

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Астраханский государственный университет имени В. Н. Татищева»
(Астраханский государственный университет им. В. Н. Татищева)

СОГЛАСОВАНО

Руководитель ОПОП

А.Г. Тырков
04 апреля 2024 г.

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой ХМ

Л.А. Джигола
04 апреля 2024 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«ИОНООБМЕННЫЕ РАВНОВЕСИЯ»

Составитель

Джигола Л.А., доцент, к.х.н., заведующая кафедрой
фундаментальной и прикладной химии;

Согласовано с работодателями:

Ежова И.Н., генеральный директор, ООО НПП
«Вулкан»;
Орлова О.В., главный технолог, ФГУ «Центр
лабораторного анализа и технических измерений по
Астраханской области»;

Направление подготовки

04.03.01 ХИМИЯ

Направленность (профиль) ОПОП

**Химия окружающей среды, химическая экспертиза
и экологическая безопасность**

Квалификация (степень)

бакалавр

Форма обучения

очная

Год приема

2024

Курс

4

Семестры

8

Астрахань – 2024

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1. Целями освоения дисциплины «Ионообменные равновесия» является создание системы усвоения основных положений теории сорбции и возможность реализации на практике полученных магистрантами знаний.

1.2. Задачи освоения дисциплины: освоение современного теоретического материала по вопросам сорбции, а в дальнейшем реализация полученных знаний при исследовании сорбции известными сорбентами различных важных для науки и практики соединений в растворах. Полученные результаты реализуются на практике в виде отчетов и научных статей.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

2.1. Учебная дисциплина «Ионообменные равновесия» относится к факультативным дисциплинам Ф.04, формируемой участниками образовательных отношений, и осваивается в 8 семестре.

Дисциплина встраивается в структуру ОПОП как с точки зрения преемственности содержания, так и с точки зрения непрерывности процесса формирования компетенций выпускника. «Входные» знания и умения обучающегося связаны со знанием теоретических основ аналитической и физической химии.

2.2. Для изучения данной учебной дисциплины необходимы следующие знания, умения, навыки, формируемые предшествующими учебными дисциплинами:

- Аналитическая химия

Знания: современные методы определения токсичных веществ в воздухе, водных объектах и почве;

Умения: применять полученные знания в практической работе, направленной на решение конкретной задачи при контроле содержания вредных веществ в объектах окружающей среды (воздух, вода, почва);

Навыки: владеть методами анализа веществ загрязняющих воздух, воду, почву.

- Физическая химия

Знания: общие закономерности протекания химических реакций в растворах и твердой фазе, основы химической термодинамики и кинетики;

Умения: применять теоретические знания о строении, изменении состава и реакционной способности реагирующих веществ;

Навыки: владеть навыками химического эксперимента с учетом правил техники безопасности при использовании химических реактивов, анализа результатов опытов и формулирования обоснованных выводов.

2.3. Последующие учебные дисциплины и практики, для которых необходимы знания, умения, навыки, формируемые данной учебной дисциплиной:

- коллоидная химия;

- инновационные технологии утилизации отходов нефтехимии;

- техническая термодинамика и теплотехника;

- метрология, стандартизация и сертификация в нефтехимии;

- производственная практика (преддипломная).

3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Процесс освоения дисциплины направлен на формирование элементов следующей

компетенции в соответствии с ФГОС ВПО и ОПОП ВО по данному направлению подготовки:

в) профессиональной (ПК):

в) ПК-5. Способен проводить критический анализ полученных результатов и оценивать перспективы продолжения работ в выбранной области химии, химической технологии или смежных с химией науках.

Таблица 1. Декомпозиция результатов обучения

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине		
		Знать (1)	Уметь (2)	Владеть (3)
ПК-5	ПК-5.1 Критически анализирует полученные результаты исследований в выбранной области химии, выявляет достоинства и недостатки;	- отдельные стадии исследования ионообменных равновесий при наличии общего плана исследования;	- выбирать технические средства и методы испытаний (из набора имеющихся) для решения поставленных задач НИР;	- методами количественного и качественного анализа веществ, загрязняющих воздух, воду, почву;
	ПК-5.2 Готовит отдельные разделы отчетов по результатам НИР и НИОКР в выбранной области химии;	- современные методы определения равновесных состояний при ионном обмене в воздухе, водных объектах и почве;	- готовить элементы документации, проекты планов и программ отдельных этапов НИР;	- методами регистрации и обработки результатов анализа с использованием современного программного обеспечения.
	ПК-5.3 Формулирует рекомендации по продолжению исследования в выбранной области химии.	- место ионного обмена в ряду других естественных процессов, значение в жизни современного общества. Современные представления о фундаментальных достижениях в изучении ионного обмена.	- готовить объекты исследования.	- методиками анализа конкретных физико-химических задачи. - навыками расчетов по равновесным моделям, описывающими ионное равновесие.

		Математические модели и приближения.		
--	--	--------------------------------------	--	--

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины в соответствии с учебным планом составляет 2 зачетные единицы (72 часа).

Трудоемкость отдельных видов учебной работы студентов очной, очно-заочной и заочной форм обучения приведена в таблице 2.1.

Таблица 2.1. Трудоемкость отдельных видов учебной работы по формам обучения

Вид учебной и внеучебной работы	для очной формы обучения
Объем дисциплины в зачетных единицах	2
Объем дисциплины в академических часах	72
Контактная работа обучающихся с преподавателем (всего), в том числе (час.):	45
- занятия лекционного типа, в том числе:	15
- практическая подготовка (если предусмотрена)	-
- занятия семинарского типа (семинары, практические, лабораторные), в том числе:	30
- практическая подготовка (если предусмотрена)	-
- в ходе подготовки и защиты курсовой работы	-
- консультация (предэкзаменационная)	-
- промежуточная аттестация по дисциплине	-
Самостоятельная работа обучающихся (час.)	27
Форма промежуточной аттестации обучающегося (зачет/экзамен), семестр (ы)	зачет – 8 семестр

Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий и самостоятельной работы, для каждой формы обучения представлено в таблице 2.2.

Таблица 2.2. Структура и содержание дисциплины

для очной формы обучения

Раздел, тема дисциплины (модуля)	Контактная работа, час.							СР, час.	Итого часов	Форма текущего контроля успеваемости, форма промежуточной аттестации [по семестрам]
	Л		ПЗ		ЛР		КР / КП			
	Л	в т.ч. ПП	ПЗ	в т.ч. ПП	ЛР	в т.ч. ПП				
Семестр 8.										
Тема 1. Сорбция как метод	3		6					5	14	Собеседован

Раздел, тема дисциплины (модуля)	Контактная работа, час.							СР, час.	Итого часов	Форма текущего контроля успеваемо сти, форма промежуто чной
	Л		ПЗ		ЛР		КР / КП			
	Л	в т.ч. ПП	ПЗ	в т.ч. ПП	ЛР	в т.ч. ПП				
<i>концентрирования</i>										ие Тест
<i>Тема 2. Динамический характер адсорбции</i>	3		6					5	14	Собеседован ие Тест Практическо е задание
<i>Тема 3. Экспериментальные методы измерения равновесной адсорбции</i>	3		6					5	14	Собеседован ие Тест
<i>Тема 4. Сочетание сорбционного концентрирования с методами последующего определения</i>	3		6					5	14	Собеседован ие
<i>Тема 5. Прикладные задачи адсорбции</i>	3		6					7	16	Собеседован ие
Консультации										
Контроль промежуточной аттестации										Зачёт
ИТОГО за семестр:	15		30					27	72	
Итого за весь период	15		30					27	72	

Таблица 3. Матрица соотнесения разделов, тем учебной дисциплины и формируемых компетенций

Раздел, тема дисциплины	Кол-во часов	Код компетенции	Общее количество компетенций
		ПК-5	
Тема 1. Сорбция как метод концентрирования	14	+	1
Тема 2. Динамический характер адсорбции	14	+	1
Тема 3. Экспериментальные методы измерения равновесной адсорбции	14	+	1
Тема 4. Сочетание сорбционного концентрирования с методами последующего определения	14	+	1
Тема 5. Прикладные задачи адсорбции	16	+	1
Итого	72		

Краткое содержание учебной дисциплины

Тема.1. Сорбция как метод концентрирования.

Общие положения. Механизм адсорбции углеводородов на кремнезёмах и алюмосиликатах. Энергия адсорбционных сил. Молекулярно-статистический расчет адсорбционных равновесий. Энергия адсорбции простых неполярных молекул на неполярном адсорбенте. Энергия адсорбции сложных неполярных молекул на неполярном адсорбенте. Электростатические силы при адсорбции. Энергия адсорбции неполярных

молекул на поверхности ионных решеток. Энергия адсорбции полярных молекул на неполярном адсорбенте. Адсорбция полярных молекул на поверхностях, имеющих заряды.

Тема 2. Динамический характер адсорбции.

Изменение структуры конденсированной фазы. Процессы на поверхности адсорбента. «Бомбардировка» поверхности. Среднее время «жизни» молекулы в адсорбированном состоянии. Поверхностная диффузия. Изотермы адсорбции Генри. Изотермы адсорбции Ленгмюра. Полимолекулярная адсорбция. Уравнение БЭТ.

Тема 3. Экспериментальные методы измерения равновесной адсорбции.

Общие определения. О методах измерения адсорбции. Объемный метод измерения адсорбции газов и паров. Весовой метод измерения изотерм адсорбции газов и паров. Адсорбция их растворов. Основные методы определения теплот адсорбции.

Тема 4. Сочетание сорбционного концентрирования с методами последующего определения.

Методы сорбционного концентрирования, с последующими методами определения.

Тема 5. Прикладные задачи адсорбции.

Использование адсорбции для задач очистки. Использование адсорбентов для выделения компонентов газовых и жидких сред. Использование сорбции для задач хранения. Адсорбенты как носители и диспергаторы. Адсорбенты в энергетике

5. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ПРЕПОДАВАНИЮ И ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1. Указания для преподавателей по организации и проведению учебных занятий по дисциплине

Приступая к изучению новой учебной дисциплины, студенты должны ознакомиться с учебной программой, учебной, научной и методической литературой, получить в библиотеке рекомендованные учебники и учебно-методические пособия, завести новую тетрадь для работы с первоисточниками.

Преподаватель должен активно непосредственно участвовать в учебном процессе и проводить подготовку к нему. Необходимость постоянной подготовки к семинарским и практическим занятиям обусловлена потребностью отражать современные подходы, взгляды, данные по темам и разделам. Проводя подготовку к учебному процессу необходимо изучать современные методические рекомендации, результаты научных исследований, новые технологии и т.д. При реализации различных видов учебной работы преподаватель должен использовать образовательные технологии: создание интерактивных презентаций, обучающие компьютерные программы, технологии развития мышления (эффективная лекция, таблицы, работа в группах и т.д.)

Практические занятия способствуют закреплению знаний полученных студентами в ходе теоретического обучения и самостоятельной работы, формированию компетенций, навыков в получении информации, приобретению умений провести ее обработку и анализ, овладению навыками планирования, анализа и управления. Общее требование при разработке тематики практических таково - этот вид аудиторных занятий должен научить студента правильно оценить и предвидеть развитие ситуации, управлять ее формированием, владению методами анализа. На занятиях проводится отработка практических умений под контролем преподавателя. В конце каждого практического занятия преподаватель планирует 6-7 минут для подведения итогов. Он обращает внимание на то, как освоен учебный материал по теме в целом, анализирует типичные ошибки и недоработки студентов, акцентирует их внимание на значимость темы.

Во время практических и семинарских занятий используются словесные методы обучения, как беседа и дискуссия, что позволяет вовлекать в учебный процесс всех слушателей и стимулирует творческий потенциал обучающихся. Преподавателю необходимо иметь, для проведения практических и семинарских занятий, наглядные пособия – наборы таблиц по теме занятия, схемы и др. При подготовке к практическим и семинарским занятиям преподавателю необходимо знать план его проведения, продумать формулировки и содержание учебных вопросов, выносимых на обсуждение, познакомиться с новыми публикациями по теме. В начале занятия преподаватель должен раскрыть теоретическую и практическую значимость темы занятия, определить порядок его проведения, время на обсуждение каждого учебного вопроса. В ходе занятия следует дать возможность выступить всем желающим и предложить выступить тем слушателям, которые проявляют пассивность. Целесообразно, в ходе обсуждения учебных вопросов, задавать выступающим и аудитории дополнительные и уточняющие вопросы с целью выяснения их позиций по существу обсуждаемых проблем, а также поощрять выступление с места в виде кратких дополнений. В заключительной части практического занятия следует подвести итог: дать объективную оценку выступления слушателя и учебной группы в целом, раскрыть положительные стороны и недостатки проведения занятия, ответить на вопросы, назвать тему очередного занятия и дать необходимые задания. После подведения итогов устранить недостатки, отмеченные преподавателем.

При подготовке к зачету (в конце семестра) повторять пройденный материал в строгом соответствии с учебной программой, примерным перечнем учебных вопросов, выносящихся на зачет и содержащихся в данной программе. Использовать литературу, рекомендованную преподавателем. Обратит особое внимание на темы учебных занятий, пропущенных студентом по разным причинам. При необходимости обратиться за консультацией и методической помощью к преподавателю.

В случае возникновения вопросов они могут быть заданы преподавателю на форуме (moodle@asu.edu.ru).

5.2. Указания для обучающихся по освоению дисциплины

Самостоятельная работа обучающихся проводится с использованием учебно-методической литературы и интернет-ресурсов. В случае возникновения вопросов они могут быть заданы преподавателю на индивидуальной консультации или по электронной почте.

Таблица 4. Содержание самостоятельной работы обучающихся

для очной формы обучения

Вопросы, выносимые на самостоятельное изучение	Кол-во часов	Форма работы
Тема.1. Сорбция как метод концентрирования. Общие положения. Механизм адсорбции углеводов на кремнезёмах и алюмосиликатах. Энергия адсорбционных сил. Молекулярно-статистический расчет адсорбционных равновесий. Энергия адсорбции простых неполярных молекул на неполярном адсорбенте. Энергия адсорбции сложных неполярных молекул на неполярном адсорбенте. Электростатические силы при адсорбции. Энергия адсорбции неполярных молекул на поверхности ионных решеток. Энергия адсорбции полярных молекул на неполярном адсорбенте. Адсорбция полярных молекул на поверхностях, имеющих заряды.	5	Индивидуальная работа

Тема 2. Динамический характер адсорбции. Изменение структуры конденсированной фазы. Процессы на поверхности адсорбента. «Бомбардировка» поверхности. Среднее время «жизни» молекулы в адсорбированном состоянии. Поверхностная диффузия. Изотермы адсорбции Генри. Изотермы адсорбции Легнмюра. Полимoleкулярная адсорбция. Уравнение БЭТ	5	Индивидуальная работа
Тема 3. Экспериментальные методы измерения равновесной адсорбции Общие определения. О методах измерения адсорбции. Объемный метод измерения адсорбции газов и паров. Весовой метод измерения изотерм адсорбции газов и паров. Адсорбция их растворов. Основные методы определения теплот адсорбции.	5	Индивидуальная работа
Тема 4. Сочетание сорбционного кон-центрирования с методами последующего определения. Методы сорбционного концентрирования, с последующими методами определения	5	Индивидуальная работа
Тема 5. Прикладные задачи адсорбции. Использование адсорбции для задач очистки. Использование адсорбентов для выделения компонентов газовых и жидких сред. Использование сорбции для задач хранения. Адсорбенты как носители и диспергаторы. Адсорбенты в энергетике	7	Индивидуальная работа

5.3. Виды и формы письменных работ, предусмотренных при освоении дисциплины, выполняемые обучающимися самостоятельно

По каждой теме, изученной обучающимся самостоятельно, должен быть написан конспект. Конспект должен быть выполнен в ученической тетради в клетку (строчки «через клеточку») «от руки». На титульном листе должны быть разборчиво написаны фамилия, имя, отчество, факультет, курс, группа, тема. Конспект должен отражать основные понятия, формулы, постулаты. В конце работы ставится число и подпись.

В качестве письменных работ предлагается отчет по практической работе.

Методические указания по написанию отчета по практической работе

К выполнению, оформлению и отчету по практическим работам предъявляются общие требования:

1. Цель и задачи исследования.
2. Краткое описание эксперимента: способы, методы, методики исследования и теоретические положения.
3. Законы, положения, математический аппарат, уравнения реакций. Результаты исследования и расчеты (уравнения должны быть приведены в общем виде и с подставленными данными). Результаты исследования и расчетов должны быть сведены в соответствующие таблицы. Статистическая обработка данных.
4. Графическая обработка экспериментальных данных: графики и схемы должны выполняться только на миллиметровой бумаге. На ось ординат наносится функция, на ось абсцисс – аргумент с указанием единиц измерения. На осях наносится шкала согласно выбранному масштабу. Единицы масштаба должны быть выбраны в соответствии точности отсчета при эксперименте. Координаты экспериментальной точки наносятся только на плоскости и отмечаются точкой. По экспериментальным точкам проводится усредняющая кривая. Выпавшие точки не используются, но показываются. Экспериментальные данные для построения градуировочного графика обрабатываются по методу наименьших квадратов. на миллиметровой бумаге изображены графически зависимости, полученные в ходе выполнения эксперимента (все выполняется только простым карандашом!). График для каждой системы оформляется на отдельном листе,

масштаба А4 (или $\frac{1}{2}$ листа масштаба А4, более мелкие рисунки не допускаются!) с подробной подрисуночной подписью (Рис.1). Если для системы приводятся данные при нескольких температурах, они наносятся все на один график. В подрисуночной подписи указываются, условия получения данных (длина волны, размер кювет, какой температуре соответствуют нанесенные линии, концентрация анализируемых растворов и т.п.). Компьютерный вариант представления графиков не допускается! При работе с графиком для определения каких-либо величин, допускается построение на графике дополнительных линий, однако расчеты, связанные с этими графиками, следует помещать в тексте работы, а не на координатной плоскости графика или рисунка. В подписи под рисунком должен стоять номер рисунка, название графика и расшифровка по номерам линий на графике. Желательно, чтобы на одном листе располагался один рисунок;

5. Анализ экспериментально полученных зависимостей.

6. Выводы.

Работа считается выполненной, если приведены все необходимые расчеты, построены изучаемые зависимости, приведены все структурные формулы изучаемых веществ и образуемых соединений, сделаны соответствующие выводы.

6. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ И ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

В соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки реализация компетентностного подхода предусматривает использование в учебном процессе активных и интерактивных форм проведения занятий в сочетании с внеаудиторной работой с целью формирования и развития требуемых компетенций обучающихся.

При реализации различных видов учебной работы по дисциплине могут использоваться электронное обучения и дистанционные образовательные технологии.

6.1. Образовательные технологии

Таблица 5. Образовательные технологии, используемые при реализации учебных занятий

Раздел, тема дисциплины (модуля)	Форма учебного занятия		
	Лекция	Практическое занятие, семинар	Лабораторная работа
Тема 1. Сорбция как метод концентрирования	Проблемная (интерактивная) лекция-презентация	Фронтальный опрос, выполнение практических занятий в микрогруппах, дискуссии по вопросам к теме.	Не предусмотрено
Тема 2. Динамический характер адсорбции	Интерактивная лекция-презентация	Фронтальный опрос, выполнение практических занятий в микрогруппах, дискуссии по вопросам к теме.	Не предусмотрено
Тема 3. Экспериментальные методы измерения равновесной адсорбции	Проблемная (интерактивная) лекция-презентация	Фронтальный опрос, выполнение практических занятий в микрогруппах, дискуссии по вопросам к теме.	Не предусмотрено

Тема 4. Сочетание сорбционного концентрирования с методами последующего определения	Интерактивная лекция-презентация	Фронтальный опрос, выполнение практических занятий в микрогруппах, дискуссии по вопросам к теме.	Не предусмотрено
Тема 5. Прикладные задачи адсорбции	Проблемная (интерактивная) лекция-презентация	Фронтальный опрос, выполнение практических занятий в микрогруппах, дискуссии по вопросам к теме.	Не предусмотрено

Учебные занятия по дисциплине могут проводиться с применением информационно-телекоммуникационных сетей при опосредованном (на расстоянии) интерактивном взаимодействии обучающихся и преподавателя в режимах *on-line* и/или *off-line* в формах: видеолекций, лекций-презентаций, видеоконференций, собеседования в режиме чата, выполнения виртуальных практических работ и др.

6.2. Информационные технологии

Информационные технологии, используемые при реализации различных видов учебной и внеучебной работы:

- использование возможностей интернета в учебном процессе (использование сайта преподавателя (рассылка заданий, предоставление выполненных работ, ответы на вопросы, ознакомление обучающихся с оценками и т. д.));
- использование электронных учебников и различных сайтов (например, электронных библиотек, журналов и т. д.) как источников информации;
- использование возможностей электронной почты преподавателя;
- использование средств представления учебной информации (электронных учебных пособий и практикумов, применение новых технологий для проведения очных (традиционных) лекций и семинаров с использованием презентаций и т. д.);
- использование виртуальной обучающей среды (LMS Moodle «Электронное образование») или иных информационных систем, сервисов и мессенджеров.

6.3. Программное обеспечение, современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

6.3.1. Программное обеспечение

Наименование программного обеспечения	Назначение
Adobe Reader	Программа для просмотра электронных документов
Платформа дистанционного обучения LMS Moodle	Виртуальная обучающая среда
Mozilla FireFox	Браузер
Microsoft Office 2013, Microsoft Office Project 2013, Microsoft Office Visio 2013	Пакет офисных программ
7-zip	Архиватор

Microsoft Windows 7 Professional	Операционная система
Kaspersky Endpoint Security	Средство антивирусной защиты
Google Chrome	Браузер
OpenOffice	Пакет офисных программ
Opera	Браузер
Paint .NET	Растровый графический редактор
VLC Player	Медиапроигрыватель
WinDjView	Программа для просмотра файлов в формате DJV и DjVu

6.3.2. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

<i>Наименование современных профессиональных баз данных, информационных справочных систем</i>
<u>Универсальная справочно-информационная полнотекстовая база данных периодических изданий ООО «ИВИС»</u> http://dlib.eastview.com Имя пользователя: AstrGU Пароль: AstrGU
Электронные версии периодических изданий, размещённые на сайте информационных ресурсов www.polpred.com
Электронный каталог Научной библиотеки АГУ на базе MARK SQL НПО «Информ-систем» https://library.asu.edu.ru/catalog/
Электронный каталог «Научные журналы АГУ» https://journal.asu.edu.ru/
Корпоративный проект Ассоциации региональных библиотечных консорциумов (АРБИКОН) «Межрегиональная аналитическая роспись статей» (МАРС) – сводная база данных, содержащая полную аналитическую роспись 1800 названий журналов по разным отраслям знаний. Участники проекта предоставляют друг другу электронные копии отсканированных статей из книг, сборников, журналов, содержащихся в фондах их библиотек. http://mars.arbicon.ru
Справочная правовая система КонсультантПлюс. Содержится огромный массив справочной правовой информации, российское и региональное законодательство, судебную практику, финансовые и кадровые консультации, консультации для бюджетных организаций, комментарии законодательства, формы документов, проекты нормативных правовых актов, международные правовые акты, правовые акты, технические нормы и правила. http://www.consultant.ru

7. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

7.1. Паспорт фонда оценочных средств

При проведении текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине «Ионообменные равновесия» проверяется сформированность у обучающихся

компетенций, указанных в разделе 3 настоящей программы. Этапность формирования данных компетенций в процессе освоения образовательной программы определяется последовательным освоением дисциплин и прохождением практик, а в процессе освоения дисциплины – последовательным достижением результатов освоения содержательно связанных между собой разделов, тем.

Таблица 6. Соответствие разделов, тем дисциплины, результатов обучения по дисциплине и оценочных средств

Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Код контролируемой компетенции	Наименование оценочного средства
Тема 1. Сорбция как метод концентрирования	ПК-5	Собеседование Тест
Тема 2. Динамический характер адсорбции	ПК-5	Собеседование Тест Практическое задание
Тема 3. Экспериментальные методы измерения равновесной адсорбции	ПК-5	Собеседование Тест
Тема 4. Сочетание сорбционного концентрирования с методами последующего определения	ПК-5	Собеседование
Тема 5. Прикладные задачи адсорбции	ПК-5	Собеседование

7.2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций, описание шкал оценивания

Таблица 7. Показатели оценивания результатов обучения в виде знаний

Шкала оценивания	Критерии оценивания
5 «отлично»	демонстрирует глубокое знание теоретического материала, умение обоснованно излагать свои мысли по обсуждаемым вопросам, способность полно, правильно и аргументированно отвечать на вопросы, приводить примеры
4 «хорошо»	демонстрирует знание теоретического материала, его последовательное изложение, способность приводить примеры, допускает единичные ошибки, исправляемые после замечания преподавателя
3 «удовлетворительно»	демонстрирует неполное, фрагментарное знание теоретического материала, требующее наводящих вопросов преподавателя, допускает существенные ошибки в его изложении, затрудняется в приведении примеров и формулировке выводов
2 «неудовлетворительно»	демонстрирует существенные пробелы в знании теоретического материала, не способен его изложить и ответить на наводящие вопросы преподавателя, не может привести примеры

Таблица 8. Показатели оценивания результатов обучения в виде умений и владений

Шкала оценивания	Критерии оценивания
5 «отлично»	демонстрирует способность применять знание теоретического материала при выполнении заданий, последовательно и правильно выполняет задания, умеет обоснованно излагать свои мысли и делать необходимые выводы
4	демонстрирует способность применять знание теоретического материала

«хорошо»	при выполнении заданий, последовательно и правильно выполняет задания, умеет обоснованно излагать свои мысли и делать необходимые выводы, допускает единичные ошибки, исправляемые после замечания преподавателя
3 «удовлетворительно»	демонстрирует отдельные, несистематизированные навыки, испытывает затруднения и допускает ошибки при выполнении заданий, выполняет задание при подсказке преподавателя, затрудняется в формулировке выводов
2 «неудовлетворительно»	не способен правильно выполнить задание

7.3. Контрольные задания и иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения по дисциплине

Тема 1: «Сорбция как метод концентрирования»

1. Вопросы для собеседования:

1. Дайте определение понятиям: сорбция, адсорбция, абсорбция, десорбция. Приведите примеры.
2. Объясните механизм адсорбции углеводородов на кремнезёмах и алюмосиликатах.
3. Энергия адсорбционных сил. Молекулярно-статистический расчет адсорбционных равновесий.
4. Энергия адсорбции простых неполярных молекул на неполярном адсорбенте.
5. Энергия адсорбции сложных неполярных молекул на неполярном адсорбенте.
6. Электростатические силы при адсорбции.
7. Энергия адсорбции неполярных молекул на поверхности ионных решеток.
8. Энергия адсорбции полярных молекул на неполярном адсорбенте.
9. Адсорбция полярных молекул на поверхностях, имеющих заряды.
10. Что такое обменная адсорбция? Каково ее практическое значение?
11. В чем отличие физической адсорбции от хемосорбции?

2. Тестовые задания:

1. Адсорбцией называется концентрирование какого-либо вещества:
 - а) в объеме фазы в результате самопроизвольного перехода его из поверхностного слоя;
 - б) в поверхностном слое в результате самопроизвольного перехода его из объема фазы.
2. Выберите уравнение Шишковского, связывающее изменение поверхностного натяжения раствора с концентрацией растворённого ПАВ в объеме:
 - а) $\sigma = \sigma_0 - K_f RTc$;
 - б) $\sigma = \sigma_0 - A_\infty RT \ln(1 + Kc)$;
 - в) $\Gamma = - \frac{c}{RT} \frac{d\sigma}{dc}$.
3. Графическая зависимость адсорбции от концентрации адсорбируемого вещества в объемной фазе при данной температуре называется:
 - а) изобарной адсорбции;
 - б) изотермой адсорбции;
 - в) изотропией адсорбции.

Тема 2: «Динамический характер адсорбции»

1. Вопросы для собеседования:

1. При каких условиях соблюдается при адсорбции закон Генри? Каков физический смысл константы Генри?
2. Напишите уравнение изотермы адсорбции теории мономолекулярной адсорбции Ленгмюра. Объясните физический смысл входящих в него величин. При каких условиях это уравнение применимо?
3. Чем отличаются константы адсорбции в уравнениях Ленгмюра и Генри и какова взаимосвязь между ними?
4. Как определяют константы уравнения Ленгмюра? Какие термодинамические и геометрические характеристики можно рассчитать, зная эти кон-станты?
5. Покажите, есть ли связь между эмпирическим уравнением Фрейндлиха и уравнением Ленгмюра.
6. В чем состоит сущность графического метода определения констант в уравнении Фрейндлиха.
7. Приведите анализ уравнения Шишковского.
8. Какие параметры уравнений Ленгмюра и Шишковского связаны между собой.
9. Как перейти от уравнения Гиббса к уравнению Ленгмюра, используя дифференциальную форму уравнения Шишковского?
10. Объясните физический смысл констант уравнения БЭТ. При каких условиях это уравнение выполняется?
11. Как определяют константы уравнения БЭТ? Для чего применяют это уравнение?
12. Какие адсорбаты используют при определении удельной поверхности адсорбентов методом БЭТ и при каких условиях проводят измерения?
13. Что такое поверхностное натяжение и как оно возникает?
14. Какие существуют методы измерения поверхностного натяжения?
15. Какие вещества называются поверхностно-активными (ПАВ)? Приведите примеры.
16. Напишите уравнение количественного соотношения между величиной адсорбции и изменением поверхностного натяжения с концентрацией раствора. В чем состоит практическое значение этого уравнения?
17. Какие уравнения описывают зависимость поверхностного натяжения растворов ПАВ от их концентрации? При каких условиях они применимы?
18. Какие факторы влияют на агрегатное состояние адсорбционных слоев молекул ПАВ?
19. Сформулируйте правило Дюкло-Траубе и поясните его физический смысл. При каком строении поверхностных пленок соблюдается это правило? В чем заключается обратимость этого правила?
20. Покажите взаимосвязь между константой адсорбции Генри и поверхностной активностью.
21. Как влияют на адсорбцию природа растворителя, природа и пористость адсорбента.

2. Тестовые задания:

1. Выберите адсорбционное уравнение Гиббса:

а) $A = A_{\infty} \frac{Kc}{1 + Kc}$;

б) $\Gamma = - \frac{c}{RT} \frac{d\sigma}{dc}$;

в) $\sigma = \sigma_0 - K_d RTc$.

2. Выберите уравнение изотермы Ленгмюра:

$$a) A = \frac{A_{\infty} \cdot p/p_s}{(1 - p/p_s)[1 + (K - 1)p/p_s]};$$

$$б) A = A_{\infty} \frac{Kc}{1 + Kc};$$

$$в) \ln \frac{p}{p_s} = \frac{\sigma \cdot V_M}{RT} \cdot \frac{ds}{dV};$$

$$г) \Delta G^0 = -RT \ln K.$$

3. Удельную поверхность адсорбентов можно определить по уравнению:

$$a) s_0 = \frac{1}{N_A A_{\infty}};$$

$$б) s_{y0} = A_{\infty} N_A s_0;$$

$$в) \delta = \frac{A_{\infty} M}{\rho};$$

$$г) \pi s_M = RT.$$

4. Стандартная энергия Гиббса адсорбции связана с равновесной константой адсорбции соотношением:

$$a) \ln p = \frac{\Delta H}{RT} + const;$$

$$б) \Delta G^0 = -RT \ln K;$$

$$в) \Delta G^0 = \Delta H - T\Delta S.$$

5. Выберите уравнение капиллярной конденсации Кельвина, используемые для описания адсорбции на пористых телах с переходными порами:

$$a) \frac{p/p_s}{A(1 - p/p_s)} = \frac{1}{A_{\infty} \cdot \text{жс}} + \frac{(\text{жс} - 1)}{A_{\infty} \cdot \text{жс}} \cdot \frac{p}{p_s};$$

$$б) \ln \frac{p}{p_s} = \frac{\sigma \cdot V_M}{RT} \cdot \frac{ds}{dV};$$

$$в) A = \frac{A_{\infty} \cdot \text{жс} \cdot p/p_s}{(1 - p/p_s)[1 + (K - 1)p/p_s]}.$$

6. Выберите уравнение полимолекулярной адсорбции БЭТ:

$$a) \frac{1}{A} = \frac{1}{A_{\infty}} + \frac{1}{A_{\infty} K} \cdot \frac{1}{c};$$

$$б) A = \frac{A_{\infty} \cdot \text{жс} \cdot p/p_s}{(1 - p/p_s)[1 + (K - 1)p/p_s]};$$

$$в) \ln \frac{p}{p_s} = \frac{\sigma \cdot V_M}{RT} \cdot \frac{ds}{dV}.$$

3. Практическое задание:

1. Величина адсорбции красителя (ПАВ) из раствора может быть использована для оценки удельной поверхности порошков. При введении 1 г активного угля в 100 см³ водного раствора метиленового голубого концентрация красителя изменяется от начальной $1 \cdot 10^{-4}$ моль/дм³ до конечной равновесной $6 \cdot 10^{-5}$ моль/дм³, а при добавлении 2 г угля к такому же исходному раствору равновесная концентрация составила $4 \cdot 10^{-5}$ моль/дм³. Считая, что адсорбция описывается уравнением Ленгмюра, рассчитайте $s_{уд}$ угля. Площадь, занимаемую молекулой красителя на поверхности, примите равной 0,65 нм².

2. Ниже приведены результаты измерения адсорбции газообразного криптона на катализаторе:

p , Па	13,22	23,99	49,13	75,70	91,22
$A \cdot 10^3$, м ³ /кг	1,27	1,5	1,76	1,9	1,98

Определите константы уравнения БЭТ и удельную поверхность катализатора, принимая, что один атом криптона занимает площадь 0,195 нм², $p_s = 342,6$ Па, плотность криптона равна 3,74 кг/м³.

Тема 3: «Экспериментальные методы измерения равновесной адсорбции»

1. Вопросы для собеседования:

1. Объемный метод измерения адсорбции газов и паров.
2. Весовой метод измерения изотерм адсорбции газов и паров.
3. Основные методы определения теплот адсорбции.

2. Тестовые задания:

1. Толщину адсорбционных слоёв можно рассчитать по формуле:

а) $s_0 = \frac{1}{N_A A_x}$;

б) $\delta = \frac{A_\infty M}{\rho}$;

в) $\pi s_M = RT$.

2. Правило Дюкло-Траубе, согласно которому поверхностная активность жирных кислот, спиртов, аминов и других веществ в гомологических рядах на границе раствор-воздух при увеличении углеводородной цепи на каждую CH₂ – группу:
 - а) уменьшается в 3,2 раза;
 - б) увеличивается в 3,2 раза.
 - в) не изменяется.
3. Согласно обращённому правилу Дюкло – Траубе для растворов ПАВ в неполярных растворителях поверхностная активность при увеличении длины углеводородного радикала:
 - а) увеличивается;
 - б) уменьшается;
 - в) не изменяется.
4. Твёрдые материалы, используемые для адсорбции из газовой фазы и растворов обладают:
 - а) низкой удельной поверхностью;
 - б) высокой удельной поверхностью;
 - в) средней удельной поверхностью.

Тема 4: «Сочетание сорбционного концентрирования с методами последующего определения»

Вопросы для собеседования:

1. Какая существует связь между длиной углеводородной цепи вещества, его растворимостью и адсорбируемостью в растворе?

Тема 5: «Прикладные задачи адсорбции»

Вопросы для собеседования:

1. Использование адсорбции для задач очистки.
2. Использование адсорбентов для выделения компонентов газовых и жидких сред.
3. Использование сорбции для задач хранения.
4. Адсорбенты как носители и диспергаторы.
5. Адсорбенты в энергетике.

Лабораторные работы

Лабораторная работа №1: «Изотермы сорбции углеводородов из водных растворов сорбентом С-1»

Лабораторная работа №2: «Изучение кинетики сорбции углеводородов из водных растворов сорбентом С-1»

Лабораторная работа № 3: «Флуориметрическое определение нефтепродуктов в воде с предварительным сорбционным концентрированием на сорбенте С-1»

Перечень вопросов и заданий, выносимых на экзамен

1. Механизм адсорбции углеводородов на кремнезёмах и алюмосиликатах.
2. Энергия адсорбционных сил.
3. Молекулярно-статистический расчет адсорбционных равновесий.
4. Энергия адсорбции простых неполярных молекул на неполярном адсорбенте.
5. Энергия адсорбции сложных неполярных молекул на неполярном адсорбенте.
6. Электростатические силы при адсорбции.
7. Энергия адсорбции неполярных молекул на поверхности ионных решеток.
8. Энергия адсорбции полярных молекул на неполярном адсорбенте.
9. Адсорбция полярных молекул на поверхностях, имеющих заряды.
10. Изменение структуры конденсированной фазы.
11. Процессы на поверхности адсорбента.
12. «Бомбардировка» поверхности.
13. Среднее время «жизни» молекулы в адсорбированном состоянии.
14. Поверхностная диффузия.
15. Изотермы адсорбции Генри.
16. Изотермы адсорбции Легнмюра.
17. Полимoleкулярная адсорбция.
18. Уравнение БЭТ
19. Объемный метод измерения адсорбции газов и паров.
20. Весовой метод измерения изотерм адсорбции газов и паров.
21. Адсорбция их растворов.
22. Основные методы определения теплот адсорбции.
23. Методы сорбционного концентрирования, с последующими методами определения
24. Использование адсорбции для задач очистки.
25. Использование адсорбентов для выделения компонентов газовых и жидких сред.
26. Использование сорбции для задач хранения.
27. Адсорбенты как носители и диспергаторы.
28. Адсорбенты в энергетике

Таблица 9. Примеры оценочных средств с ключами правильных ответов

№ п/п	Тип задания	Формулировка задания	Правильный ответ	Время выполнения (в минутах)
Код и наименование проверяемой компетенции				
ПК-5. Способен проводить критический анализ полученных результатов и оценивать перспективы продолжения работ в выбранной области химии, химической технологии или смежных с химией науках.				
1.	Задание закрытого	Графическая зависимость адсорбции от концентрации адсорбируемого	б	1

№ п/п	Тип задания	Формулировка задания	Правильный ответ	Время выполнения (в минутах)			
	типа	вещества в объёмной фазе при данной температуре называется: а) изобарной адсорбции; б) изотермой адсорбции; в) изотропией адсорбции.					
2.		Стандартная энергия Гиббса адсорбции связана с равновесной константой адсорбции соотношением: а) $\ln p = \frac{\Delta H}{RT} + const$; б) $\Delta G^0 = - RT \ln K$; в) $\Delta G^0 = \Delta H - T \Delta S$.	б	1			
3.		Правило Дюкло-Траубе, согласно которому поверхностная активность жирных кис-лот, спиртов, аминов и других веществ в гомологических рядах на границе раствор- воздух при увеличении углеводородной цепи на каждую CH2 – группу: а) уменьшается в 3,2 раза; б) увеличивается в 3,2 раза. в) не изменяется.	б	1			
4.		Величина адсорбции красителя (ПАВ) из раствора может быть использована для оценки удельной поверхности порошков. При введении 1 г активного угля в 100 см ³ водного раствора метиленового голубого концентрация красителя изменяется от начальной 1·10 ⁻⁴ моль/дм ³ до конечной равновесной 6·10 ⁻⁵ моль/дм ³ , а при добавлении 2 г угля к такому же исходному раствору равновесная концентрация составила 4·10 ⁻⁵ моль/дм ³ . Считая, что адсорбция описывается уравнением Ленгмюра, рассчитайте s _{уд} угля. Площадь, занимаемую молекулой красителя на поверхности, примите равной 0,65 нм ² . А) 4,65 м ² /г Б) 4,65 м ² /кг В) 2,43 м ² /г Г) 2,43 м ² /кг	А	4			
5.		Ниже приведены результаты измерения адсорбции газообразного криптона на катализаторе: <table><tr><td>p, Па</td><td>A·10³, м³/кг</td></tr><tr><td>13,22</td><td>1,27</td></tr></table>	p, Па	A·10 ³ , м ³ /кг	13,22	1,27	0,0015
p, Па	A·10 ³ , м ³ /кг						
13,22	1,27						

№ п/п	Тип задания	Формулировка задания		Правильный ответ	Время выполнения (в минутах)
		23,99 49,13 75,70 91,22 1,5 1,76 1,9 1,98			
		Определите константы уравнения БЭТ, принимая, что один атом криптона занимает площадь $0,195 \text{ нм}^2$, $p_s = 342,6 \text{ Па}$, плотность криптона равна $3,74 \text{ кг/м}^3$.			
6.	Задание открытого типа	Что такое поверхностное натяжение и как оно рассчитывается?		Одной из важных характеристик поверхности раздела фаз является поверхностное натяжение. Оно характеризует избыток поверхностной энергии, приходящийся на 1 м^2 межфазной поверхности. Поверхностное натяжение (σ) равно термодинамически обратимой, изотермической работе, которую надо совершить, чтобы увеличить площадь межфазной поверхности на единицу. Единицы измерения поверхностного натяжения следующие: $[\sigma] = \text{Дж/м}^2$ или $(\text{Н} \cdot \text{м})/\text{м}^2 = \text{Н/м}$. $\sigma = \frac{G}{S},$ где G – свободная энергия Гиббса.	3-4
7.		Как найти постоянные уравнения		Чтобы найти	2-3

№ п/ п	Тип задания	Формулировка задания	Правильный ответ	Время выполнения (в минутах)
		Ленгмюра?	постоянные Γ_{∞} и K в уравнении Ленгмюра, его приводят к линейной форме. $\frac{1}{\Gamma} = \frac{1}{\Gamma_{\infty}} + \frac{1}{\Gamma_{\infty} K} \cdot \frac{1}{C}$ В координатах $\frac{1}{\Gamma} = f\left(\frac{1}{C}\right)$ это уравнение прямой линии, тангенс угла наклона которой к оси абсцисс равен $\operatorname{tg} \alpha = \frac{1}{\Gamma_{\infty} K}$ а отрезок, отсекаемый прямой на оси ординат, $\frac{1}{\Gamma_{\infty}}$ равен	
8.		Приведите уравнение Фрейндлиха. Как определить константы данного уравнения?	Помимо уравнения изотермы Ленгмюра, используется эмпирическое уравнение Фрейндлиха: $\Gamma = K C^{1/n},$ где K и $1/n$ — константы, зависящие от природы газа и температуры и не зависящие от равновесного давления газа в системе. Постоянные в уравнении Фрейндлиха K и $1/n$ находят на основе опытных данных. Для этого степенное уравнение	3-4

№ п/ п	Тип задания	Формулировка задания	Правильный ответ	Время выполнения (в минутах)
			логарифмируют. $\ln A = \ln K + 1/n \cdot \ln p$. В координатах $\ln A$ - $\ln p$ — это уравнение прямой, не проходящей через начало координат. Тангенс угла наклона α равен $1/n$, а отрезок, отсекаемый ею на оси ординат, равен $\ln K$.	
9.	Задание комбинированного типа	Прочитайте текст, выберите несколько правильных ответов и напишите аргументы, обосновывающие выбор ответа. Чем осложнена адсорбция растворённых веществ твёрдыми адсорбентами? 1. присутствием третьего компонента; 2. взаимодействием между поверхностью адсорбента и растворителя; 3. электростатическим взаимодействием; 4. термодинамическими условиями проведения эксперимента.	Адсорбция растворённых веществ твёрдыми адсорбентами осложнена рядом факторов: 1. присутствием третьего компонента — растворителя, молекулы которого конкурируют с молекулами сорбата за активные центры поверхности адсорбента; 2. взаимодействием между поверхностью адсорбента и растворителя; 3. электростатическим взаимодействием между поверхностью адсорбента и ионами сорбата, если он является электролитом.	3-4
10.	Задание открытого	Охарактеризуйте угол смачивания	Угол смачивания θ , который устанавливается при контакте капли	3-4

№ п/ п	Тип задания	Формулировка задания	Правильный ответ	Время выполнения (в минутах)
	типа		жидкости с твердой поверхностью, зависит только от поверхностного натяжения на границах фаз твердое тело – жидкость – газ ($\sigma_{ж-г}$, $\sigma_{т-г}$, $\sigma_{т-ж}$). Связь между углом смачивания и поверхностным натяжением выражает уравнение Юнга: $\cos \theta = \frac{\sigma_{т-г} - \sigma_{т-ж}}{\sigma_{ж-г}}$ Из уравнения Юнга следует, что на процесс смачивания можно влиять, изменяя поверхностное натяжение в данной трехфазной системе.	

Полный комплект оценочных материалов по дисциплине (модулю) (фонд оценочных средств) хранится в электронном виде на кафедре, утверждающей рабочую программу дисциплины (модуля).

7.4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания результатов обучения по дисциплине

Текущий и внутрисеместровый контроль, промежуточная аттестация учебных достижений студентов проводится путем балльно-рейтинговой системы. Общая оценка учебных достижений студента в семестре по учебному курсу определяется как сумма баллов, полученных студентом по различным формам текущего и промежуточного контроля в течение данного семестра. Успешность изучения дисциплины в течение семестра оценивается, исходя из 100 максимально возможных баллов (90 баллов на текущие формы контроля и до 10 баллов отводится на бонусы), которые накапливаются студентом в течение всего семестра изучения дисциплины. Итоговой формой отчетности во является зачет.

Таблица 10. Технологическая карта рейтинговых баллов по дисциплине

№ п/п	Контролируемые мероприятия	Количество мероприятий / баллы	Максимальное количество баллов	Срок представления
8 семестр				
Основной блок				
1.	Ответ на занятия	2 / 10	20	по расписанию
2.	Выполнение практического задания	1 / 10	10	по расписанию
3.	Тест	2 / 30	60	по расписанию
Всего			90	-
Блок бонусов				
4.	Посещение занятий	13 / 0,5	6,5	по расписанию
5.	Своевременное выполнение всех заданий	5 / 0,7	3,5	по расписанию
Всего			10	-
ИТОГО			100	-

Таблица 11. Система штрафов (для одного занятия)

Показатель	Балл
Опоздание на занятие	-0,5
Нарушение учебной дисциплины	-0,5
Неготовность к занятию	-3
Пропуск занятия без уважительной причины	-1

Таблица 12. Шкала перевода рейтинговых баллов в итоговую оценку за семестр по дисциплине (модулю)

по десятибалльной (модулю)		
Сумма баллов	Оценка по 4-балльной шкале	
90–100	5 (отлично)	Зачтено
85–89	4 (хорошо)	
75–84		
70–74		
65–69	3 (удовлетворительно)	
60–64		
Ниже 60	2 (неудовлетворительно)	Не зачтено

При реализации дисциплины (модуля) в зависимости от уровня подготовленности обучающихся могут быть использованы иные формы, методы контроля и оценочные средства, исходя из конкретной ситуации.

8. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

8.1. Основная литература

1. Алыков Н.Н., Алыков Н.М., Алыкова Т.В., Воронин Н.И., Алыков Е.Н., Кляев В.И., Садомцев К.Ю. Опоки Астраханской области. Монография. Астрахань: Изд. дом «Астраханский университет». 2005. 144 с.
2. Алыкова Т.В. Коллоидная химия: учебно-методическое пособие. - Астрахань: изд. дом «Астраханский университет», 2007. - 84 с.
3. Золотов Ю.А. Сорбционное концентрирование микрокомпонентов из растворов: применение в неорганическом анализе. – М.: Наука, 2007. – 320 с.

4. Лейкин Ю.А., Физико-химические основы синтеза полимерных сорбентов [Электронный ресурс] : учебное пособие / Лейкин Ю.А. - 3-е изд. (эл.)- М. : БИНОМ, 2015. - 416 с. (Учебник для высшей школы)- ISBN 978-5-9963-2935-9 – Режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785996329359/html>
5. Лукьянов А.Н., Неоднородные сорбенты [Электронный ресурс] : / Лукьянов А.Н. - Красноярск : СФУ, 2012. - 190 с. - ISBN 978-5-7638-2524-4 – Режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785763825244/html>
6. Шукин Е.Д., Перцов А.В., Амелина Е.А. Коллоидная химия - М.: Высш. Школа, 2006. - 444 с.

8.2. Дополнительная литература

1. Алыкова Т.В. Химический мониторинг объектов окружающей среды: Монография. Астрахань: Изд-во Астрах. гос. пед. ун-та, 2002. 210 с.
2. Алыков Н.М., Алыкова Т.В. Сборник задач и упражнений по коллоидной химии. Уч. пос. для вузов. - Астрахань: Из-во Астраханского гос. ун-та, 1999. – 112 с.
3. Цивадзе А.Ю. Адсорбция, адсорбенты и адсорбционные процессы в нанопористых материалах. – М.: Издат. гр. «Граница», 2011. -496 с.

8.3. Интернет-ресурсы, необходимые для освоения дисциплины

1. <http://asu.edu.ru>
2. <https://biblio.asu.edu.ru> (Электронная библиотека «Астраханский государственный университет» собственной генерации на платформе ЭБС «Электронный Читальный зал – БиблиоТех»)
3. <http://www.studentlibrary.ru> (Электронно-библиотечная система (ЭБС) ООО «Политехресурс» «Консультант студента». www.studentlibrary.ru)

9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Материально-техническое обеспечение учебной дисциплины включает в себя аудиторию для проведения практических занятий. Практикум обеспечен химическими реактивами, химической посудой и учебно-научным оборудованием: весы электронные, спектрофотометры ПЭ 5400, ПЭ2300; анализаторы жидкостей рН-метры «Эксперт-001», ионоселективные электроды, центрифуга ОПН-3 с ротором, магнитные мешалки, рефрактометр, термостат "ТС-80"М2, Электролизная установка ЛЭМ-11043, микросмеситель ПЭ-0137 1.75.45.0032, Аквадистиллятор ДЭ-4(с ЗИПом), шкаф вытяжной ШВ-202 ПАОТ, малая раковина, КО1-04. Проведение семинарских занятий сопряжено с применением компьютеров для выполнения поисковой работы, вычислений и работе в информационных системах.

Рабочая программа дисциплины при необходимости может быть адаптирована для обучения (в том числе с применением дистанционных образовательных технологий) лиц с ограниченными возможностями здоровья, инвалидов. Для этого требуется заявление обучающихся, являющихся лицами с ограниченными возможностями здоровья, инвалидами, или их законных представителей и рекомендации психолого-медико-педагогической комиссии. Для инвалидов содержание рабочей программы дисциплины (модуля) может определяться также в соответствии с индивидуальной программой реабилитации инвалида (при наличии).

10. ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) ПРИ ОБУЧЕНИИ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ

Рабочая программа дисциплины (модуля) при необходимости может быть адаптирована для обучения (в том числе с применением дистанционных образовательных технологий) лиц с ограниченными возможностями здоровья, инвалидов. Для этого требуется заявление обучающихся, являющихся лицами с ограниченными возможностями здоровья, инвалидами, или их законных представителей и рекомендации психолого-медико-педагогической комиссии. При обучении лиц с ограниченными возможностями здоровья учитываются их индивидуальные психофизические особенности. Обучение инвалидов осуществляется также в соответствии с индивидуальной программой реабилитации инвалида (при наличии).

Для лиц с нарушением слуха возможно предоставление учебной информации в визуальной форме (краткий конспект лекций; тексты заданий, напечатанные увеличенным шрифтом), на аудиторных занятиях допускается присутствие ассистента, а также сурдопереводчиков и тифлосурдопереводчиков. Текущий контроль успеваемости осуществляется в письменной форме: обучающийся письменно отвечает на вопросы, письменно выполняет практические задания. Доклад (реферат) также может быть представлен в письменной форме, при этом требования к содержанию остаются теми же, а требования к качеству изложения материала (понятность, качество речи, взаимодействие с аудиторией и т. д.) заменяются на соответствующие требования, предъявляемые к письменным работам (качество оформления текста и списка литературы, грамотность, наличие иллюстрационных материалов и т. д.). Промежуточная аттестация для лиц с нарушениями слуха проводится в письменной форме, при этом используются общие критерии оценивания. При необходимости время подготовки к ответу может быть увеличено.

Для лиц с нарушением зрения допускается аудиальное предоставление информации, а также использование на аудиторных занятиях звукозаписывающих устройств (диктофонов и т. д.). Допускается присутствие на занятиях ассистента (помощника), оказывающего обучающимся необходимую техническую помощь. Текущий контроль успеваемости осуществляется в устной форме. При проведении промежуточной аттестации для лиц с нарушением зрения тестирование может быть заменено на устное собеседование по вопросам.

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья, имеющих нарушения опорно-двигательного аппарата, на аудиторных занятиях, а также при проведении процедур текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации могут быть предоставлены необходимые технические средства (персональный компьютер, ноутбук или другой гаджет); допускается присутствие ассистента (ассистентов), оказывающего обучающимся необходимую техническую помощь (занять рабочее место, передвигаться по аудитории, прочесть задание, оформить ответ, общаться с преподавателем).