

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:

ФИО: Исаев Игорь Магомедович

Должность: Проректор по безопасности и общим вопросам

Дата подписания: 27.04.2023 16:31:15

Уникальный программный ключ:

d7a26b9e8ca85e98ac3de2ab454b4659d961f749

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования

«Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС»

Рабочая программа дисциплины (модуля)

Теория поверхностных явлений

Закреплена за подразделением

Кафедра физической химии

Направление подготовки

03.03.02 ФИЗИКА

Профиль

Квалификация

Бакалавр

Форма обучения

очная

Общая трудоемкость

3 ЗЕТ

Часов по учебному плану

108

Формы контроля в семестрах:

в том числе:

зачет с оценкой 5

аудиторные занятия

51

самостоятельная работа

57

Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр (<Курс>.<Семестр на курсе>)	5 (3.1)		Итого	
	18			
Неделя	УП	РП	УП	РП
Лекции	17	17	17	17
Лабораторные	17	17	17	17
Практические	17	17	17	17
Итого ауд.	51	51	51	51
Контактная работа	51	51	51	51
Сам. работа	57	57	57	57
Итого	108	108	108	108

Программу составил(и):

ктн, доцент, Зайцев Александр Константинович

Рабочая программа

Теория поверхностных явлений

Разработана в соответствии с ОС ВО:

Самостоятельно устанавливаемый образовательный стандарт высшего образования - бакалавриат Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС» по направлению подготовки 03.03.02 ФИЗИКА (приказ от 02.04.2021 г. № 119 о.в.)

Составлена на основании учебного плана:

03.03.02 ФИЗИКА, 03.03.02-БФ3-22.plx , утвержденного Ученым советом ФГАОУ ВО НИТУ "МИСиС" в составе соответствующей ОПОП ВО 22.09.2022, протокол № 8-22

Утверждена в составе ОПОП ВО:

03.03.02 ФИЗИКА, , утвержденной Ученым советом ФГАОУ ВО НИТУ "МИСиС" 22.09.2022, протокол № 8-22

Рабочая программа одобрена на заседании

Кафедра физической химии

Протокол от 22.06.2021 г., №11-20/21

Руководитель подразделения Салимон А.И.

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ

1.1	– ознакомить с основными закономерностями процессов на поверхностях раздела фаз, а также продемонстрировать связь между разными поверхностными явлениями.
1.2	- научить способам определения адсорбции и поверхностного натяжения, их зависимости от температуры и концентрации
1.3	- научить термодинамическим и кинетическим подходам к поверхностным явлениям.

2. МЕСТО В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Блок ОП:		Б1.В.ДВ.01
2.1	Требования к предварительной подготовке обучающегося:	
2.1.1	Кристаллография	
2.1.2	Математическая статистика и анализ данных	
2.1.3	Методы математической физики	
2.1.4	Теоретическая механика и основы теории упругости.	
2.1.5	Физика	
2.1.6	Электротехника	
2.1.7	Математика	
2.1.8	Органическая химия	
2.1.9	Информатика	
2.1.10	Химия	
2.1.11	Инженерная и компьютерная графика	
2.2	Дисциплины (модули) и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:	
2.2.1	Квантовая механика	
2.2.2	Научно-исследовательская работа	
2.2.3	Физика поверхности	
2.2.4	Методы физико-химических исследований	
2.2.5	Статистическая физика	
2.2.6	Строение некристаллических систем	
2.2.7	Теория химической связи	
2.2.8	Термодинамика металлических растворов	
2.2.9	Физика конденсированного состояния	
2.2.10	Физические свойства твердых тел	
2.2.11	Методы вычислительной физики	
2.2.12	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы	
2.2.13	Преддипломная практика для выполнения выпускной квалификационной работы	
2.2.14	Статистические расчеты равновесий	
2.2.15	Термодинамика неравновесных процессов	
2.2.16	Термодинамика сложных систем	
2.2.17	Высшая математика. Спецглавы.	
2.2.18	Научно-исследовательская работа	
2.2.19	Введение в физику полупроводников	
2.2.20	Введение в физику твердого тела	
2.2.21	Квантовая механика. Спецглавы.	
2.2.22	Компьютерные методы в физике	
2.2.23	Нелинейная физика	
2.2.24	Специальный физический практикум	
2.2.25	Квантовые вычисления	
2.2.26	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы	
2.2.27	Преддипломная практика для выполнения выпускной квалификационной работы	
2.2.28	Теоретическая нанофотоника	
2.2.29	Физика низкоразмерных систем	
2.2.30	Фотоника	

3. РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫЕ С ФОРМИРУЕМЫМИ КОМПЕТЕНЦИЯМИ

ОПК-1: Способен применять базовые знания в области физико-математических и (или) естественных наук в сфере своей профессиональной деятельности, осуществлять моделирование и анализ для проведения детальных исследований и поиска решения технических вопросов в соответствующей области исследования

Знать:

ОПК-1-32 основные закономерности поверхностных явлений

ОПК-1-31 - базовые знания общей физики для решения профессиональных задач

Уметь:

ОПК-1-У3 рассчитывать теплоту адсорбции, удельную поверхность адсорбента, изотермы адсорбции

ОПК-1-У2 решать типовые системные задачи, связанные с профессиональной деятельностью

ОПК-1-У1 рассчитывать параметры адсорбции и поверхностного натяжения из экспериментальных данных

Владеть:

ОПК-1-В3 - способами решения теоретических и практических типовых и системных задач, связанных с профессиональной деятельностью

ОПК-1-В2 - приемами самостоятельной работы с литературой для поиска информации об отдельных определениях, понятиях и терминах, объяснения их применения в практических ситуациях;

ОПК-1-В1 навыками применения на практике методов обработки и анализа экспериментальной информации;

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ

Код занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Семестр / Курс	Часов	Формируемые индикаторы компетенций	Литература и эл. ресурсы	Примечание	КМ	Выполняемые работы
	Раздел 1. Раздел 1. Введение. Роль поверхностей раздела. Адсорбция газов и примесей из растворов на поверхности твердых тел							
1.1	Введение. Поверхностное сгущение свойства. Методы определения адсорбции газов и примесей из растворов. /Лек/	5	2	ОПК-1-31 ОПК-1-32 ОПК-1-У1 ОПК-1-У2 ОПК-1-У3 ОПК-1-В1 ОПК-1-В2 ОПК-1-В3	Л1.1Л2.1Л3. 1 Э1 Э2			
1.2	Расчеты удельной поверхности дисперсных материалов. Расчеты адсорбции по экспериментальным данным. /Пр/	5	2	ОПК-1-31 ОПК-1-32 ОПК-1-У1 ОПК-1-У2 ОПК-1-У3 ОПК-1-В1 ОПК-1-В3	Л1.1 Л1.1Л2.1Л3. 1 Э1 Э2			
1.3	Адсорбция на твердом адсорбенте (компьютерная) /Лаб/	5	4	ОПК-1-31 ОПК-1-32 ОПК-1-В1	Л1.1Л3.1 Э1 Э2			
1.4	Подготовка к практическим занятиям. Изучение лекционного материала /Ср/	5	4	ОПК-1-31 ОПК-1-32 ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ОПК-1-В2	Л1.1Л2.1Л3. 1 Э1 Э2			

1.5	Теория адсорбции Ленгмюра. Изотерма адсорбции Ленгмюра. Зависимость адсорбции от температуры. Теплота адсорбции. /Лек/	5	2	ОПК-1-31 ОПК-1-32 ОПК-1-У3	Л1.1Л2.1Л3. 1 Э1 Э2			
1.6	Расчеты удельной поверхности дисперсных материалов. Расчеты адсорбции по экспериментальным данным /Пр/	5	2	ОПК-1-31 ОПК-1-32 ОПК-1-У1 ОПК-1-У2 ОПК-1-У3 ОПК-1-В1 ОПК-1-В3	Л1.1Л2.1Л3. 1 Э1 Э2			
1.7	Адсорбция уксусной кислоты активированным углем /Лаб/	5	4	ОПК-1-31 ОПК-1-32	Л1.1Л3.1 Э1 Э2			
1.8	Отклонения от теории Ленгмюра. Полимолекулярная адсорбция. Теория БЭТ. Изотерма адсорбции БЭТ. /Лек/	5	1	ОПК-1-31 ОПК-1-32 ОПК-1-В1	Л1.1Л2.1Л3. 1 Э1 Э2			
1.9	Теория Ленгмюра. Определение параметров изотермы Ленгмюра. Расчет теплоты адсорбции /Пр/	5	2	ОПК-1-31 ОПК-1-32 ОПК-1-У1 ОПК-1-У2 ОПК-1-У3 ОПК-1-В3	Л1.1Л2.1Л3. 1 Э1 Э2			
1.10	Адсорбция из многокомпонентных систем. Кинетические аспекты адсорбции. /Лек/	5	2	ОПК-1-31 ОПК-1-32 ОПК-1-В1	Л1.1Л2.1Л3. 1 Э1 Э2			
1.11	Адсорбция на границе раствор -воздух. определение поверхностного натяжения /Лаб/	5	4	ОПК-1-31 ОПК-1-32 ОПК-1-В1	Л1.1Л3.1 Э1 Э2			
1.12	Подготовка к практическим занятиям. Изучение лекционного материала /Ср/	5	4	ОПК-1-31 ОПК-1-32 ОПК-1-У1 ОПК-1-В2	Л1.1Л2.1Л3. 1 Э1 Э2			
1.13	Расчеты адсорбции по теории Ленгмюра /Пр/	5	2	ОПК-1-31 ОПК-1-32 ОПК-1-У1 ОПК-1-У2 ОПК-1-У3 ОПК-1-В1 ОПК-1-В3	Л1.1Л2.1Л3. 1 Э1 Э2			
1.14	Подготовка к практическим занятиям. Изучение лекционного материала /Ср/	5	4	ОПК-1-31 ОПК-1-32 ОПК-1-У1 ОПК-1-В2	Л1.1Л2.1Л3. 1 Э1 Э2			
1.15	Теория БЭТ. Определение параметров изотермы БЭТ /Пр/	5	1	ОПК-1-31 ОПК-1-32 ОПК-1-У1 ОПК-1-У2 ОПК-1-В1 ОПК-1-В3	Л1.1Л2.1Л3. 1 Э1 Э2			
1.16	Подготовка к практическим занятиям. Изучение лекционного материала /Ср/	5	4	ОПК-1-31 ОПК-1-32 ОПК-1-У1 ОПК-1-В2	Л1.1Л2.1Л3. 1 Э1 Э2			

1.17	Расчет удельной поверхности адсорбента /Пр/	5	1	ОПК-1-31 ОПК-1-32 ОПК-1-У1 ОПК-1-У2 ОПК-1-У3 ОПК-1-В1 ОПК-1-В3	Л1.1Л2.1Л3. 1 Э1 Э2		КМ1	Р1
	Раздел 2. Эффекты взаимодействия между молекулами и неоднородности поверхности. Адсорбция паров.							
2.1	Адсорбция паров на пористом адсорбенте. Теория Поляни. Адсорбция на неоднородной поверхности. Теория Темкина Адсорбция при взаимодействии адсорбированных молекул. Уравнение Фрумкина /Лек/	5	2	ОПК-1-31 ОПК-1-32	Л1.1Л2.1Л3. 1 Э1 Э2			
2.2	Теория Поляни. Построение характеристической кривой. Построение изотермы адсорбции /Пр/	5	1	ОПК-1-31 ОПК-1-32 ОПК-1-У3	Л1.1Л2.1Л3. 1 Э1 Э2			
2.3	Определение параметров адсорбата и адсорбента. /Пр/	5	1	ОПК-1-31 ОПК-1-32 ОПК-1-У1 ОПК-1-У2 ОПК-1-В1	Л1.1Л2.1Л3. 1 Э1 Э2		КМ2	
2.4	Подготовка к практическим занятиям. Изучение лекционного материала /Ср/	5	4	ОПК-1-31 ОПК-1-32 ОПК-1-У2 ОПК-1-У1 ОПК-1-У3 ОПК-1-В1 ОПК-1-В2 ОПК-1-В3	Л2.1 Л1.1Л1.1Л3. 1 Э1 Э2			
	Раздел 3. Поверхностное натяжение. Теория поверхностных явлений Гиббса							
3.1	Методы определения поверхностного натяжения. Поверхностное натяжение растворов. Уравнение Шишковского /Лек/	5	1	ОПК-1-31 ОПК-1-32 ОПК-1-В1	Л1.1Л2.1Л3. 1 Э1 Э2			
3.2	Расчет поверхностного натяжения по экспериментальным данным. /Пр/	5	2	ОПК-1-31 ОПК-1-32 ОПК-1-У1 ОПК-1-У2 ОПК-1-У3 ОПК-1-В1 ОПК-1-В3	Л1.1Л2.1Л3. 1 Э1 Э2			
3.3	Адсорбция карбоновых кислот на границе раствор - воздух /Лаб/	5	5	ОПК-1-31 ОПК-1-32	Л1.1Л3.1 Э1 Э2			

3.4	Выполнение домашнего задания /Ср/	5	21	ОПК-1-31 ОПК-1-32 ОПК-1-У1 ОПК-1-У2 ОПК-1-У3 ОПК-1-В1 ОПК-1-В2 ОПК-1-В3	Л1.1 Л1.1Л2.1Л3. 1 Э1 Э2			
3.5	Модель Гугенгейма. Уравнение Жуховицкого /Лек/	5	2	ОПК-1-31 ОПК-1-32	Л1.1Л2.1Л3. 1 Э1 Э2			
3.6	Подготовка к практическим занятиям. Изучение лекционного материала /Ср/	5	4	ОПК-1-31 ОПК-1-32 ОПК-1-У1 ОПК-1-В2	Л1.1Л2.1Л3. 1 Э1 Э2			
3.7	Расчет поверхностного натяжения растворов. Уравнения Шишковского и Жуховицкого. /Пр/	5	1	ОПК-1-31 ОПК-1-32 ОПК-1-У1 ОПК-1-У2 ОПК-1-У3 ОПК-1-В1 ОПК-1-В3	Л1.1Л2.1Л3. 1 Э1 Э2			
3.8	Теория поверхностных явлений Гиббса. Связь поверхностного натяжения и адсорбции. Уравнение адсорбции Гиббса. /Лек/	5	2	ОПК-1-31 ОПК-1-32	Л1.1Л2.1Л3. 1 Э1 Э2			
3.9	Адсорбция на поверхности раствор-газ. /Пр/	5	1	ОПК-1-31 ОПК-1-32 ОПК-1-У1 ОПК-1-У2	Л1.1Л2.1Л3. 1 Э1 Э2			
3.10	Поверхностно-активные вещества (ПАВ). Правило Дюкло–Траубе. Применение ПАВ. /Лек/	5	2	ОПК-1-31 ОПК-1-32	Л1.1Л2.1Л3. 1 Э1 Э2			
3.11	Подготовка к практическим занятиям. Изучение лекционного материала /Ср/	5	4	ОПК-1-31 ОПК-1-32 ОПК-1-У1 ОПК-1-В2	Л1.1Л2.1Л3. 1 Э1 Э2			
3.12	Расчеты адсорбции для дисперсных материалов /Пр/	5	1	ОПК-1-31 ОПК-1-32 ОПК-1-У1 ОПК-1-У2 ОПК-1-У3 ОПК-1-В1 ОПК-1-В3	Л1.1Л2.1Л3. 1 Э1 Э2			
3.13	Подготовка к практическим занятиям. Изучение лекционного материала /Ср/	5	4	ОПК-1-31 ОПК-1-32 ОПК-1-У1 ОПК-1-В2	Л1.1Л2.1Л3. 1 Э1 Э2			
3.14	Когезия и адгезия. Смачивание. /Лек/	5	1	ОПК-1-31 ОПК-1-32 ОПК-1-В1 ОПК-1-В3	Л1.1Л2.1Л3. 1 Э1 Э2			
3.15	Подготовка к зачету /Ср/	5	4	ОПК-1-31 ОПК-1-32 ОПК-1-У1 ОПК-1-У2 ОПК-1-У3 ОПК-1-В1 ОПК-1-В2 ОПК-1-В3	Л1.1 Л1.1Л2.1Л3. 1 Э1 Э2			

5.1. Контрольные мероприятия (контрольная работа, тест, коллоквиум, экзамен и т.п), вопросы для самостоятельной подготовки			
Код КМ	Контрольное мероприятие	Проверяемые индикаторы компетенций	Вопросы для подготовки
КМ1	Домашнее задание	ОПК-1-31;ОПК-1-32;ОПК-1-У1;ОПК-1-У2;ОПК-1-У3;ОПК-1-В1;ОПК-1-В2;ОПК-1-В3	По приведенным данным об адсорбции вещества В на веществе А выполнить задания: 1. Для каждой температуры установить, до каких давлений выполняется уравнение Ленгмюра. 2. Определить параметры адсорбции по Ленгмюру («графически») и параметры температурной зависимости адсорбции. 3. Доказать применимость изотермы БЭТ, определить параметры этой изотермы («графически») и параметры температурной зависимости. 4. Используя параметры изотермы БЭТ, оценить удельную площадь поверхности порошка адсорбента А. 5. Оцените размер частиц адсорбента. 6. При температуре $(T_1+T_2)/2$ и количестве адсорбента втрое больше, чем в задании, рассчитать адсорбцию по Ленгмюру и БЭТ при давлениях $0,05 P(\text{нас})$ и $0,25 P(\text{нас})$.
КМ2	Контрольная работа	ОПК-1-31;ОПК-1-32;ОПК-1-У1;ОПК-1-У2;ОПК-1-У3;ОПК-1-В1;ОПК-1-В2;ОПК-1-В3	1. Какие положения теории Ленгмюра обуславливают наличие предела адсорбции? 2. Какой смысл имеет величина Z в уравнении изотермы адсорбции Ленгмюра ? 3. Какие величины в изотерме адсорбции Ленгмюра зависят от температуры? 4. В теории Ленгмюра молекулы адсорбата взаимодействуют: 5. В чем заключаются отличия теории БЭТ от теории Ленгмюра? 6. Какие величины в изотерме адсорбции БЭТ зависят от температуры? 7. Как изменится величина адсорбции в теории Ленгмюра при повышении температуры? 8. Может ли в теории Ленгмюра значение величины адсорбции Г превысить значение Z? 9. Может ли в теории БЭТ величина адсорбции оказаться больше числа независимых адсорбционных мест? 10. Как изменится в рамках теории Ленгмюра величина адсорбции первого газа, если в газовую фазу добавить второй адсорбат при неизменном парциальном давлении первого
5.2. Перечень работ, выполняемых по дисциплине (Курсовая работа, Курсовой проект, РГР, Реферат, ЛР, ПР и т.п.)			
Код работы	Название работы	Проверяемые индикаторы компетенций	Содержание работы
Р1	Домашнее задание	ОПК-1-31;ОПК-1-32;ОПК-1-У1;ОПК-1-У2;ОПК-1-В1;ОПК-1-В3	Расчетные задачи по адсорбции
Р2	Контрольная работа	ОПК-1-31;ОПК-1-32;ОПК-1-У1;ОПК-1-У3;ОПК-1-В1;ОПК-1-В2;ОПК-1-В3	Расчетные задачи, теоретические вопросы
5.3. Оценочные материалы, используемые для экзамена (описание билетов, тестов и т.п.)			
Экзамен по дисциплине не предусмотрен			

5.4. Методика оценки освоения дисциплины (модуля, практики. НИР)

Оценка «отлично» - обучающийся показывает глубокие, исчерпывающие знания в объеме пройденной программы, уверенно применяет полученные знания на практике, грамотно и логически стройно излагает материал при ответе, умеет формулировать выводы из изложенного теоретического материала, знает дополнительно рекомендованную литературу.

Оценка «хорошо» - обучающийся показывает твердые и достаточно полные знания в объеме пройденной программы, допускает незначительные ошибки при освещении заданных вопросов, четко излагает материал.

Оценка «удовлетворительно» - обучающийся показывает знания в объеме пройденной программы, ответы излагает хотя и с ошибками, но уверенно исправляет их после дополнительных и наводящих вопросов.

Оценка «неудовлетворительно» - обучающийся допускает грубые ошибки в ответе, не понимает сущности излагаемого вопроса, не умеет применять знания для решения простых задач, дает неполные ответы на дополнительные и наводящие вопросы.

Оценка «неявка» – обучающийся на экзамен не явился.

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ**6.1. Рекомендуемая литература****6.1.1. Основная литература**

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л1.1	Бокштейн Б. С., Менделев М. И., Похвиснев Ю. В.	Физическая химия: термодинамика и кинетика: учебник	Электронная библиотека	М.: Изд-во МИСиС, 2012

6.1.2. Дополнительная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л2.1	Жуховицкий А. А., Шварцман Л. А.	Физическая химия: Учебник для студ. металлург. спец. вузов	Библиотека МИСиС	М.: Металлургия, 1987
Л2.2	Андреев Л. А., Новикова Е. А.	Физическая химия. Поверхностные явления на межфазной границе раздела газ - твердое тело: метод. указания к выполнению домашнего задания	Библиотека МИСиС	М.: Изд-во МИСиС, 2009

6.1.3. Методические разработки

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л3.1	Андреев Л. А., Бокштейн Б. С., Новикова Е. А., др.	Физическая химия (N 2761): лаб. практикум	Электронная библиотека	М.: [МИСиС], 2016

6.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

Э1	Электронная библиотека МИСИС	https://lib.misis.ru/elbib.html ;
Э2	Университетская библиотека онлайн	https://lib.misis.ru/ulo.html ;

6.3 Перечень программного обеспечения

П.1	Физическая химия
П.2	LMS Canvas
П.3	Microsoft Office
П.4	MS Teams

6.4. Перечень информационных справочных систем и профессиональных баз данных

И.1	<input type="checkbox"/> База научных изданий ScienceDirect (www.sciencedirect.com)
И.2	<input type="checkbox"/> Единое окно доступа к образовательным ресурсам https://window.edu.ru/

7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

Ауд.	Назначение	Оснащение
Любой корпус Компьютерный класс	Учебная аудитория для проведения практических занятий:	экран, проектор, доска, комплект учебной мебели на 30 посадочных мест, персональные компьютеры, доступ к ЭИОС университета LMS Canvas, лицензионные программы MS Teams, MS Office

Любой корпус Учебная аудитория	Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа и/или для проведения практических занятий:	доска, комплект учебной мебели на 30 посадочных мест
Читальный зал №3 (Б)		комплект учебной мебели на 44 места для обучающихся, МФУ Xerox VersaLink B7025 с функцией масштабирования текстов и изображений, 8 ПК с доступом к ИТС «Интернет», ЭИОС университета через личный кабинет на платформе LMS Canvas, лицензионные программы MS Office, MS Teams, ESET Antivirus.
A-223a	Учебная лаборатория физической и коллоидной химии:	3 монитора, 3 системных блока, доска металло-керамическая, сахариметр, фотометр, весы аналитические, набор лабораторный "Определение поверхностного натяжения растворов", измеритель E7-13, источник постоянного тока, шейкер орбитальный 2 шт., принтер, набор лабораторный "Определение энтропии", набор лабораторный "Зависимость электродвижущей силы ГЭ", набор лабораторный "Скорость миграции ионов", набор лабораторный "Измерение вязкости", набор лабораторный "Кинетика инверсии", тензиометр 2 шт., комплект учебной мебели
Любой корпус Мультимедийная	Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа и/или для проведения практических занятий:	комплект учебной мебели до 36 мест для обучающихся, мультимедийное оборудование, магнитно-маркерная доска, рабочее место преподавателя, ПКс доступом к ИТС «Интернет», ЭИОС университета через личный кабинет на платформе LMS Canvas, лицензионные программы MS Office, MS Teams, ESET Antivirus

8. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Лекционные занятия нацелены на изучение студентами законов адсорбции и поверхностного натяжения и их применения. Практические занятия нацелены на умение обрабатывать экспериментальные данные по измерению адсорбции и поверхностного натяжения, проведение теоретических расчетов адсорбции и поверхностного натяжения и связанных с ними характеристик и величин с использованием различных моделей.

Предусматриваются расчетные домашние задания по различным разделам курса «Теория поверхностных явлений».

Проведение аудиторных занятий предусматривает использование в учебном курсе активных и интерактивных технологий:

- проведение лекций с использованием интерактивных и мультимедийных технологий (презентация в формате MS PowerPoint);
- при выполнении домашних заданий предусмотрено использование специализированной компьютерной лаборатории.

Дисциплина относится к точным наукам и требует значительного объема самостоятельной работы. Отдельные учебные вопросы выносятся на самостоятельную проработку и контролируются посредством текущей аттестации. При этом организуются групповые и индивидуальные консультации. Качественное освоение дисциплины возможно только при систематической самостоятельной работе, что поддерживается системой текущей и рубежной аттестации.