

УТВЕРЖДАЮ

Первый проректор, проректор по  
УР

\_\_\_\_\_ А.Е. Рудин

«29» \_\_\_\_ 06 \_\_\_\_ 2021 года

## Рабочая программа дисциплины

**Б1.О.20**

Коллоидная химия

Учебный план: z20.03.01\_Техносферная безопасность ЗАО №1-3-98.plx

Кафедра: **44** Теоретической и прикладной химии

Направление подготовки:  
(специальность) 20.03.01 Техносферная безопасность

Профиль подготовки: Инженерная защита окружающей среды  
(специализация)

Уровень образования: бакалавриат

Форма обучения: заочная

### План учебного процесса

Семестр (курс для ЗАО)	Контактная работа обучающихся		Сам. работа	Контроль, час.	Трудоёмкость, ЗЕТ	Форма промежуточной аттестации	
	Лекции	Лаб. занятия					
3	УП	12	8	117,75	6,25	4	Экзамен
	РПД	12	8	117,75	6,25	4	
Итого	УП	12	8	117,75	6,25	4	
	РПД	12	8	117,75	6,25	4	

Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки 20.03.01 Техносферная безопасность, утверждённым приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 25.05.2020 г. № 680

Составитель (и):

кандидат химических наук, Доцент

\_\_\_\_\_

Пеганова Наталья  
Владимировна

От кафедры составителя:

Заведующий кафедрой теоретической и прикладной химии

\_\_\_\_\_

Новоселов Николай  
Петрович

От выпускающей кафедры:

Заведующий кафедрой

\_\_\_\_\_

Бусыгин Николай  
Юрьевич

Методический отдел:

\_\_\_\_\_

## 1 ВВЕДЕНИЕ К РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЕ ДИСЦИПЛИНЫ

**1.1 Цель дисциплины:** Сформировать компетенции обучающегося в области физико-химических процессов на межфазных поверхностях, важнейших коллоидно-химических закономерностей и теорий, лежащих в основе техносферной безопасности для инженерной защиты окружающей среды.

### 1.2 Задачи дисциплины:

- раскрыть роль поверхностных явлений и коллоидно-химических закономерностей в области создания средств обеспечения безопасности и защиты человека от техногенных и антропогенных воздействий;
- показать теоретические и практические возможности коллоидной химии при выборе известных методов защиты человека и среды обитания и ликвидации чрезвычайных ситуаций применительно к конкретным условиям;
- показать универсальность подхода "гетерогенно-дисперсного состояния вещества" и возможностей коллоидной химии для разработки прогрессивных технологических процессов и развития техники и технологии защиты человека и природной среды от опасностей техногенного и природного характера.

### 1.3 Требования к предварительной подготовке обучающегося:

Предварительная подготовка предполагает создание основы для формирования компетенций, указанных в п. 2, при изучении дисциплин:

- Общая и неорганическая химия
- Математика
- Информационные технологии
- Экология
- Физика
- Метрология и стандартизация
- Аналитическая химия и физико-химические методы анализа

## 2 КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

<b>ОПК-1: Способен учитывать современные тенденции развития техники и технологий в области техносферной безопасности, измерительной и вычислительной техники, информационных технологий при решении типовых задач в области профессиональной деятельности, связанной с защитой окружающей среды и обеспечением безопасности человека;</b>
<b>Знать:</b> основные понятия и определения коллоидной химии, признаки объектов коллоидной химии, важнейшие для дисперсных систем поверхностные явления
<b>Уметь:</b> выполнять расчеты основных характеристик дисперсных систем, использовать основные соотношения термодинамики для характеристики степени устойчивости дисперсной системы
<b>Владеть:</b> методами синтеза дисперсных систем и оценки их устойчивости, проведения дисперсного анализа и анализа поверхностных процессов

## 3 РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Наименование и содержание разделов, тем и учебных занятий	Семестр (курс для ЗАО)	Контактная работа		СР (часы)	Инновац. формы занятий
		Лек. (часы)	Лаб. (часы)		
Раздел 1. Коллоидная химия - наука о поверхностных явлениях и дисперсных системах.	3				
Тема 1. Общая характеристика, классификация и получение дисперсных систем. Предмет и задачи коллоидной химии. Краткий исторический обзор развития коллоидной химии. Основные количественные характеристики дисперсности. Коллоидное состояние вещества. Классификация дисперсных систем. Различные типы классификации дисперсных систем. Особенности свойств наноразмерных систем. Лиофильные и лиофобные системы; сходство и различия между ними и растворами и дисперсиями высокомолекулярных соединений. Диспергационные и конденсационные методы получения дисперсных систем.		1		9,75	ИЛ

<p>Тема 2. Оптические методы исследования дисперсных систем          Рассеяние и поляризация света в коллоидных системах. Закон Релея и условия его применимости. Поглощение света в дисперсных системах. Применение закона Ламберта – Беера к мутным средам. Нерелеевское рассеяние и поглощение света непроводящими и проводящими частицами. Окраска коллоидных систем; окрашенные коллоиды в природе и технике. Двойное лучепреломление в коллоидных системах. Нефелометрия и турбидиметрия. Ультрамикроскопия. Применение электронной микроскопии и рентгеновских методов к исследованию коллоидных систем          Лабораторная работа: Фотонепелометрия (возможно в виде решения задач и/или виртуальной работы)</p>		1	1	9	АС
--	--	---	---	---	----

<p>Тема 3. Поверхностное натяжение          Граница раздела фаз, ее силовое поле. Удельная поверхностная энергия как характеристика этого поля; молекулярное давление. Определения поверхностного натяжения. Факторы, влияющие на поверхностное натяжение жидкостей: химическая природа вещества, температура, кривизна поверхности и др. Межфазное натяжение на границе раздела двух жидкостей; правило Антонова.          Лабораторная работа: Измерение поверхностного натяжения жидкости методом максимального давления в пузырьке (возможно в виде виртуальной работы).</p>		1	1	9	
--	--	---	---	---	--

<p>Тема 4. Адсорбция на жидкой поверхности. Адсорбция как самопроизвольное концентрирование на границе раздела фаз компонентов, понижающих поверхностное натяжение. Адсорбционное уравнение Гиббса. Поверхностно-активные и поверхностно-инактивные вещества на разных межфазных границах. Органические поверхностно-активные вещества (ПАВ) с дифильными молекулами; их классификация по молекулярному строению (анионные, катионные, амфолитные, неионогенные, низко- и высокомолекулярные) и по механизму действия (смачиватели, диспергаторы, стабилизаторы, моющие вещества). Представление о гидрофильно-олеофильном балансе молекул ПАВ. Зависимость поверхностного натяжения от концентрации раствора ПАВ. Уравнение Шишковского. Поверхностная активность и ее изменение в гомологических рядах. Работа адсорбции. Теоретическое обоснование правила Дюкло-Траубе. Уравнение Ленгмюра, его связь с уравнениями Гиббса и Шишковского. Лабораторная работа: Расчеты адсорбционных характеристик по изотерме поверхностного натяжения.</p>		1	1,5	12	Т
<p>Тема 5. Адсорбция газов на твердой поверхности. Понятие о физической адсорбции и хемосорбции. Локализованная адсорбция газов на твердой поверхности по теории Ленгмюра. Потенциальная теория полимолекулярной адсорбции Поляни. Теория БЭТ. Определение удельной поверхности адсорбентов. Особенности адсорбции молекул и ионов из растворов на твердой поверхности. Правило уравнивания полярностей Ребиндера. Модифицирующее действие ПАВ: гидрофилизация и гидрофобизация поверхностей.</p>		1		11	НИ
<p>Раздел 2. Устойчивость дисперсных систем</p>					

<p>Тема 6. Двойной электрический слой. Причины образования и строение двойного электрического слоя (ДЭС) на границе раздела фаз. Модели строения ДЭС (теория Штерна). Электрокинетический потенциал. Строение мицеллы гидрофобного золя. Влияние индифферентных и неиндифферентных электролитов, концентрации на электрокинетический потенциал. Перезарядка поверхности. Изоэлектрическое состояние в дисперсных системах. Основы ионного обмена; роль обменной адсорбции в почвоведении, при химических способах водоочистки. Электрокинетические явления: электрофорез, электроосмос, потенциалы протекания и седиментации. Методы изучения электрокинетических явлений и измерения электрокинетического потенциала. Уравнение Гельмгольца – Смолуховского. Практическое приложение электрокинетических явлений: осушение грунтов, электрофоретическое осаждение, использование электрохимически активных диафрагм.</p> <p>Лабораторная работа: Обессоление воды методом ионного обмена. Интерактивная лабораторная работа: Электрокинетические явления.</p>		1	1	9	ИЛ
<p>Тема 7. Молекулярно-кинетические свойства дисперсных систем. Универсальность молекулярно-кинетических свойств растворов и дисперсных систем. Теория броуновского движения по Эйнштейну-Смолуховскому, экспериментальная проверка теории Перреном, Сведбергом. Диффузия в коллоидных системах. Уравнение Эйнштейна. Осмотическое давление. Обратный осмос. Осмотические свойства дисперсных систем. Седиментация в дисперсных системах: в гравитационном и центробежном полях. Устройство ультрацентрифуги. Седиментационный анализ суспензий. Уравнение Сведберга-Одена. Седиментационно-диффузионное равновесие коллоидных частиц. Экспериментальное определение числа Авогадро. Научно-философское значение исследований молекулярно-кинетических свойств дисперсных систем.</p> <p>Интерактивная лабораторная работа: Седиментационный анализ</p>		1	1	12	ГД

<p>Тема 8. Агрегативная и седиментационная устойчивость дисперсных систем. Факторы, обеспечивающие седиментационную устойчивость. Роль теплового движения. Нарушение агрегативной устойчивости вследствие протекания самопроизвольных процессов коагуляции, коалесценции, изотермической перегонки. Факторы агрегативной устойчивости лиофобных дисперсных систем. Расклинивающее давление по Дерягину. Структурно-механический барьер по Ребиндеру как фактор сильной стабилизации. Эффект Марангони – Гиббса (эффективная упругость адсорбционных слоев) как фактор стабилизации пленок, пен и эмульсий). Стабилизирующее действие двойных диффузных слоев ионов. Коагуляция гидрофобных зольей электролитами. Концентрационная и нейтрализационная коагуляция. Порог коагуляции; правила электролитной коагуляции (правило Шульце-Гарди). Критерий Эйлера-Корфа. Зоны устойчивости при перезарядке коллоидных частиц. Основы теории устойчивости лиофобных зольей (теория ДЛФО). Быстрая и медленная коагуляция. Пептизация. Коагуляция смесью электролитов. Взаимная коагуляция зольей. Коллоидная защита. Сенсibilизация. Гетерокоагуляция, адагуляция. Флокуляция зольей полиэлектролитами. Устойчивость и коагуляция зольей и суспензий в технологических процессах и в природе.</p> <p>Лабораторная работа (одна по выбору преподавателя): либо "Взаимная коагуляция зольей", либо "Неправильные ряды", либо "Получение и коагуляция дисперсных систем".</p>	1	1	14	РИ
Раздел 3. Микрогетерогенные системы				

<p>Тема 9. Эмульсии, пены, аэрозоли  Эмульсии. Классификация эмульсий. Методы получения эмульсий. Основные характеристики эмульсий. Агрегативная устойчивость эмульсий. Типы эмульгаторов и принципы их выбора. Способы разрушения эмульсий. Практическое применение эмульсий. Пены. Аэрозоли. Классификация пен. Методы получения пен. Основные характеристики пен. Устойчивость пен. Методы разрушения пен. Практическое применение пен. Классификация аэрозолей. Методы получения аэрозолей. Общая характеристика аэрозолей. Методы разрушения аэрозолей. Физико- химические основы диспергирования веществ при помощи аэрозольных баллонов. Практическое применение аэрозолей. Индивидуальные и групповые презентации</p>		1		6	
<p>Тема 10. Мицеллярные растворы ПАВ  Поверхностно-активные вещества (ПАВ) и высокомолекулярные вещества (ВМС), способные образовывать лиофильные коллоидные системы. Мицеллообразование в растворах ПАВ. Термодинамика мицеллообразования.  Самоорганизация молекул ПАВ с образованием частиц наноразмерной псевдофазы. Строение мицелл ПАВ. Критическая концентрация мицеллообразования. Температура Крафта. Растворы коллоидных ПАВ как ультрамикрорегетерогенные системы с фазовым разделением на микроуровне. Солюбилизация в растворах мицеллообразующих ПАВ. Области применения мицеллярных растворов ПАВ.   Лабораторная работа: Определение степени набухания ВМС</p>		1	1	6	ИЛ



<p>Тема 11. Основы физико-химической механики</p> <p>Структурообразование. Понятие о физико-химической механике и ее основных задачах. Структурообразование в дисперсных системах; типы дисперсных структур. Природа контактов между элементами структуры; прочность дисперсной структуры. Образование и свойства гелей. Коагуляционные структуры; явление тиксотропии. Кристаллизационные структуры.</p> <p>Основы реологии. Реологические модели: упругость, вязкость, пластичность. Описание реологического поведения дисперсных систем на основе моделей Максвелла, Кельвина, Бингама, Шведова. Полные реологические кривые свободнодисперсной системы с анизометричными частицами и связнодисперсной системы с коагуляционными контактами между частицами.</p> <p>Индивидуальные и групповые презентации.</p> <p>Лабораторная работа: Вискозиметрия (возможно в виде виртуальной работы)</p>		1	0,5	12	
<p>Тема 12. Коллоидно-химические основы техносферной безопасности.</p> <p>Зеленая химия и ее основные принципы. Химия окружающей среды. Роль коллоидной химии в охране окружающей среды. Характеристика основных механических, химических и микробиологических загрязнителей воды. Спонтанное и принудительное разрушение дисперсий. Методы очистки природных и сточных вод, основанные на изменении агрегативной и седиментационной устойчивости дисперсных систем. Коагуляция и флокуляция. Механические методы разрушения дисперсий. Микрофлотация и фильтрование. Обратный осмос, ультрафильтрация и микрофильтрация. Динамические мембраны. Методы обеззараживания воды. Использование адсорбции и ионного обмена. Комплексные способы очистки воды, включающие микробиологическую очистку, гетерокоагуляцию и т.д. Методы разрушения и улавливания аэрозолей. Борьба с загрязнением атмосферы.</p>		1		8	РИ
Итого в семестре (на курсе для ЗАО)		12	8	117,75	
Консультации и промежуточная аттестация (Экзамен)		2,5		3,75	
<b>Всего контактная работа и СР по дисциплине</b>		22,5		121,5	

#### 4 КУРСОВОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ

Курсовое проектирование учебным планом не предусмотрено

## 5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

### 5.1 Описание показателей, критериев и системы оценивания результатов обучения

#### 5.1.1 Показатели оценивания

Код компетенции	Показатели оценивания результатов обучения	Наименование оценочного средства
ОПК-1	<p>1. Формулирует основные понятия коллоидной химии, межфазной поверхности в коллоидной химии; называет основные признаки объектов коллоидной химии, приводит примеры дисперсных систем и поверхностных явлений.</p> <p>2. Рассчитывает основные характеристики дисперсных систем; объясняет связь химической природы фаз и поверхностного натяжения; аргументирует вклад поверхностных свойств и явлений в формирование индивидуальных свойств коллоидных систем.</p> <p>3. Анализирует свойства дисперсных систем, определяет тип дисперсной системы, и прогнозирует на основе расчетов возможные коллоидно-химические процессы.</p>	<p>Вопросы для устного собеседования</p> <p>Практико-ориентированные задания</p>

#### 5.1.2 Система и критерии оценивания

Шкала оценивания	Критерии оценивания сформированности компетенций	
	Устное собеседование	Письменная работа
5 (отлично)	<p>Полный, исчерпывающий ответ, явно демонстрирующий глубокое понимание предмета и широкую эрудицию в оцениваемой области. Критический, оригинальный подход к материалу.</p> <p>В логическом рассуждении практико-ориентированной задачи и решении нет ошибок, задача решена рациональным способом, заканчивается логическим смысловым выводом.</p>	
4 (хорошо)	<p>Ответ полный, основанный на проработке всех обязательных источников информации. Подход к материалу ответственный, но стандартный. В логическом рассуждении практико-ориентированной задачи и решении нет существенных ошибок, но задача решена нерациональным способом, или допущено не более двух несущественных ошибок.</p> <p>ИЛИ</p> <p>Ответ стандартный, в целом качественный, основан на всех обязательных источниках информации. Присутствуют небольшие пробелы в знаниях или несущественные ошибки. Практико-ориентированная задача выполнена в соответствии с заданием. Имеются отдельные несущественные ошибки в расчетах или отступления от правил оформления.</p>	
3 (удовлетворительно)	<p>Ответ воспроизводит в основном только лекционные материалы, без самостоятельной работы с рекомендованной литературой. Демонстрирует понимание предмета в целом, без углубления в детали. Присутствуют существенные ошибки или пробелы в знаниях по некоторым темам. Практико-ориентированная задача выполнена не менее чем наполовину, допущена одна</p>	

	<p>существенная ошибка и при этом две-три несущественные.</p> <p>ИЛИ</p> <p>Ответ неполный, основанный только на лекционных материалах. При понимании сущности предмета в целом – существенные ошибки или пробелы в знаниях сразу по нескольким темам, незнание (путаница) важных терминов. В логическом рассуждении практико-ориентированной задачи нет существенных ошибок, но допущена существенная ошибка в математических расчетах. При этом нарушены правила оформления.</p>	
2 (неудовлетворительно)	<p>Неспособность ответить на вопрос без помощи экзаменатора. Незнание значительной части принципиально важных элементов дисциплины. Многочисленные грубые ошибки. Имеются существенные ошибки в логическом рассуждении и в решении практико-ориентированной задачи. Отсутствует один или несколько обязательных элементов задачи, а также многочисленные грубые ошибки.</p> <p>ИЛИ</p> <p>Непонимание заданного вопроса. Неспособность сформулировать хотя бы отдельные концепции дисциплины. Содержание практико-ориентированной задачи полностью не соответствует заданию или решение отсутствует.</p> <p>ИЛИ</p> <p>Попытка списывания, использования неразрешенных технических устройств или пользования подсказкой другого человека (вне зависимости от успешности такой попытки). Отсутствие ответа на задание.</p>	

## 5.2 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности

### 5.2.1 Перечень контрольных вопросов

№ п/п	Формулировки вопросов
Курс 3	
1	Понятие о дисперсных системах и определение коллоидной химии как науки. Признаки объектов коллоидной химии.
2	Классификация поверхностных явлений.
3	Классификация дисперсных систем.
4	Формирование и характеристика поверхностного слоя. Поверхностные силы и поверхностная энергия.
5	Поверхностное натяжение: термодинамическая и силовая характеристика поверхностного натяжения, единицы измерения. Температурный коэффициент поверхностного натяжения, расчет величины полной (внутренней) энергии поверхностного слоя (уравнение Гиббса – Гельмгольца).
6	Зависимость величины поверхностного натяжения от природы и концентрации растворенного вещества. Уравнение Шишковского изотермы поверхностного натяжения.
7	Адгезионное взаимодействие на границе раздела конденсированных фаз, растекание жидкостей. смачивание, краевой угол смачивания, смачивание реальных тел.
8	Кривизна поверхности. Капиллярное давление. Уравнения Лапласа. Зависимость свойств веществ и материалов и поведения систем от кривизны поверхности.
9	Капиллярные явления. Формула Жюрена.
10	Управление процессами адгезии и смачивания: гидрофилизация и гидрофобизация поверхностей, флотация.
11	Методы определения поверхностного натяжения жидкостей, основанные на законе Лапласа.

12	Адсорбция, виды адсорбции, количественные характеристики и их связь с параметрами системы. Адсорбенты.
13	Фундаментальное адсорбционное уравнение Гиббса, его анализ.
14	Поверхностная активность. Поверхностно-активные и поверхностно-инактивные вещества. Изотермы адсорбции и поверхностного натяжения растворов поверхностно-активных и инактивных веществ.
15	Особенности адсорбции поверхностно-активных веществ на границе раздела фаз. Строение адсорбционных слоев ПАВ. Правило Дюкло-Траубе.
16	Адсорбционные взаимодействия при физической адсорбции. Уравнение Фрейндлиха, его анализ. Закон Генри.
17	Мономолекулярная адсорбция. Уравнение изотермы адсорбции Ленгмюра, нахождение констант уравнения адсорбции Ленгмюра графическим методом.
18	Теории полимолекулярной адсорбции: теория Поляни.
19	Теории полимолекулярной адсорбции: теория БЭТ.
20	Адсорбция газов и паров на пористых телах. Характеристика пористых тел.
21	Теория капиллярной конденсации.
22	Теория объёмного заполнения микропор. Расчет характеристик адсорбционного процесса.
23	Ионообменная адсорбция, её особенности.
24	Иониты: классификация, основные физико-химические характеристики, применение ионитов. Расчет характеристик ионообменного процесса: выбор ионита, расчет количества ионита для извлечения из раствора определённых ионов.
25	Основные принципы и способы получения дисперсных систем.
26	Получение лиофобных и лиофильных дисперсных систем методом диспергирования. Эффект понижения прочности. Критерий Ребиндера–Щукина.
27	Получение коллоидной системы методом физической конденсации. Образование мицеллы. Строение и формула мицеллы.
28	Получение коллоидной системы методом химической конденсации. Образование мицеллы. Строение и формула мицеллы.
29	Двойной электрический слой (ДЭС) на границе раздела фаз. Механизм образования и строение ДЭС.
30	Термодинамический и электрокинетический потенциалы, граница скольжения, толщина двойного электрического слоя (ДЭС) и изменение потенциалов ДЭС.
31	Влияние индифферентных и неиндифферентных электролитов на строение двойного электрического слоя (ДЭС) и величину электрокинетического потенциала. Привести соответствующие графики, иллюстрирующие влияние разнозарядных ионов.
32	Электрокинетические явления: прямые и обратные, причина возникновения. Электрокинетический потенциал, зависимость дзетта-потенциала от различных факторов.
33	Механизм электроосмоса. Скорость движения фаз и электрокинетический потенциал.
34	Механизм электрофореза. Электрофоретическая подвижность и дзетта-потенциал.
35	Использование электрофореза и электроосмоса, потенциала протекания, потенциала оседания для исследования и решении задач техносферной безопасности.
36	Оптические свойства дисперсных систем и методы исследования дисперсных систем, основанные на оптических свойствах.
37	Молекулярно-кинетические свойства дисперсных систем: броуновское движение, осмос, диффузия.
38	Седиментация в дисперсных системах. Седиментационно-диффузионное равновесие. Применение гипсометрического закона к дисперсным системам. Основы седиментационного анализа.
39	Устойчивость лиофобных дисперсных систем. Условия седиментационной и агрегативной устойчивости.
40	Процессы в дисперсных системах, обусловленные термодинамической неустойчивостью: коагуляция, коалесценция, изотермическая перегонка. Кинетика коагуляции. Быстрая и медленная коагуляция.
41	Понятие о расклинивающем давлении. Молекулярные взаимодействия в дисперсных системах, составляющие расклинивающего давления. Факторы агрегативной устойчивости.
42	Коагуляция лиофобных коллоидных систем электролитами.
43	Правила коагуляции электролитами. Коагуляция золью смесями электролитов. Расчет порога коагуляции.
44	Коагуляция электролитами с многозарядным ионом. Правило Шульце-Гарди. Перезарядка поверхности. Определение знака заряда коллоидной частицы по порогам коагуляции.
45	Гетерокоагуляция. Адагуляция. Флокуляция.
46	Основные положения теории ДЛФО. Потенциальные кривые взаимодействия коллоидных частиц. Энергетический барьер и устойчивость коллоидных систем.
47	Влияние электролитов на величину энергетического барьера и коагуляцию. Порог коагуляции и параметры ДЭС. Нейтрализационный и концентрационный механизм коагуляции.
48	Взаимосвязь необратимой и обратимой агрегации частиц с параметрами потенциальных кривых взаимодействия. Ближняя и дальняя агрегация. Тиксотропия.

49	Механизмы коагуляции электролитами с позиций теории ДЛФО.
50	Структурообразование в дисперсных системах. Классификация структур.
51	Образование кристаллизационно-конденсационных и коагуляционных структур с позиций теории ДЛФО. Тиксотропно-обратимые системы.
52	Растворы коллоидных ПАВ. Основные свойства коллоидных поверхностно-активных веществ: растворимость, поверхностная активность, гидрофильно-липофильный баланс (ГЛБ)).
53	Мицеллообразование в растворах коллоидных поверхностно-активных веществ (ПАВ).
54	Критическая концентрация мицеллообразования (ККМ), методы определения ККМ.
55	Практическое значение коллоидных ПАВ (моющее и эмульгирующее действие, солюбилизация в растворах коллоидных ПАВ).
56	Общая характеристика высокомолекулярных веществ (ВМВ). Самопроизвольное растворение полимеров, сольватация полимеров в растворе. Набухание ВМВ как первый этап растворения.
57	Растворы высокомолекулярных веществ (ВМВ) как объекты коллоидной химии. Сравните свойства молекулярных растворов и дисперсных систем с растворами высокомолекулярных систем.
58	Эмульсии. Классификация, определение степени дисперсности. Эмульгаторы, принципы выбора ПАВ для стабилизации прямых и обратных эмульсий.
59	Роль гидрофильно-липофильного баланса молекулы ПАВ в стабилизации эмульсий. Обращение фаз в эмульсиях. Практическое применение эмульсий.
60	Суспензии: характеристика, стабилизация и коагуляция.
61	Пены. Строение пен и их классификация. Кратность пен. Пенообразователи, эффективность их влияния и связь с гидрофильно-липофильным балансом используемых ПАВ. Стабилизация и разрушение пен. Практическое применение пен.
62	Аэрозоли: пыль, дымы, туманы, – образование, эволюция, разрушение. Молекулярно-кинетические и электрические свойства аэрозолей. Агрегативная устойчивость и факторы её определяющие.
63	Реологические свойства дисперсных систем. Основные реологические модели, описывающие механическое поведение систем (упругое, вязкое, пластическое). Параметры, описывающие реологические свойства систем.
64	Реологические свойства неструктурированных разбавленных коллоидных растворов, суспензий. Эффективная объемная доля дисперсной фазы. Уравнения Ньютона и Эйнштейна и причины неподчинения им коллоидных систем.
65	Влияние течения (напряжения, скорости сдвига) на структурное состояние дисперсных систем. Реологические свойства устойчивых концентрированных суспензий. Уравнение Бингама-Шведова, реологические кривые.

### 5.2.2 Типовые тестовые задания

не предусмотрено

### 5.2.3 Типовые практико-ориентированные задания (задачи, кейсы)

Находятся в Приложении к данной РПД.

## 5.3 Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, владений (навыков и (или) практического опыта деятельности)

### 5.3.1 Условия допуска обучающегося к промежуточной аттестации и порядок ликвидации академической задолженности

Проведение промежуточной аттестации регламентировано локальным нормативным актом СПбГУПТД «Положение о проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся»

Выполнение учебного плана лабораторных, расчетных и реферативных заданий для демонстрации системности полученных знаний и практических навыков. Наличие конспекта по дисциплине.

### 5.3.2 Форма проведения промежуточной аттестации по дисциплине

Устная  Письменная  Компьютерное тестирование  Иная

### 5.3.3 Особенности проведения промежуточной аттестации по дисциплине

Возможность пользоваться справочными таблицами, калькулятором. Время на подготовку ответа по билету 60 минут.

После написания ответов на вопросы билета и решения приложенных задач - собеседование по представленному студентом ответу. Оценивается не только умение логически правильно и математически верно решить задачи, но и умение защитить свой способ решения и вывод о физическом смысле расчетного ответа в соответствии с компетенциями.

## 6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 6.1 Учебная литература

Автор	Заглавие	Издательство	Год издания	Ссылка
<b>6.1.1 Основная учебная литература</b>				
Новикова, Е. А., Фролов, Г. А.	Коллоидная химия: поверхностные явления	Москва: Издательский Дом МИСиС	2016	<a href="http://www.iprbookshop.ru/98070.html">http://www.iprbookshop.ru/98070.html</a>
Мушкамбаров Н.Н.	Физическая и коллоидная химия : учебник для медицинских вузов (с задачами и решениями). – 5-е изд., стер.. Учебник	Москва: Флинта	2020	<a href="https://ibooks.ru/reading.php?short=1&amp;productid=372013">https://ibooks.ru/reading.php?short=1&amp;productid=372013</a>
Зайцева Е. И., Гребенников С. Ф., Ибрагимова Р. И.	Коллоидная химия. Дисперсные системы и поверхностные явления	СПб.: СПбГУПТД	2015	<a href="http://publish.sutd.ru/tp_ext_inf_publish.php?id=2722">http://publish.sutd.ru/tp_ext_inf_publish.php?id=2722</a>
<b>6.1.2 Дополнительная учебная литература</b>				
Слюсарь, О. А.	Коллоидная химия полимеров	Белгород: Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, ЭБС АСВ	2017	<a href="http://www.iprbookshop.ru/92260.html">http://www.iprbookshop.ru/92260.html</a>
Ибрагимова Р. И., Гребенников С. Ф., Зайцева Е. И., Холохонова Л. И.	Коллоидная химия. Седиментационный метод анализа дисперсных систем Интерактивная лабораторная работа	СПб.: СПбГУПТД	2018	<a href="http://publish.sutd.ru/tp_ext_inf_publish.php?id=2018221">http://publish.sutd.ru/tp_ext_inf_publish.php?id=2018221</a>
Ларичкина, Н. И., Кадимова, А. В.	Физическая и коллоидная химия. Практикум	Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет	2019	<a href="http://www.iprbookshop.ru/99237.html">http://www.iprbookshop.ru/99237.html</a>
Лосева, М. А., Расщепкина, Н. А., Кудряшов, С. Ю.	Коллоидная химия: поверхностные явления, дисперсные системы, наноматериалы	Самара: Самарский государственный технический университет, ЭБС АСВ	2020	<a href="http://www.iprbookshop.ru/105209.html">http://www.iprbookshop.ru/105209.html</a>
Бондарева, Л. П., Мастюкова, Т. В.	Физическая и коллоидная химия (Теория и практика)	Воронеж: Воронежский государственный университет инженерных технологий	2019	<a href="http://www.iprbookshop.ru/88444.html">http://www.iprbookshop.ru/88444.html</a>
Ларичкина Н.И., Кадимова А.В.	Физическая и коллоидная химия. Практикум: учебное пособие	Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет	2019	<a href="https://ibooks.ru/reading.php?short=1&amp;productid=367845">https://ibooks.ru/reading.php?short=1&amp;productid=367845</a>
Зима, Т. М.	Коллоидная химия. Лабораторный практикум	Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет	2017	<a href="http://www.iprbookshop.ru/91220.html">http://www.iprbookshop.ru/91220.html</a>
Зайцева Е. И., Гребенников С. Ф., Ибрагимова Р. И.	Коллоидная химия. Поверхностные явления в химической технологии	СПб.: СПбГУПТД	2014	<a href="http://publish.sutd.ru/tp_ext_inf_publish.php?id=2068">http://publish.sutd.ru/tp_ext_inf_publish.php?id=2068</a>

### 6.2 Перечень профессиональных баз данных и информационно-справочных систем

Электронная библиотека учебных изданий СПбГУПТД (<http://publish.sutd.ru/>) Интерактивные учебные пособия

ЭБС Юрайт (<https://urait.ru/>) - электронно-библиотечная система

ЭБС АйПиЭрБук (<https://www.iprbookshop.ru/>) - электронно-библиотечная система

ЭБС АйБук (<https://ibooks.ru/>) - электронно-библиотечная система

Электронная библиотека научных публикаций (<https://www.elibrary.ru/>) и РИНЦ

Библиографическая и реферативная база данных Scopus (<https://www.scopus.com/>)

### 6.3 Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения

1С-Битрикс: Внутренний портал учебного заведения

Mathcad Education – University Edition Term

MicrosoftOfficeProfessional

Microsoft Windows

Программная система для обнаружения текстовых заимствований в учебных и научных работах «Антиплагиат.ВУЗ» версии 3.3

MicrosoftOfficeProfessional

Интернет-тренажеры в сфере образования

#### **6.4 Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине**

Лабораторные работы проводятся в специально оборудованном помещении, оборудованном физико-химическим оборудованием и приборами, химическими реактивами, химической посудой.

Аудитория	Оснащение
Лекционная аудитория	Мультимедийное оборудование, специализированная мебель, доска
Компьютерный класс	Мультимедийное оборудование, компьютерная техника с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду
Учебная аудитория	Специализированная мебель, доска

## Приложение

рабочей программы дисциплины Коллоидная химия

наименование дисциплины

по направлению подготовки 20.03.01 — Техносферная безопасностьнаименование ОП (профиля): Инженерная защита окружающей среды

## 5.2.3 Типовые практико-ориентированные задания (задачи, кейсы)

№ п/п	Условия типовых практико-ориентированных заданий (задач, кейсов)														
1	Определить средний диаметр частиц гидрозоля гидроксида железа, если удельная поверхность раздела фаз равна $4,8 \cdot 10^{-4}$ м <sup>2</sup> /кг, плотность частиц равна 1,1 г/см <sup>3</sup> . Определить, к какому типу согласно принятым классификациям относится дисперсная система.														
2	Сколько нужно затратить энергии, чтобы диспергировать $1 \cdot 10^{-5}$ м <sup>3</sup> масла в виде тумана с дисперсностью частиц $1 \cdot 10^5$ м <sup>-1</sup> . Поверхностное натяжение масла $40,5 \cdot 10^{-3}$ Н/м.														
3	Запишите уравнение Шишковского, описывающее изотерму поверхностного натяжения водного раствора ПАВ. Укажите физический смысл констант в этом уравнении. Запишите уравнение адсорбции Ленгмюра. Выведите связь между константами этих уравнений. Как все четыре константы этих двух уравнений зависят от строения молекулы растворенного в воде ПАВ?														
4	Рассчитайте полную поверхностную энергию 10 граммов эмульсии гексана в воде с концентрацией 70% массовых и дисперсностью $D = 1$ мкм <sup>-1</sup> при температуре 298 К. Плотность гексана при этой температуре 0,655 г/см <sup>3</sup> , поверхностное натяжение 18,41 мДж/м <sup>2</sup> , температурный коэффициент поверхностного натяжения гексана $d\sigma/dT = -0,104$ мДж/(м <sup>2</sup> К).														
5	Теплота смачивания угля водой равна 24,685 кДж/кг, а бензолом 66,946 кДж/кг. Является ли данная поверхность гидрофильной?														
6	Для сероуглерода и гептиловой кислоты определены значения работы когезии: ( $W_k$ равны соответственно 0,0628 и 0,0556 Дж/м <sup>2</sup> ), и работы адгезии ( $W_a$ равны 0,0558 и 0,0948 Дж/м <sup>2</sup> ). Какое из них будет растекаться по воде?														
7	По изотерме БЭТ адсорбции азота при 77 К рассчитайте удельную поверхность адсорбента, если площадь, занимаемая одной молекулой азота, $S_0 = 0,162$ нм <sup>2</sup> <table border="1" data-bbox="277 1137 1476 1290"> <tbody> <tr> <td>p/p<sub>s</sub></td> <td>0,02</td> <td>0,04</td> <td>0,08</td> <td>0,14</td> <td>0,16</td> <td>0,18</td> </tr> <tr> <td>A, моль/кг</td> <td>1,86</td> <td>2,31</td> <td>2,72</td> <td>3,07</td> <td>3,12</td> <td>3,23</td> </tr> </tbody> </table>	p/p <sub>s</sub>	0,02	0,04	0,08	0,14	0,16	0,18	A, моль/кг	1,86	2,31	2,72	3,07	3,12	3,23
p/p <sub>s</sub>	0,02	0,04	0,08	0,14	0,16	0,18									
A, моль/кг	1,86	2,31	2,72	3,07	3,12	3,23									
8	Вычислите поверхностное натяжение анилина при 292 К, если методом наибольшего давления в пузырьке газа получены следующие данные: давление в пузырьке при проскакивании его в воду составляет $11,82 \cdot 10^2$ Н/м <sup>2</sup> , а в раствор анилина равно $7,12 \cdot 10^2$ Н/м <sup>2</sup> . Поверхностное натяжение воды $72,55 \cdot 10^{-3}$ Н/м.														
9	В спиртовой раствор (вода – полярная жидкость, спирт – ПАВ) бросили несколько горошков активированного угля (неполярное вещество) и силикагеля (высушенная кремниевая кислота – полярная по своему строению). Что будет в первую очередь адсорбироваться на угле: спиртовые молекулы или молекулы воды? А на силикагеле?														
10	Напишите формулу мицеллы лиозоля BaSO <sub>4</sub> , если стабилизатором является BaCl <sub>2</sub> . Какой электролит является наиболее эффективным коагулянтом для полученного золя? а) KCl; б) Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> ; в) CaCl <sub>2</sub> ; г) Al <sub>2</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub> ; д) Na <sub>3</sub> PO <sub>4</sub> .														
11	Под каким давлением должен продавливаться раствор хлорида калия через керамическую мембрану, чтобы потенциал течения был равен $4 \cdot 10^{-3}$ В? Электрокинетический потенциал равен 30 мВ, удельная электрическая проводимость среды $\kappa = 1,3 \cdot 10^{-2}$ Ом <sup>-1</sup> м <sup>-1</sup> . Диэлектрическая проницаемость $\epsilon = 81$ , вязкость среды $\eta = 1 \cdot 10^{-3}$ Н·с/м <sup>2</sup> .														
12	Чтобы вызвать коагуляцию 10,0 мл гидрозоля Fe(OH) <sub>3</sub> , полученного гидролизом хлорида железа (III), прилили растворы следующих электролитов <table border="1" data-bbox="571 1881 1181 1973"> <tbody> <tr> <td>Электролит</td> <td>KCl</td> <td>Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub></td> <td>Na<sub>3</sub>PO<sub>4</sub></td> </tr> <tr> <td>V, мл</td> <td>8,0</td> <td>12,0</td> <td>1,0</td> </tr> <tr> <td>C, моль/л</td> <td>1,0</td> <td>0,01</td> <td>0,01</td> </tr> </tbody> </table> <p>Рассчитайте пороги коагуляции, определите знак заряда коллоидной частицы и напишите формулу мицеллы, если стабилизатором является электролит Fe(Cl)<sub>3</sub>.</p>	Электролит	KCl	Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	Na <sub>3</sub> PO <sub>4</sub>	V, мл	8,0	12,0	1,0	C, моль/л	1,0	0,01	0,01		
Электролит	KCl	Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	Na <sub>3</sub> PO <sub>4</sub>												
V, мл	8,0	12,0	1,0												
C, моль/л	1,0	0,01	0,01												