

Министерство науки и высшего образования РФ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Б1.О.03.02.07 ФИЗИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

Коллоидная химия

наименование дисциплины (модуля) в соответствии с учебным планом

Направление подготовки / специальность

04.05.01 Фундаментальная и прикладная химия

Направленность (профиль)

04.05.01.32 Аналитическая химия

Форма обучения

очная

Год набора

2022

Красноярск 2022

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Программу составили _____

_____ канд.хим. наук, доцент, Л.Т. Денисова

_____ должность, инициалы, фамилия

1 Цели и задачи изучения дисциплины

1.1 Цель преподавания дисциплины

Цель преподавания дисциплины "Коллоидная химия"- получение обучающимися базовых знаний о поверхностных явлениях и дисперсных системах, которые позволят углубленно изучить сущность многих физико-химических явлений, что даст возможность целенаправленно регулировать многие технологические процессы, в том числе такие, как создание новых материалов с заданными свойствами, совершенствование в экологическом и физико-химическом плане уже существующих технологий; приобретение сведений необходимых для освоения специальных дисциплин, а по окончании обучения в вузе – для грамотной, эффективной работы в сфере профессиональной деятельности.

1.2 Задачи изучения дисциплины

Основной задачей изучения дисциплины является формирование творческого мышления, объединение фундаментальных знаний основных законов коллоидной химии и методов проведения физико-химических исследований, с последующей обработкой и анализом результатов, что даст возможность обучающимся эффективно применять в профессиональной деятельности полученные знания, умения и навыки.

1.3 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Запланированные результаты обучения по дисциплине
ОПК-1: Способен анализировать, интерпретировать и обобщать результаты экспериментальных и расчетно-теоретических работ химической направленности	
ОПК-1.1: Систематизирует и анализирует результаты химических экспериментов, наблюдений, измерений, а также результаты расчетов свойств веществ и материалов	
ОПК-1.2: Предлагает интерпретацию результатов собственных экспериментов и расчетно-теоретических работ с использованием теоретических основ традиционных и новых разделов химии	

ОПК-1.3: Формулирует заключения и выводы по результатам анализа литературных данных, собственных	
экспериментальных и расчетно-теоретических работ химической направленности	
ОПК-2: Способен проводить химический эксперимент с использованием современного оборудования, соблюдая нормы техники безопасности	
ОПК-2.1: Работает с химическими веществами с соблюдением норм техники безопасности	
ОПК-2.2: Использует существующие и разрабатывает новые методики получения и характеристики веществ и материалов для решения задач профессиональной деятельности	
ОПК-2.3: Проводит исследования свойств веществ и материалов с использованием современного научного оборудования	
ОПК-3: Способен применять расчетно-теоретические методы для изучения свойств веществ и процессов с их участием, используя современное программное обеспечение и базы данных профессионального назначения	
ОПК-3.1: Применяет теоретические и полуэмпирические модели при решении задач химической направленности	
ОПК-3.2: Использует стандартное программное обеспечение и специализированные базы данных при решении задач профессиональной деятельности	
ОПК-4: Способен планировать работы химической направленности, обрабатывать и интерпретировать полученные результаты с использованием теоретических знаний и практических навыков решения математических и физических задач	

ОПК-4.1: Использует базовые знания в области математики и физики при планировании работ химической направленности	
ОПК-4.2: Обрабатывает данные с использованием стандартных способов аппроксимации численных характеристик	
ОПК-4.3: Интерпретирует результаты химических наблюдений с использованием физических законов и представлений	
ОПК-5: Способен понимать принципы работы информационных технологий, использовать информационные базы данных и адаптировать существующие программные продукты для решения задач профессиональной деятельности с учетом основных требований информационной безопасности	
ОПК-5.1: Использует современные IT-технологии при сборе, анализе и представлении информации химического профиля, соблюдая нормы и требования информационной безопасности	
ОПК-5.2: Использует стандартные и оригинальные программные продукты, при необходимости адаптируя их для решения задач профессиональной деятельности	
ОПК-5.3: Использует современные вычислительные методы для обработки данных химического эксперимента, моделирования свойств веществ (материалов) и процессов с их участием	
ОПК-6: Способен представлять результаты профессиональной деятельности в устной и письменной форме в соответствии с нормами и правилами, принятыми в профессиональном сообществе	
ОПК-6.1: Представляет результаты работы в виде отчета по стандартной форме на русском языке	

ОПК-6.2: Представляет	
информацию химического содержания с учетом требований библиографической культуры	
ОПК-6.3: Готовит презентацию по теме работы и представляет ее на русском и английском языках	
ОПК-6.4: Представляет результаты работы в виде научной публикации (тезисы доклада, статья, обзор) на русском и английском языке	
УК-8: Способен создавать и поддерживать в повседневной жизни и в профессиональной деятельности безопасные условия жизнедеятельности для сохранения природной среды, обеспечения устойчивого развития общества, в том числе при угрозе и возникновении чрезвычайных ситуаций и военных конфликтов	
УК-8.1: Выявляет вероятные риски, определяет и оценивает опасные и вредные факторы, влияющие на жизнедеятельность при возникновении чрезвычайных ситуаций природного, техногенного и социального происхождения	
УК-8.3: Выявляет факторы вредного влияния производственных процессов и осуществляет действия по минимизации и предотвращению техногенного воздействия на природную среду с целью обеспечения устойчивого развития	

1.4 Особенности реализации дисциплины

Язык реализации дисциплины: Русский.

Дисциплина (модуль) реализуется без применения ЭО и ДОТ.

2. Объем дисциплины (модуля)

Вид учебной работы	Всего, зачетных единиц (акад. час)	е
		1
Контактная работа с преподавателем:	2,5 (90)	
занятия лекционного типа	1 (36)	
лабораторные работы	1,5 (54)	
Самостоятельная работа обучающихся:	0,5 (18)	
курсовое проектирование (КП)	Нет	
курсовая работа (КР)	Нет	
Промежуточная аттестация (Экзамен)	1 (36)	

3 Содержание дисциплины (модуля)

3.1 Разделы дисциплины и виды занятий (тематический план занятий)

№ п/п		Модули, темы (разделы) дисциплины		Контактная работа, ак. час.							
				Занятия лекционного типа		Занятия семинарского типа				Самостоятельная работа, ак. час.	
						Семинары и/или Практические занятия		Лабораторные работы и/или Практикумы			
				Всего	В том числе в ЭИОС	Всего	В том числе в ЭИОС	Всего	В том числе в ЭИОС	Всего	В том числе в ЭИОС
1. Поверхностные явления											
		1. Введение. Основные понятия. Коллоидные частицы и коллоидные системы; коллоидное (дисперсное) состояние вещества. Количественное определение дисперсности: дисперсность и удельная поверхность, кривизна поверхности частиц дисперсной фазы. Роль поверхностных явлений в процессах, протекающих в дисперсных системах. Классификация дисперсных систем. Современное состояние коллоидной химии.		2							
		2. Основные этапы развития коллоидной химии. Современные направления и объекты.								1	

<p>3. Термодинамика поверхностных явлений. Поверхностные силы. Свободная поверхностная энергия. Поверхностное натяжение, силовая и энергетическая трактовки. Обобщенное уравнение первого и второго законов термодинамики для поверхности раздела фаз. Изменение поверхностного натяжения жидкости на границе с собственным паром в зависимости от температуры, критическая температура по Менделееву. Капиллярное давление. Закон Лапласа. Зависимость давления пара от кривизны поверхности жидкости. Закон Томсона. Капиллярное поднятие жидкости, уравнение Жюрена, капиллярная постоянная жидкости.</p>	2							
<p>4. Определение полной поверхностной энергии жидкостей. Содержание работы: Методом максимального давления в пузырьке измеряется давление, при котором происходит отрыв пузырьков газа, выдуваемого в жидкость через капилляр, рассчитывают поверхностное натяжение исследуемой жидкости при нескольких значениях температуры. Полученные значения используют для графического определения температурного коэффициента и для расчета полной поверхностной энергии и теплоты образования единицы площади поверхности. Делают вывод о влиянии температуры на термодинамические параметры поверхностного слоя жидкости.</p>				6				

<p>5. Основные методы измерения поверхностного натяжения жидкостей и поверхностной энергии твердых тел. Подготовка к выполнению и защите лабораторной работы.</p>							2	
<p>6. Капиллярная конденсация. Зависимость растворимости от кривизны поверхности дисперсных частиц (закон Гиббса - Оствальда - Фрейндлиха). Смачивание. Краевой угол. Закон Юнга (силовой и энергетический выводы). Соотношение между работами когезии и адгезии при смачивании. Избирательное смачивание как метод характеристики поверхностей твердых тел (лиофильных и лиофобных). Полное смачивание (термодинамическое условие).</p>	2							
<p>7. Определение смачивания поверхности твердых тел и определение работы адгезии Содержание работы: Методом лежащей капли устанавливают зависимость величины краевого угла смачивания от концентрации ПАВ, построение изотермы смачивания, расчет величин работы адгезии и смачивания, нахождение точки инверсии смачивания.</p>				6				

<p>8. Определение критического натяжения смачивания полимеров Содержание работы: Методом лежащей капли определяют краевые углы смачивания твердой подложки жидкостями с различным поверхностным натяжением. Поверхностное натяжение определяют методом максимального давления в газовом пузырьке. Полученные значения используют для графического определения критического натяжения смачивания полимеров и расчета работы адгезии между полимером и исследуемыми жидкостями.</p>					6			
<p>9. Подготовка к выполнению и защите лабораторной работы.</p>						2		
<p>10. Термодинамика процесса адсорбции. Поверхностно-активные и -инактивные вещества. Уравнение адсорбции Гиббса. Зависимость поверхностного натяжения от концентрации ПАВ. Уравнение Шишковского. Поверхностная активность, ее изменение в гомологических рядах ПАВ. Правило Траубе - Дюкло. Работа адсорбции. Динамический характер адсорбционного равновесия на поверхности раздела раствор ПАВ - газ. Уравнение Лэнгмюра. Теория полимолекулярной адсорбции БЭТ.</p>	2							

<p>11. Изучение взаимосвязи между поверхностным натяжением и адсорбцией Содержание работы: Методом максимального давления в пузырьке получают изотермы поверхностного натяжения По опытным данным методом графического дифференцирования находят поверхностную активность при разных концентрациях растворов ПАВ, по полученным значениям графически определяют гиббсовскую адсорбцию; определяют соотношения поверхностных активностей ПАВ в их гомологическом ряду; рассчитывают толщину адсорбционного слоя и площадь, занимаемой одной молекулой ПАВ в насыщенном адсорбционном слое.</p>					6			
<p>12. Тема для самостоятельного рассмотрения:методы оценки поверхностной активности органических ПАВ.Подготовка к выполнению и защите лабораторной работы</p>						1		
<p>13. Адсорбция ПАВ из растворов на поверхности твердых тел. Правило уравнивания полярностей Ребиндера. Модифицирующее действие ПАВ: гидрофилизация и гидрофобизация твердой поверхности. Управление смачиванием в процессах флотации. Органические поверхностно-активные вещества (ПАВ). Гидрофильно-липофильный баланс молекул ПАВ. Строение монослоев растворимых ПАВ. Двухмерное состояние вещества в поверхностном слое, ориентация молекул в разреженных и в насыщенных слоях. Уравнение состояния монослоя ПАВ.</p>	2							

<p>14. Исследование адсорбции неэлектролитов из бинарных растворов на твердых адсорбентах Содержание работы: изменение состава бинарных растворов неэлектролитов в результате адсорбции на твердом адсорбенте определяют рефрактометрическим способом. Графически определяют мольные доли компонентов. Рассчитывают гиббсовскую адсорбцию компонентов из раствора при контакте его с активированным углем.</p>					6			
<p>15. Влияние адсорбционных слоев ПАВ на смазочное действие и на граничное трение. Классификация ПАВ по молекулярному строению. Высокомолекулярные ПАВ. Классификация ПАВ по механизму их действия. Подготовка к выполнению и защите лабораторной работы. Подготовка к написанию 1 коллоквиума.</p>						1		
<p>16. Электроповерхностные явления в дисперсных системах. Двойной электрический слой (ДЭС). Причины образования ДЭС. Термодинамическое равновесие поверхности раздела фаз с учетом электрической энергии. Модели строения ДЭС (теории Гельмгольца, Гуи - Чепмена, Штерна, Грэма). Изменение потенциала в зависимости от расстояния от поверхности для сильно и слабо заряженных поверхностей; влияние концентрации и заряда ионов электролита.</p>	2							
<p>17. Модель ДЭС Гельмгольца. Сравнение моделей ДЭС.</p>						1		

18. Электрокинетические явления: электрофорез, электроосмос, потенциалы течения и оседания; теория Гельмгольца - Смолуховского. Электрокинетический потенциал; граница скольжения. Методы определения электрокинетического потенциала. Строение мицеллы гидрофобного золя. Влияние концентрации и природы электролита на величину и знак заряда коллоидных частиц. Основы ионного обмена. Лиотропные ряды.	2							
19. Изучение электрокинетических явлений в коллоидной системе на примере электрофореза Содержание работы: Определение электрокинетического потенциала золя методом макроэлектрофореза основано на определении скорости перемещения границы золя под влиянием электрического поля. Рассчитывают ξ -потенциал по данным скорости движения плоскости скольжения. По результатам наблюдений и расчетов делают вывод о величине и знаке ξ -потенциала.					4			
20. Построение формул мицелл гидрофобных золей. Подготовка к выполнению и защите лабораторной работы.							1	
2. Коллоидные (дисперсные) системы								

<p>1. Методы получения лиофобных систем дисперсных систем Роль ПАВ в процессах получения дисперсных систем. Связь работы диспергирования с поверхностной энергией твердых тел. Использование эффекта Ребиндера для уменьшения работы диспергирования. Процессы диспергирования в природе и технике. Конденсационные способы получения дисперсных систем. Образование золей в процессе химических реакций.</p>	2							
<p>2. Способы получения дисперсных систем Содержание работы: Получают золи методом химической конденсации, определяют знак заряда коллоидных частиц в окрашенных золях методом капиллярного анализа. Построение формул мицелл полученных золей.</p>					2			
<p>3. Диспергационные методы получения дисперсных систем (золей, эмульсий, пен, аэрозолей). Подготовка к выполнению и защите лабораторной работы.</p>							1	
<p>4. Термодинамика гомогенного и гетерогенного образования коллоидных частиц при фазовых переходах 1-го рода (теория Гиббса - Фольмера). Работа образования зародышей новой фазы. Образование частиц дисперсной фазы в процессах кристаллизации из растворов, конденсации пересыщенного пара, кипения. Методы регулирования размеров частиц в дисперсных системах. Основные методы очистки золей (диализ и ультрафильтрация).</p>	2							
<p>5. Основные методы очистки золей (диализ и ультрафильтрация).</p>							0,5	

6. Коллоидно - химические свойства высокомолекулярных соединений и их растворов (молекулярные коллоиды) Строение и свойства ВМС, Взаимодействие ВМС с растворителем (ограниченный и неограниченный процесс набухания). Растворы ВМС. Адсорбция ВМС.	2							
7. Изучение ограниченного набухания полимера. Содержание работы: Для исследования кинетики набухания полимеров используется гравиметрический метод. По экспериментальным данным строят кривую набухания, определяют константы набухания. Вычисляют число набухания					6			
8. Применение растворов ВМС. Подготовка к выполнению и защите лабораторной работы.							1	
9. Термодинамика образования лиофильных коллоидных систем; критерий самопроизвольного диспергирования (критерий Ребиндера-Щукина). Мицеллообразование в растворах ПАВ. Критическая концентрация мицеллообразования (ККМ). Эмпирические закономерности изменения ККМ и минимального значения поверхностного натяжения на границе раздела раствор ПАВ - воздух в гомологических рядах ПАВ. Строение прямых и обратных мицелл при различных концентрациях ПАВ.	2							
10. Солюбилизация (коллоидное растворение органических веществ в прямых мицеллах). Относительная солюбилизация, зависимость от температуры и концентрации. Солюбилизация в неводных средах.	1							
11. Методы определения ККМ.							0,5	

<p>12. Эмульсии, пены и аэрозоли Классификация эмульсий, определение степени дисперсности. Эмульгаторы, принципы выбора ПАВ для стабилизации прямых и обратных эмульсий. Эмульсионные пленки; их строение и факторы, влияющие на устойчивость эмульсионных пленок. Обращение фаз в эмульсиях. Твердые эмульгаторы. Строение пен и их классификация. Кратность пен. Пенообразователи, эффективность их влияния и связь с гидрофильно-липофильным балансом используемых ПАВ. Влияние электролитов на пенообразующую способность ПАВ. Пенные пленки, строение, факторы устойчивости. Черные пленки. Классификация аэрозолей по агрегатному состоянию частиц дисперсной фазы. Молекулярно-кинетические свойства аэрозолей (высоко- и грубодисперсных). Электрические свойства аэрозолей, причины возникновения заряда на поверхности частиц. Агрегативная устойчивость аэрозолей. Способы и особенности разрушения аэрозолей. Практическое использование аэрозолей (примеры)</p>	3							
<p>13. Методы получения и практическое использование эмульсий, пен и аэрозолей (примеры).</p>							0,5	
<p>3. Устойчивость дисперсных систем.</p>								

<p>1. Молекулярно-кинетические свойства и методы анализа дисперсных систем Молекулярно-кинетические свойства дисперсных систем. Диффузия в коллоидных системах. Закон Эйнштейна. Рассеяние света малыми частицами (по Рэлею). Оптические свойства дисперсных систем при увеличении размера частиц. Седиментационно-диффузионное равновесие Метод Перрена определения числа Авогадро. Методы дисперсионного анализа. Седиментационный анализ полидисперсных систем. Константа седиментации. Дифференциальная кривая распределения частиц по размерам; интегральная кривая; построение их из данных по кинетике накопления осадка. Нефелометрия. Ультрамикроскопия.</p>	2							
---	---	--	--	--	--	--	--	--

<p>2. Седиментационный анализ суспензии методом непрерывного взвешивания осадка Содержание работы: Седиментационный анализ основан на зависимости линейной скорости осаждения дисперсной фазы от размеров частиц. Зная скорость оседания, находят размер частиц суспензии. С помощью торсионных весов (или цифровых аналитических весов с внешним подвесом) получают седиментационную кривую, измеряя изменение массы частиц суспензии, осевших на чашечку. Обрабатывают седиментационную кривую распределения графическим методом (метод касательных) и аналитическим методом (методом Цюрупы). Получают интегральную и дифференциальную кривые распределения. По этим кривым и расчетным методом определяют основные размеры частиц, степень полидисперсности. Делают выводы о полидисперсности суспензии и качестве методов.</p>					6			
<p>3. Подготовка к выполнению и защите лабораторной работы</p>							1	

<p>4. Агрегативная устойчивость Теория устойчивости гидрофобных золь (теория ДЛФО). Термодинамика тонких пленок. Расклинивающее давление по Дерягину. Молекулярная составляющая расклинивающего давления. Учет молекулярной природы контактирующих фаз, для тонких пленок и сферических частиц. Электростатическая составляющая расклинивающего давления. Зависимость энергии взаимодействия частиц дисперсной фазы от расстояния между ними. Основные факторы, влияющие на агрегативную устойчивость дисперсных систем. Эффективная упругость тонких пленок. Эффект Марангони - Гиббса; причины возникновения.</p>	2							
<p>5. Факторы, влияющие на устойчивость золь.</p>						0,5		
<p>6. Коагуляция золь электролитами. Порог коагуляции; зависимость критической концентрации электролита от размера и заряда коагулирующего иона (правило Шульце - Гарди). Коагуляция сильно и слабо заряженных золь (концентрационная и нейтрализационная коагуляция). Флокуляция, гетерокоагуляция, адагуляция (определения, примеры). Кинетика коагуляции. Теория быстрой коагуляции (Смолуховский); основные положения теории медленной коагуляции. Обратимость процесса коагуляции. Пептизация.</p>	2							

7. Синтез гидрозоля железа, изучение его коагуляции и стабилизации Содержание работы: Синтезируют гидрозоль гидроксида железа конденсационным методом; определяют пороги коагуляции золя электролитами, содержащими одно- и двухзарядные противоионы; определяют защитное число стабилизатора (высокомолекулярного соединения) путем измерения оптической плотности полученных систем. По полученным данным графически находят пороговые объемы электролитов, вызывающие быструю коагуляцию золя, рассчитывают критическую концентрацию коагуляции и защитное число полимера.						6		
8. Стабилизация зольей. Подготовка к выполнению и защите лабораторной работы.							1	
9. Основы физико-химической механики Физико-химические методы регулирования структурно-механических свойств дисперсных систем на различных стадиях их формирования как основная задача коллоидной химии. Коллоидно-химические основы охраны природы.	4							
10. Подготовка к написанию 2 коллоквиума и к экзамену							3	
11.								
Всего	36					54	18	

4 Учебно-методическое обеспечение дисциплины

4.1 Печатные и электронные издания:

1. Щукин Е. Д., Перцов А. В., Амелина Е. А. Коллоидная химия: учебник для ун-тов и хим.-технолог. вузов(М.: Высшая школа).
2. Щукин Е. Д., Перцов А. В., Амелина Е. А. Коллоидная химия: учебник для бакалавров по спец. и напр. "Химия"(Москва: Юрайт).
3. Гельфман М. И., Ковалевич О. В., Юстратов В. П. Коллоидная химия (Санкт-Петербург: Лань).
4. Сумм Б. Д. Основы коллоидной химии: учебное пособие для студентов по специальности и направлению "Химия"(Москва).
5. Шабанова Н. А., Попов В. В., Саркисов П. Д. Химия и технология нанодисперсных оксидов: учебное пособие для вузов(Москва: Академкнига).
6. Фролов Ю. Г. Курс коллоидной химии. Поверхностные явления и дисперсные системы: учебник(Москва: Химия).
7. Фридрихсберг Д. А. Курс коллоидной химии: учебник для вузов(Л.: Химия).
8. Денисова Л. Т., Иртыго Л. А., Денисов В. М. Коллоидная химия: учеб.-метод. пособие [по выполнению лаб. работ](Красноярск: СФУ).

4.2 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение, в том числе отечественного производства (программное обеспечение, на которое университет имеет лицензию, а также свободно распространяемое программное обеспечение):

1. MS Power point
2. MS Internet explorer
3. Adobe Reader
4. Microsoft Office Excel

4.3 Интернет-ресурсы, включая профессиональные базы данных и информационные справочные системы:

1. Электронная химическая энциклопедия – он-лайн.- Режим доступа: <http://www.xumuk.ru/encyklopedia/>.
2. Сайт по применению методов математической статистики и теории вероятностей в аналитической химии для обработки результатов аналитических измерений.- Режим доступа: <http://chemstat.com.ru/>
3. Российский химико-технологический университет им. Д.И. Менделеева, кафедра коллоидной химии. - Режим доступа: <http://colloid.distant.ru/1-test.html>

5 Фонд оценочных средств

Оценочные средства находятся в приложении к рабочим программам дисциплин.

6 Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)

Для проведения лекционных занятий необходимо следующее оборудование:
Технические средства обучения (мультимедийный проектор, интерактивная доска, ПЭВМ).

Для выполнения лабораторных работ необходимо следующее оборудование:
Учебно-лабораторное оборудование общего назначения.

Весы лабораторные XP4002S Mettler Toledo.

Спектрофотометр Specol 1300 AnalytikJena.

Рефрактометр Аббе лабораторный ИРФ-454Б2М.

Прибор Ребиндера.

Цифровой фотоаппарат.

Торсионные весы.