

Минобрнауки России
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИНЖЕНЕРНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ»

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной работе

Василенко В.Н.
(подпись) (Ф.И.О.)

"25" мая 2023 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
ДИСЦИПЛИНЫ

ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ ГЛАВЫ ФИЗИЧЕСКОЙ И КОЛЛОИДНОЙ ХИМИИ

Специальность

18.05.02 Химическая технология материалов
современной энергетики

специализация

"Технология теплоносителей и радиозэкология ядерных
энергетических установок"

Квалификация выпускника

Инженер

Разработчик _____ Бондарева Л.П. _____
(подпись) (дата) (Ф.И.О.)

СОГЛАСОВАНО:

Заведующий кафедрой неорганической химии и химической технологии
(наименование кафедры, являющейся ответственной за данное направление подготовки, профиль)

_____ проф. Нифталиев С. И. _____
(подпись) (дата) (Ф.И.О.)

1. Цели и задачи дисциплины

Целью освоения дисциплины является формирование компетенций обучающегося в области профессиональной деятельности и сфере профессиональной деятельности:

26 Химическое, химико-технологическое производство (в сферах: химической технологии материалов ядерного топливного цикла; химической технологии разделения и применения изотопов; химической технологии теплоносителей и радиозекологии ядерных энергетических установок; радиационной химии и радиационного материаловедения; ядерной и радиационной безопасности на объектах использования ядерной энергии; химической технологии наноматериалов в области ядерной энергетики; химической технологии редких и редкоземельных металлов, химической технологии радиофармпрепаратов)

Дисциплина направлена на решение задач профессиональной деятельности следующего типа: *технологический; организационно-управленческий; проектный; научно-исследовательский.*

Программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по специальности 18.05.02 Химическая технология материалов современной энергетики.

2. Перечень планируемых результатов обучения, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

№ п/п	Код компетенции	Формулировка компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции
1	ОПК-1	Способен использовать математические, естественнонаучные и инженерные знания для решения задач своей профессиональной деятельности	ИД1 _{ОПК-1} – Демонстрирует знание основ математики, физики, химии, химической технологии, применяет физико-математический аппарат при решении задач профессиональной деятельности
			ИД2 _{ОПК-1} – Способен применять естественнонаучные и общеинженерные знания, методы теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности
			ИД3 _{ОПК-1} – Анализирует стандартные задачи в профессиональной деятельности с применением естественнонаучных и общеинженерных знаний

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения (показатели оценивания)
ИД1 _{ОПК-1} – Демонстрирует знание основ математики, физики, химии, химической технологии, применяет физико-математический аппарат при решении задач профессиональной деятельности	Знает: основные понятия и законы электрохимии и коллоидной химии, необходимые для решения задач профессиональной деятельности
	Умеет: определять порядки термодинамических и кинетических характеристик электрохимических реакций и процессов в дисперсных системах
	Владеет: основами описания характеристик химических процессов, необходимых для решения задач профессиональной
ИД2 _{ОПК-1} – Способен применять естественнонаучные и общеинженерные знания, методы теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности	Знает: основные методы экспериментального исследования дисперсных систем, необходимые для решения задач профессиональной деятельности
	Умеет: проводить расчеты с использованием основных законов и уравнений электрохимии и коллоидной химии

	Владеет: основами интерпретирования полученных расчетных и экспериментальных данных, необходимыми в профессиональной деятельности
ИДЗ _{ОПК-1} – Анализирует стандартные задачи в профессиональной деятельности с применением естественнонаучных и общеинженерных знаний	Знает: особенности представления результатов исследования в форме отчетов о проведенном химическом эксперименте
	Умеет: анализировать полученные экспериментальные и расчетные результаты стандартных задач коллоидной химии
	Владеет: основными навыками интерпретирования полученных результатов на основе приобретенных теоретических знаний по электрохимии и коллоидной химии

3. Место дисциплины в структуре образовательной программы ВО

Дисциплина относится к обязательной части «Дисциплины(модули)» Блока 1 ОП, Модуль «Химия». Дисциплина является обязательной к изучению.

Изучение дисциплины основано на знаниях, умениях и навыках, полученных при изучении обучающимися дисциплин *Неорганическая химия, Математика, Физика, Общая химическая технология, Аналитическая химия, Физико-химические методы анализа, Органическая химия, Физическая и коллоидная химия.*

Дисциплина является предшествующей для изучения Процессы и аппараты химических производств, Системы управления химико-технологическими процессами и последующих практик.

4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет **6** зачетных единиц.

Виды учебной работы	Всего часов	Семестр
		6
Общая трудоемкость дисциплины (модуля)	216	216
Контактная работа, в т.ч. аудиторные занятия:	76	76
Лекции	36	36
Лабораторные работы (ЛР)	36	36
<i>в том числе в форме практической подготовки</i>	12	12
Консультации текущие	1,8	1,8
Проведение консультаций перед экзаменом	2	2
Виды аттестации (экзамен)	0,2	0,2
Самостоятельная работа:	106,2	106,2
Проработка материалов по конспекту лекций (собеседование, тестирование, решение кейс-заданий, задач), в том числе подготовка к коллоквиумам	11	11
Проработка материалов по учебнику (собеседование, тестирование, решение кейс-заданий, задач), в том числе подготовка к коллоквиумам	72,2	72,2
Выполнение расчетов для РПР и оформление отчета	6,5	6,5
Оформление отчета по лабораторной и практической работе	16,5	16,5
Подготовка к экзамену (контроль)	33,8	33,8

5 Содержание дисциплины, структурированное по разделам с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

5.1 Содержание разделов дисциплины

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела	Трудоемкость раздела, часы
1	Равновесные и неравновесные явления в растворах электролитов	Развитие представлений о строении растворов электролитов. Неравновесные явления в растворах электролитов.	32
2	Термодинамика электрохимических цепей	Условия электрохимического равновесия на границах раздела фаз и в электрохимической цепи. Определение коэффициентов активности и чисел переноса на основе измерений ЭДС. Двойной электрический слой и его роль в кинетике электродных процессов. Методы изучения двойного электрического слоя. Модельные представления о структуре двойного слоя.	28
3	Термодинамика поверхностных явлений. Адсорбция.	Предмет коллоидной химии. Признаки объектов коллоидной химии. Способы получения дисперсных систем. Виды дисперсных систем и их классификация. Поверхностная энергия и поверхностное натяжение. Факторы, влияющие на поверхностное натяжение. Явления, обусловленные кривизной поверхности. Молекулярная адсорбция из растворов. Связь между адсорбцией и поверхностным натяжением. Уравнение адсорбции Гиббса. Теория мономолекулярной адсорбции Ленгмюра. Строение адсорбционных слоев ПАВ. Использование поверхностных пленок. Смачивание. Адгезия. Связь между смачиванием и адгезией.	36,2
4	Электрические свойства дисперсных систем.	Причины возникновения электрического заряда на дисперсных частицах. Строение ДЭС. Электрокинетические явления и электрокинетический потенциал. Влияние различных факторов на величину электрокинетического потенциала. Электроосмос. Электрофорез. Потенциал течения. Потенциал оседания. Практическое значение электрокинетических явлений.	30
5	Устойчивость и коагуляция дисперсных систем.	Агрегативная и седиментационная устойчивость дисперсных систем. Термодинамические и кинетические факторы агрегативной устойчивости. Теория устойчивости гидрофобных золей ДЛФО. Коагуляция лиофобных золей электролитами. Кинетика коагуляции. Влияние различных факторов на устойчивость дисперсных систем.	26
6	Основные свойства дисперсных систем	Лиофильные и лиофобные дисперсные системы. Мицеллообразование как явление самопроизвольного образования термодинамически равновесной лиофильной дисперсной системы. Влияние различных факторов на ККМ. Свойства растворов ВМС. Кинетика набухания ВМС. Оптические, молекулярно-кинетические и реологические свойства дисперсных систем.	26

5.2 Разделы дисциплины и виды занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Лекции, час	ЛР, час	СРО, час
1.	Равновесные и неравновесные явления в растворах электролитов	6	8	18
2.	Термодинамика электрохимических цепей	8	4	16
3.	Термодинамика поверхностных явлений. Адсорбция.	8	8	20,2
4.	Электрические свойства дисперсных систем.	4	8	18
5.	Устойчивость и коагуляция дисперсных систем.	4	4	18
6	Основные свойства дисперсных систем	6	4	16

5.2.1 Лекции

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тематика лекционных занятий	Трудоемкость, час
1	Равновесные и неравновесные явления в растворах электролитов	<p>Основные положения теории Аррениуса. Недостатки этой теории. Соотношение между энергией кристаллической решетки и энергией сольватации ионов в рамках модели Борна. Ион-дипольное взаимодействие как основное условие устойчивости растворов электролитов. Понятия средней активности и среднего коэффициента активности; их связь с активностью и коэффициентом активности отдельных ионов.</p> <p>Основные допущения теории Дебая - Гюккеля. Потенциал ионной атмосферы. Уравнения для коэффициента активности в первом, втором и третьем приближении теории Дебая - Гюккеля. Современные представления о растворах электролитов.</p> <p>Неравновесные явления в растворах электролитов. Удельная и эквивалентная электропроводность. Числа переноса и методы их определения. Подвижности ионов и закон Кольрауша. Зависимость подвижности ионов от их природы, от природы растворителя, от температуры и концентрации раствора.</p>	6
2	Термодинамика электрохимических цепей	<p>Условия электрохимического равновесия на границах раздела фаз и в электрохимической цепи. Уравнения Нернста и Гиббса - Гельмгольца для равновесной электрохимической цепи. Понятие электродного потенциала.</p> <p>Классификация электродов и электрохимических цепей. Определение коэффициентов активности и чисел переноса на основе измерений ЭДС. Двойной электрический слой и его роль в кинетике электродных процессов.</p> <p>Емкость двойного электрического слоя; причины ее зависимости от потенциала электрода. Адсорбционный метод изучения двойного электрического слоя. Модельные представления о структуре двойного слоя.</p>	8
3	Термодинамика поверхностных явлений. Адсорбция.	<p>Предмет коллоидной химии. Признаки объектов коллоидной химии. Способы получения дисперсных систем. Виды дисперсных систем и их классификация. Термодинамические функции поверхностного слоя. Поверхностное натяжение, свободная удельная поверхностная энергия, влияние различных факторов на поверхностное натяжение. Адсорбция, физическая и химическая. Молекулярная ад-</p>	8

		<p>сорбция. Работа адсорбции. Изотерма поверхностное натяжения, ур Шишковского. Поверх активность и адсорбционный потенциал. Правило дюкло-Траубе.</p> <p>Изотерма адсорбции Гиббса. Теория мономолекулярной адсорбции Ленгмюра. Обобщенное уравнение Гиббса-Ленгмюра. Теория полимолекулярной адсорбции БЭТ. Строение адсорбционных слоев ПАВ. Пленки Ленгмюра–Блоджетт.</p> <p>Особенности адсорбции на твердой поверхности. Адсорбция ионов. Смачивание. Адгезия. Связь между смачиванием и адгезией. Регулирование смачивания с помощью ПАВ.</p>	
4	Электрические свойства дисперсных систем.	<p>Причины возникновения электрического заряда на поверхности частиц дисперсной фазы. Теории строения ДЭС. Электрический (ϕ) и электрокинетический (ζ) потенциалы. Строение мицеллы гидрофобного золя. Влияние различных факторов на величину ϕ и ζ потенциала.</p> <p>Электроосмос. Электрофорез. Потенциал течения. Потенциал оседания. Практическое значение электрокинетических явлений.</p>	4
5	Устойчивость и коагуляция дисперсных систем.	<p>Седиментационная и агрегативная устойчивость дисперсных систем. Термодинамические и кинетические факторы устойчивости. Теория агрегативной устойчивости гидрофобных золь ДЛФО. Анализ потенциальной кривой. Влияние различных факторов на устойчивость дисперсных систем.</p> <p>Коагуляция гидрофобных золь электролитами, этапы коагуляции, порог коагуляции. Правило Шульце – Гарди Кинетика коагуляции. Теория быстрой и медленной коагуляции Смолуховского.</p>	4
6	Основные свойства дисперсных систем	<p>Лиофильные и лиофобные дисперсные системы. Мицеллообразование как явление самопроизвольного образования термодинамически равновесной лиофильной дисперсной системы</p> <p>Свойства коллоидных ПАВ. Способы определения ККМ. Влияние различных факторов на ККМ. Растворы высокомолекулярных соединений (ВМС) как лиофильные дисперсные системы. Свойства растворов ВМС. Взаимодействие ВМС Особенности устойчивости этих систем и их разрушение, термодинамика и кинетика набухания. Факторы, влияющие на процесс набухания.</p> <p>Лиофобные дисперсные системы. Золи, суспензии, гели, пасты, эмульсии, пены, аэрозоли. Оптические, молекулярно-кинетические и реологические свойства дисперсных систем.</p>	6

5.2.2 Практические занятия (не предусмотрены)

5.2.3 Лабораторный практикум

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Наименование лабораторных работ	Трудоемкость, час
1	Равновесные и неравновесные явления в растворах электролитов	Исследование электрической проводимости растворов сильных электролитов	4

2		Исследование электрической проводимости растворов слабых электролитов	4
	Термодинамика электрохимических цепей Строение заряженных границ раздела	Измерение ЭДС электрохимического элемента Даниэля-Якоби	4
3	Термодинамика поверхностных явлений. Адсорбция.	Измерение поверхностного натяжения растворов ПАВ. Определение адсорбции в растворах ПАВ на границе раздела жидкость – газ.	4
		Адсорбция органических кислот из водных растворов на твердом адсорбенте.	4
4	Электрические свойства дисперсных систем.	Определение электрокинетического потенциала коллоидной частицы	4
		Свойства коллоидных ПАВ. Определение критической концентрации мицеллообразования (ККМ).	4
5	Устойчивость и коагуляция дисперсных систем.	Концентрационная и нейтрализационная коагуляция гидрофобных золей.	4
6	Основные свойства дисперсных систем	Получение гидрофобного золя, определение размера его частиц.	4

5.2.4 Самостоятельная работа обучающихся (СРО)

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Вид СРО	Трудоемкость, час
1	Равновесные и неравновесные явления в растворах электролитов	Подготовка к собеседованию (лекции, учебник, лабораторные работы)	2
		Тест (лекции, учебник, лабораторные работы)	8
		Кейс-задания (лекции, учебник, лабораторные работы)	8
2	Термодинамика электрохимических цепей	Подготовка к собеседованию (лекции, учебник, лабораторные работы)	4
		Тест (лекции, учебник, лабораторные работы)	6
		Кейс-задания (лекции, учебник, лабораторные работы)	6
3	Термодинамика поверхностных явлений. Адсорбция.	Подготовка к собеседованию (лекции, учебник, лабораторные работы)	2
		Тест (лекции, учебник, лабораторные работы)	10,2
		Кейс-задания (лекции, учебник, лабораторные работы)	8
4	Электрические свойства дисперсных систем.	Подготовка к собеседованию (лекции, учебник, лабораторные работы)	2
		Тест (лекции, учебник, лабораторные работы)	8
		Кейс-задания (лекции, учебник, лабораторные работы)	8
5	Устойчивость и коагуляция дисперсных систем.	Подготовка к собеседованию (лекции, учебник, лабораторные работы)	2
		Тест (лекции, учебник, лабораторные работы)	8
		Кейс-задания (лекции, учебник, лабораторные работы)	8
6	Основные свойства дисперсных систем	Подготовка к собеседованию (лекции, учебник, лабораторные работы)	1
		Тест (лекции, учебник, лабораторные работы)	7
		Кейс-задания (лекции, учебник, лабораторные работы)	8

6 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

6.1 Основная литература

1. Вишняков, А. В. Физическая химия: учебник для студ. вузов / А. В. Вишняков, Н. Ф. Кизим. - М. : Химия, 2012. - 840 с.
2. Афанасьев, Б. Н. Физическая химия : учебное пособие / Б. Н. Афанасьев, Ю. П. Акулова. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 416 с. — ISBN 978-5-8114-1402-4. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/211037>
3. Фридрихсберг, Д. А. Курс коллоидной химии / Д. А. Фридрихсберг. — 6-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2023. — 412 с. — ISBN 978-5-507-47842-2. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/329105>
4. Гельфман, М. И. Коллоидная химия : учебник / М. И. Гельфман, О. В. Ковалевич, В. П. Юстратов. — 7-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2020. — 336 с. — ISBN 978-5-8114-5699-4. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/145851> .
5. Краткий справочник физико-химических величин [Текст] / под ред. А. А. Равделя, А. М. Пономаревой. – СПб. : Спец. лит-ра, 2009. – 232 с.

6.2 Дополнительная литература

1. Стромберг, А. Г. Физическая химия : учебник для студентов вузов, обуч. по химическим специальностям / А. Г. Стромберг, Д. П. Семченко ; под редакцией А. Г. Стромберга. - 3-е изд., испр. и доп. - Москва : Высш. шк., 1999. - 527 с.
2. Фролов, Ю. Г. Физическая химия: учебное пособие для студ. вузов, обуч. по направлению "Химия" и спец. "Физическая химия" / Ю. Г. Фролов, В. В. Белик ; под ред. Ю. Г. Фролова. - М. : Химия, 1993. - 464 с.
3. Малов, В. А. Коллоидная химия. Поверхностные явления и дисперсные системы. Словарь-справочник : учебное пособие для вузов / В. А. Малов, В. Н. Наумов. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 180 с. — ISBN 978-5-8114-9171-1. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/187772> .
4. Журкин, О. П. Коллоидная химия: иллюстрированный модульный курс лабораторных работ : учебное пособие / О. П. Журкин. — Уфа : УГНТУ, 2019. — 80 с. — ISBN 978-5-7831-1847-0. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/179278>.
5. Волков, В.А. Коллоидная химия. Поверхностные явления и дисперсные системы [Электронный ресурс] : учебник / В.А. Волков. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2015. — 672 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/65045> .

Периодические издания:

Журнал физической химии.

Журнал прикладной химии.

Известия ВУЗов. Химия и химическая технология.

РЖ. Химия и химическая технология

6.3 Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся

Бондарева, Л. П. Физическая и коллоидная химия (Теория и практика) : учебное пособие / Л. П. Бондарева, Т. В. Мастюкова. — Воронеж : ВГУИТ, 2019. — 287 с. — ISBN

6.4 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины

Наименование ресурса сети «Интернет»	Электронный адрес ресурса
«Российское образование» - федеральный портал	https://www.edu.ru/
Научная электронная библиотека	https://elibrary.ru/defaultx.asp
Национальная исследовательская компьютерная сеть России	https://niks.su/
Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам»	http://window.edu.ru/
Электронная библиотека ВГУИТ	http://biblos.vsu.ru/megapro/web
Сайт Министерства науки и высшего образования РФ	https://minobrnauki.gov.ru/
Портал открытого on-line образования	https://npoed.ru/
Электронная информационно-образовательная среда ФГБОУ ВО «ВГУИТ»	https://education.vsu.ru/

6.5 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения, современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем

При изучении дисциплины используется программное обеспечение и информационные справочные системы:

- Электронной информационно-образовательной среде (ЭИОС) университета, в том числе на базе программной платформы «Среда электронного обучения 3KL» <https://education.vsu.ru/>,

- Автоматизированная информационная база «Интернет-тренажеры»

<https://training.i-exam.ru/>,

- Базы данных по химии <https://chemister.ru/Links/database.htm>,

- Отечественные базы данных по химии

<http://www.chem.msu.su/rus/library/rusdbs.html>,

- Базы данных по химии и токсикологии <http://chemister.ru/Links/database.htm>,

- Химия. Базы данных https://elementy.ru/catalog/t39/Khimiya/g29/bazy_dannykh,

- Тестовые задания в Электронной информационно-образовательной среде ВГУИТ <https://education.vsu.ru/>.

- Информационная справочная система. Портал фундаментального химического образования ChemNet. Химическая информационная сеть: Наука, образование, технологии <http://www.chemnet.ru>,

- Справочная система. Сайт о химии. Неорганическая химия.

<https://www.xumuk.ru/nekrasov>.

При освоении дисциплины используется лицензионное и открытое программное обеспечение – ОС Windows, ОС ALT Linux.

7 Материально-техническое обеспечение дисциплины

Учебная аудитория для проведения учебных занятий №450	Наборы демонстрационного оборудования и учебно-наглядных пособий, обеспечивающие тематические иллюстрации, проектор Vivitek DH765Z-UST, экран настенный Digis Space формат 16:9 131" (300x300), рабочая поверхность 165x290 MW, активная инсталляци-
---	--

	онная мониторная акустическая система SAT 62 A G2-6,5", аналого- вый микшер на 6 каналов (LDVIBZ6) (в комплекте с кабелями микро- фонными {LR (M)-TRS, микрофон конденсаторный кардиоидный Shure - CVG18D-B/C на гусиной шее.
Учебная аудитория для проведения учебных занятий №37	Проектор Epson EB-955WH, микшерный пульт с USB-интерфейсом Behringer Xenyx X1204USB, активная акустическая система Behringer B112D Eurolive, акустическая стойка Tempo SPS-280, комплект из 3 микрофонов в кейсе Behringer XM1800S Ultravoice, микрофонная стой- ка Proel RSM180, 15.6" Ноутбук Acer Extensa EX2520G-51P0, веб- камера Logitech ConferenceCam BCC950 (USB), экран с электроприво- дом CLASSIC SOLUTION Classic Lyra (16:9) 308x220.
Учебная аудитория для проведения учебных занятий №437	Модуль «Термический анализ», модуль «Термостат», модуль «Уни- версальный контролер», модуль «Электрохимия», термостат 50к- 2010.05-03, установка колориметрисекая, кондуктометр ТУРЕ-ОК- 102/1, прибор Ребиндера, концентрационный колориметр КФК-2, по- ляриметр-сахариметр СУ-5, рефрактометр, баня водяная.
Учебная аудитория для проведения учебных занятий №441	Аудиовизуальная система лекционных аудиторий (мультимедийный проектор Epson EB-X18, экран ScreenMedia), модуль «Термический анализ», модуль «Термостат», модуль «Универсальный контролер», модуль «Электрохимия», термостат 50к-2010.05-03, установка кало- риметррическая, кондуктометр ТУРЕ-ОК-102/1, прибор Ребиндера, концентрационный колориметр КФК-2, поляриметр-сахариметр СУ-5, рефрактометр, сталагмометр СТ-2, баня водяная, вытяжной шкаф.
Учебная аудитория для проведения учебных занятий №438	Химическая посуда и реактивы, дистиллятор, вытяжной шкаф.

Дополнительно, самостоятельная работа обучающихся, может осуществляться при использовании:

Читальные залы ре- сурсного центра	Компьютеры со свободным доступом в сеть Интернет и Электронными библиотечными и информационно справочными системами.
---	---

8 Оценочные материалы для промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю)

Оценочные материалы (ОМ) для дисциплины включают в себя:

- перечень компетенций с указанием индикаторов достижения компетенций, этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы;
- описание шкал оценивания;
- типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков;
- методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности.

ОМ представляются в виде отдельного документа и входят в состав рабочей программы дисциплины (модуля) в виде приложения.

Оценочные материалы формируются в соответствии с П ВГУИТ «Положение об оценочных материалах».

**ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ
ДЛЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ**

по дисциплине

Дополнительные главы физической и коллоидной химии

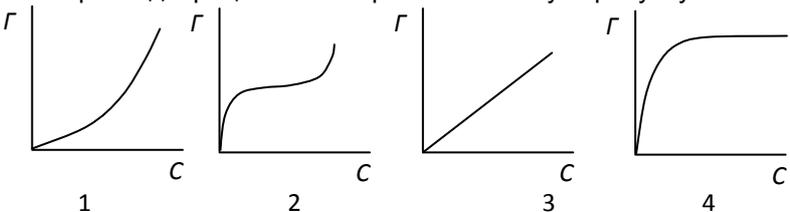
1 Перечень компетенций с указанием этапов их формирования

№ п/п	Код компетенции	Формулировка компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции
1	ОПК-1	Способен использовать математические, естественнонаучные и инженерные знания для решения задач своей профессиональной деятельности	ИД1 _{ОПК-1} – Демонстрирует знание основ математики, физики, химии, химической технологии, применяет физико-математический аппарат при решении задач профессиональной деятельности
			ИД2 _{ОПК-1} – Способен применять естественнонаучные и общеинженерные знания, методы теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности
			ИД3 _{ОПК-1} – Анализирует стандартные задачи в профессиональной деятельности с применением естественнонаучных и общеинженерных знаний

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения (показатели оценивания)
ИД1 _{ОПК-1} – Демонстрирует знание основ математики, физики, химии, химической технологии, применяет физико-математический аппарат при решении задач профессиональной деятельности	Знает: основные понятия и законы электрохимии и коллоидной химии, необходимые для решения задач профессиональной деятельности
	Умеет: определять порядки термодинамических и кинетических характеристик электрохимических реакций и процессов в дисперсных системах
	Владеет: основами описания характеристик химических процессов, необходимых для решения задач профессиональной
ИД2 _{ОПК-1} – Способен применять естественнонаучные и общеинженерные знания, методы теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности	Знает: основные методы экспериментального исследования дисперсных систем, необходимые для решения задач профессиональной деятельности
	Умеет: проводить расчеты с использованием основных законов и уравнений электрохимии и коллоидной химии
	Владеет: основами интерпретирования полученных расчетных и экспериментальных данных, необходимыми в профессиональной деятельности
ИД3 _{ОПК-1} – Анализирует стандартные задачи в профессиональной деятельности с применением естественнонаучных и общеинженерных знаний	Знает: особенности представления результатов исследования в форме отчетов о проведенном химическом эксперименте
	Умеет: анализировать полученные экспериментальные и расчетные результаты стандартных задач коллоидной химии
	Владеет: основными навыками интерпретирования полученных результатов на основе приобретенных теоретических знаний по электрохимии и коллоидной химии

2 Паспорт оценочных материалов по дисциплине

№ п/п	Разделы дисциплины	Индекс контролируемой компетенции (или ее части)	Оценочные материалы		Технология/процедура оценивания (способ контроля)
			наименование	№№ заданий	
1	2	3	4	5	6
1,2	Равновесные и неравновесные явления в растворах электролитов Термодинамика электрохимических цепей	ОПК-1	Собеседование (вопросы к коллоквиуму, экзамену)	51-58	Контроль преподавателем
			Банк тестовых заданий	1-8, 41	Бланочное или компьютерное тестирование
			Лабораторные работы (собеседование) (вопросы к защите лабораторных работ)	99	Защита лабораторных работ
3	Термодинамика поверхностных явлений. Адсорбция.	ОПК-1	Собеседование (вопросы к коллоквиуму, экзамену)	59-77	Контроль преподавателем
			Задачи (к коллоквиуму, экзамену)	111-113	Проверка преподавателем
			Лабораторные работы (собеседование) (вопросы к защите лабораторных работ)	100-106	Защита лабораторных работ
			Банк тестовых заданий	9-14, 21-25, 31-35, 42-45	Бланочное или компьютерное тестирование
4,5	Электрические свойства дисперсных систем. Устойчивость и коагуляция дисперсных систем.	ОПК-1	Собеседование (вопросы к коллоквиуму, экзамену)	78-89	Контроль преподавателем
			Задачи (к коллоквиуму, экзамену)	114-117	Проверка преподавателем
			Лабораторные работы (собеседование) (вопросы к защите лабораторных работ)	107-109	Защита лабораторных работ
			Банк тестовых заданий	15-18, 26, 36-40, 47-49	Бланочное или компьютерное тестирование
			Расчетно-практическая работа	118-125	Проверка преподавателем
6	Основные свойства дисперсных систем	ОПК-1	Собеседование (вопросы к коллоквиуму, экзамену)	90-98	Контроль преподавателем
			Лабораторные работы (собеседование) (вопросы к защите лабораторных работ)	110	Защита лабораторных работ
			Банк тестовых заданий	19, 20, 27-30, 50	Бланочное или компьютерное тестирование

02	3	Ионная сила раствора характеризует 1. расстояние между ионами в растворе; 2. степень диссоциации сильного электролита; 3. силу электростатического взаимодействия ионов в растворе, 4. концентрацию раствора.
03	3	Для определения константы диссоциации уксусной кислоты кондуктометрическим методом нужно построить график в координатах 1) $\lambda = f(c)$, 2) $1/\lambda = f(c)$, 3) $1/\lambda = f(\lambda c)$, 4) $\lambda = f(\sqrt{c})$.
04	2	Стандартный электродный потенциал определяется при концентрации раствора равной 1) 0,1 моль/дм ³ 2) 1 моль/ дм ³ 3) 0,01 моль/ дм ³ 4) бесконечно разбавленного
05	б	Электроды I го рода состоят из металла и а) трудно растворимой соли, погруженных в раствор легкорастворимой соли с тем же анионом; б) раствора, содержащего ионы того же металла; в) любого раствора электролита, г) трудно растворимой соли, погруженных в раствор легкорастворимой соли с тем же анионом и газом.
06	а	Схема гальванического элемента Даниеля-Якоби а) Zn ZnSO ₄ CuSO ₄ Cu; б) Cu CuSO ₄ ZnSO ₄ Zn; в) Pt H ₂ H ⁺ CuSO ₄ Cu; г) Pt H ₂ H ⁺ ZnSO ₄ Zn.
07	в	Электродным потенциалом называется разность потенциалов а) между двумя электродами; б) на границе металл-металл; в) на границе металл-раствор, г) на границе двух растворов.
08	а	Стандартный электродный потенциал зависит от а) температуры, б) концентрации, в) давления, г) активности.
09	2	Лиофобные коллоидные системы термодинамически 1) устойчивы, 2) неустойчивы, 3) не образуются, 3) однозначного ответа нет.
10	3	Частицы монодисперсных систем имеют одинаковые: 1) природу, 2) форму, 3) размер 4) длину.
11	1	Уравнение изотермы Ленгмюра соответствует ... адсорбции 1) мономолекулярной, 2) полимолекулярной, 3) капиллярной, 4) любой.
12	4	Изотерма адсорбции Ленгмюра соответствует рисунку: 
13	1	Мениск воды, смачивающей стенки капилляра из стекла 1) вогнутый, 2) выпуклый, 3) любой, 4) плоская поверхность.

14	б	<p>Изотерма полимолекулярной адсорбции может соответствовать рисунку:</p>
15	2	<p>Пептизация связана с восстановлением на поверхности частицы дисперсной фазы</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) адсорбционного слоя, 2) двойного электрического слоя, 3) структурно-механического барьера, 4) диффузионного слоя противоионов.
16	2	<p>Изоэлектрическим состоянием полимера называется состояние, при котором</p> <ol style="list-style-type: none"> 1). число диссоциированных кислотных групп равно числу диссоциированных основных групп; 2). суммарный заряд всех основных групп равен суммарному заряду всех кислотных групп; 3). все молекулы в растворе становятся одинаково заряженными; 4) раствор имеет нейтральное значение pH.
17	3	<p>Для отрицательно заряженного золя AgI неиндифферентным электролитом является:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) NaNO₂, 2) NaNO₃, 3) AgNO₃, 4) Na₂HPO₄.
18	1	<p>Студень образуется</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) при ограниченном набухании, 2) при неограниченном набухании, 3) всегда при контакте ВМС с растворителем, 4) при растворении.
19	1	<p>В качестве пенообразователей используют</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) коллоидные ПАВ, 2) природные жиры и масла, 3) низкомолекулярные электролиты, 4) пеногасители
20	3	<p>Степень набухания полимера определяется формулой</p> <ol style="list-style-type: none"> 1). $i = \frac{V_0 - V}{V_0}$ 2). $i = \frac{m_0 - m}{m_0}$ 3). $i = \frac{m - m_0}{m_0}$ 4) $i = \frac{V}{V_0}$
Б (на выбор нескольких правильных ответов)		
21	1,3	<p>Агрегатное состояние дисперсионной среды в свобододисперсных системах</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) жидкое, 2) твердое, 3) газообразное; 4) любое.
22	1, 3, 5	<p>К поверхностно-активным веществам относятся:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) CH₃COOH, 2) HCl, 3) C₂H₅OH, 4) NaOH, 5) CH₃CH₂COOH.
23	1,3,5	<p>К свобододисперсным коллоидным системам относятся:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) дым, 2) пенопласт, 3) туман, 4) грунт; 5) морская вода.

24	2,4	Для адсорбционного осушения воздуха следует использовать ... 1) активный уголь, 2) силикагель, 3) каменный уголь, 4) цеолит.
25	1,3	Адсорбционная емкость адсорбента зависит от ... 1) температуры, 2) концентрации адсорбента, 3) природы адсорбента, 4) природы адсорбтива.
26	1, 4	Электрокинетические явления, связанные с перемещением частиц дисперсной фазы – ... 1) электрофорез; 2) электроосмос; 3) потенциал протекания; 4) потенциал седиментации.
27	2,3	Электрокинетические явления, связанные с перемещением дисперсионной среды – ... 1) электрофорез; 2) электроосмос; 3) потенциал протекания; 4) потенциал седиментации.
28	1,2	Мицеллообразование в растворе ПАВ нельзя вызвать путем изменения 1). температуры, 2). давления. 3). концентрации.
29	1,4	Процесс набухания полимера протекает в две стадии. На первой стадии при гидратации полимера растворителем 1) выделяется теплота набухания, 2) не выделяется теплота набухания, 3) не увеличивается объем полимера, 4) увеличивается объем полимера.
30	1,2	К линейным полимерам принадлежит 1) целлюлоза 2) каучук 3) амилопектин крахмала 4) желатин
В (на соответствие)		
31	1-2-3	Смачивание оконного стекла жидкостью улучшается в следующей последовательности: 1.....а) ртуть, 2.....б) вода, 3.....в) органические растворители.
32	3-2-1	Поверхностная активность органических спиртов в водных растворах возрастает в соответствии с рядом ... 1) C ₄ H ₉ OH, 2) C ₃ H ₇ OH, 3) C ₂ H ₅ OH.
33	1-2-3	Поверхностная активность органических кислот возрастает в следующей последовательности: 1) CH ₃ COOH, 2) C ₂ H ₅ COOH, 3) C ₃ H ₇ COOH
34	Mg ²⁺ < Ca ²⁺ < Sr ²⁺ < Ba ²⁺	Расставить двухзарядные катионы в порядке роста адсорбционной способности (): Ca ²⁺ , Mg ²⁺ , Ba ²⁺ , Sr ²⁺ .
35	Li ⁺ < Na ⁺ < K ⁺ < Rb ⁺ < Cs ⁺	Однозарядные катионы в порядке увеличения адсорбционной способности: Rb ⁺ , Na ⁺ , K ⁺ , Li ⁺ , Cs ⁺ .
36	А-а Б-б В-в Г-г	Составные части мицеллы гидрозоля Fe(OH) ₃ : А mFe(OH) ₃ а агрегат Б {mFe(OH) ₃ nFe ³⁺ (3n - x)Cl ⁻ } ^{+x} xCl ⁻ б мицелла В mFe(OH) ₃ nFe ³⁺ в ядро Г {mFe(OH) ₃ nFe ³⁺ (3n - x)Cl ⁻ } ^{+x} г частица

37	агрегат; ядро; частица; мицелла.	Составные части мицеллы золя в порядке возрастания их размера: агрегат; частица; мицелла; ядро.
38	1-3-2	Порог коагуляции золя сульфида цинка, стабилизированного $ZnSO_4$, электролитами уменьшается в ряду: 1) KCl , 2) Na_3PO_4 , 3) Na_2SO_4 .
39	$Mg^{2+} < Ca^{2+} < Sr^{2+} < Ba^{2+}$	Двухзарядные катионы в порядке роста коагулирующей способности (): Mg^{2+} , Ca^{2+} , Sr^{2+} , Ba^{2+} .
40	0,0106 моль/дм ³	Порог коагуляции отрицательного золя сульфида серебра хлоридом кальция γ_{CaCl_2} составляет $5,3 \cdot 10^{-3}$ моль/дм ³ . Порог коагуляции данного золя электролитом Na_2SO_4 равен ()?
Д (открытого типа)		
41	единице	Стандартный электродный потенциал – это потенциал при активностях потенциалопределяющих ионов, равных ().
42	нескомпенсированной	Дисперсные системы обладают () поверхностной энергией.
43	дисперсностью	Величину обратную размеру частицы дисперсной фазы называют ().
44	дисперсной системой	Гетерогенная система, в которой одна из фаз раздроблена и равномерно распределена по объему другой фазы, называется ().
45	адсорбция	Самопроизвольное концентрирование вещества на поверхности раздела фаз называется ().
46	адсорбционного и диффузного	Согласно теории Штерна двойной электрический слой состоит из () и () слоев.
47	увеличивается	Агрегативная устойчивость гидрофобных (лиофобных) коллоидных систем () с увеличением электрокинетического потенциала.
48	укрупнение	Коагуляция – это () частиц дисперсной фазы.
49	Солюбилизация	() – это процесс связанный с увеличением растворимости веществ в коллоидных растворах ПАВ по сравнению с чистым растворителем.
50	сжатие	Контракция – это () набухшего полимера за счет межмолекулярных взаимодействий в объеме матрицы набухшего полимера.

3.2. Собеседование (вопросы к экзамену, коллоквиуму, защите лабораторных работ)

3.2.1. Шифр и наименование компетенции: ОПК-1 Способен использовать математические, естественнонаучные и инженерные знания для решения задач своей профессиональной деятельности

№ задания	Формулировка вопроса
51	Термодинамика растворов электролитов.
52	Электрическая проводимость растворов электролитов.
53	Термодинамика гальванического элемента..
54	Типы электродов.
55	Пример и описание электрода первого рода.
56	Пример и описание электрода второго рода.
57	Виды гальванических элементов.
58	Пример и описание химической цепи с переносом
59	Дисперсные системы и их отличительные особенности.
60	Классификация дисперсных систем по степени дисперсности.
61	Классификация дисперсных систем по агрегатному состоянию дисперсной фазы и дисперсионной среды.
62	Классификация дисперсных систем по характеру взаимодействия фазы и среды и по структурно-механическим свойствам.
63	Методы получения дисперсных систем.
64	Классификации поверхностных явлений.

65	Адсорбция. Основные понятия и способы выражения адсорбции.
66	Молекулярная адсорбция на границе жидкость – газ. Уравнение Гиббса.
67	Изотерма поверхностного натяжения. Понятие поверхностно-активных веществ, уравнение Шишковского.
68	Взаимосвязь поверхностного натяжения и адсорбции, поверхностная активность вещества, правило Дюкло-Траубе.
69	Теория мономолекулярной адсорбции Ленгмюра.
70	Уравнение Ленгмюра и его анализ
71	Классификация твердых адсорбентов по пористости и полярности. Правила подбора адсорбентов.
72	Особенности адсорбции на границе твердая поверхность – газ.
73	Особенности адсорбции на границе твердая поверхность – жидкость.
74	Адсорбция из растворов электролитов на твердых адсорбентах.
75	Уравнение адсорбции Фрейндлиха. Применить его для описания опытных данных зависимости адсорбции ПАВ от равновесной концентрации адсорбтива.
76	Поверхностное явление – смачивание. Краевой угол смачивания, уравнение Юнга.
77	Поверхностное явление – адгезия. Взаимосвязь работы адгезии и краевого угла смачивания.
78	Механизм возникновения заряда на межфазной поверхности.
79	Современные представления о строении ДЭС..
80	Строение мицеллы гидрофобного золя.
81	Влияние электролитов на величину электрического и электрокинетического потенциалов мицеллы гидрофобного золя
82	Электрокинетические явления: электрофорез.
83	Электрокинетические явления: электроосмос.
84	Седиментационная устойчивость дисперсных систем.
85	Агрегативная устойчивость зольей с точки зрения теории ДЛФО.
86	Структурно-механический барьер и его роль в стабилизации свободно-дисперсных и концентрированных дисперсных систем.
87	Коагуляция гидрофобных зольей электролитами: этапы коагуляции,.
88	Коагуляция гидрофобных зольей электролитами: порог коагуляции. Правило Шульце – Гарди.
89	Концентрационная коагуляция зольей электролитами.
90	Растворы высокомолекулярных соединений (ВМС) как лиофильные дисперсные системы.
91	Набухание высокомолекулярных соединений.
92	Виды набухания ограниченное и неограниченное.
93	Стадии набухания: сольватационная и диффузионная
94	Светорассеяние в коллоидных растворах. Уравнение Релея.
95	Особенности устойчивости зольей и суспензий и их разрушение.
96	Особенности устойчивости эмульсий и их разрушение.
97	Особенности устойчивости пен и их разрушение.
98	Особенности устойчивости аэрозолей и их разрушение.

3.2.2 Шифр и наименование компетенции ОПК-1 Способен использовать математические, естественнонаучные и инженерные знания для решения задач своей профессиональной деятельности

№ задания	Вопросы к защите лабораторных работ
99	Гальванический элемент Даниэля-Якоби.
100	Даны водные растворы веществ: 1) C_3H_7OH , 2) $C_{17}H_{33}OH$. Привести изотерму поверхностного натяжения для приведенных ПАВ. Какое из веществ обладает наибольшей поверхностной активностью? Как будет меняться A и A_{max} в ряду данных ПАВ?
101	Сравнить величину адсорбцию Γ этанола, пропанола, бутанола, амилового спирта при малых концентрациях растворов и предельные значения адсорбции Γ_{max} .
102	Сравнить величину адсорбции Γ уксусной (этановой), пропионовой (пропановой), масляной (бутановой), валериановой (пентановой) кислот при малых концентрациях растворов и предельные значения адсорбции Γ_{max} .
103	Подобрать адсорбент (из известных Вам) для очистки сточных вод от примесей органических загрязнителей. Выбор обосновать с точки зрения характера межмолекулярного взаимодействия.
104	Подобрать адсорбент (из известных Вам) для очистки хлороформа от примесей ПАВ. Выбор обосновать с точки зрения характера межмолекулярного взаимодействия. Показать строение адсорбционного слоя на границе твердый адсорбент-раствор. Объяснить эффект лиофилизации

	твердой поверхности.
105	Применить уравнение адсорбции Фрейндлиха для описания опытных данных зависимости адсорбции ПАВ от равновесной концентрации адсорбтива.
106	Определить константы в уравнениях Фрейндлиха методом наименьших квадратов.
107	Определение электрокинетического потенциала гидрофобного золя методом электрофореза.
108	Коагуляция и устойчивость гидрофобных золей. Концентрационная коагуляция на примере электролитов, использованных в лабораторной работе
109	Влияние ВМС и электролитов на устойчивость гидрофобных золей.
110	Набухание высокомолекулярных соединений природного происхождения. Определение максимальной степени набухания графическим методом.

3.3. Задачи (к экзамену, коллоквиуму)

Шифр и наименование компетенции: ОПК-1 Способен использовать математические, естественнонаучные и инженерные знания для решения задач своей профессиональной деятельности.

№ задания	Формулировка задания (условие задачи)
111	<p>Определить энергию Гиббса G_s поверхности капель водяного тумана массой 4 г при 293 К. Поверхностное натяжение воды при этой температуре равно 72,7 мДж/м², плотность воды 0,998 г/см³, дисперсность частиц 50 мкм⁻¹.</p> <p><i>Решение.</i> Энергию Гиббса поверхности рассчитываем по уравнению</p> $G_s = s \cdot \sigma.$ <p>Площадь поверхности капель воды выражаем из удельной поверхности дисперсной фазы,</p> $s = s_{yd} \cdot V = 6D \cdot V,$ <p>а объем капель водяного тумана равен</p> $V = \frac{m}{\rho}.$ <p>Объединив две последние формулы имеем</p> $s = 6D \frac{m}{\rho}.$ <p>Энергия Гиббса поверхности капель водяного тумана равна</p> $G_s = 6D \frac{m}{\rho} \sigma,$ $G_s = 6 \cdot 50 \cdot 10^6 \frac{4 \cdot 10^{-3}}{998} \cdot 0,0727 = 87,41 \text{ Дж}.$
112	<p>Рассчитать межфазное натяжение ртути на границе с водным раствором ПАВ с концентрацией 0,1 моль/дм³ и температуре 298 К. Известно, что при концентрации ПАВ в водном растворе равном 0,2 моль/дм³ степень заполнения поверхности ртути достигла 0,5, адсорбция подчиняется уравнению Ленгмюра, межфазное натяжение ртути на границе с водой составляет 0,373 Дж/м², а площадь, занимаемая молекулой ПАВ на поверхности ртути при насыщении монослоя составляет 0,20 нм².</p> <p><i>Решение.</i> Межфазное натяжение ртути на границе с водным раствором рассчитывается по уравнению Шишковского:</p> $\sigma_0 - \sigma = B \cdot \ln(1 + Kc),$

где σ_0 , σ – поверхностное натяжение растворителя и раствора соответственно; B , K – константы уравнения, которые необходимо определить.

Зная степень заполнения при определенной концентрации, константу равновесия K рассчитаем из уравнения Ленгмюра:

$$\Theta = \frac{Kc}{1 + Kc}.$$

$$K = \frac{\Theta}{c(1 - \Theta)} = \frac{0,5}{0,2(1 - 0,5)} = 5.$$

Предельную адсорбцию Γ_{\max} находим из представлений о строении монослоя, зная площадь молекулы ПАВ:

$$S_0 = \frac{1}{\Gamma_{\max} \cdot N_A}.$$

$$\Gamma_{\max} = \frac{1}{S_0 \cdot N_A} = \frac{1}{20 \cdot 10^{-20} \cdot 6,02 \cdot 10^{23}} = 8,3 \cdot 10^{-6} \text{ моль/м}^2.$$

Константу B рассчитываем из уравнения:

$$B = \Gamma_{\max} RT.$$

$$B = 8,3 \cdot 10^{-6} \cdot 8,31 \cdot 298 = 0,02055.$$

Рассчитываем межфазное натяжение ртути:

$$\sigma = 0,373 - 0,02055 \cdot \ln(1 + 5 \cdot 0,1) = 0,365 \text{ Дж/м}^2.$$

113

При температуре 293 К и концентрации пропионовой кислоты в растворе 100 моль/м³ известны коэффициенты уравнения Шишковского: $B = 12,8 \cdot 10^{-3} \text{ Дж/м}^2$, $K = 7,16 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3/\text{моль}$. Определить поверхностную активность и адсорбцию пропионовой кислоты.

Решение.

Поверхностная активность g определяется как

$$g = - \left(\frac{d\sigma}{dc} \right)_{c \rightarrow 0}$$

и может быть рассчитана по формуле, полученной дифференцированием уравнения Шишковского, описывающего изотерму поверхностного натяжения:

$$\sigma_0 - \sigma = B \ln(1 + Kc),$$

$$- \frac{d\sigma}{dc} = \frac{BK}{1 + Kc} = \frac{12,8 \cdot 10^{-3} \cdot 7,16 \cdot 10^{-3}}{1 + 7,16 \cdot 10^{-3} \cdot 100} = 5,34 \cdot 10^{-5} \frac{\text{Дж} \cdot \text{м}}{\text{моль}}.$$

Для расчета адсорбции пропионовой кислоты на границе с воздухом используем уравнение Ленгмюра

$$\Gamma = \Gamma_{\max} \frac{Kc}{1 + Kc},$$

в котором Γ_{\max} – предельная адсорбция, связанная с константой B соотношением

$$B = \Gamma_{\max} RT, \text{ откуда}$$

$$\Gamma_{\max} = \frac{B}{RT} = \frac{12,8 \cdot 10^{-3}}{8,314 \cdot 293} = 5,25 \cdot 10^{-6} \text{ моль/м}^2.$$

Адсорбция, рассчитанная по уравнению Ленгмюра

$$\Gamma = 5,25 \cdot 10^{-6} \frac{7,16 \cdot 10^{-3} \cdot 100}{1 + 7,16 \cdot 10^{-3} \cdot 100} = 2,19 \cdot 10^{-6} \text{ моль/м}^2.$$

114	<p>В раствор хлорида алюминия AlCl_3 медленно, при перемешивании вводится КОН и образуется гидрозоль $\text{Al}(\text{OH})_3$. Написать мицеллярную формулу полученного золя.</p> <p><i>Решение.</i></p> <p>Уравнение реакции образования гидрозоля запишется:</p> $\text{AlCl}_3 + 3\text{KOH} = \text{Al}(\text{OH})_3 + 3\text{KCl}.$ <p>Устойчивый золь получается при условии избытка одного из реагентов. По условию задачи – это AlCl_3. Следовательно, потенциалопределяющими ионами являются ионы Al^{3+}, противоионами – Cl^-. Мицеллярная формула золя имеет вид:</p> $\underbrace{\left\{ \underbrace{\underbrace{m \text{Al}(\text{OH})_3 \cdot n \text{Al}^{3+}}_{\text{Ядро}} (3n - x) \text{Cl}^-}_{\text{Частица}} \right\}^{+x}}_{\text{Мицелла}} \quad x \text{Cl}^-$ <p>где m – количество молекул в агрегате, n – количество потенциалопределяющих ионов; x – количество противоионов в диффузном слое. Электрический заряд коллоидной частицы – положительный. При электрофорезе частицы золя будут перемещаться к отрицательному электроду.</p>
115	<p>Определить электрокинетический потенциал частиц золя, если при электрофорезе, протекающем под действием внешнего электрического поля напряженностью 300 В/м, за 20 мин они переместились на 15 мм в среде с вязкостью $1 \cdot 10^{-3}$ Па·с и относительной диэлектрической проницаемостью 80,4.</p> <p><i>Решение.</i></p> <p>Электрокинетический потенциал ζ, рассчитываем по формуле</p> $\zeta = \frac{\mu U \psi}{\varepsilon \varepsilon_0 E},$ <p>где μ – динамическая вязкость дисперсионной среды, Па·с; U – скорость электрофореза, м/с; ψ – коэффициент, зависящий от формы частиц (для сферических частиц $\psi = 0,66$); ε – относительная диэлектрическая проницаемость среды; ε_0 – электрическая постоянная, $\varepsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12}$ Кл/(В·м); E – градиент внешнего электрического поля, В/м.</p> <p>Полагая, что при электрофорезе все частицы движутся с одинаковой скоростью, U рассчитывают как отношение перемещения S частиц ко времени пропускания тока τ:</p> $U = S / \tau = 15 \cdot 10^{-3} / 1200 = 1,25 \cdot 10^{-5} \text{ м/с};$ $\zeta = \frac{1 \cdot 10^{-3} \cdot 1,25 \cdot 10^{-5} \cdot 0,66}{80,4 \cdot 8,85 \cdot 10^{-12} \cdot 300} = 0,039 \text{ В} = 39 \text{ мВ}.$
116	<p>На коагуляцию 10 м^3 гидрозоля AgI потребовалось $3,8 \text{ м}^3$ раствора NaCl концентрацией 200 моль/м^3. Рассчитать объем раствора $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ с концентрацией 50 моль/м^3, необходимый для коагуляции 100 м^3 золя, если электрический заряд коллоидных частиц иодида серебра положительный.</p> <p><i>Решение.</i></p> <p>Коллоидные частицы золя заряжены положительно, поэтому их коагуляцию будут вызывать анионы добавляемого электролита. Объем раствора электролита, который необходимо добавить к золю, чтобы вызвать его коагуляцию, можно рассчитать исходя из порога коагуляции золя данным электролитом. Порог коагуляции γ – минимальную концентрацию электролита в золе, при которой исчезает энергетический барьер и начинается коагуляция, – рассчитываем по формуле:</p> $\gamma = \frac{c_{\text{эл}} V_{\text{эл}}}{V_3 + V_{\text{эл}}},$

где $c_{эл}$, $V_{эл}$ – концентрация электролита и его минимальный объем, необходимый для начала коагуляции, соответственно;

V_3 – объем исследуемого золя.

Порог коагуляции золя по электролиту NaCl равен:

$$\gamma_1 = \frac{200 \cdot 3,8}{10 + 3,8} = 55,1 \text{ моль/м}^3.$$

Ионами коагуляторами электролита $Al_2(SO_4)_3$ являются ионы SO_4^{2-} , заряд которых равен двум. Порог коагуляции γ_2 гидрозоль по ионам SO_4^{2-} определяем из формулы Шульце-Гарди

$$\gamma_2 = \gamma_1 / z^6,$$

где z – заряд иона коагулятора:

$$\gamma_2 = 55,1 / 2^6 = 0,861 \text{ моль/м}^3.$$

Для коагуляции 100 м^3 сточных вод потребуется $86,1$ моль ионов SO_4^{2-} или $n_2 = 86,1/3 = 28,7$ моль электролита, поскольку при диссоциации одна молекула $Al_2(SO_4)_3$ дает три иона SO_4^{2-} .

Объем V_2 раствора $Al_2(SO_4)_3$ концентрацией $c_2 = 50 \text{ моль/м}^3$, содержащий такое количество электролита, рассчитываем по формуле, полученной из пропорции:

$$V_2 = \frac{n_2 \cdot 1}{c_2} = \frac{28,7}{50} = 0,574 \text{ м}^3.$$

117

При изучении кинетики коагуляции гидрозоль серы получены следующие экспериментальные данные

Время коагуляции τ , с	0	100	300	600	900	1200
Общее число частиц в 1 м^3 $\nu \cdot 10^{-14}$	16,0	9,76	5,47	3,31	2,36	1,84

Определить графическим способом константу скорости коагуляции по Смолуховскому, вычислить время половинной коагуляции и теоретическую константу скорости коагуляции при 298 К . Определить вид коагуляции (быстрая или медленная) путем сопоставления экспериментальной и теоретической констант.

Решение.

Согласно теории быстрой коагуляции Смолуховского, изменение численной концентрации частиц ν , м^{-3} во времени описывается кинетическим уравнением второго порядка:

$$\frac{1}{\nu} - \frac{1}{\nu_0} = k \tau,$$

где k – константа скорости коагуляции, ν_0 – начальная концентрация частиц, м^{-3} .

Строим график в координатах $1/\nu = f(\tau)$. По линейной функции определяем значение константы скорости коагуляции k , которая равна угловому коэффициенту уравнения, полученного в стандартном приложении, $1/\nu = 0,0004 \cdot 10^{-14} \cdot \tau + 0,0623 \cdot 10^{-14}$.

Константа скорости коагуляции равна $k = 4,0 \cdot 10^{-18} \text{ м}^3/\text{с}$.

Время половинной коагуляции $\tau_{1/2}$ рассчитываем по формуле

$$\tau_{1/2} = 1/(\nu_0 k),$$

$$\tau_{1/2} = 1/(16,0 \cdot 10^{14} \cdot 4 \cdot 10^{-18}) = 156 \text{ с}.$$

Теоретическую константу скорости коагуляции вычисляем по формуле

$$k_{\text{теор}} = \frac{4RT}{3\eta N_A},$$

где R – газовая постоянная, $R = 8,31 \text{ Дж}/(\text{моль} \cdot \text{К})$; T – температура, К ; η – вязкость воды при $T = 298 \text{ К}$, $\eta = 1 \cdot 10^{-3} \text{ Па} \cdot \text{с}$; N_A – число Авогадро, $N_A = 6,02 \cdot 10^{23} \text{ моль}^{-1}$.

$$k_{\text{теор}} = \frac{4 \cdot 8,31 \cdot 298}{3 \cdot 1 \cdot 10^{-3} \cdot 6,02 \cdot 10^{23}} = 5,48 \cdot 10^{-18} \text{ м}^3/\text{с}.$$

Путем сопоставления экспериментальной и теоретической констант скорости коагуляции определяем вид коагуляции. Поскольку $k_{\text{эсп.}} < k_{\text{теор}}$, коагуляция медленная.

3.4. Расчетно-практическая работа

Шифр и наименование компетенции: ОПК-1 Способен использовать математические, естественнонаучные и инженерные знания для решения задач своей профессиональной деятельности.

Формулировка задания

При взаимодействии вещества А (X) с избытком вещества В образуется гидрозоль вещества С.

1. Написать формулу мицеллы золя и обозначить ее составляющие; схематично изобразить строение двойного электрического слоя (ДЭС) в соответствии с современной теорией Штерна.
2. Показать и обосновать изменение структуры ДЭС при добавлении в раствор золя индифферентных и неиндифферентных электролитов (D). Привести рисунок, показывающий зависимость электрокинетического потенциала от концентрации добавляемых электролитов.
3. Определить знак заряда иона-коагулятора данного золя и вид коагуляции (концентрационная или нейтрализационная) при добавлении каждого электролита.
4. Написать формулу мицеллы золя, образующегося при избытке вещества А.

№ задания	X			
	A	B	C	D
118	NaI	AgNO ₃	AgI	NaNO ₃ , KI, CH ₃ COOAg
119	MgCl ₂	NaOH	Mg(OH) ₂	KOH, NaCl, MgSO ₄
120	CaCl ₂	H ₂ SO ₄	CaSO ₄	KCl, Ca(NO ₃) ₂ , Na ₂ SO ₄
121	BaCl ₂	K ₂ SO ₄	BaSO ₄	Ba(NO ₃) ₂ , KCl, MgSO ₄
122	BeCl ₂	NH ₄ OH	Be(OH) ₂	Be(NO ₃) ₂ , KOH, NaCl
123	AlCl ₃	NaOH	Al(OH) ₃	KOH, NaCl, Al ₂ (SO ₄) ₃
124	CrCl ₃	NH ₄ OH	Cr(OH) ₃	Cr(NO ₃) ₂ , NaCl, KOH
125	ZnCl ₂	NaOH	Zn(OH) ₂	ZnSO ₄ , KOH, NaCl

4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций.

Процедуры оценивания в ходе изучения дисциплины знаний, умений и навыков, характеризующих этапы формирования компетенций, регламентируются положениями:

- П ВГУИТ 2.4.03 Положение о курсовых, экзаменах и зачетах;
- П ВГУИТ 4.1.02 Положение о рейтинговой оценке текущей успеваемости.

Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания для каждого результата обучения по дисциплине

Результаты обучения по этапам формирования компетенций	Предмет оценки (продукт или процесс)	Показатель оценивания	Критерии оценивания сформированности компетенций	Шкала оценивания	
				Академическая оценка или баллы	Уровень освоения компетенции
ОПК-1 Способен использовать математические, естественнонаучные и инженерные знания для решения задач своей профессиональной деятельности.					
Знать	Собеседование (эк-замен)	Знание основных понятий и законы электрохимии и коллоидной химии, методов экспериментального исследования дисперсных систем, необходимые для решения задач профессиональной деятельности. особенностей представления результатов исследования в форме отчетов о проведенном химическом эксперименте	обучающийся грамотно решил задачи, ответил на все вопросы, но допустил одну ошибку	Отлично	Освоена (повышенный)
			обучающийся правильно решил задачи, ответил на все вопросы, но допустил две ошибки	Хорошо	Освоена (повышенный)
			обучающийся предложил вариант задачи, ответил не на все вопросы, но в тех, на которые дал ответ, не допустил ошибки	Удовлетворительно	Освоена (базовый)
			обучающийся не предложил вариантов решения задачи, в ответе допустил более пяти ошибок	Неудовлетворительно	Не освоена (недостаточный)
	Тест	Результат тестирования	60% и более правильных ответов	Зачтено	Освоена (базовый, повышенный)
			менее 60% правильных ответов	Не зачтено	Не освоена (недостаточный)
	Собеседование (коллоквиум)	Знание основных понятий и законы электрохимии и коллоидной химии, методов экспериментального исследования дисперсных систем, необходимые для решения задач профессиональной деятельности. особенностей представления результатов исследования в форме отчетов о проведенном химическом эксперименте.	обучающийся грамотно решил задачи, ответил на все вопросы, но допустил одну ошибку	Отлично	Освоена (повышенный)
			обучающийся правильно решил задачи, ответил на все вопросы, но допустил две ошибки	Хорошо	Освоена (повышенный)
обучающийся предложил вариант задачи, ответил не на все вопросы, но в тех, на которые дал ответ, не допустил ошибки			Удовлетворительно	Освоена (базовый)	
обучающийся не предложил вариантов решения задачи, в ответе допустил более пяти ошибок			Неудовлетворительно	Не освоена (недостаточный)	

Уметь	Собеседование (защита лабораторной работы)	уметь определять порядки термодинамических и кинетических характеристик электрохимических реакций и процессов в дисперсных системах, проводить расчеты с использованием основных законов и уравнений электрохимии и коллоидной химии и анализировать полученные экспериментальные и расчетные результаты стандартных задач коллоидной химии	обучающийся активно участвовал в выполнении работы, получил и обработал результаты эксперимента, проанализировал их, допустил не более 5 ошибок в ответах на вопросы при защите лабораторной работы	Зачтено	Освоена (базовый, повышенный)
			обучающийся выполнял роль наблюдателя при выполнении работы, не внес вклада в обработку результатов эксперимента, не защитил лабораторную работу	Не зачтено	Не освоена (недостаточный)
Владеть	Расчетно-практическая работа	Содержание решения	обучающийся грамотно и без ошибок решил задачу	Зачтено	Освоена (повышенный)
			обучающийся правильно решил задачу, но в вычислениях допустил ошибки	Зачтено	Освоена (повышенный)
			обучающийся предложил вариант решения задачи	Зачтено	Освоена (базовый)
			обучающийся не предложил вариантов решения задачи	Не зачтено	Не освоена (недостаточный)

АННОТАЦИЯ
рабочей программы
дисциплины «Дополнительные главы физической и коллоидной химии»
(наименование дисциплины)

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

№ п/п	Код компетенции	Формулировка компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции
1	ОПК-1	Способен использовать математические, естественнонаучные и инженерные знания для решения задач своей профессиональной деятельности	ИД1 _{ОПК-1} – Демонстрирует знание основ математики, физики, химии, химической технологии, применяет физико-математический аппарат при решении задач профессиональной деятельности
			ИД2 _{ОПК-1} – Способен применять естественнонаучные и общеинженерные знания, методы теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности
			ИД3 _{ОПК-1} – Анализирует стандартные задачи в профессиональной деятельности с применением естественнонаучных и общеинженерных знаний

Содержание разделов дисциплины:

Равновесные и неравновесные явления в растворах электролитов: Развитие представлений о строении растворов электролитов. Неравновесные явления в растворах электролитов. Термодинамика электрохимических цепей: Условия электрохимического равновесия на границах раздела фаз и в электрохимической цепи. Двойной электрический слой и его роль в кинетике электродных процессов. Методы изучения двойного электрического слоя. Модельные представления о структуре двойного слоя. Дисперсные системы, классификация дисперсных систем, поверхностная энергия и межмолекулярные взаимодействия, поверхностное натяжение, адгезия, смачивание, адсорбционные явления, адсорбционные слои на границе газ–жидкость, адсорбционные явления на границе конденсированных фаз, электрокинетические явления, образование лиофильных и лиофобных коллоидных систем, мицеллообразование в растворах ПАВ, в водных и неводных средах, устойчивость и нарушение устойчивости лиофобных дисперсных систем, факторы стабилизации дисперсных систем, особенности строения, устойчивости и разрушения дисперсных систем, оптические свойства дисперсных систем, структурообразование в дисперсных системах.