

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)
Экспериментальные методы в коллоидной химии

Уровень высшего образования:
Магистратура

Направление подготовки (специальность):
04.04.01 Химия

Направленность (профиль) ОПОП:
Коллоидная химия

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 В-ПД

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

Компетенция	Индикаторы достижений	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю)
<p>СПК-1.М. Способен применять знания теоретических основ главных разделов коллоидной химии</p>	<p>СПК-1.М.1 Грамотно использует базовые понятия коллоидной химии</p>	<p>Знать: теоретические основы главных разделов коллоидной химии: поверхностные явления, физико-химия растворов поверхностно-активных веществ (ПАВ), механизмы стабилизации и потери устойчивости дисперсных систем, структурообразование в дисперсных системах и реологические свойства дисперсных систем.</p> <p>Уметь: использовать теоретические знания для анализа и объяснения полученных экспериментальных результатов в области физикохимии поверхностно-активных веществ</p> <p>Владеть навыками: применения теоретических основ коллоидной химии при решении задач профессиональной деятельности</p>
<p>СПК-2.М Способен использовать серийные и оригинальные приборы и установки для определения важнейших термодинамических параметров поверхностей раздела жидкость/жидкость и коллоидно-химических характеристик жидкофазных дисперсных систем различной природы (как самоорганизованных, так и термодинамически неустойчивых)</p>	<p>СПК-2.М.1 предлагает экспериментальные методы исследования коллоидных систем, адекватные поставленной задаче</p>	<p>Знать: теоретические основы методов изучения свойств дисперсных систем и поверхностных явлений</p>
<p>СПК-3.М Способен использовать физические и математические модели с учетом их возможностей и ограничений при планировании исследований, обработке и интерпретации данных в области коллоидной</p>	<p>СПК-3.М.1 использует основные законы коллоидной химии при обсуждении полученных результатов, в том числе с привлечением математиче-</p>	<p>Знать: математические и физические модели, используемые для интерпретации экспериментальных данных в области коллоидной химии</p> <p>Уметь: оценивать возможные источники ошибок при интерпретации полученных экспериментальных результа-</p>

химии	ских моделей	тов
-------	--------------	-----

3. Объем дисциплины (модуля) составляет 5 зачетных единиц, всего **180** часов, из которых **103** часа составляет контактная работа студента с преподавателем (**57** часов занятия лекционного типа, **38** часов – занятия семинарского типа, **2** часа – групповые консультации, **6** часов – промежуточный контроль успеваемости, **77** часов составляет самостоятельная работа студента.

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

Обучающийся должен

Знать: основы теории фундаментальных разделов химии (прежде всего неорганической, аналитической, органической, физической (термодинамика и кинетика).

Уметь: использовать основные законы естественных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования.

Владеть: навыками химического эксперимента, иностранным языком в устной и письменной форме для анализа научной литературы в профессиональной области.

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 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 и т.п..	Всего

Тема 1. Объекты и методы коллоидной химии.	4	2					2	2		2
Тема 2. Поверхностные явления в однокомпонентных двухфазных системах.	6	2	2				4	2		2
Тема 3. Методы измерения поверхностного натяжения.	8	2	4				6	2		2
Тема 4. Межфазная энергия и межфазное натяжение на границе раздела жидкость/жидкость для двухкомпонентных систем.	6	2	2				4	2		2
Тема 5. Капиллярные явления	8	4	2				6	2		2
Тема 6. Зависимость поверхностного и межфазного натяжения от химического состава	10	4	4				8	2		2
Тема 7. Термодинамика адсорбции ПАВ.	7	2	3				4	2		2
Тема 8. Кинетика адсорбции ПАВ.	7	2	3				4	2		2
Тема 9. Монослои нерастворимых в воде ПАВ.	6	2	2				4	2		2
Тема 10. Термодинамически устойчивые дисперсные системы.	19	7	4				11	2	4	6
Тема 11. Точка Крафта.	6	4					4	2		2

Тема 12. Свойства мицелл ПАВ	8	4	2				6	2		2
Тема 13. Солюбилизация в мицеллярных растворах ПАВ.	8	4	2				6	2		2
Тема 14. Микроэмульсии как самоорганизованные дисперсные системы.	14	4	2				6	2	4	6
Тема 15. Термодинамически неустойчивые (лиофобные) дисперсные системы и методы их изучения.	8	4	2				6	2		2
Тема 16. Структурообразование в дисперсных системах	8	4	2				6	2		2
Тема 17. Реология как уникальный инструмент изучения структурных особенностей дисперсных систем.	14	4	2				6	2	5	7
Промежуточная аттестация <u>зачет, экзамен</u>	38			2		6	8			30
Итого	180	57	38	2		6	103	34	13	77

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):

Презентации лекций, конспекты лекций, основная и дополнительная учебная литература

Примеры тем рефератов:

1. Поверхностно-активные свойства водных растворов фторированных ПАВ
2. Мицеллообразование ПАВ в неполярных средах.
3. Наноэмульсии как псевдолиофильные системы. Получение, свойства, применение.
4. Оствальдово созревание в эмульсиях.
5. Реологические свойства нефтей – природных обратных эмульсий.
6. Нефтяные пены.
7. Ниосомы, способы получения, свойства и перспективы применения.

Примеры расчетных задач:

1. Две вертикальные пластинки погружены в жидкость на расстоянии $d = 1$ мм друг от друга. Угол смачивания пластинок жидкостью равен 30° . Поверхностное натяжение жидкости составляет 65 мН/м, ее плотность – 1 г/см³. Рассчитать силу взаимного притяжения пластинок.
2. Рассчитать степень пересыщения паров над каплями воды диаметром $0,2$ мкм по сравнению с давлением паров над плоской поверхностью при 25°C . Поверхностное натяжение воды составляет $71,97$ мН/м, ее плотность – $0,9970$ г/см³. Как изменится давление паров, если дисперсность капель возрастет в 10 и 100 раз?
3. Рассчитать энергию Гиббса, энтропию и энтальпию адсорбции неионогенного ПАВ на границе водный раствор/воздух на основе экспериментальных данных о поверхностном натяжении растворов при различных температурах, представленных в таблице.

t, C	20°C	30°C	40°C	50°C
C, моль/л	□□□	□,	□□□	□,
	мН/м	мН/м	мН/м	мН/м
0	72,75	71,15	69,55	67,91
$5,00 \times 10^{-7}$	72,15	70,5	68,85	67,16
$1,13 \times 10^{-6}$	71,55	69,8	68,1	66,36
$1,91 \times 10^{-6}$	70,99	69,3	67,6	65,91
$2,38 \times 10^{-6}$	70,35	68,6	66,9	65,16

4. Рассчитать скорость изотермической перегонки в эмульсиях гептан/вода, стабилизированных ПАВ, при 25°C, если межфазное натяжение равно 42,0 мН/м, коэффициент диффузии гептана в воде составляет 7×10^{-10} м²/с, плотность гептана – 0,684 г/см³, его растворимость в воде – 3,4 мг/см³.

8. Ресурсное обеспечение:

- Перечень основной и вспомогательной учебной литературы ко всему курсу

Основная литература

1. Практикум по коллоидной химии. Учебное пособие для вузов/ Под ред. В.Г. Куличихина – М. Вузовский учебник. ИНФРА-М. 2014 – 288 с.
2. Холмберг К., Йёнссон Б., Кронберг Б., Линдман Б. Поверхностно-активные вещества и полимеры в водных растворах. М.: Бинوم. 2007.
3. Презентации лекций по дисциплине.

Дополнительная литература

1. Н. Шенфельд. Поверхностно-активные вещества на основе оксида этилена. Изд. «Химия», М., 1982 г. – 748 с.
2. J.C. Berg/ An introduction to Interfaces and Colloids. The Bridge to Nanoscience. "World Scientific", New Jersey – London –Singapore, 2010 – 785 p.
3. А. Адамсон. Физическая химия поверхностей. Издательство «Мир», Москва, 1979 – 568 с.
4. А.И. Русанов, В.А. Прохоров. Межфазная тензиометрия. Изд. «Химия». С.-Петербург, 1994 г. – 398 с.
5. А.И. Русанов. Мицеллообразование в растворах поверхностно-активных веществ. Изд. «Химия». С.-Петербург, 1992 г. – 279 с.
6. В.И. Ролдугин. Физико-химия поверхности. Изд. Дом «Интеллект», Долгопрудный, 2006 г. – 565 с.
7. Г. Шрамм. Основы практической реологии и реометрии. Изд-во «КолосС», 2003 – 311 с.

Материально технические условия: специальных нет, занятия проводятся в обычной аудитории с возможностью подключения техники для демонстрации презентаций

9. Язык преподавания – русский

10. Преподаватели: д.х.н., в.н.с. Наталья Михайловна Задымова

Фонды оценочных средств, необходимые для оценки результатов обучения

Образцы оценочных средств для текущего контроля усвоения материала и промежуточной аттестации - экзамена. На экзамене проверяется достижение промежуточных индикаторов компетенций, перечисленных в п.2.

Перечень вопросов к зачету и экзамену:

1. Термодинамические характеристики поверхности чистой жидкости. Поверхностное натяжение.
2. Метод избыточных термодинамических функций поверхностного слоя (по Гиббсу).
3. Поверхностные избытки термодинамических функций: внутренней энергии, свободной энергии Гиббса, Гельмгольца, энтальпии и энтропии. Влияние температуры.
4. Статические методы измерения поверхностного натяжения.
5. Полустатические методы измерения поверхностного натяжения.
6. Динамические методы измерения поверхностного натяжения.
7. Капиллярные явления. Законы капиллярности.
8. Адсорбция. Избыток массы компонентов в поверхностном слое по Гиббсу. Вывод уравнения Гиббса для двухфазной двухкомпонентной системы.
9. Поверхностно-активные и поверхностно-инактивные вещества. Поверхностная активность, способы ее определения.
10. Влияние строения молекул ПАВ на поверхностную активность. Правило Дюкло-Траубе, его теоретическое обоснование.
11. Физический смысл констант уравнения Шишковского.
12. Уравнение Ленгмюра. Адсорбционная активность ПАВ, ее взаимосвязь с поверхностной активностью.
13. Уравнения состояния адсорбционных слоев ПАВ на легкоподвижных границах раздела фаз.
14. Термодинамика адсорбции ПАВ их водных и неполярных сред.
15. Адсорбция ПАВ на границе раздела твердое тело-жидкость.
16. Экспериментальные методы определения удельной поверхности неполярных адсорбентов. Адсорбционные слои мицеллообразующих и немицеллообразующих ПАВ на границе водный раствор/неполярный адсорбент.
17. Адсорбционные слои нерастворимых ПАВ (слои Ленгмюра). Весы Ленгмюра. Поверхностное (двухмерное) давление. Изотермы двухмерного давления. Плёнки Ленгмюра-Блоджет.
18. Термодинамически устойчивые дисперсные системы, их классификация. Критерий Ребиндера-Щукина.
19. Критические эмульсии.
20. Мицеллообразование ПАВ в водных растворах. Термодинамика мицеллообразования. 21. Мицеллообразование ПАВ в неполярных растворителях. Основные закономерности.
22. Явление солюбилизации в мицеллярных растворах ПАВ. Методы исследования.

- Термодинамика солюбилизации.
23. Микроэмульсии.
24. Термодинамически неустойчивые дисперсные системы. Седиментационная и агрегативная устойчивость. Процессы коагуляции, коалесценции и изотермической перегонки в дисперсных системах.
25. Факторы агрегативной устойчивости лиофобных дисперсных систем.
26. Теория ДЛФО.
27. Структурообразование в дисперсных системах.
28. Основы реологии. Реологические свойства дисперсных систем.

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 главных разделов коллоидной химии: поверхностные явления, физико-химия растворов поверхностно-активных веществ (ПАВ), механизмы стабилизации и потери устойчивости дисперсных систем, структурообразование в дисперсных системах и реологические свойства дисперсных систем.	мероприятия текущего контроля успеваемости, устный опрос на экзамене

<p>Уметь: составить развернутый план исследования по заданной теме</p> <p>Уметь: выбрать методы исследования, адекватные поставленной задаче, с учетом имеющихся материальных и временных ресурсов</p> <p>Уметь: сформулировать научную новизну и практическую значимость результатов научных исследований</p> <p>Уметь: оценить достоверность результатов НИР (собственных и представленных в литературе)</p> <p>Уметь: использовать теоретические знания для анализа и объяснения полученных экспериментальных результатов в области физикохимии поверхностно-активных веществ</p>	<p>мероприятия текущего контроля успеваемости, устный опрос на экзамене</p>
<p>Владеть навыками: планирования отдельных стадий НИР в рамках задачи, поставленной специалистом более высокой квалификации</p> <p>Владеть навыками: применения теоретических основ коллоидной химии при решении задач профессиональной деятельности</p>	<p>мероприятия текущего контроля успеваемости, устный опрос на экзамене</p>