

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

УТВЕРЖДАЮ

И.о. декана химического факультета,
Чл.-корр. РАН, профессор



/С.Н. Калмыков/

«30» августа 2019 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)
Физическая химия растворов полимеров

Уровень высшего образования:
Магистратура

Направление подготовки (специальность):
04.04.01 Химия

Направленность (профиль) ОПОП:
Высокомолекулярные соединения

Форма обучения:
очная

Рабочая программа рассмотрена и одобрена
Учебно-методической комиссией факультета
(протокол №3 от 13.05.2019)

Москва 2019

Рабочая программа дисциплины (модуля) разработана в соответствии с самостоятельно установленным МГУ образовательным стандартом (ОС МГУ) для реализуемых основных профессиональных образовательных программ высшего образования по направлению подготовки 04.04.01 «Химия» (программа магистратуры) в редакции приказа МГУ от 30 августа 2019 г., №1033.

Год (годы) приема на обучение 2019/2020, 2020/2021

1. Место дисциплины (модуля) в структуре ООП: вариативная часть ООП, блок ПД.

2. Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями выпускников). Соответствие результатов обучения по данному элементу ОПОП результатам освоения ОПОП (в форме компетенция – индикатор - ЗУВ) указано в Общей характеристике ОПОП.

| Компетенция | Индикаторы достижения | Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю) |
|--|--|---|
| СПК-1. Способен использовать современные теоретические и экспериментальные методы исследования высокомолекулярных соединений и материалов на их основе | СПК-1.М.1. Предлагает экспериментальные методы для решения задач из области науки о полимерах | Знать: теоретические основы методов исследования растворов полимеров Уметь: предлагать методы исследования растворов полимеров в соответствии с заданной научной задачей Владеть: способностью использовать экспериментальные и теоретические методы при исследовании растворов полимеров |
| СПК-3. Способен использовать теоретические основы физической химии растворов высокомолекулярных соединений, в том числе полиэлектролитов, при решении задач профессиональной деятельности | СПК-3.М.1. Использует данные о физикохимических и реологических свойствах растворов полимеров для их характеристики | Знать: современные представления о физической химии и реологии растворов полимеров Владеть: способностью использовать знания о растворах полимеров при исследовании полимеров |
| | СПК-3.М.2. Устанавливает корреляции «структура – свойство» в полимерных системах | Уметь: прогнозировать свойства растворов полимеров исходя из их химического строения |
| СПК-4 Способен использовать современные представления о структуре и физических (в том числе механических) свойствах полимеров. | СПК-4.М.1. Прогнозирует механические свойства полимерных тел на основе знаний об их молекулярной структуре | Знать: взаимосвязь между свойствами растворов полимеров и их структурой и механическими свойствами Уметь: прогнозировать свойства растворов полимеров с учётом их структуры Владеть: способностью применять на практике знания о взаимосвязи структуры и свойств растворов полимера (в том числе характеристиках процесса растворения) |

3. Объем дисциплины (модуля) составляет 2 зачетных единицы, всего 72 часа, из которых 46 часов составляет контактная работа студента с преподавателем (19 часа занятия лекционного типа, 19 часов – занятия семинарского типа, 6 часов – индивидуальные консультации, 2 часа – промежуточный контроль успеваемости), 26 часов составляет самостоятельная работа студента.

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

Обучающийся должен

знать: основы науки о полимерах;

уметь: работать с научной литературой и лекционным материалом, анализировать графики функций, проводить элементарные математические преобразования и вычисления;

владеть: методами математической обработки экспериментальных величин, в том числе с использованием математической статистики.

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

| Наименование и краткое содержание разделов и тем дисциплины (модуля), форма промежуточной аттестации по дисциплине (модулю) | Всего (часы) | В том числе | | | | | | | | |
|--|---------------------------|---|-----------------------------|--|-------|-----------------------------|------------------------------|---|--|----------|
| | | Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем), часы | | | | | | Самостоятельная работа обучающегося, часы | | |
| | | из них | | | | | | 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 и т.п.. | Всего | | |
| Классификация растворов полимеров | 10 | 3 | 3 | | 1 | | 7 | 3 | | 3 |
| Фазовые равновесия в растворах полимеров | 10 | 3 | 3 | | 1 | | 7 | 3 | | 3 |
| Растворы полимеров в хорошем растворителе | 12 | 4 | 4 | | 1 | | 9 | 3 | | 3 |
| Динамические свойства растворов полимеров | 10 | 3 | 3 | | 1 | | 7 | 3 | | 3 |
| Растворы полимеров в плохом растворителе | 10 | 3 | 3 | | 1 | | 7 | 3 | | 3 |

| | | | | | | | | | | |
|--|-----------|-----------|-----------|--|----------|----------|-----------|-----------|--|-----------|
| Методы исследования и применение растворов полимеров | 10 | 3 | 3 | | 1 | | 7 | 3 | | 3 |
| Промежуточная аттестация <i>зачет</i> | 10 | | | | | 2 | 2 | | | 8 |
| Итого | 72 | 19 | 19 | | 6 | 2 | 46 | 18 | | 26 |

6. 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.

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

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

8. Ресурсное обеспечение:

- Перечень основной и вспомогательной учебной литературы ко всему курсу

Со всех компьютеров МГУ организован доступ к полным текстам научных журналов и книг на русском и иностранных языках. Доступ открыт по IP-адресам, логин и пароль не требуются: <http://nbmgu.ru/>

Основная литература

1. Высокомолекулярные соединения (под ред. А.Б. Зезина) Учебник, М.: Юрайт, 2016.
2. Методические пособия по разделам науки о полимерах на сайте кафедры <http://vmsmsu.ru/what.html>

Дополнительная литература

1. Ю.Д.Семчиков Высокомолекулярные соединения, Учебник, -М. Изд «Академия». 2006, 386 с.
2. В.В.Киреев. Высокомолекулярные соединения. Учебник. М., изд-во Высшая школа,1992
3. В.Н.Кулезнёв, В.А.Шершнёв Химия и физика полимеров, Учебник - М. КолосС, 2007
4. A.S. Ushakova, E.N. Govorun, A.R. Khokhlov, Globules of Amphiphilic Macromolecules - J. Phys.: Condens. Matter, 2006, vol.18(3),p.915.
5. A.A.Askadskii, A.R.Khokhlov, Introduction to Physico-Chemistry of Polymers. - Moscow, Scientific World, 2009
6. де Жен П.-Ж., Идеи скейлинга в физике полимеров. -М.: Мир, 1982.
7. А. Ю. Гросберг, А. Р. Хохлов, «Статистическая физика макромолекул». - М.: Наука, 1989.
8. Дой М., Эдвардс С., Динамическая теория полимеров. – М.: Мир, 1998.

9. N.A. Plate, A.D. Litmanovich, O.V. Noah, Macromolecular Reactions. Peculiarities, Theory and Experimental Approaches. - John Wiley and Sons Ltd., Chichester - New York - Brisbane - Toronto - Singapore, 1995
10. Е.Феттес. «Химические реакции полимеров». М., «Мир», 1967.
11. А.Ю. Гросберг, А.Р. Хохлов. Статистическая физика макромолекул. М. «Наука», 1989.
12. Гросберг А.Ю., Хохлов А.Р. Полимеры и биополимеры с точки зрения физики. - Долгопрудный. Издат. дом «Интеллект», 2010
13. Научно-популярные статьи на сайте кафедры <http://welcome.vmsmsu.ru/papers.html>

- Материально-техническое обеспечение: специальных требований нет, занятия проводятся в обычной аудитории, оснащенной доской и мелом (маркерами)

9. Язык преподавания – русский

10. Преподаватели: к.х.н. доц. Литманович Е.А.

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.2.

Теоретические контрольные вопросы и практические контрольные задания

1. Перечислить концентрационные режимы растворов полимеров. Дать определение концентрации кроссовера.
2. Чем отличаются свойства разбавленных и полуразбавленных растворов полимеров?
3. Какими методами можно экспериментально оценить термодинамическое качество растворителя?.
4. Что такое бинадаль, спинодаль и критическая температура растворения?
5. Что такое тета-состояние раствора полимера?
6. Как экспериментально определить тета-температуру раствора полимера?
7. Чем отличаются переходы клубок-глобула в растворах гибкоцепных и жесткоцепных полимеров?
8. Какую информацию о макромолекулах в растворе можно получить методом вискозиметрии?
9. Какую информацию о макромолекулах в растворе можно получить методом статического светорассеяния?
10. Какую информацию о макромолекулах в растворе можно получить методом динамического светорассеяния?
11. Сравните исключенный объем макромолекулы в хорошем, плохом и тета-растворителе.
12. Рассчитать осмотическое давление раствора крахмала в воде, концентрация 5 г/л, температура 342 К, универсальная газовая постоянная R равна 0,082 л·атм/(моль·К). Раствор считать идеальным.
13. Оценить объемную долю звеньев в полимерном клубке в тета-растворителе при степени полимеризации 10 000.
14. Опишите состояние макромолекулы в полуразбавленном растворе с использованием понятия блобов.

15. Опишите состояние макромолекулы в узкой поре с использованием скейлинговой модели.

Вопросы к зачету

1. Концентрационные режимы растворов полимеров: разбавленные, полуразбавленные, концентрированные растворы. Понятие кроссовера. Уравнение состояния разбавленного раствора полимера. Осмотическое давление. Термодинамическое качество растворителя.
2. Решеточная модель Флори-Хаггинса для полуразбавленных растворов. Фазовая диаграмма раствора полимера. Бинодаль и спинодаль. Расчет критической точки растворения. Недостатки теории Флори-Хаггинса.
3. Диаграммы точек помутнения. Верхняя и нижняя критические температуры растворения. Понятие θ – условий. Экспериментальные методы определения θ – температуры.
4. Свойства изолированных макромолекул в хорошем растворителе. Радиус Флори в пространстве размерности d . Понятие блоба. Скейлинговая модель полимерной цепи в объеме раствора, в плоской щели и в узкой трубке. Статистика полимерного клубка в атермическом растворителе.
5. Полуразбавленные растворы полимеров в атермическом растворителе. Расчет концентрации кроссовера, размера цепи и радиуса корреляции. Осмотическое давление полуразбавленного раствора. Сравнение результатов теории Флори-Хаггинса и метода скейлинговых оценок.
6. Динамика полимерных цепей в разбавленном растворе. Персистентная длина и персистентное время. Модели Рауза, Кирквуда, Куна. Динамика систем многих цепей. Модель рептации. Понятие трубки. Коллективные моды.
7. Исключенный объем макромолекул в разбавленных и полуразбавленных растворах. Переход клубок – глобула.
8. Принципы фракционирования полимеров. Фракционное осаждение и фракционное растворение. Восстановление функции молекулярно-массового распределения. Эффективность фракционирования. Фракционирование сополимеров по методу Розенталя и Уайта.
9. Вискозиметрия как метод исследования макромолекул в растворах. Динамическая вязкость, кривые течения, аномалия вязкости. Вискозиметрия разбавленных растворов.
10. Рассеяние света растворами полимеров. Статическое светорассеяние и фотон-корреляционная спектроскопия.
11. Применение полимеров в процессах водоочистки и обезвоживания суспензий.

Методические материалы для проведения процедур оценивания результатов обучения

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

| ШКАЛА И КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТА ОБУЧЕНИЯ по дисциплине (модулю) | | | | |
|---|--------------------|--|---|--|
| Оценка \ Результат | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 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 непринципиального 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 |

| РЕЗУЛЬТАТ ОБУЧЕНИЯ по дисциплине (модулю) | ФОРМА ОЦЕНИВАНИЯ |
|--|---|
| Знать: теоретические основы методов исследования растворов полимеров Знать: современные представления о физической химии и реологии растворов полимеров Знать: взаимосвязь между свойствами растворов полимеров и их структурой и механическими свойствами | мероприятия текущего контроля успеваемости, устный опрос на зачете |
| Уметь: предлагать методы исследования растворов полимеров в соответствии с заданной научной задачей Уметь: прогнозировать свойства растворов полимеров исходя из их химического строения Уметь: прогнозировать свойства растворов полимеров с учётом их структуры | мероприятия текущего контроля успеваемости, контрольные вопросы, устный опрос на зачёте |
| Владеть: способностью использовать экспериментальные и теоретические методы при исследовании растворов полимеров Владеть: способностью использовать знания о растворах полимеров при исследовании полимеров Владеть: способностью применять на практике знания о взаимосвязи структуры и свойств растворов полимера (в том числе характеристиках процесса растворения) | мероприятия текущего контроля успеваемости, практические контрольные задачи, устный опрос на зачёте |