

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

УТВЕРЖДАЮ
Декан химического факультета,
Акад. РАН, профессор



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Супрамолекулярные самоорганизованные структуры на межфазных поверхностях
Supramolecular self-organized structures on interfacial surfaces

Уровень высшего образования:

Программа подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре
Коллоидная химия (104-01-00-1410-хн)

Москва 2022

1. Краткая аннотация:

Название дисциплины – Супрамолекулярные самоорганизованные структуры на межфазных поверхностях (Supramolecular self-organized structures on interfacial surfaces)

Цель изучения дисциплины – знакомство слушателей с коллоидно-химическими принципами управления свойствами дисперсных систем с помощью поверхностно-активных веществ (ПАВ). В рамках курса рассмотрены теоретические основы и закономерности самоорганизации поверхностно-активных веществ (ПАВ), а также их смесей с полимерами, белками и наночастицами на различных межфазных поверхностях. В курс включены следующие темы: термодинамика адсорбции ПАВ (индивидуальных и смесей) на границах раздела фаз жидкость/газ, жидкость1/жидкость2 и жидкость/твердое тело; механизмы адсорбции ПАВ на различных межфазных поверхностях; совместная адсорбция смесей полимер-ПАВ и белок-ПАВ на различных межфазных поверхностях; адсорбционные слои водонерастворимых ПАВ, пленки Лэнгмюра-Блоджетт; основы межфазной реологии; принципы подбора ПАВ для получения и стабилизации пен, эмульсий и микроэмульсий. Также в курсе рассмотрены процессы самоорганизации смесей ПАВ с наночастицами на границах жидкость/газ и жидкость1/жидкость2; теоретические основы получения эмульсий Пикеринга. Кроме того, курс включает рассмотрение вопросов модифицирования твердых поверхностей с помощью ПАВ и влияние модифицирования на структуру и устойчивость дисперсных систем. В заключении кратко обсуждено практическое использование процессов поверхностной самоорганизации ПАВ в различных технологических процессах.

2. Уровень высшего образования – подготовка кадров высшей квалификации

3. Научная специальность: **1.4.10** Коллоидная химия область науки: Естественные науки

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

5. Объем дисциплины (модуля) составляет 2 зачетных единицы, всего 72 часа, из которых 56 часов составляет контактная работа аспиранта с преподавателем (36 часов – занятия лекционного типа, 16 часов – занятия семинарского типа (в т.ч. текущий контроль успеваемости), 2 часа – групповые консультации, 2 часа – промежуточный контроль успеваемости), 16 часов составляет самостоятельная работа обучающегося.

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

На предыдущих уровнях высшего образования должны быть освоены общие курсы:

1. «Математический анализ»
2. «Линейная алгебра»
3. «Физическая химия»
4. «Коллоидная химия»
5. «Органическая химия»

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 (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 к коллоквиумам	Всего
Тема 1. Самоорганизованные адсорбционные слои на границе жидкость/газ: закономерности формирования, способы получения, методы исследования структуры	12	6	4				10	2		2
Тема 2. ПАВ в двухфазных системах жидкость/жидкость: закономерности адсорбции ПАВ на межфазной границе из индивидуальных растворов и смесей, закономерности стабилизации жидкофазных дисперсных систем адсорбционными слоями ПАВ	10	6	2				8	2		2
Тема 3. Частицы на межфазных поверхностях жидкость/газ и жидкость/жидкость. Эмульсии Пикеринга: получение, закономерности стабилизации, применение. Стабилизация пен с помощью ПАВ и твердых частиц	10	6	2				8	2		2

Тема 4. Самоорганизованные супрамолекулярные структуры на границе жидкость/твердое тело: закономерности формирования, аспекты взаимосвязи «структура-свойство»	12	6	4				10	2		2
Тема 5. Практическое использование самоорганизованных супрамолекулярных структур на основе ПАВ	18	12	4				16	2		2
Промежуточная аттестация: <u>зачет</u>	10			2		2	4			6
Итого	72	36	16	2		2	56	10		16

8. Образовательные технологии.

Лекции-демонстрации с использованием мультимедийных презентаций и семинарские занятия, на которых аспиранты решают задачи по тематике прочитанных лекций.

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

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

10. Ресурсное обеспечение:

Основная литература:

1. Холмберг К., Йёнссон Б., Кронберг Б., Линдман Б. Поверхностно-активные вещества и полимеры в водных растворах. М.: Бином. 2007.
2. Rosen M.J. Surfactants and Interfacial Phenomena. Hoboken, New Jersey, John Wiley & Sons, Inc. 2012.
3. Русанов А.И. Мицеллообразование в растворах поверхностно-активных веществ. Санкт-Петербург. Химия. 1992.
4. Практикум по коллоидной химии. Под ред. В.Г.Куличихина. – М.: Вузовский учебник: ИНФРА-М, 2014.
5. Ролдугин В.И. Физикохимия поверхности. 2008. Изд.Дом Интеллект. 568с.
6. Задымова Н.М., Соболева О.А., Скворцова З.Н., Проценко П.В. Сборник задач по коллоидной химии. Отдел оперативной печати и информации Химического факультета МГУ имени М.В.Ломоносова. М. 2022.

Дополнительная литература:

1. Адамсон А. Физическая химия поверхностей: Пер. с англ.-М.: Мир, 1979.
2. Encyclopedia of Surface and Colloid Science. Ed. P.Somasundaran. New York – London. Taylor&Francis. 2006.
3. Berg J.C. Interfaces & Colloids. The Bright to Nanoscience. World Scientific, New Jersey. 2009.
4. Поверхностно–активные вещества. Под ред. А.А.Абрамзона и Г.М.Гаевого. Ленинград. Химия. 1979.
5. Holmberg K., Shah D.O., Schwuger M.J. Handbook of applied surface and colloid chemistry V.1. WestSussex, England, JohnWiley&Sons, 2002.
6. Научные статьи в российских и зарубежных журналах в поисковых системах – Google, Yandex и т.п.

Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»:

— Базы данных научной литературы: Scopus, WebofScience, ScienceDirect и др.

Материально-техническая база:

— ноутбук, мультимедийный проектор, демонстрационная доска.

11. Язык преподавания – русский

12. Преподаватель:

к.х.н., доцент Оксана Анатольевна Соболева, soboleva@colloid.chem.msu.ru, 8-495-939-53-86

Фонды оценочных средств, необходимые для оценки результатов обучения

Вопросы для промежуточной аттестации – зачета:

Образцы задач

1. Рассчитать, какой максимальный объем эквимолярного смешанного водного раствора додецил- и тетрадецилсульфатов натрия общей концентрации 1мМ можно вылить в водоем, объемом $5 \cdot 10^7$ м³, чтобы поверхностное натяжение воды в водоеме было не ниже 61 мН/м?

Использовать данные из таблицы:

ПАВ	площадь на молекулу в насыщенном адсорбционном слое, нм ²	адсорбционная активность, л/моль
додецилсульфат натрия	0,53	$2 \cdot 10^6$
тетрадецилсульфат натрия	0,56	10^7

Как изменится ответ, если в водоем будет помещено 5 т ила с удельной поверхностью 10 м²/г. Считать, что на границе водный раствор/ил адсорбционная активность такая же, как на границе водный раствор/воздух.

2. При флотационном разделении сильвинита (смеси NaCl и KCl) используют октадециламин (ОДА), избирательно необратимо адсорбирующийся на поверхности частиц KCl. Известно, что краевой угол насыщенного водного раствора KCl на пластине KCl, покрытой насыщенным адсорбционным слоем ОДА равен 102 град. Для успешной флотации краевой угол должен составлять 90 град. Определить количество ОДА, необходимое для успешной флотации 10 кг KCl, если считать, что порошок KCl представлен частицами кубической формы с длиной ребра 10 мкм, а площадь, занимаемая молекулой ОДА в насыщенном адсорбционном слое, равна 0,24 нм².

3. Рассчитать, как изменится энергия отрыва сферической частицы радиусом 100 нм от поверхности вода/октан, при изменении краевого угла избирательного смачивания от 0 до 180 град. Межфазное натяжение на границе вода/октан равно 50 мДж/м².

Теоретические вопросы к зачету

1. Адсорбционные слои водонерастворимых ПАВ. Весы Лэнгмюра. Типы изотерм двумерного давления.
2. Адсорбционные слои смесей ПАВ на границе водный раствор/воздух. Расчет состава слоя и параметров взаимодействия между молекулами.
3. Мицеллообразование в растворах смесей ПАВ. Влияние химической природы ПАВ на состав смешанных мицелл и величины критической концентрации мицеллообразования.
4. Микроэмульсии, стабилизированные неионогенными ПАВ. Влияние температуры и строения ПАВ на тип микроэмульсий.
5. Процессы самоорганизации ПАВ в адсорбционных слоях на границе раствор/твердое тело. Влияние строения ПАВ на критическую концентрацию поверхностного агрегирования.
6. Термодинамическое рассмотрение частиц на межфазной поверхности жидкость₁/жидкость₂. Изменение свободной поверхностной энергии при отрыве частицы от межфазной поверхности.
7. Изменение условий смачивания при модификации поверхности частицы. Влияние модификации поверхности на тип дисперсных систем, стабилизированных частицами.
8. Эмульсии Пикеринга. Условия получения, механизмы стабилизации, влияние гидрофобности поверхности частиц на инверсию фаз в эмульсиях.
9. Пены, стабилизированные смесью ПАВ и твердых частиц. Механизмы стабилизации.
10. Области применения дисперсных систем, стабилизированных частицами.

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

Зачет проходит в форме устного собеседования, на котором аспиранту предлагается ответить на 2 вопроса одного из билетов. При получении оценки 3 (удовлетворительно), 4 (хорошо) или 5 (отлично) при ответе на каждый из вопросов, выставляется общая оценка «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