



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
«Дальневосточный федеральный университет»
(ДВФУ)

СОГЛАСОВАНО

Руководитель ОП

(подпись)

Капустина А.А.

(ФИО)



УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой общей, неорганической и
элементоорганической химии

(подпись)

Капустина А.А.

(ФИО.)

«29» января 2020 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Сорбционные процессы. Методы разделения и концентрирования в
химическом анализе
Направление подготовки 04.03.01 Химия
профиль «Фундаментальная химия»
Форма подготовки очная

курс 4 семестр 7, 8
лабораторные работы 154 час.
практические занятия 26 час.
в том числе с использованием МАО 72 час.
в том числе в электронной форме лек. ___/пр. ___/лаб. ___ час.
всего часов аудиторной нагрузки 180 час.
в том числе с использованием МАО _ час.
в том числе в электронной форме ___ час.
самостоятельная работа 108 час.
в том числе на подготовку к экзамену 63 час.
контрольные работы (количество)
курсовая работа 7,8 семестр
зачет 8 семестр
экзамен 7, 8 семестр

Рабочая программа составлена в соответствии с требованиями федерального государственного образовательного стандарта высшего образования, утвержденного приказом Министерства науки и высшего образования РФ от 17 июля 2017г. №671.

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры Физической и аналитической химии ШЕН протокол № 2 от 29.10.2019 г.

Врио зав. Кафедрой Физической и аналитической химии ШЕН, к.х.н, доцент Соколова Л. И.

Составители: к.х.н., доцент Артемьянов А.П., к.х.н., Шкуратов А.Л.

Владивосток
2020

Оборотная сторона титульного листа РПУД

I. Рабочая программа пересмотрена на заседании кафедры:

Протокол от « _____ » _____ 20 ____ г. № _____

Заведующий кафедрой _____
(подпись) (И.О. Фамилия)

II. Рабочая программа пересмотрена на заседании кафедры:

Протокол от « _____ » _____ 20 ____ г. № _____

Заведующий кафедрой _____
(подпись) (И.О. Фамилия)

Аннотация рабочей программы дисциплины «Сорбционные процессы. Методы разделения и концентрирования в химическом анализе»

Дисциплина **«Сорбционные процессы. Методы разделения и концентрирования в химическом анализе»** входит в раздел дисциплин, реализуемых участниками образовательных отношений - Б1.В.ДВ.04.02. Дисциплина разработана для студентов направления 04.03.01- Химия, профиль «Фундаментальная химия» в соответствии с ФГОС 3++ по данному направлению. Трудоемкость дисциплины 8 зачетных единиц (288 часов). Дисциплина включает 154 часа лабораторных работ, 26 часов практических занятий и 108 часов самостоятельной работы, завершается зачетом и экзаменом в 7 и 8 семестрах.

Дисциплина **«Сорбционные процессы. Методы разделения и концентрирования в химическом анализе»** опирается на знания, умения и навыки, усвоенные при изучении таких дисциплин, как «Неорганическая химия», «Физика», «Физическая химия», «Математика». Знания, полученные при изучении дисциплины **«Сорбционные процессы. Методы разделения и концентрирования в химическом анализе. Методы разделения и концентрирования в химическом анализе»**, используются при выполнении квалификационных работ.

Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины являются:

1. Усвоение современных представлений теории адсорбции как одной из составляющих физической химии, анализ условий и способов осуществления сорбционных и каталитических процессов, обоснование возможности управления процессами адсорбции, катализа и их практического использования.
2. Усвоение методов разделения и концентрирования в химическом анализе, приобретение навыков применения их на практике.

Задачи:

1. Приобретение знаний о состоянии сорбционных и каталитических систем, причинах адсорбционных явлений, основных видах межмолекулярных взаимодействий в системах адсорбат – адсорбент.

3. Обоснование роли адсорбционных, каталитических процессов для решения теоретических и технологических проблем.

4. Формирование у студентов четкого понимания сущности адсорбционных и каталитических процессов, способности проявлять осмысленный подход к решению задач экспериментальных исследований явлений адсорбции и катализа, уметь самостоятельно ставить задачу исследования с целью выбора эффективного метода управления адсорбционными и каталитическими

процессами.

5. Приобретение знания количественных параметров разделения и концентрирования, реакционных механизмов в методах разделения и концентрирования и умения применять их на практике.

В процессе изучения дисциплины формируются следующие компетенции:

Профессиональные компетенции выпускников и индикаторы их достижения:

Задача профессиональной деятельности	Объекты или область знания	Код и наименование профессиональной компетенции	Код и наименование индикатора достижения профессиональной компетенции	Основание (ПС, анализ иных требований, предъявляемых к выпускникам)
Тип задач профессиональной деятельности: Научно-исследовательский				
Осуществление вспомогательной научно-исследовательской деятельности по решению фундаментальных задач химической направленности; разработка веществ и материалов, создание новых видов химической продукции	Химические элементы, вещества, материалы, сырьевые ресурсы, химические процессы и явления; профессиональное оборудование; источники профессиональной информации, документация профессионального и производственного назначения	ПК-1. Способен выбирать и использовать технические средства и методы испытаний для решения исследовательских задач химической направленности, поставленных специалистом более высокой квалификации	ПК-1.1. Планирует отдельные стадии подготовки веществ и материалов ПК-1.2 Готовит краткие и промежуточные отчеты и презентации о стадия проекта ПК-1.3. Выбирает технические средства и методы испытаний (из набора имеющихся) для исследования объектов ПК-1.4. Готовит объекты к исследованию	Анализ опыта, ПС: 19.002 26.003 26.014 40.011 40.012 40.033 40.136
Тип задач профессиональной деятельности: технологический				
Разработка веществ и материалов, создание новых видов химической продукции; оптимизации существующих технологий	Химические вещества, материалы, сырьевые ресурсы, химические процессы и явления; профессиональное оборудование; источники профессиональной информации, документация профессионального и производственного назначения;	ПК-3 Способен выбирать технические средства и методы испытаний для решения технологических задач, поставленных специалистом более высокой квалификации	ПК-3-1. Знает правила планирования отдельных стадий исследования при наличии общего плана НИОКР ПК-3-2 Умеет готовить элементы документации, проекты планов и программ отдельных этапов НИОКР ПК-3-3. Умеет выбирать технические средства и методы испытаний (из набора имеющихся) для решения поставленных задач НИОКР ПК-3-4. Способен готовить объекты исследования	ПС: 19.002 20.027 23.041 24.020 24.028 24.030 26.001 26.006 26.009 26.011 26.013 40.010 40.012 40.022 40.043 40.044
Контроль качества сырья и готовой продукции метрология, паспортизация и сертификации продукции;	Профессиональное оборудование	ПК-4 Способен осуществлять контроль качества сырья, компонентов и выпускаемой продукции	ПК-4-1. Выполняет стандартные операции на высокотехнологическом оборудовании для характеристики сырья, промежуточной и конечной продукции	40.060 40.085 40.105 40.133 40.139

диагностика материалов и оборудования		химического назначения, проводить паспортизацию товарной продукции	химического производства ПК-4-2. Составляет протоколы испытаний, паспорта химической продукции, отчеты о выполненной работе по заданной форме	
---------------------------------------	--	--	---	--

Для достижения цели используются МАО – исследовательский метод проведения лабораторных работ, работа по индивидуальному заданию.

I. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА

Лекционные занятия не предусмотрены учебным планом

II. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ПРАКТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА

7 семестр. Модуль 1. Сорбционные процессы

Лабораторные работы (76 час.)

1. Лабораторная работа №1. Вводное занятие: знакомство со способами проведения эксперимента по изучению адсорбции в статических и динамических условиях, приготовление растворов, определение концентраций на фотоколориметре и построение калибровочных кривых. Оформление отчета. Построение и обработка графиков (8 час.) **Метод:** Работа по индивидуальному заданию.

2. Лабораторная работа №2. Определение типа изотермы адсорбции в системе активированный уголь – раствор красителя (8 час.) **Метод:** Исследовательский.

3. Лабораторная работа №3. Определение типа изотермы адсорбции в системе силикагель – раствор красителя (8 час.) **Метод:** Исследовательский. Работа по индивидуальному заданию.

4. Лабораторная работа №4. Определение типа изотермы адсорбции в системе активированный уголь – бензойная кислота (8 час.) **Метод:** Исследовательский. Работа по индивидуальному заданию.

5. Лабораторная работа №5. Исследование кинетики адсорбции метиленового голубого из раствора на активном угле (8 час.) **Задание на дом:** Подготовка сообщения о полученных результатах.

6. Лабораторная работа №6. Исследование кинетики адсорбции метиленового голубого из раствора на силикагеле (8 час.) **Метод:** Исследовательский. Работа по индивидуальному заданию.

7. Лабораторная работа №7. Построение изотермы адсорбции по данным динамики адсорбции (8 час.) **Метод:** Исследовательский.

8. Лабораторная работа № 8. Исследование динамики адсорбции. Построение выходных кривых на адсорбентах различной структуры (4 час.)

Метод: Исследовательский.

9. **Лабораторная работа №9.** Сравнение эффективности использования различных адсорбентов в очистке воды от примесей (4 час.) **Метод:** Исследовательский. Научная дискуссия.

10. **Лабораторная работа №10.** Исследование внешнедиффузионной кинетики адсорбции красителей из раствора на силикагеле (4 час.) **Метод:** Исследовательский.

11. **Лабораторная работа №11.** Исследование внутридиффузионной кинетики адсорбции красителей из раствора на углеродных сорбентах (4 час.) **Метод:** Исследовательский.

12. **Лабораторная работа № 12.** Исследование эффективности очистки воды в динамике адсорбции. на адсорбентах различной структуры (4 час.) **Метод:** Исследовательский.

Примеры вопросов для обсуждения:

- ✓ Современные способы регенерации сорбционных материалов.
- ✓ Методы получения эффективных сорбционных материалов
- ✓ Современные сорбционные материалы в процессах очистки воды

7 семестр. Модуль1. Сорбционные процессы

Темы практических занятий (16 час.)

1. **Практическое занятие 1.** Адсорбция в границе раздела твердое тело – газ (2 час.)

План:

- а). Адсорбция в границе раздела твердое тело – газ. Изотермы, изобары, изостеры, изопикны адсорбции
- б). Виды графических зависимостей. Типы изотерм адсорбции по классификации С. Брунауэра
- в). Типы адсорбентов и адсорбатов по классификации Киселева

2. **Практическое занятие 2.** Теория мономолекулярной адсорбции Лангмюра (2 час.)

План:

- а). Определение констант уравнения.
- б). Расчет величины удельной поверхности из адсорбционных данных с помощью уравнения Лангмюра

3. **Практическое занятие 3.** Теория полимолекулярной адсорбции (2 час.)

План:

- а). Теория полимолекулярной адсорбции Брунауэра, Эмметта, Теллера (БЭТ). Уравнение БЭТ в линейной форме
- б). Приложение уравнения к экспериментальным данным. Определение удельной поверхности твердого тела методом БЭТ

4. Практическое занятие 4. Изотермы адсорбции на микропористых адсорбентах (2 час.)

План:

- а). Изотермы адсорбции на микропористых адсорбентах. Теория адсорбции в микропорах Дубинина-Радушкевича
- б). Уравнение Дубинина-Радушкевича и его анализ

5. Практическое занятие 5. Изотермы сорбции мезопористых сорбентов. (2 час.)

План:

- а). Капиллярная конденсация в мезопорах. Уравнение Томсона (Кельвина)
- б). Расчет распределения пор по размерам с помощью уравнения Кельвина

6. Практическое занятие 6. Процессы в слое адсорбента, определяющие форму выходной кривой в динамике адсорбции (2 час.)

План:

- а). Особенности нестационарного и стационарного режимов динамики адсорбции, длина работающего слоя, концентрационный фронт
- б). Факторы, влияющие на форму выходной кривой

7. Практическое занятие 7. Кинетика адсорбции (2 час.)

План:

- а). Массоперенос в пористой среде
- б). Режимы кинетики адсорбции

8. Практическое занятие 8. Оценка эффективности адсорбента (2 час.)

План:

- а). Процессы извлечения примесей из воды, оценка по выходным кривым
- б). Области применения адсорбции. Выбор адсорбентов. Критерии эффективности применения адсорбентов

8 семестр. Модуль 2. Методы разделения и концентрирования в химическом анализе.

Лабораторные работы (78 часов), в том числе с использованием МАО -

70 часов.

Лабораторная работа № 1. (8 часов, в т. ч. с использованием МАО – 8 часов)

Раздел: Изучение физико-химических свойств ионообменников.

Тема: Определение влажности ионитов.

С использованием метода активного обучения – исследовательский, работа по индивидуальному заданию (8 ч)

Цель: отработать методику определения содержания гигроскопической влаги в различных видах ионитов.

Ход выполнения работы: Студенты получают у преподавателя различные виды ионитов, которые затем самостоятельно доводят до постоянной массы в сухом шкафу, и, основываясь на разнице масс исходного и высушенного образцов, вычисляют влажность полученного ионита.

Задание на дом: подготовка отчёта о проделанной работе.

Лабораторная работа № 2. (8 часов, в т. ч. с использованием МАО – 8 часов)

Тема: Определение кислотности (основности) и статической обменной ёмкости ионообменников потенциометрическим методом.

С использованием метода активного обучения – исследовательский, работа по индивидуальному заданию (8 ч).

Цель: научить студентов определять, является ли исследуемый ионит сильно- или слабокислотным, или же сильно- или слабощелочным.

Ход выполнения работы: Образец с определённой ранее влажностью обрабатывается растворами различных кислот, щелочей или солей, в зависимости от природы ионита, после чего потенциометрически, с использованием рН-метра, определяется рН-среды, основываясь на которой студенты рассчитывают статическую обменную ёмкость сорбентов и их кислотность.

Задание на дом: подготовка отчёта о проделанной работе.

Лабораторная работа № 3. (8 часов, в т. ч. с использованием МАО – 8 часов)

Тема: Определение статической обменной ёмкости сильно- и слабокислотных катионитов.

С использованием метода активного обучения – исследовательский, работа по индивидуальному заданию (8 ч).

Цель: научить студентов определять статическую обменную ёмкость разных видов ионитов в различных условиях

Ход выполнения работы: Навеска ионита обрабатывается различными растворами кислот, щелочей или солей в соответствии с условиями,

указанными в соответствующих ГОСТах, после установления равновесия методами титриметрии определяется статическая обменная ёмкость данного ионита.

Задание на дом: подготовка отчёта о проделанной работе.

Лабораторная работа № 4. (8 часов, в т. ч. с использованием МАО – 8 часов)

Тема: Определение статической обменной ёмкости сильно- и слабоосновных анионитов.

С использованием метода активного обучения – исследовательский, работа по индивидуальному заданию (8 ч).

Цель: показать студентам различия в значениях статической обменной ёмкости ионитов по отношению к различным типам ионов.

Задание на дом: подготовка отчёта о проделанной работе.

Раздел: Изучение равновесия ионного обмена.

Лабораторная работа № 5. (12 часов, в т. ч. с использованием МАО – 10 часов)

Тема: Определение коэффициентов распределения ионов различных зарядов на сильнокислотных катионитах КУ-1 и КУ-2 при различной кислотности. Изучение кинетики ионного обмена.

С использованием метода активного обучения – исследовательский, работа по индивидуальному заданию (10 ч).

Цель: Дать возможность студентам самостоятельно оценить возможность сорбции различных ионов на разных видах ионитов при различной кислотности среды.

Ход выполнения работы: Навески различных ранее исследованных студентами ионитов обрабатываются различными ионами металлов при различной, создаваемой студентами кислотности. Методами титриметрии и спектрофотометрии определяется остаточное содержание ионов в растворе. На основании полученных результатов рассчитываются коэффициенты распределения.

Задание на дом: подготовка отчёта о проделанной работе.

Лабораторная работа № 6. (12 часов, в т. ч. с использованием МАО – 10 часов)

Тема: Определение полной динамической обменной ёмкости ионообменников по хлориду кальция и сульфату меди.

С использованием метода активного обучения – исследовательский, работа по индивидуальному заданию (10 ч).

Цель: познакомить студентов с использованием динамического режима сорбции

Ход выполнения работы: студенты исследуют динамическую ёмкость сорбентов с помощью пропускания через колонку, заполненную ионитом, раствора, содержащего катионы металлов.

Задание на дом: подготовка отчёта о проделанной работе.

Лабораторная работа № 7. (12 часов, в т. ч. с использованием МАО – 10 часов)

Тема: Определение констант ионного обмена различных катионов динамическим методом. Получение кривых элюирования, расчёт параметров разделения и хроматографических характеристик колонки по кривой элюирования.

С использованием метода активного обучения – исследовательский, работа по индивидуальному заданию (10 ч).

Цель: показать студентам возможности разделения различных ионов на сорбенте в динамическом режиме.

Ход выполнения работы: студенты самостоятельно дают оценку возможности разделения двух катионов, построив кривые элюирования, полученные при вымывании определяемых компонентов из колонки с ионитом.

Задание на дом: подготовка отчёта о проделанной работе.

Раздел: Хроматографическое разделение ионов на ионообменниках.

Лабораторная работа № 8. (9 часов, в т. ч. с использованием МАО – 8 часов)

Тема: Количественное хроматографическое определение общей солевой концентрации растворов с использованием сильнокислотных и сильноосновных ионообменников.

С использованием метода активного обучения – исследовательский, работа по индивидуальному заданию (8 ч).

Цель: научить студентов применять на практике исследуемые иониты для определения общей солевой концентрации растворов.

Ход выполнения работы: с использованием динамического режима, пропуская через колонку с определённым ионитом раствор, содержащий различные соли, студенты определяют их общую концентрацию в исследуемом растворе.

8 семестр. Модуль 2. Методы разделения и концентрирования в химическом анализе

Темы практических занятий (10 час.)

1. Изучение физико-химических свойств ионообменников. (2 час.)
2. Определение кислотности (основности) и статической обменной ёмкости ионообменников потенциометрическим методом (2 час.)
3. Определение статической обменной ёмкости сильно- и слабокислотных

катионитов. (2 час.)

4. Изучение кинетики ионного обмена (2 час.)

5. Определение констант ионного обмена различных катионов динамическим методом. Получение кривых элюирования, расчёт параметров разделения и хроматографических характеристик колонки по кривой элюирования.

III. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся по дисциплине «Сорбционные процессы. Методы разделения и концентрирования в химическом анализе. Методы разделения и концентрирования в химическом анализе» включает в себя:

- план-график выполнения самостоятельной работы по дисциплине, в том числе примерные нормы времени на выполнение по каждому заданию;
- характеристика заданий для самостоятельной работы обучающихся и методические рекомендации по их выполнению;
- требования к представлению и оформлению результатов самостоятельной работы;
- критерии оценки выполнения самостоятельной работы.

План-график выполнения самостоятельной работы по дисциплине

№ п/п	Дата/сроки выполнения	Вид самостоятельной работы	Примерные нормы времени на выполнение	Форма контроля
7 семестр				
1.	1-9 недели	Изучение рекомендованной литературы и подготовка к выполнению эксперимента на лабораторных работах и практических работах модуля 1 «Сорбционные процессы»	8	Тестирование по вопросам, вынесенным на самостоятельное изучение (ПР-1). Опрос перед началом занятия (УО-1). Принятие отчета о выполнении в ходе лабораторных работ экспериментального задания (ПР-6).

2.	9-17 недели	Подготовка к выполнению эксперимента на лабораторных работах и практических работах модуля 1 «Сорбционные процессы»	8	Тестирование по вопросам, вынесенным на самостоятельное изучение (ПР-1). Опрос перед началом занятия (УО-1). Принятие отчета о выполнении в ходе лабораторных работ экспериментального задания (ПР-6).
3.	Подготовка к экзамену		36	Экзамен
8 семестр				
1.	1-9 недели	Подготовка к выполнению эксперимента на лабораторных работах и практических работах модуля 2 «Методы разделения и концентрирования»	8	Опрос перед началом занятия. Принятие отчета о выполнении лабораторных, практических работ и домашних заданий.
2.	9-17 недели	Подготовка к выполнению эксперимента на лабораторных работах и практических работах модуля 2 «Методы разделения и концентрирования»	8	Опрос перед началом занятия. Принятие отчета о выполнении лабораторных, практических работ и домашних заданий.
3.	18 неделя	Подготовка к зачету	13	зачет
4.	Подготовка к экзамену		27	Экзамен

Задание на дом к лабораторным занятиям.

Ознакомиться с заданиями. Составить план проведения экспериментальной работы.

Структура отчета по лабораторной работе

Большая часть учебного материала должна быть проработана студентом самостоятельно, вне аудиторных занятий. Самостоятельная работа студентов

является неотъемлемой составной частью процесса подготовки специалистов.

Под самостоятельной работой студента понимается часть учебной планируемой работы, которая выполняется по заданию и при методическом руководстве преподавателя, без его непосредственного участия. Самостоятельная работа направлена на усвоение системы научных и профессиональных знаний, формирование умений и навыков, приобретение опыта самостоятельной творческой деятельности.

Самостоятельная работа студентов включает в себя подготовку к лабораторным работам, описание проделанной экспериментальной работы с приведением расчетов, графиков, таблиц и выводов, подготовка к защите теории по работе, самоконтроль знаний по теме работы с помощью вопросов к каждой работе, подготовка к коллоквиумам, индивидуальное написание и защиту реферата.

Для качественного выполнения лабораторных работ каждый студент должен заранее подготовиться к очередной работе. Подготовка складывается из изучения цели, задач и содержания лабораторной работы, повторения теоретического материала, относящегося к работе, и теоретическом ознакомления со свойствами химических веществ до выполнения работы. Результаты подготовки отражаются студентами в рабочих тетрадях, куда записываются перечень необходимых измерительных приборов и аппаратура, план выполнения лабораторной работы, расчетные формулы и зарисовываются схемы установок, таблицы для записи опытных и расчетных данных. Все записи в рабочих тетрадях как при подготовке к работе, так и в процессе выполнения ее должны вестись аккуратно.

В начале занятия преподаватель путем опроса и ознакомления с записями в рабочих тетрадях проверяет подготовленность каждого студента. Неподготовленные студенты к выполнению лабораторной работы не допускаются.

Требования к представлению и оформлению результатов самостоятельной работы

Подготовка к лабораторным работам оценивается в ходе устного опроса по пятибалльной системе.

Отчеты по лабораторным работам составляются студентами индивидуально и защищаются устно, оцениваются по пятибалльной системе.

Отчеты по лабораторным работам представляются в электронной форме, подготовленные как текстовые документы в редакторе MSWord.

Отчет по работе должен быть обобщающим документом, включать всю информацию по выполнению заданий, в том числе, уравнения реакций, таблицы, методику проведения лабораторных опытов, список литературы, расчеты и т. д.

Структурно отчет по лабораторной работе, как текстовый документ, комплектуется по следующей схеме:

Титульный лист – обязательная компонента отчета, первая страница отчета, по принятой для лабораторных работ форме (титульный лист отчета должен размещаться в общем файле, где представлен текст отчета).

Исходные данные к выполнению заданий – обязательная компонента отчета, с новой страницы, содержат указание варианта, темы и т.д.).

Основная часть – материалы выполнения заданий, разбивается по рубрикам, соответствующих заданиям работы, с иерархической структурой: пункты – подпункты и т. д.

Рекомендуется в основной части отчета заголовки рубрик (подрубрик) давать исходя из формулировок заданий, в форме отглагольных существительных.

Выводы – обязательная компонента отчета, содержит обобщающие выводы по работе (какие задачи решены, оценка результатов, что освоено при выполнении работы).

Список литературы – обязательная компонента отчета, с новой страницы, содержит список источников, использованных при выполнении работы, включая электронные источники (список нумерованный, в соответствии с правилами описания библиографии).

Оформление плана-конспекта занятия и отчета по лабораторной работе. План-конспект занятия и отчет по лабораторной работе относится к категории «письменная работа», оформляется по правилам оформления письменных работ студентами ДВФУ.

Необходимо обратить внимание на следующие аспекты в оформлении отчетов работ:

- набор текста;
- структурирование работы;
- оформление заголовков всех видов (рубрик-подрубрик-пунктов-подпунктов, рисунков, таблиц, приложений);
- оформление перечислений (списков с нумерацией или маркировкой);
- оформление таблиц;
- оформление иллюстраций (графики, рисунки, фотографии, схемы);
- набор и оформление математических выражений (формул);

- оформление списков литературы (библиографических описаний) и ссылок на источники, цитирования.

Набор текста осуществляется на компьютере, в соответствии со следующими требованиями:

- печать – на одной стороне листа белой бумаги формата А4 (размер 210 на 297 мм.);
- интервал межстрочный – полуторный;
- шрифт – Times New Roman;
- размер шрифта - 14 пт., в том числе в заголовках (в таблицах допускается 10-12 пт.);
- выравнивание текста – «по ширине»;
- поля страницы - левое – 25-30 мм, правое – 10 мм, верхнее и нижнее – 20 мм.;
- нумерация страниц – в правом нижнем углу страницы (для страниц с книжной ориентацией), сквозная, от титульного листа до последней страницы, арабскими цифрами (первой страницей считается титульный лист, на котором номер не ставится, на следующей странице проставляется цифра «2» и т. д.).
- режим автоматического переноса слов, за исключением титульного листа и заголовков всех уровней (перенос слов для отдельного абзаца блокируется средствами MSWord с помощью команды «Формат» – абзац при выборе опции «запретить автоматический перенос слов»).

Если рисунок или таблица размещены на листе формата больше А4, их следует учитывать как одну страницу. Номер страницы в этих случаях допускается не проставлять.

Список литературы и все приложения включаются в общую в сквозную нумерацию страниц работы.

Критерии оценки самостоятельной работы

Подготовка к лабораторным работам оценивается в ходе устного опроса по пятибалльной системе.

Отчеты по лабораторным работам составляются студентами индивидуально и защищаются устно, оцениваются по пятибалльной системе.

По теме для самостоятельного изучения студенты опрашиваются устно на консультациях согласно графику, оцениваются по пятибалльной системе.

Оценка «Отлично»

А) Задание выполнено полностью.

Б) Отчет/ответ составлен грамотно.

В) Ответы на вопросы полные и грамотные.

Г) Материал понят, осознан и усвоен.

Оценка «Хорошо»

А), Б) - те же, что и при оценке «Отлично».

В) Неточности в ответах на вопросы, которые исправляются после уточняющих вопросов.

Г) Материал понят, осознан и усвоен.

Оценка «Удовлетворительно»

А), Б - те же, что и при оценке «Отлично».

В) Неточности в ответах на вопросы, которые не всегда исправляются после уточняющих вопросов.

Г) Материал понят, осознан, но усвоен не достаточно полно.

Оценка «Неудовлетворительно»

А) Программа не выполнена полностью.

Б) Устный отчет и ответы на вопросы не полные и не грамотные.

В) Материал не понят, не осознан и не усвоен.

Самостоятельная работа студентов по изучению отдельных тем дисциплины включает поиск учебных пособий по данному материалу, проработку и анализ теоретического материала, самоконтроль знаний по данной теме с помощью контрольных вопросов и заданий.

IV. КОНТРОЛЬ ДОСТИЖЕНИЯ ЦЕЛЕЙ КУРСА

№ п / п	Контролируемые разделы / темы дисциплины	Коды и этапы формирования компетенций	Оценочные средства - наименование		
			текущий контроль	промежуто чная аттестация	
1	1. Сорбционные процессы, типы изотермы адсорбции	ПК-1	Знает	Проверка готовности к лабораторным работам Собеседование (УО-1).	Вопросы к зачету № 1-10
			Умеет	Проверка готовности к лабораторным работам Собеседование (УО-1).	Экзаменац ионные вопросы №1-10
			Владеет	Проверка отчета по лабораторным работам № 1-5 (ПР-6),	Экзаменац ионные вопросы

				Собеседование (УО-1).	№1-10
2	2. Эффективность использования различных адсорбентов в очистке воды от примесей. 3. Изучение физико-химических свойств ионообменников.	ПК-3	Знает	Проверка готовности к лабораторным работам № № 5-6 Собеседование (УО-1).	Экзаменац ионные вопросы №10-15
			Умеет	Проверка готовности к лабораторным работам Собеседование (УО-1).	Экзаменац ионные вопросы №№10-15
			Владеет	Проверка готовности к лабораторным работам Собеседование (УО-1).	Экзаменац ионные вопросы №№10-15
3	4. Хроматографическое разделение ионов на ионообменниках	ПК-4	Знает	Проверка готовности к лабораторным работам Собеседование (УО-1).	Экзаменац ионные вопросы №№15-20
			Умеет	Проверка готовности к лабораторным работам Собеседование (УО-1).	вопросы к зачету №10-20
			Владеет	Проверка готовности к лабораторным работам Собеседование (УО-1).	Экзаменац ионные вопросы №№15-20

V. СПИСОК УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ И ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Основная литература

(электронные и печатные издания)

Рекомендуемая литература

а) основная литература:

4. Адсорбция [Электронный ресурс] / В.Д. Ягодовский. - М. : БИНОМ, 2015 - <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785996329090.html>

5. Аналитическая химия. Аналитика 1. Общие теоретические основы. Качественный анализ: учебник / Ю. Я. Харитонов. - 6-е изд., испр. и доп. - М. : ГЭОТАР-Медиа, 2014. - 688 с. <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970429341.html>

6. Физическая и коллоидная химия : учебник / А. П. Беляев, В. И. Кучук; под ред. А. П. Беляева. - 2-е изд., перераб. и доп. - М. : ГЭОТАР-Медиа, 2014. - 752 с. <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970427668.html>

Дополнительная литература

(печатные и электронные издания)

1. Сорбционное концентрирование микрокомпонентов из растворов / Золотов, Г. И. Цизин, С. Г. Дмитриенко / Российская академия наук, Институт общей и неорганической химии. Москва : Наука , 2007.-320 с.

<http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:259976&theme=FEFU>

2. Адсорбенты и носители катализаторов. Научные основы регулирования пористой структуры: Монография / В.С. Комаров, С.В. Бесараб. - М.: НИЦ ИНФРА-М, 2014. - 203 с.

<http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=448449>

3. Адсорбция, адсорбенты и адсорбционные процессы в нанопористых материалах / Российская академия наук, Отделение химии и наук о материалах, Институт физической химии и электрохимии РАН [и др.] ; [под ред. А. Ю. Цивадзе]. - М.: Граница, 2011. - 492 с.

<http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:663077&theme=FEFU>

Методическое обеспечение:

1. Золотарь, Р. Н., Л.И. Соколова. Ионные равновесия в растворах. Справочные таблицы. Учебное пособие./ Р. Н. Золотарь, Л.И. Соколова. – Изд-во ДВГУ, Владивосток.

2005.<http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:237183&theme=FEFU>

Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

1. <http://e.lanbook.com>

2. <http://www.studentlibrary.ru>

3. <http://znanium.com>

4. <http://www.nelbook.ru>

VI. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Рекомендации по планированию и организации времени, отведенного на изучение дисциплины

Время, отведённое на самостоятельную работу, должно быть использовано обучающимся планомерно в течение семестра.

Планирование – важнейшая черта человеческой деятельности. Для организации учебной деятельности эффективным вариантом является использование средств, напоминающих о стоящих перед вами задачах, и их последовательности выполнения. В роли таких средств могут быть IT-технологии (смартфоны, планшеты, компьютеры и т.п.), имеющие приложения/программы по организации распорядка дня/месяца/года и сигнализирующих о важных событиях, например, о выполнении заданий по дисциплине «Сорбционные процессы. Методы разделения и концентрирования в химическом анализе. Методы разделения и концентрирования в химическом

анализе».

Регулярность – первое условие поисков более эффективных способов работы. Рекомендуется выбрать день/дни недели для регулярной подготовки по дисциплине «Сорбционные процессы. Методы разделения и концентрирования в химическом анализе. Методы разделения и концентрирования в химическом анализе», это позволит морально настроиться на выполнение поставленных задач, подготовиться к ним и выработать правила выполнения для них, например, сначала проработка материала лекций, чтение первоисточников, затем выделение и фиксирование основных идей. Рекомендуемое среднее время два часа на одно занятие.

Описание последовательности действий, обучающихся при изучении дисциплины

В соответствии с целями и задачами дисциплины студент изучает на занятиях и дома разделы лекционного курса, готовится к практическим занятиям, проходит контрольные точки текущей аттестации, включающие разные формы проверки усвоения материала (собеседование, тестирование и др.).

Освоение дисциплины включает несколько составных элементов учебной деятельности:

1. Внимательное чтение рабочей программы учебной дисциплины (помогает целостно увидеть структуру изучаемых вопросов). В ней содержится перечень контрольных испытаний для всех разделов и тем, включая экзамен; указаны сроки сдачи заданий, предусмотренных учебной программой курса дисциплины «Сорбционные процессы. Методы разделения и концентрирования в химическом анализе».

2. Неотъемлемой составной частью освоения курса является посещение лекций и их конспектирование. Глубокому освоению лекционного материала способствует предварительная подготовка, включающая чтение предыдущей лекции, работу с учебниками.

3. Регулярная подготовка к практическим занятиям и активная работа на них, включающая:

- повторение материала лекции по теме;
- знакомство с планом занятия и списком основной и дополнительной литературы, с рекомендациями по подготовке к занятию;
- изучение научных сведений по данной теме в разных учебных пособиях;
- чтение первоисточников и предлагаемой дополнительной литературы;
- посещение консультаций с целью выяснения возникших сложных вопросов при подготовке к практическим занятиям.

4. Подготовка к экзамену (в течение семестра), повторение материала всего

курса дисциплины.

Рекомендации по работе с литературой

Изучение дисциплины следует начинать с проработки тематического плана лекций, уделяя особое внимание структуре и содержанию темы и основных понятий. Изучение «сложных» тем следует начинать с составления логической схемы основных понятий, категорий, связей между ними. Целесообразно прибегнуть к классификации материала, в частности при изучении тем, в которых присутствует большое количество незнакомых понятий, категорий, теорий, концепций, либо насыщенных информацией типологического характера.

При работе с литературой обязательно выписывать все выходные данные по каждому источнику. Можно выписывать кратко основные идеи автора и иногда приводить наиболее яркие и показательные цитаты (с указанием страниц). Ищите аргументы «за» или «против» идеи автора.

Чтение научного текста является частью познавательной деятельности. Ее цель – извлечение из текста необходимой информации. От того насколько осознанна читающим собственная внутренняя установка (найти нужные сведения, усвоить информацию полностью или частично, критически проанализировать материал и т.п.) во многом зависит эффективность осуществляемого действия.

Используйте основные установки при чтении научного текста:

1. информационно-поисковая (задача – найти, выделить искомую информацию);

2. усваивающая (усилия читателя направлены на то, чтобы как можно полнее осознать и запомнить как сами сведения излагаемые автором, так и всю логику его рассуждений);

3. аналитико-критическая (читатель стремится критически осмыслить материал, проанализировав его, определив свое отношение к нему);

4. творческая (создает у читателя готовность в том или ином виде – как отправной пункт для своих рассуждений, как образ для действия по аналогии и т.п. – использовать суждения автора, ход его мыслей, результат наблюдения, разработанную методику, дополнить их, подвергнуть новой проверке).

Для работы с научными текстами применяйте следующие виды чтения:

1. библиографическое – просматривание карточек каталога, рекомендательных списков, сводных списков журналов и статей за год и т.п.;

2. просмотровое – используется для поиска материалов, содержащих нужную информацию, обычно к нему прибегают сразу после работы со списками литературы и каталогами, в результате такого просмотра читатель устанавливает, какие из источников будут использованы в дальнейшей работе;

3. ознакомительное – подразумевает сплошное, достаточно подробное прочтение отобранных статей, глав, отдельных страниц, цель – познакомиться с характером информации, узнать, какие вопросы вынесены автором на рассмотрение, провести сортировку материала;

4. изучающее – предполагает доскональное освоение материала; в ходе такого чтения проявляется доверие читателя к автору, готовность принять изложенную информацию, реализуется установка на предельно полное понимание материала;

5. аналитико-критическое и творческое чтение – два вида чтения близкие между собой тем, что участвуют в решении исследовательских задач. Первый из них предполагает направленный критический анализ, как самой информации, так и способов ее получения и подачи автором; второе – поиск тех суждений, фактов, по которым или в связи с которыми, читатель считает нужным высказать собственные мысли.

Основным для студента является изучающее чтение – именно оно позволяет в работе с учебной литературой накапливать знания в профессиональной области.

При работе с литературой можно использовать основные виды систематизированной записи прочитанного:

1. Аннотирование – предельно краткое связное описание просмотренной или прочитанной книги (статьи), ее содержания, источников, характера и назначения.

2. Планирование – краткая логическая организация текста, раскрывающая содержание и структуру изучаемого материала.

3. Тезирование – лаконичное воспроизведение основных утверждений автора без привлечения фактического материала.

4. Цитирование – дословное выписывание из текста выдержек, извлечений, наиболее существенно отражающих ту или иную мысль автора.

5. Конспектирование – краткое и последовательное изложение содержания прочитанного.

Подготовка к практическим занятиям

При подготовке к практическим занятиям рекомендуется пользоваться материалами лекций, рекомендованной литературой и ресурсами интернет. Вопросы, которые вызывают затруднение при подготовке, должны быть заранее сформулированы и озвучены во время занятий в аудитории для дополнительного разъяснения преподавателем. Ответы, выносимые на обсуждение, должны быть тщательно подготовлены и по ним составлена схема (план), которой студент пользуется на занятии. При ответе надо логически грамотно выражать и обосновывать свою точку зрения, свободно оперировать

понятиями и категориями. При самостоятельном решении задач нужно обосновывать каждый этап решения, исходя из теоретических положений курса.

Подготовка к лабораторным занятиям.

Задание на дом к лабораторным занятиям №1-4

Просмотреть материал в учебниках и методическом пособии к практическим занятиям и подготовить ответы на вопросы по сорбционным равновесиям

Задачи для самостоятельного решения представлены в Приложении 1.

Задание на дом к лабораторным занятиям №5-7

Просмотреть материал лекций, учебники и методическое пособие, подготовить ответы на вопросы по теории неравновесных процессов адсорбции

Задачи для самостоятельного решения представлены в Приложении 1.

Задание на дом к лабораторному занятию №8

Просмотреть материал лекций, учебники и методическое пособие, подготовить отчет и выступление с сообщением о применении и регенерации сорбентов.

Примеры вопросов для обсуждения:

II. Современные способы регенерации сорбционных материалов.

III. Методы получения эффективных сорбционных материалов

IV. Современные сорбционные материалы в процессах очистки воды

Методическое пособие к лабораторным работам находится в Приложении

Задания для самостоятельной работы

1. Ниже приведены экспериментальные данные по адсорбции азота на TiO₂ (рутиле) при 75 К:

$P \cdot 10^2$ Па.....	60,94	116,41	169,84	218,65	275,25
A , моль/кг.....	0,367	0,417	0,467	0,512	0,567

Постройте график соответствующий линейному уравнению БЭТ. Найдите константы A_{∞} и k . Рассчитайте удельную поверхность адсорбента. Давление насыщенного пара азота при указанной температуре $P_s=78300$ Па, площадь, занимаемая одной молекулой азота $S_0=0,16$ нм².

2. Окись углерода адсорбируется на слюде; данные при 90 К представлены ниже. Определите, какой изотерме – Лэнгмюра или Фрейндлиха – лучше соответствуют эти данные? Каково значение K для адсорбционного равновесия? Взяв общую поверхность равной 6200см², рассчитайте площадь, занимаемую каждой адсорбированной молекулой.

$V_a, \text{ см}^3$	0,130	0,150	0,162	0,166	0,175	0,180
$P, \text{ мм. рт. ст.}$	100	200	300	400	500	600.

3. При измерении адсорбции газообразного азота на активном угле при 194.4К были получены следующие данные:

$p \cdot 10^{-3}, \text{ Па}$	1,86	6,12	17,96	33,65	68,89
$A \cdot 10^3, \text{ м}^3/\text{кг}$	5,06	14,27	23,61	32,56	40,83

Значения A даны для азота при нормальных условиях.

Рассчитайте, постоянные в уравнение Лэнгмюра и удельную поверхность активированного угля, принимая плотность газообразного азота равной

$1,25 \text{ кг/м}^3$, а площадь занимаемую одной молекулой азота на поверхности адсорбента, равной $0,16 \text{ нм}^2$.

Подготовка к практическим занятиям

При подготовке к практическим занятиям рекомендуется пользоваться материалами лекций, рекомендованной литературой и ресурсами интернет. Вопросы, которые вызывают затруднение при подготовке, должны быть заранее сформулированы и озвучены во время занятий в аудитории для дополнительного разъяснения преподавателем. Ответы, выносимые на обсуждение, должны быть тщательно подготовлены и по ним составлена схема (план), которой студент пользуется на занятии. При ответе надо логически грамотно выражать и обосновывать свою точку зрения, свободно оперировать понятиями и категориями. При самостоятельном решении задач нужно обосновывать каждый этап решения, исходя из теоретических положений курса.

Подготовка к зачёту

Для получения зачета по дисциплине «Сорбционные процессы. Методы разделения и концентрирования в химическом анализе» необходимо выполнить все предусмотренные программой лабораторные работы, написать и защитить по ним отчёты, решить контрольные работы, входящие в практическую часть курса.

Подготовка к экзамену

В процессе подготовки к экзамену, следует ликвидировать имеющиеся пробелы в знаниях, углубить, систематизировать и упорядочить знания. Особое внимание следует уделить организации подготовки к экзаменам. Наличие полных собственных конспектов лекций является необходимым условием успешной сдачи экзамена. Если пропущена какая-либо лекция, необходимо ее восстановить, обдумать, устранить возникшие вопросы, чтобы запоминание материала было осознанным. Следует помнить, что при подготовке к экзаменам вначале надо просмотреть материал по всем вопросам сдаваемой дисциплины,

далее отметить для себя наиболее трудные вопросы и обязательно в них разобраться. В заключение еще раз целесообразно повторить основные положения.

VII. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Имеющаяся материальная база обеспечивает выполнение курса химическими реактивами, лабораторной посудой, учебно-научным и научным оборудованием в соответствии с реализуемой научной тематикой лабораторий.

Техническое обеспечение лаборатории катализа и сорбционных процессов L 751:

Автотрансформатор. Амперметр М-104 – 2 шт.

Весы аналитические WA-33 (200g). Весы технические WD 200. Встряхиватель ЛТ 1.

Встряхивающее устройство ЛАБ-ПУ-02. Выпрямитель ВСА-24М – 2 шт. Мешалка магнитная ММ-5 – 3 шт. Микронасос ППМ.

Насос программный. Перистальтический насос. Потенциостат П-5827М. Набор сит. Анализатор удельной поверхности материалов. СОРБОМЕТР Vi-Sorb Poly. Спектрофотометр SPECORD. Термостат U-10 – 2 шт. Фотоэлектроколориметр – ФЭК-56М – 2 шт. Хроматограф ЛХМ-72.

Лаборатория спецкурсов по аналитической химии: (Муфельная печь, сушильный шкаф, спектрофотометр UNICO 1200, рН-метр И-150М, роторный испаритель Heidolf, плита электрическая, набор химических реактивов и реагентов, набор стеклянной и пластиковой посуды)

Лаборатория молекулярного анализа: (жидкостной хроматограф 1200 Agilent Technologies. США; жидкостной хроматограф 1100 Agilent Technologies. США; газовые хроматографы 6890 с детектором 5975N; газовый хроматограф 6890 с детектором 5973N, газовый хроматограф 6850 с пламенно – ионизационным детектором и детектором по теплопередаче)

Проведение лекций с использованием мультимедийной аппаратуры для демонстрации иллюстративного материала.

VIII. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Профессиональные компетенции выпускников и индикаторы их достижения:

Задача профессиональной деятельности и	Объекты или область знания	Код и наименование профессиональной компетенции	Код и наименование индикатора достижения профессиональной компетенции	Основание (ПС, анализ иных требований, предъявляемых к
--	----------------------------	---	---	--

				выпускника м)
Тип задач профессиональной деятельности: Научно-исследовательский				
Осуществление вспомогательной научно-исследовательской деятельности по решению фундаментальных задач химической направленности; разработка веществ и материалов, создание новых видов химической продукции	Химические элементы, вещества, материалы, сырьевые ресурсы, химические процессы и явления; профессиональное оборудование; источники профессиональной информации, документация профессионального и производственного назначения	ПК-1. Способен выбирать и использовать технические средства и методы испытаний для решения исследовательских задач химической направленности, поставленных специалистом более высокой квалификации	ПК-1.1. Планирует отдельные стадии подготовки веществ и материалов ПК-1.2 Готовит краткие и промежуточные отчеты и презентации о стадия проекта ПК-1.3. Выбирает технические средства и методы испытаний (из набора имеющихся) для исследования объектов ПК-1.4. Готовит объекты к исследованию	Анализ опыта, ПС: 19.002 26.003 26.014 40.011 40.012 40.033 40.136
Тип задач профессиональной деятельности: технологический				
Разработка веществ и материалов, создание новых видов химической продукции; оптимизации существующих технологий	Химические вещества, материалы, сырьевые ресурсы, химические процессы и явления; профессиональное оборудование; источники профессиональной информации, документация профессионального и производственного назначения;	ПК-3 Способен выбирать технические средства и методы испытаний для решения технологических задач, поставленных специалистом более высокой квалификации	ПК-3-1. Знает правила планирования отдельных стадий исследования при наличии общего плана НИОКР ПК-3-2 Умеет готовить элементы документации, проекты планов и программ отдельных этапов НИОКР ПК-3-3. Умеет выбирать технические средства и методы испытаний (из набора имеющихся) для решения поставленных задач НИОКР	ПС: 19.002 20.027 23.041 24.020 24.028 24.030 26.001 26.006 26.009 26.011 26.013 40.010 40.012 40.022 40.043 40.044 40.060 40.085 40.105 40.133 40.139

			ПК-3-4. Способен готовить объекты исследования
Контроль качества сырья и готовой продукции метрология, паспортизация и сертификация продукции; диагностика материалов и оборудования	Профессиональное оборудование	ПК-4 Способен осуществлять контроль качества сырья, компонентов и выпускаемой продукции химического назначения, проводить паспортизацию товарной продукции	ПК-4-1. Выполняет стандартные операции на высокотехнологическом оборудовании для характеристики сырья, промежуточной и конечной продукции химического производства ПК-4-2. Составляет протоколы испытаний, паспорта химической продукции, отчеты о выполненной работе по заданной форме

Примерный перечень оценочных средств (ОС)

I. Устный опрос

1. Собеседование (УО-1) (Средство контроля, организованное как специальная беседа преподавателя с обучающимся на темы, связанные с изучаемой дисциплиной, и рассчитанное на выяснение объема знаний обучающегося по определенному разделу, теме, проблеме и т.п.) - Вопросы по темам/разделам дисциплины, задачи для подготовки.

2. Зачет. Вопросы к зачету.

4. Экзамен (Средство промежуточного контроля) – Вопросы к экзамену, образцы билетов.

Задачи для подготовки к семинарским занятиям.

вариант 1

1. Рассчитать величину адсорбции метана на угле при константе адсорбции равной 120, концентрации 0,1 ммоль/л, предельной адсорбции 1,2 ммоль/г.

2. Рассчитать величину удельной поверхности силикагеля. если предельная адсорбция фенола 2,3 ммоль/г, площадь молекулы фенола 40 \AA^2 .

вариант 2

1. Рассчитать величину адсорбции этана на цеолите при константе адсорбции равной 60, концентрации 0,9 ммоль/л, предельной адсорбции 3,8 ммоль/г.

2. Рассчитать величину удельной поверхности угля, если предельная адсорбция нитробензола 4,6 ммоль/г, площадь молекулы нитробензола 55 \AA^2 .

Вопросы к лабораторным занятиям (модуль1)

Лабораторные работы №1-4.

1. Чем объясняется явление адсорбции? Какова природа адсорбционных сил?

2. Чем адсорбция из растворов отличается от адсорбции вещества в газообразном состоянии?

3. Укажите, в каком случае адсорбируемость выше:

А) адсорбент: уголь;

адсорбаты: а) пары бензола; б) пары метанола;

В) адсорбенты: а) силикагель; б) уголь;

адсорбат: а) фенол из водного раствора;

4. Чем отличаются системы, адсорбция в которых описывается изотермой Лэнгмюра и изотермой Дубинина?

5. В каких системах к описанию адсорбции приложимо уравнение Фрейндлиха?

6. В чем отличие механизмов адсорбции в микропорах и мезопорах?

Лабораторные работы № 6-7

1. Что является кинетикой адсорбции, в чем ее отличие от адсорбции в статических условиях?

2. Дать определение понятий: ламинарное и турбулентное течение, гидродинамический слой, диффузионный слой.

3. Каковы основные режимы кинетики адсорбции в зависимости от характера лимитирующей стадии?

7. Каким образом изучение кинетики адсорбции позволяет дать рекомендации к выбору оптимальных адсорбентов?

8. В чем отличие адсорбции в динамических и статических условиях?

9. Какие процессы в слое адсорбента определяют форму выходной кривой в динамике адсорбции?

Лабораторная работа № 8

1. Каковы основные критерии эффективности использования адсорбентов в процессах адсорбционной технологии?

2. В чем смысл регенерации адсорбентов? Опишите известные вам

способы регенерации.

3. Каким образом пористая структура адсорбентов влияет на эффективность их использования?

Вопросы к зачету по дисциплине «Сорбционные процессы. Методы разделения и концентрирования в химическом анализе»

7 семестр

1. Особенности ультрадисперсных (наноразмерных) систем. Роль поверхности в таких системах.
2. Адсорбция в границе раздела твердое тело – газ. Особенности процесса. Методы определения количества адсорбированного вещества.
3. Изотермы, адсорбции.
4. Типы изотерм адсорбции по классификации С. Брунауэра, Л.Деминга, У. Деминга.
6. Адсорбционные силы. Типы адсорбентов
7. Удельная поверхность твердого тела ($S_{уд}$). Соотношения между удельной поверхностью и размером частиц твердых тел разной структуры. Связь величины $S_{уд}$ с емкостью монослоя.
8. Теория мономолекулярной адсорбции Лангмюра.
9. Теория полимолекулярной адсорбции Брунауэра, Эмметта, Теллера (БЭТ). Вывод уравнения адсорбции.
10. Определение удельной поверхности твердого тела методом БЭТ.

Вопросы к экзамену по дисциплине «Сорбционные процессы. Методы разделения и концентрирования в химическом анализе»

7 семестр.

1. Адсорбция в границе раздела твердое тело – газ. Особенности процесса.
2. Методы определения количества адсорбированного вещества.
3. Изотермы, изобары, изостеры, изопикны адсорбции. Виды графических зависимостей.
4. Типы изотерм адсорбции по классификации С. Брунауэра, Л.Деминга, У. Деминга.
6. Адсорбционные силы. Специфическая и неспецифическая адсорбция. Типы адсорбентов и адсорбатов по классификации Киселева.
7. Удельная поверхность твердого тела ($S_{уд}$). Соотношения между удельной

поверхностью и размером частиц твердых тел разной структуры. Связь величины $S_{уд}$ с емкостью монослоя.

8. Теория мономолекулярной адсорбции Лангмюра. Предпосылки теории. Вывод уравнения адсорбции. Линейная форма уравнения Лангмюра. Определение констант уравнения. Расчет величины удельной поверхности из адсорбционных данных с помощью уравнения Лангмюра.

9. Теория полимолекулярной адсорбции Брунауэра, Эмметта, Теллера (БЭТ). Вывод уравнения адсорбции. Уравнение БЭТ в линейной форме.

Приложение уравнения к экспериментальным данным. Определение удельной поверхности

твердого тела методом БЭТ.

10. Анализ изотерм адсорбции с помощью t -графиков: кривые зависимости величины адсорбции от толщины адсорбционной пленки. Расчет величины удельной поверхности по t -графикам. Влияние микро- и мезопористости на форму t -графиков.

11. Анализ изотерм адсорбции с помощью as -графиков. Нормализованная величина адсорбции. Отклонения от линейности as -графиков.

Преимущества as -графиков.

12. Анализ изотерм адсорбции с помощью сравнительных графиков. Сравнение изотерм адсорбции на данном твердом теле и эталоне с помощью f -графиков.

13. Классификация пор по размерам, предложенная Дубининым. Механизмы сорбции газов и паров пористыми твердыми телами. Влияние размера пор.

14. Классификация пор по размерам Дубинина. Взаимосвязь механизма заполнения пор с видом изотерм сорбции.

15. Изотермы сорбции мезопористых сорбентов. Механизм процесса адсорбции в мезопорах. Капиллярная конденсация в мезопорах.

16. Уравнение Томсона (Кельвина), связывающее давление пара жидкости с радиусом кривизны ее поверхности. Вывод уравнения. Расчет распределения пор по размерам с помощью уравнения Кельвина. Соотношение между радиусом кривизны мениска и размером пор.

17. Анализ вида изотерм на микропористых адсорбентах. Механизм адсорбции в микропорах. Оценка объема микропор из адсорбционных данных.

18. Изотермы адсорбции на микропористых адсорбентах. Влияние развитой внешней поверхности и наличия мезопор на форму изотерм. Оценка микропористости из изотермы адсорбции.

19. Теория адсорбции в микропорах Дубинина-Радушкевича. Уравнение Дубинина-Радушкевича и его анализ.

20. Процессы в слое адсорбента, определяющие форму выходной кривой в динамике адсорбции.

Образцы экзаменационных билетов
МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего профессионального образования

«Дальневосточный федеральный университет»

Школа естественных наук

ООП 04.03.01- Химия

шифр, название направления подготовки

Дисциплина «Сорбционные процессы. Методы разделения и концентрирования в химическом анализе»

Форма обучения очная

Семестр 7 2022-2023 учебного года

Реализующая кафедра: Физической и аналитической химии

Экзаменационный билет № 1

1. Теория адсорбции в микропорах Дубинина-Радушкевича. Уравнение Дубинина-Радушкевича и его анализ.

2. Процессы в слое адсорбента, определяющие форму выходной кривой в динамике адсорбции.

3.

Зав. кафедрой _____

М.П. (школы)

8 семестр

Вопросы к зачету по дисциплине «Сорбционные процессы. Методы
разделения и концентрирования в химическом анализе»

1. Методы разделения и концентрирования в аналитической химии. Классификация методов разделения и концентрирования.

2. Количественные характеристики методов разделения и концентрирования.

3. Равновесие комплексообразования с органическими реагентами в качестве лигандов; термодинамические, концентрационные и условные константы образования комплексов.

4. Влияние рН на процессы комплексообразования. Избирательность процессов комплексообразования.

5. Сорбция как метод разделения и концентрирования. Виды сорбции.
6. Классификация сорбентов, используемых в методах разделения и концентрирования
7. Физико-химические свойства ионообменников, их экспериментальное определение: определение набухания, влажности, кислотности, статической и равновесной обменной ёмкости.
8. Равновесие ионного обмена, его количественные характеристики. Факторы, влияющие на равновесие и на селективность ионного обмена.
9. Способы проведения хроматографического анализа на колонках. Фронтальный, элюентный и вытеснительный режимы хроматографии на колонках. Кривые элюирования, их основные параметры.

8 семестр

Вопросы к экзамену по дисциплине «Сорбционные процессы. Методы разделения и концентрирования в химическом анализе»

1. Комплексообразующая сорбция.
2. Маскирование в методах разделения и концентрирования. Способы осуществления маскирования.
3. Типы маскирующих реакций. Реагенты, применяемые для маскирования.
4. Метод осаждения, его количественные характеристики. Типы получаемых осадков.
5. Факторы, влияющие на растворимость веществ. Разделение методом осаждения.
6. Соосаждение как метод разделения и концентрирования.
7. Экстракция как метод разделения и концентрирования. Классификация экстракционных процессов.
8. Равновесие экстракции, константа и коэффициент распределения, степень извлечения.
9. Распределительная экстракция. Характеристика экстрагентов, возможности применения метода.
10. Катионообменная и анионообменная экстракция. Экстрагенты, возможности методов.
11. Координационная экстракция. Экстракция O-содержащими экстрагентами.
12. Экстракция внутрикомплексных солей и ионных ассоциатов.
13. Экстракция галогенидных комплексов металлов. Трёхфазная экстракция.
14. Расчёт в методах экстракции.

15. Методы электроосаждения, их возможности; применение в аналитической практике.

16. Электрофорез. Характеристика метода, его возможности. Капиллярный электрофорез.

17. Проточное фракционирование в поперечном поле. Характеристика метода, способы его осуществления.

18. Мембранные методы разделения веществ. Характеристики методов, их преимущества, применение.

Образцы экзаменационных билетов

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

**Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования**

«Дальневосточный федеральный университет»

Школа естественных наук

ООП 04.03.01- Химия

шифр, название направления подготовки

Дисциплина: Методы разделения и концентрирования в химическом анализе

Форма обучения очная

Семестр 8 2023- 2024 учебного года

Реализующая кафедра: Физической и аналитической химии

Экзаменационный билет № 1

1. Методы разделения и концентрирования в аналитической химии.

Классификация методов разделения и концентрирования.

2. Маскирование в методах разделения и концентрирования.

Способы осуществления маскирования.

Зав. кафедрой _____

М.П. (школы)

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

**Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования**

«Дальневосточный федеральный университет»

Школа естественных наук

ООП 04.03.01-Химия

шифр, название направления подготовки

Дисциплина: Методы разделения и концентрирования в химическом анализе
Форма обучения очная
Семестр 8 2023- 2024 учебного года

Реализующая кафедра: Физической и аналитической химии

Экзаменационный билет № 2

1. Количественные характеристики методов разделения и концентрирования.
2. Катионообменная и анионообменная экстракция. Экстрагенты, возможности методов.

Зав. кафедрой _____

М.П. (школы)

Критерии оценки знаний умений и навыков при промежуточном контроле

Отметка "Отлично"

1. Дан полный и правильный ответ на основе изученных теорий.
2. Материал понят и изучен.
3. Материал изложен в определенной логической последовательности, литературным языком.
4. Ответ самостоятельный.

Отметка "Хорошо"

- 1, 2, 3, 4 – аналогично отметке "Отлично".
5. Допущены 2-3 несущественные ошибки, исправленные по требованию учителя, наблюдалась "шероховатость" в изложении материала.

Отметка "Удовлетворительно"

1. Учебный материал, в основном, изложен полно, но при этом допущены 1-2 существенные ошибки (например, неумение применять законы и теории к объяснению новых фактов).
2. Ответ неполный, хотя и соответствует требуемой глубине, построен несвязно.

Отметка "Неудовлетворительно"

1. Незнание или непонимание большей или наиболее существенной части учебного материала.
2. Допущены существенные ошибки, которые не исправляются после уточняющих вопросов, материал изложен несвязно.

II. Письменные работы

1. Лабораторная работа (ПР -6). (Средство для закрепления и практического

освоения материала по определенному разделу)

2. Тестирование. Образцы тестов.

Тестовые задания для текущей проверки

Тема: Основы теории равновесных сорбционных систем

Выберите правильные ответы:

1. НЕПОЛЯРНЫЕ ВЕЩЕСТВА АДСОРБИРУЮТСЯ НА НЕПОЛЯРНОЙ ПОВЕРХНОСТИ ЗА СЧЕТ СИЛ:

- 1) индукционных
- 2) ориентационных
- 3) дисперсионных

2. ПОЛЯРНЫЕ ВЕЩЕСТВА ПРЕИМУЩЕСТВЕННО АДСОРБИРУЮТСЯ НА ПОВЕРХНОСТИ:

- 1) полярной
- 2) неполярной
- 3) полярность не играет роли

3. ПО МЕХАНИЗМУ ЛЕНГМЮРА АДСОРБЦИЯ ЗАКАНЧИВАЕТСЯ ОБРАЗОВАНИЕМ:

- 1) монослоя
- 2) нескольких слоев
- 3) ассоциатов

4. МЕХАНИЗМ ОБЪЕМНОГО ЗАПОЛНЕНИЯ СООТВЕТСТВУЕТ:

- 1) послойному заполнению пор
- 2) адсорбции в объеме пор
- 3) заполнению микропор

Критерии оценки знаний умений и навыков при текущей проверке

Отметка "Отлично"

1. В решении и объяснении нет ошибок.
2. Ход решения рациональный.
3. Если необходимо, решение произведено несколькими способами.
4. Допущены ошибки по невнимательности (оговорки, описки).

Отметка "Хорошо"

1. Существенных ошибок нет.
2. Допущены 1-2 несущественные ошибки или неполное объяснение, или использование 1 способа при заданных нескольких.

Отметка "Удовлетворительно"

1. Допущено не более одной существенной ошибки, записи неполны, неточности.

2. Решение выполнено с ошибками в математических расчетах.

Отметка "Неудовлетворительно"

1. Решение осуществлено только с помощью учителя.

2. Допущены существенные ошибки.

3. Решение и объяснение построены не верно.