

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 полиэлектролитов и биополимеров

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

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		
Тема 1. Общие представления о полиэлектролитах: классификация, свойства и способы получения	18	6	6		2		14	4		4
Тема 2. Реакции взаимодействия полиэлектролитов с противоположно заряженными	18	6	6		2		14	4		4

полиэлектролитами и поверхностно активными веществами										
Тема 3. Применение полиэлектролитов	20	7	7		2		16	4		4
Промежуточная аттестация <i>зачет</i>	16					2	2			14
Итого	72	19	19			2	46	12		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. J. Kotz, S. Kosmella, T. Beitz. Self-assembled polyelectrolyte systems. Prog. Polym. Sci. 26 (2001) 1199-1232.
2. K. Letchford, H. Burt. A review of the formation and classification of amphiphilic block copolymer nanoparticulate structures: micelles, nanospheres, nanocapsules and polymersomes. European Journal of Pharmaceutics and Biopharmaceutics 65 (2007) 259–269.
3. G. M. Dykes. Dendrimers: a review of their appeal and applications. J Chem Technol Biotechnol. 76 (2001) 903-918.
4. V. A. Bloomfield. Hydrodynamic properties of DNA. J Polym Sci: Macromolecular Review. 3 (1) (1968) 255-316.

5. J. Ruhe, M. Ballauff, M. Biesalski, P. Dziezok, F. Grohn, D. Johannsmann, N. Houbenov, N. Hugenberg, R. Konradi, S. Minko, M. Motornov, R. R. Netz, M. Schmidt, C. Seidel, M. Stamm, T. Stephan, D. Usov, H. Zhang. Polyelectrolyte Brushes. *Adv Polym Sci*, 165 (2004) 79–150.
6. I. Gibas and H. Janik. Review: synthetic polymer hydrogels for biomedical applications. *Chemistry & chemical technology*. 4 (2010) 297-304.
7. K. Ulbrich, K. Hola, V. Subr, A. Bakandritsos, J. Tucek, and R. Zboril. Targeted Drug Delivery with Polymers and Magnetic Nanoparticles: Covalent and Noncovalent Approaches, Release Control, and Clinical Studies. *Chem. Rev.* 116 (2016) 5338 – 5431.
8. G. Li, H. Ma and J. Hao. Surfactant ion-selective electrodes: A promising approach to the study of the aggregation of ionic surfactants in solution. *Soft Matter*. 8 (2012) 896.
9. M. Schonhoff. Layered polyelectrolyte complexes: physics of formation and molecular properties. *J. Phys.: Condens. Matter* 15 (2003) R1781–R1808.
10. H. Jiang, P. Taranekar, J. R. Reynolds, and K. S. Schanze. Conjugated Polyelectrolytes: Synthesis, Photophysics, and Applications. *Angew. Chem. Int. Ed.* 48 (2009) 4300 – 4316.
11. D. Langevin. Complexation of oppositely charged polyelectrolytes and surfactants in aqueous solutions. A review. *Advances in Colloid and Interface Science* 147–148 (2009) 170–177.
12. H. J. Kwon, K. Yasuda, J. P. Gong, and Y. Ohmiya. Polyelectrolyte Hydrogels for Replacement and Regeneration of Biological Tissues. *Macromolecular Research*, 22 (2014) 227-235.
13. *Encyclopedia of Molecular Cell Biology and Molecular Medicine*. Ed. R. A. Meyers. R. D. Blake. Wiley-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA, Weinheim. (2004) chapter Denaturation of DNA.
14. *Multilayer Thin Films*. Ed. G. Decher and J. B. Schlenoff. Wiley-VCH Verlag & Co. KGaA, Weinheim (2012).
15. D. Schmaljohann. Thermo- and pH-responsive polymers in drug delivery. *Advanced Drug Delivery Reviews* 58 (2006) 1655–1670.
16. V.A.Kabanov, A.B.Zezin. Soluble interpolymeric complexes as a new class of synthetic polyelectrolytes. *Pure & Appl. Chem.* 56 (1984) 343-354.
17. V.A.Kabanov, A.B.Zezin, V.A.Izumrudov, T.K.Bronich, K. N. Bakeev. Cooperative interpolyelectrolyte reactions. *Makromol. Chem.* 13 (1985) 137-155.
18. 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. с.н.с. Пышкина О.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. Чем различаются и чем схожи способы получения ПЭ щеток и дендримеров?
2. Почему существует температурный интервал плавления ДНК?
3. Чем обусловлено самопроизвольное образование мицелл из амфифильных блок-сополимеров в полярных средах?
4. Какова движущая сила образования мицелл поверхностно-активными веществами (ПАВ) в водных растворах?
5. Сформулируйте механизм работы ПАВ-селективного электрода.
6. Почему реакция взаимодействия противоположно заряженных ПЭ является кооперативной?
7. Каково основное характеристическое свойство гидрогелей?
8. В чем заключается процесс плавления (денатурации) ДНК?
9. Почему в настоящее время в качестве полимерных средств доставки лекарственных препаратов и генетического материала в клетки используют только несколько гидрофильных полимеров и полиэлектролитов?
10. Рассчитайте степень набухания гидрогеля полиакрилата натрия (концентрация 0,01 М).
2. Рассчитайте средний заряд полиамфолита в изоионной точке ($pS = 4$) в отсутствие других ионов при его концентрации 0.001 М.
3. Рассчитайте параметр кооперативности K_u для связывания ионов додецилпиридиния хлорида макромолекулами полиметакрилата натрия, если $\lg C_{fr}$ при $a = 0,5$ равен -3,6.

Вопросы к зачету

1. Основные способы классификации полиэлектролитов. Способы получения полиэлектролитов.
2. Осмотическое давление и эффект Доннана. Уравнение состояния полиэлектролита в водном солевом растворе. Ионизационное равновесие в бессолевых растворах полиэлектролитов. Гидродинамические свойства полиэлектролитов в растворах. Конформационные превращения ПЭ в растворах.
3. Особенности поведения блок-сополимеров. Свойства иономеров Свойства сопряженных ПЭ. Свойства полиэлектролитных щеток.
4. Общие закономерности связывания полиэлектролитов с противоположно заряженными мицеллообразующими ПАВ. Образование комплексов. Растворимые и нерастворимые комплексы. Критерий образования растворимых комплексов. Строение комплексов в растворе. Особенности мицеллообразования и комплексообразования в присутствии добавок органических веществ.
5. Метод ПАВ-селективного электрода.
6. Основные определения. Краткая историческая справка. Кинетика и механизм реакций соединения полиэлектролитов, полиэлектролитного обмена и замещения. Строение нестехиометричных и стехиометричных комплексов.

7. Взаимодействие полиэлектролитных гидрогелей с противоположно заряженными линейными полиэлектролитами. Взаимодействие полиэлектролитных гидрогелей с противоположно заряженными мицеллообразующими ПАВ. Применение полиэлектролитных гидрогелей и сетчатых поликомплексов на их основе.
8. Строение ДНК. Полиэлектролитная природа ДНК. ИПЭК на основе ДНК. Взаимодействие ДНК с ПАВ. Взаимодействие ДНК с гидрогелями. Компактизация ДНК.
9. Применение полиэлектролитов в качестве агентов доставки генетического материала и лекарственных средств в организм.
10. Интерполиэлектролитные мультислои. Способы получения, механизмы образования и строение мультислоев в различных условиях.

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 полиэлектролитов и биополимеров Знать: современные представления о физической химии и реологии полиэлектролитов и биополимеров Знать: взаимосвязь между свойствами полиэлектролитов и биополимеров и их структурой и механическими свойствами	мероприятия текущего контроля успеваемости, устный опрос на зачете

<p>Уметь: предлагать методы исследования полиэлектролитов и биополимеров в соответствии с заданной научной задачей</p> <p>Уметь: прогнозировать свойства полиэлектролитов и биополимеров исходя из их химического строения</p> <p>Уметь: прогнозировать свойства полиэлектролитов и биополимеров с учётом их структуры</p>	<p>мероприятия текущего контроля успеваемости, контрольные вопросы, устный опрос на зачёте</p>
<p>Владеть: способностью использовать экспериментальные и теоретические методы при исследовании полиэлектролитов и биополимеров</p> <p>Владеть: способностью использовать знания о полиэлектролитах и биополимерах при исследовании полимеров</p> <p>Владеть: способностью применять на практике знания о взаимосвязи структуры и свойств полиэлектролитов и биополимеров (в том числе характеристиках процесса растворения)</p>	<p>мероприятия текущего контроля успеваемости, практические контрольные задачи, устный опрос на зачёте</p>