

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

УТВЕРЖДАЮ

Декан химического факультета,
Акад. РАН, профессор



С.Н.Калмыков/

«30» августа 2022 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Физическая химия растворов высокомолекулярных соединений

Physical chemistry of macromolecular solutions

Уровень высшего образования:

Программа подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре

Высокомолекулярные соединения (104-01-00-147-хн)

Москва 2022

Рабочая программа дисциплины разработана в соответствии с Требованиями к основным программам подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре, самостоятельно устанавливаемыми Московским государственным университетом имени М.В.Ломоносова (приказ № 1216 от 24 ноября 2021 г.).

1. Краткая аннотация:

Название дисциплины – Физическая химия растворов высокомолекулярных соединений (Physical chemistry of macromolecular solutions).

Цель изучения дисциплины – ознакомить аспирантов с современным состоянием физической химии растворов высокомолекулярных соединений.

2. Уровень высшего образования – подготовка кадров высшей квалификации.

3. Научная специальность: 1.4.7 Высокомолекулярные соединения, область науки: 1. Естественные науки.

4. Место дисциплины (модуля) в структуре Программы аспирантуры: Обязательные Дисциплины (модули) – Обязательная дисциплина по выбору.

5. Объем дисциплины (модуля) составляет 2 зачетные единицы, всего 72 часа, из которых 38 часов составляет контактная работа аспиранта с преподавателем (36 часов занятия лекционного типа, 2 – промежуточная аттестация), 34 часа составляет самостоятельная работа обучающегося.

6. Входные требования для освоения дисциплины (модуля), предварительные условия: должна быть освоена дисциплина Специальность (Высокомолекулярные соединения).

7. 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 (во взаимодействии с преподавателем), часы из них			самостоятельная работа аспиранта, часы, из них		
		Занятия лекционного типа	Занятия, направленные на проведение промежуточной аттестации	Всего	Выполнение домашних заданий	Подготовка к коллоквиумам	Всего
Тема 1. Классификация растворов полимеров. Концентрационные режимы растворов полимеров: разбавленные, полуразбавленные, концентрированные растворы. Понятие кроссовера. Уравнение состояния разбавленного раствора полимера. Осмотическое давление. Термодинамическое качество растворителя.	10	4		4	2		2
Тема 2. Фазовые равновесия в растворах полимеров. Решеточная модель Флори-Хаггинса для полуразбавленных растворов. Фазовая диаграмма раствора полимера. Бинодаль и спинодаль. Расчет критической точки растворения. Недостатки теории Флори-Хаггинса. Диаграммы точек помутнения. Верхняя и нижняя критические температуры растворения. Понятие θ – условий. Экспериментальные методы определения θ – температуры.	12	6		6	2		2
Тема 3. Растворы полимеров в хорошем растворителе. 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. Полуразбавленные растворы полимеров в атермическом растворителе. Расчет концентрации кроссовера, размера цепи и радиуса корреляции.	12	6		6	2		2

Осмотическое давление полуразбавленного раствора. Сравнение результатов теории Флори-Хаггинса и метода скейлинговых оценок.							
Тема 4. Динамические свойства растворов полимеров. 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.	10	4		4	2		2
Тема 5. Растворы полимеров в плохом растворителе. Исключенный объем макромолекул в разбавленных и полуразбавленных растворах. Переход клубок – глобула. Принципы фракционирования полимеров. Фракционное осаждение и фракционное растворение. Восстановление функции молекулярно-массового распределения. Эффективность фракционирования. Фракционирование сополимеров по методу Розенталя и Уайта.	14	8		8	2		2
Тема 6. Методы исследования и применение растворов полимеров. Вискозиметрия как метод исследования макромолекул в растворах. Динамическая вязкость, кривые течения, аномалия вязкости. Вискозиметрия разбавленных растворов. Рассеяние света растворами полимеров. Статическое светорассеяние и фотон-корреляционная спектроскопия. Применение полимеров в процессах водоочистки и обезвоживания суспензий.	14	8		8	2		2
Промежуточная аттестация - зачёт	24		2	2		22	22
Итого	72	36	2	38	12	22	34

8. Образовательные технологии: преподавание ведется в форме авторских курсов, составленных с учетом научно-исследовательского опыта и научных разработок сотрудников химического факультета МГУ.

9. Учебно-методические материалы для самостоятельной работы по дисциплине (модулю): презентации лекций, конспекты лекций, основная и дополнительная учебная литература.

10. Ресурсное обеспечение:

Основная литература:

1. И.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. .З. 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»
5. *J. Phys.: Condens. Matter*, 2006, vol.18(3),p.915.
6. А.А. Askadskii, A.R. Khokhlov, «Introduction to Physico-Chemistry of Polymers». Moscow, Scientific World, 2009

Дополнительная литература:

1. де Жен П.-Ж., «Идеи скейлинга в физике полимеров». — М.: Мир, 1982.
2. А. Ю. Гросберг, А. Р. Хохлов, «Статистическая физика макромолекул». - М.: Наука, 1989.
3. Дой М., Эдвардс С., *Динамическая теория полимеров*. – М.: Мир, 1998.

Интернет-ресурсы:

– Практикум по высокомолекулярным соединениям - www.vmsmsu.ru

Описание материально-технической базы:

Занятия проводятся в обычной аудитории с возможностью подключения техники для демонстрации презентаций.

11. Язык преподавания – русский.

12. Преподаватели:

к.х.н. доц. Литманович Екатерина Аркадьевна
(МГУ имени М.В. Ломоносова, Химический факультет, кафедра высокомолекулярных соединений) elitmanovich@yandex.ru

**Фонды оценочных средств,
необходимые для оценки результатов обучения**

**Примеры
контрольных вопросов и практических контрольных заданий к зачету**

Список контрольных вопросов:

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.
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 глоба.
5. Полуразбавленные растворы полимеров в атермическом растворителе. Расчет концентрации кроссовера, размера цепи и радиуса корреляции. Осмотическое давление полуразбавленного раствора.
6. Динамика полимерных цепей в разбавленном растворе. Персистентная длина и персистентное время. Модели Рауза, Кирквуда, Куна.
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.
9. Вискозиметрия как метод исследования макромолекул в растворах. Динамическая вязкость, кривые течения, аномалия вязкости. Вискозиметрия разбавленных растворов.
10. Рассеяние света растворами полимеров.
11. Применение полимеров в процессах водоочистки и обезвоживания суспензий.

Примеры практических контрольных заданий (ПКЗ):

1. 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.
2. Оценить объемную долю звеньев в полимерном клубке в \square -растворителе при степени полимеризации 10 000.
3. Опишите состояние макромолекулы в полуразбавленном растворе с использованием понятия глобов.
4. Опишите состояние макромолекулы в узкой поре с использованием скейлинговой модели.

**Методические материалы
для проведения процедур оценивания результатов обучения**

Зачет проходит по билетам, включающим 2 вопроса. Уровень знаний аспиранта по каждому вопросу оценивается на «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно». В случае если на все вопросы был дан ответ, оцененный не ниже, чем «удовлетворительно», аспирант получает общую оценку «зачтено».

ШКАЛА И КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТА ОБУЧЕНИЯ по дисциплине (модулю)				
Оценка Результат	Незачёт (2)	Зачёт (3)	Зачёт (4)	Зачёт (5)
Знания	Отсутствие базовых знаний	Общие, но неглубокие знания, содержащие пробелы	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 навыков, не всегда верно используемых	В целом, сформированные навыки, но не в активной форме	Сформированные навыки, применяемые при решении поставленных задач