая зондовая микроскопия блок-сополимеров
	2	Основные методы исследования структуры полимеров (СЭМ, ПЭМ, СЗМ)
2	3	Изучение механических свойств эластомеров с различной степенью сшивки (натуральный каучук, синтетический изопреновый каучук) с построением кривых напряжение-деформация на динамометре Инстрон. Определение модуля упругости, удлинения при разрыве, прочности эластомеров в зависимости от степени сшивки. Определение по данным механических испытаний молекулярной массы отрезка цепи между сшивками.
	4	Построение вспомогательной кривой релаксации напряжения для аморфного полиметилметакрилата по экспериментальным данным (кривые релаксации напряжения полиметилметакрилата при разных температурах). Определение фактора сдвига
	5	Построение деформационных кривых (с использованием динамометра Инстрон) для аморфных стеклообразных и частично-кристаллических полимеров (ПЭТФ, ПК, ПЭВП, ПЭНП). Определение модуля Юнга, предела вынужденной эластичности, напряжения распространения шейки, прочности и удлинения при разрыве для указанных полимеров.
3	6	Изучение устройства прибора, подготовки элюента и пробоподготовки
	7	Получение калибровочной зависимости для расчета моментов ММР на основе стандартов полистирола
	8	Построение калибровочной кривой по данным преподавателя и расчет моментов ММР по готовой кривой ГПХ
4	9	Получение кривых ГПХ двух образцов полимеров (по выбору преподавателя), графическое построение дифференциальной и интегральной кривой ММР, расчет моментов ММР
	10	Исследование макромолекул в растворе методом статического светорассеяния
	11	Исследование макромолекул в растворе методом динамического светорассеяния
5	12	Моделирование спектров ЭПР
	13	Получение спектра ЭПР стабильных нитроксильных радикалов, характеристика сверхтонкой структуры спектра, количественное определение в образце (варианты по выбору преподавателя)
	14	Изучение влияния концентрации растворителя на уширение спектра ЭПР
	15	Изучение кинетики гибели нитроксильных радикалов в псевдоживой радикальной полимеризации стирола в присутствии радикала ТЕМПО
6	16	Основы флуоресцентных методов
	17	Использование флуоресцентных зондов для изучения макромолекулярных комплексов

7	18	Основы метода
	19	Кристаллические структуры полимерных цепей. Характеристические частоты полос в спектрах полимеров
	20	Применение поляризованного излучения. Ориентация и дихроизм в полимерах.
	21	Аналитическое приложение. Химические реакции полимеров. Анализ концевых групп. Ненасыщенность. Изучение конфигурационных изомеров.
	22	Нарушенное полное внутреннее отражение (НПВО).

#### 9. Образовательные технологии:

- применение компьютерных симуляторов, обработка данных на компьютерах, использование компьютерных программ, управляющих приборами;
- использование средств дистанционного сопровождения учебного процесса;
- преподавание дисциплин в форме авторских курсов по программам, составленным на основе результатов исследований научных школ МГУ.

#### 10. Учебно-методические материалы для самостоятельной работы по дисциплине (модулю):

Студентам предоставляется программа курса, план занятий и задания для самостоятельной работы, презентации к лекционным занятиям.

#### 11. Ресурсное обеспечение:

- Перечень основной и вспомогательной учебной литературы ко всему курсу

##### Основная литература

1. Методические пособия по разделам науки о полимерах и теоретическим основам экспериментальных методов на сайте кафедры <http://vmsmsu.ru/what.html>

##### Дополнительная литература

1. Брун. Е. Жидкостная хроматография полимеров: настоящее и будущее. // Рос, хим. ж. (Ж. Рос. хим. об-ва им. Д.И. Менделеева), 2003, т. XLVII, № 1. С. 90 – 101.
2. Brustolon M., Giamello E. Electron Paramagnetic Resonance. A Practitioner's Toolkit. Hoboken: John Wiley & Sons, Inc., 2009
3. DrorSarid Exploring Scanning Probe Microscopy with MATHEMATICA 2007
4. Sergei N. Magonov, Myung-Hwan Whangbo Surface Analysis with STM and AFM 1996
5. Ikai The world of nano-bio mechanics 2007
6. Кендал Д., Прикладная инфракрасная спектроскопия, Учебник, М.: Мир, 1970
7. Кросс А., Введение в практическую инфракрасную спектроскопию, Учебник, М.: Из-дательство иностранной литературы, 1961

8. Дехант И., Данц Р., Киммер В., Шмольке Р., Инфракрасная спектроскопия полимеров, Учебник М.: Химия, 1976
9. Noel P.G. Roeges, A Guide to the complete interpretation of Infrared Spectra of organic structures, John Wiley and Sons, Chichester, 1998
10. И. Уорд Механические свойства твердых полимеров М. «Химия», 1975
11. И. Нарисава Прочность полимерных материалов М. «Химия», 1987
12. Я.Рабек. Экспериментальные методы в химии полимеров. Часть 1,2.М., Мир, 1983

### Периодическая литература

1. Как это устроено. Сканирующий зондовый микроскоп Большакова Анастасия, Белецкий Александр в журнале Квантик, 2013 № 9, с. 18-22
2. Методы анализа АСМ-изображений тонких пленок блок-сополимеров Меньшиков Е.А., Большакова А.В., Виноградова О.И., Яминский И.В. в журнале Физикохимия Поверхности и Защита Материалов, 2009 том 45, № 1, с. 108-111

### Интернет-ресурсы

1. <http://learn.femtoscanonline.com> – задачи дистанционного практикума по теме «Сканирующая зондовая микроскопия» на русском и английском языках.
2. <http://www.femtoscanonline.com/wiki/ru/start> - описание ПО для обработки данных микроскопии «ФемтоСкан Онлайн»
3. <http://www.youtube.com/femtoscanonline> - видео уроки по обработке микроскопических данных ПО «ФемтоСкан Онлайн»
4. <http://www.nanoscopy.org/Applications.shtml> - настройка обратной связи в СЗМ в онлайн режиме на весовой модели зондового микроскопа

### 12. Язык преподавания – русский

#### 13. Преподаватели:

- к.х.н., с.н.с., Гарина Елизавета Семеновна, кафедра высокомолекулярных соединений химического факультета МГУ  
 д.х.н., доцент, Черникова Елена Вячеславовна, кафедра высокомолекулярных соединений химического факультета МГУ.  
 к.х.н., доцент, Литманович Екатерина Аркадьевна, кафедра высокомолекулярных соединений химического факультета МГУ  
 к.х.н., с.н.с Ефимов Александр Валерьевич, кафедра высокомолекулярных соединений химического факультета МГУ  
 к.х.н., с.н.с.Трофимчук Елена Сергеевна, кафедра высокомолекулярных соединений ; химического факультета МГУ  
 д.х.н., профессор Изумрудов Владимир Алексеевич, кафедра высокомолекулярных соединений химического факультета МГУ  
 к.ф.-м.н., старший научный сотрудник Большакова Анастасия Владимировна, кафедра высокомолекулярных соединений химического факультета МГУ  
 к.х.н., старший преподаватель Спиридонов Василий Владимирович, кафедра высокомолекулярных соединений химического факультета МГУ.

## Фонды оценочных средств, необходимые для оценки результатов обучения

Образцы оценочных средств для текущего контроля усвоения материала и промежуточной аттестации - зачёта. На зачёте проверяется достижение промежуточных индикаторов компетенций, перечисленных в п.5.

### Вопросы к зачету

- контрольные вопросы;

#### 1) По разделу Структура

1. Требования к образцу для СЭМ
2. Теоретический предел разрешающей способности ПЭМ
3. Нарисуйте принципиальную схему формирования изображения в ПЭМ
4. Нарисуйте принципиальную схему формирования изображения в СЭМ
5. Перечислите основные методы приготовления образцов для ПЭМ
6. Перечислите основные методики приготовления образцов для СЭМ
7. Метод реплик
8. В чем сущность явления сферической аберрации?
9. Какие требования к образцу предъявляются для изучения его методом ПЭМ?
10. Какие требования к образцу предъявляются для изучения его методом СЭМ?
11. Разрешающая способность микроскопа и разрешение изображения – в чем разница

#### 2) По разделу Механика

1. Релаксация напряжения и ползучесть. Модели Максвелла и Кельвина. Многоэлементные модели, описывающие механическое поведение линейных и сшитых аморфных полимеров.
2. Динамические механические свойства полимеров. Модуль накопления и модуль потерь. Механические потери. Зависимость модуля накопления и модуля потерь для аморфного полимера от частоты воздействия и температуры.
3. Принцип температурно-временной суперпозиции. Вспомогательная кривая для аморфного полимера. Физический смысл фактора сдвига. Уравнение Вильямса-Ланделла-Ферри
4. Термодинамика вынужденно-эластической деформации стеклообразных полимеров. Температурная и скоростная зависимость предела вынужденной эластичности. Теория Эйринга-Александрова-Лазуркина. Температура хрупкости.
5. Структурные перестройки при деформировании частично кристаллических полимеров (переход ламелярной структуры в фибриллярную). Влияние степени кристалличности на механические свойства кристаллических полимеров. Температура хрупкости частично-кристаллических полимеров.

#### 3) По разделу ГПХ

1. Типы полимерных сорбентов и элюентов, используемых в ГПХ полимеров
2. Принципы фракционирования полимеров в ГПХ
3. Типы калибровочных зависимостей, используемых в ГПХ

#### 4) По разделу Растворы

1. Какую информацию о макромолекулах в растворе можно получить методом статического светорассеяния?
2. Какую информацию о макромолекулах в растворе можно получить методом динамического светорассеяния?

#### 5) По разделу ЭПР

1. Сформулируйте основное условие ЭПР-поглощения.
2. Опишите физическую сущность явления СВЧ-насыщения.
3. Какую информацию о парамагнитном веществе можно получить, изучая его спектр ЭПР?
4. Что такое сверхтонкая структура спектра ЭПР?

#### 6) По разделу Флуоресценция

1. Что такое люминесценция и чем она отличается от флуоресценции и фосфоресценции
2. Как выглядит диаграмма Яблонского для флуоресценции и фосфоресценции
3. Какова роль внутренней конверсии в осуществлении флуоресценции и интеркомбинационной конверсии в возникновении фосфоресценции
4. Почему эмиссия происходит только с нулевого колебательного уровня первого возбужденного состояния
5. Каково взаимное расположение спектров поглощения и эмиссии (закон Стокса)
6. Чем обусловлено зеркальное расположение полос в обоих типах спектров (правило зеркальной симметрии)
7. Чем обусловлено закономерное падение и возрастание интенсивности полос в спектрах (правило Франка-Кондона)
8. Как сольватация растворителем влияет на положение спектра эмиссии
9. Какова роль длины волны возбуждающего света на положение спектра и интенсивность флуоресценции
10. Что такое спектр возбуждения и его использование в аналитических целях.
11. Как определяют время жизни возбужденного состояния
12. Какие два основных механизма тушения флуоресценции Вы знаете
13. Что такое поляризованная люминесценция и каковы ее возможности
14. В чем заключается перенос энергии и какую информацию можно получить с его помощью
15. Понятие "Экцимеры" и их возможное использование

#### 7) По разделу ИК-спектроскопия

1. Корпускулярно-волновой дуализм. Природа молекулярных спектров. Квантово-механическое описание колебательных процессов.

2. Правила отбора для колебательных переходов. Нормальные колебания. Влияние строения молекулы на количество нормальных колебаний.
3. Механика колебательных процессов. Электрооптика колебательных процессов. Интенсивность поглощения полосы в ИК-спектре.
4. Факторы, влияющие на интенсивность и ширину спектральной линии.
5. Аналитическое приложение метода ИК-спектроскопии полимеров. Способ определения состава сополимера.
6. Основы метода НПВО. Сравнение спектров НПВО с классическим ИК-спектром. Понятие критического угла. Требования к эксперименту.
7. Степень ориентации в полимере. Применение поляризованного излучения. Ориентация в полимерах. Дихроизм в полимерах. Расчёт коэффициента дихроичности.

- **Образцы тестов;**

По разделу ГПХ

- 1) В 1г полиметилакрилата ( $m_0 = 85$  г/моль) найдено  $2.5 \times 10^{-5}$  моль/л осколков инициатора, расположенных на концах макромолекул. Рассчитайте среднечисловую степень полимеризации  $P_n$  этого полимера.
- 2) Рассчитайте теоретическую среднечисловую молекулярную массу  $M_n$  полистирола ( $m_0 = 104$  г/моль), полученного псевдоживой радикальной полимеризацией, которая прошла до степени превращения мономера, равной 0.04. Начальная концентрация  $[M]_0$  стирола равна 8.7 моль/л, начальная концентрация инициатора  $[I]_0$  равна  $10^{-3}$  моль/л.

По разделу ЭПР

- 1) смоделируйте спектр ЭПР метильного радикала
- 2) смоделируйте спектр ЭПР этильного радикала

- **Перечень вопросов к зачёту;**

По разделу ГПХ

Зачет включает один теоретический вопрос и тестовую задачу

Теоретические вопросы:

- 1) Типы транспортных методов, применяющихся в физикохимии полимеров
- 2) Типы полимерных сорбентов и элюентов, используемых в ГПХ полимеров
- 3) Принципы фракционирования полимеров в ГПХ
- 4) Типы калибровочных зависимостей, используемых в ГПХ
- 5) Типы функций ММР и моментов ММР
- 6) Взаимосвязь функции ММР и механизма образования макромолекул
- 7) Принципы расчета моментов ММР из данных ГПХ
- 8) Методы анализа сополимеров методом ГПХ

## 9) Специфика анализа водорастворимых полимеров методом ГПХ

Тестовые задачи:

- 1) Полимерный образец на 99% по массе состоит из макромолекул с молекулярной мас-сой 100000, но содержит 1% макромолекул с молекулярной массой 1000. Рассчитайте коэффициент полидисперсности  $MW/MN$  образца.
- 2) Полимерный образец на 99% по массе состоит из макромолекул с молекулярной мас-сой 100000, но содержит 1% макромолекул с молекулярной массой 100. Рассчитайте ко-эффициентполидисперсности  $MW/MN$  образца.
- 3) В 1г полиметилакрилата ( $m_0 = 85$  г/моль) найдено  $2.5 \times 10^{-5}$  моль/л осколков инициато-ра, расположенных на концах макромолекул. Рассчитайте среднечисловую степень по-лимеризации  $PN$  этого полимера.
- 4) Рассчитайте теоретическую среднечисловую молекулярную массу  $MN$  полистирола ( $m_0 = 104$  г/моль), полученного псевдоживой радикальной полимеризацией, которая прошла до степени превращения мономера, равной 0.04. Начальная концентрация  $[M]_0$  стирола равна 8.7 моль/л, начальная концентрация инициатора  $[I]_0$  равна  $10^{-3}$  моль/л.
- 5) В результате ГПХ-анализа получено ММР полиметилметакрилата, синтезированного радикальной полимеризацией с обрывом цепей путем как рекомбинации, так и диспро-порционирования. ММР представляет собой распределение Шульца, для которого  $M_z:MW:MN = (k+3):(k+2):(k+1)$ . Найдите интервал возможных значений параметра  $k$ .
- 6) В результате ГПХ-анализа получено ММР политретбутилакрилата ( $m_0 = 128$  г/моль), синтезированного псевдоживой радикальной полимеризацией в присутствии ОПЦ-агента. ММР представляет собой распределение Пуассона с коэффициентом полидис-персности  $MW/MN$ , равным 1.10. Рассчитайте  $MW$  и  $MN$  этого полимера

### По разделу ЭПР

Зачет включает один теоретический вопрос и тестовую задачу

Теоретические вопросы:

- 1) Какие объекты и процессы исследуют методом ЭПР? Приведите примеры.
- 2) Какие изменения в распределении неспаренных электронов по энергетическим уровням происходят при помещении парамагнитного вещества в постоянное магнитное поле? 3) Что изменится при дополнительном наложении на эту систему еще и электро-магнитного излучения?
- 4) Сформулируйте основное условие ЭПР-поглощения.
- 5) Опишите физическую сущность явления СВЧ-насыщения.
- 6) Какую информацию о парамагнитном веществе можно получить, изучая его спектр ЭПР?
- 7) Что такое свертонкая структура спектра ЭПР?

Тестовые задачи:

- 1) смоделируйте спектр ЭПР метильного радикала
- 2) смоделируйте спектр ЭПР этильного радикала

- 3) смоделируйте спектр ЭПР радикала 2,2,6,6-тетраметилпиперидин-N-оксида
- 4) смоделируйте спектр ЭПР аддукта 2-метил-2-нитропропана с радикалом водорода
- 5) смоделируйте спектр ЭПР аддукта 2-метил-2-нитропропана с трет-бутильным радикалом
- 6) смоделируйте спектр ЭПР аддукта С-фенил-N-трет-бутилнитрона с радикалом водорода
- 7) смоделируйте спектр ЭПР аддукта С-фенил-N-трет-бутилнитрона с трет-бутильным радикалом
- 8) смоделируйте спектр ЭПР аддукта С-фенил-N-трет-бутилнитрона с полистирольным радикалом

### Теоретические вопросы

#### По разделу ГПХ

- 1) На чем основан метод ГПХ?
- 2) Принцип получения калибровочной зависимости в ГПХ
- 3) Типы функций ММР
- 4) Принципы расчета моментов ММР из данных ГПХ

#### По разделу ЭПР

- 1) На чем основан метод ЭПР-спектроскопии?
- 2) Какую информацию о парамагнитном веществе можно получить, изучая его спектр ЭПР?
- 3) Что такое сверхтонкая структура спектра ЭПР?

#### По разделу Структура

1. Требования к образцу для СЭМ
2. Теоретический предел разрешающей способности ПЭМ
3. Перечислите основные методы приготовления образцов для ПЭМ
4. Перечислите основные методики приготовления образцов для СЭМ
5. Метод реплик
6. В чем сущность явления сферической аберрации?
7. Какие требования к образцу предъявляются для изучения его методом ПЭМ?
8. Какие требования к образцу предъявляются для изучения его методом СЭМ?
9. Разрешающая способность микроскопа и разрешение изображения – в чем разница?

#### По разделу ИК

- 1) Природа молекулярных спектров. Математическое описание колебательных процессов. Правила отбора. Колебания в простых молекулах. Изолированные полимерные цепи: типы симметрии, число колебаний каждого типа симметрии. Интенсивность, поляризационные свойства, правила отбора.
- 2) Кристаллические структуры полимерных цепей. Характеристические частоты полос в спектрах полимеров

- 3) Ориентация и дихроизм в полимерах. Степень ориентации. Различия в спектрах кристаллических и аморфных полимеров.
- 4) Специальные вопросы спектроскопии полимеров. Водородная связь в полимерах. Аналитическое приложение. Химические реакции полимеров. Анализ концевых групп. Ненасыщенность. Изучение конфигурационных изомеров.
- 5) Нарушенное полное внутренне отражение (НПВО).

#### По разделу Растворы

1. Какую информацию о макромолекулах в растворе можно получить методом статического светорассеяния?
2. Какую информацию о макромолекулах в растворе можно получить методом динамического светорассеяния?

#### По разделу Механика

1. Упругость идеальной каучуковой сетки. Зависимость модуля упругости от температуры и молекулярной массы отрезка цепи между узлами сетки.
2. В двойных логарифмических координатах построить зависимость равновесного модуля упругости сшитого каучука а) от температуры б) от молекулярной массы отрезка цепи между шивками
3. На одном графике построить обобщенные кривые релаксации напряжения для линейного и слабосшитого аморфного полимера
4. На одном графике построить зависимость динамического модуля упругости от температуры для атактического полипропилена ( $T_c = -200$ ) и изотактического полипропилена ( $T_{пл} = 1650$ )
5. На одном графике построить деформационные кривые для аморфного полимера при температуре а) ниже температуры хрупкости, б) выше температуры хрупкости, но ниже температуры стеклования, в) выше температуры стеклования полимера

#### По разделу Флуоресценция

1. Что такое люминесценция и чем она отличается от флуоресценции и фосфоресценции
2. Как выглядит диаграмма Яблонского для флуоресценции и фосфоресценции
3. Какова роль внутренней конверсии в осуществлении флуоресценции и интеркомбинационной конверсии в возникновении фосфоресценции
4. Почему эмиссия происходит только с нулевого колебательного уровня первого возбужденного состояния
5. Каково взаимное расположение спектров поглощения и эмиссии (закон Стокса)
6. Чем обусловлено зеркальное расположение полос в обоих типах спектров (правило зеркальной симметрии)
7. Чем обусловлено закономерное падение и возрастание интенсивности полос в спектрах (правило Франка-Кондона)
8. Как сольватация растворителем влияет на положение спектра эмиссии
9. Какова роль длины волны возбуждающего света на положение спектра и интенсивность флуоресценции
10. Что такое спектр возбуждения и его использование в аналитических целях.
11. Как определяют время жизни возбужденного состояния
12. Какие два основных механизма тушения флуоресценции Вы знаете

13. Что такое поляризованная люминесценция и каковы ее возможности
14. В чем заключается перенос энергии и какую информацию можно получить с его помощью
15. Понятие “Экцимеры” и их возможное использование

### Расчетные задачи или тесты

- 1) Рассчитайте теоретическую среднечисловую молекулярную массу  $MN$  полистирола, полученного живой анионной полимеризацией, которая прошла до степени превращения мономера, равной 0.8. В качестве инициатора использовали бутил литий. Начальная концентрация стирола равна 8.7 моль/л, начальная концентрация инициатора равна  $10^{-3}$  моль/л.
- 2) Рассчитайте теоретическую среднечисловую молекулярную массу  $MN$  полистирола, полученного живой анионной полимеризацией, которая прошла до степени превращения мономера, равной 0.6. В качестве инициатора использовали натрий. Начальная концентрация стирола равна 4 моль/л, начальная концентрация инициатора равна  $10^{-3}$  моль/л.
- 3) Полимерный образец на 99% по массе состоит из макромолекул с молекулярной массой 100000, но содержит 1% макромолекул с молекулярной массой 100. Рассчитайте коэффициент полидисперсности  $MW/MN$  образца.
- 4) Смоделируйте спектр ЭПР атомарного водорода.
- 5) Смоделируйте спектр ЭПР атомарного азота.
- 6) Нарисуйте принципиальную схему формирования изображения в ПЭМ
- 7) Нарисуйте принципиальную схему формирования изображения в СЭМ
- 8) Оцените процентное содержание каждого блока в СБС блок-сополимере по ПЭМ микрофотографии.
- 9) Оцените процентное содержание каждого блока СБС блок-сополимера по СЭМ-изображению.
- 10) Определите из полученных экспериментальных данных (СЭМ изображений и ПЭМ микрофотографий) и теоретических оценок количество молекул блок-сополимера, участвующих в образовании одного домена дискретной сферической фазы полибутадиена.

### Тесты

В каком году немецкие физики Макс Кнолл и Эрнст Руска создали электронный микроскоп? Выбор одного значения

- 1914
- 1926
- 1931
- 1939

Что происходит с амплитудой колебаний кантилевера при приближении к поверхности при сканировании в полуконтактном режиме?

Выбор одного значения

- А остается прежней
- Б увеличивается
- В уменьшается

В каком году в Цюрихском исследовательском центре IBM физики Герд Бинниг и Генрих Рорер (Нобелевские лауреаты 1986 года вместе с Эрнстом Руской) создали сканирующий туннельный микроскоп (СТМ)? Выбор одного значения

- 1979
- 1981
- 1984
- 1986

Какой режим СЗМ, из ниже перечисленных, позволяет сканировать с наибольшей скоростью? Выбор одного значения

А контактный

Б полуконтактный

В бесконтактный

В каком году Бинниг, Квот и Гербер разработали сканирующий атомно-силовой зондовый микроскоп? Выбор одного значения

- 1979
- 1982
- 1984
- 1986

Что происходит с резонансной частотой колебаний кантилевера при приближении к поверхности при сканировании в полуконтактном режиме? Выбор одного значения

А остается прежней

Б увеличивается

В уменьшается

В каком году Дональд Эйглер, сотрудник компании IBM, выложил название своей фирмы атомами ксенона? Выбор одного значения

- 1985
- 1987
- 1989
- 1991

#### Практические задачи

- 1) Построение калибровочной кривой по данным преподавателя и расчет моментов ММР по готовой кривой ГПХ
- 2) Расшифруйте спектр ЭПР, полученный от преподавателя.
- 3) Настройка системы обратной связи зондового микроскопа на весовой модели с помощью удаленного доступа через веб-интерфейс на сайте <http://www.nanoscopy.org/Applications.shtml>
- 4) Самостоятельная работа на СЗМ с удаленным доступом: управление параметрами и их настройка

- 5) Подготовка образца для СЗМ
- 6) Подготовка образца для ПЭМ
- 7) Замена кантилевера в СЗМ.
- 8) Отнесение полос в ИК- спектре исследуемого вещества с помощью базы данных. Характеристика полосы с точки зрения вида механики колебательного процесса. Измерение интенсивности полосы в ИК-спектре.
- 9) Анализ состава сополимера. Приготовление механических смесей из отдельных полимеров, образующих сополимер.
- 10) Изучение ориентационных явлений в полимерах (на примере полиэтилена). Определение параметра (коэффициента) дихроичности.
- 11) Получить (на динамометре Инстрон) деформационные кривые для пленок аморфного полиэтилентерефталата и частично кристаллического изотактического полипропилена. Определить значения модуля Юнга, предела вынужденной эластичности, напряжения роста шейки, разрывной прочности, удлинения при разрыве для указанных полимеров.

### Методические материалы для проведения процедур оценивания результатов обучения

Шкала оценивания знаний, умений и навыков является единой для всех дисциплин (приведена в таблице ниже)

<b>ШКАЛА И КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТА ОБУЧЕНИЯ по дисциплине (модулю)</b>				
Оценка	2	3	4	5
Результат				
Знания	Отсутствие знаний	Фрагментарные знания	Общие, но не структурированные знания	Сформированные систематические знания
Умения	Отсутствие умений	В целом успешное, но не систематическое умение	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы умение (допускает неточности неприципиального характера)	Успешное и систематическое умение
Навыки (владения)	Отсутствие навыков	Наличие отдельных навыков	В целом, сформированные навыки, но не в активной форме	Сформированные навыки, применяемые при решении задач

<b>РЕЗУЛЬТАТ ОБУЧЕНИЯ по дисциплине (модулю)</b>	<b>ФОРМА ОЦЕНИВАНИЯ</b>
Уметь: проводить математическую обработку физико-химических данных, обобщать полученные результаты	мероприятия текущего контроля успеваемости, устный опрос на

Уметь: анализировать полученный с использованием традиционных методов исследования полимеров экспериментальный материал	зачете
Владеть: методами исследования полимеров и обработки экспериментальных данных с использованием численных методов	мероприятия текущего контроля успеваемости, устный опрос на зачете