

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

**Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования "Пермский
государственный национальный исследовательский
университет"**

Кафедра аналитической химии и экспертизы

Авторы-составители: **Дегтев Михаил Иванович**

Рабочая программа дисциплины

МЕТОДЫ РАЗДЕЛЕНИЯ И КОНЦЕНТРИРОВАНИЯ

Код УМК 74215

Утверждено
Протокол №4
от «20» мая 2020 г.

Пермь, 2020

1. Наименование дисциплины

Методы разделения и концентрирования

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина входит в вариативную часть Блока « М.1 » образовательной программы по направлениям подготовки (специальностям):

Направление: **04.04.01** Химия

направленность Аналитическая химия

3. Планируемые результаты обучения по дисциплине

В результате освоения дисциплины **Методы разделения и концентрирования** у обучающегося должны быть сформированы следующие компетенции:

04.04.01 Химия (направленность : Аналитическая химия)

ПК.2 Способен планировать работу и выбирать методы решения поставленных задач в выбранной области химии, химической технологии или смежных с химией науках

Индикаторы

ПК.2.2 Выбирает экспериментальные и расчетно-теоретические методы решения поставленной задачи исходя из имеющихся материальных и временных ресурсов, готовит объекты, оборудование и реактивы исследования

ПК.3 Способен проводить экспериментальные работы и обрабатывать полученные данные в выбранной области химии, химической технологии или смежных с химией науках с использованием различных методов и подходов

Индикаторы

ПК.3.1 Проводит экспериментальные и расчетно-теоретические исследования в выбранной области химии с использованием различных методов и подходов

4. Объем и содержание дисциплины

Направления подготовки	04.04.01 Химия (направленность: Аналитическая химия)
форма обучения	очная
№№ триместров, выделенных для изучения дисциплины	4
Объем дисциплины (з.е.)	4
Объем дисциплины (ак.час.)	144
Контактная работа с преподавателем (ак.час.), в том числе:	48
Проведение лекционных занятий	24
Проведение лабораторных работ, занятий по иностранному языку	24
Самостоятельная работа (ак.час.)	96
Формы текущего контроля	Защищаемое контрольное мероприятие (1) Итоговое контрольное мероприятие (1) Письменное контрольное мероприятие (2)
Формы промежуточной аттестации	Экзамен (4 триместр)

5. Аннотированное описание содержания разделов и тем дисциплины

Методы разделения и концентрирования

Общая характеристика методов разделения и концентрирования

Классификация методов разделения и концентрирования. Общая характеристика методов.

Значение методов концентрирования в аналитической химии. Роль микроэлементов в науке и технике. Индивидуальное и групповое концентрирование. Количественные характеристики.

В лекции рассмотрены вопросы значимости микрокомпонентов в науке и технике, их роль в окружающей среде, включая биологические системы. Микроэлементы определяют в воде, почве, атмосфере, пищевых продуктах, крови человека и животных. Они имеют важное значение в промышленности, в чистоте полупроводниковых материалов, физических науках и т.д. Дано понятие терминам "разделение", "концентрирование" и "выделение", обсуждены процессы абсолютного и относительного концентрирования, индивидуального и группового, а также количественные характеристики (степень извлечения, коэффициент концентрирования, коэффициент разделения).

Дистилляционные методы концентрирования и разделения микроэлементов

Дистилляционные методы. Отгонка микроэлементов. Выпаривание матрицы.

Отгонка микроэлементов из растворов твердых веществ и расплавов. Выпаривание матрицы из растворов, отгонка ее из твердых веществ и расплавов, отгонка с предварительным химическим превращением неорганических соединений

Обсуждены дистилляционные методы концентрирования и разделение микроэлементов при этом, включая простую отгонку, выпаривание, ректификацию и молекулярную дистилляцию. Каждый из этих способов рассмотрены отдельно на примерах выпаривания матрицы или отгонки микроэлементов из растворов и на этой основе методика определения микроколичеств Co, Cr, Cu, Mo, Ni, Pb в речной и питьевой воде. Приведены условия отгонки матрицы и микроэлементов из твердых веществ и расплавов (сублимация), для органических веществ - различные варианты ректификации, сухого и мокрого озоления.

Селективное растворение. Кристаллизация и зонная плавка

Селективное растворение (термодинамическое и кинетическое). Методы кристаллизации.

Селективное растворение матрицы и микроэлементов. Управляемая и направленная кристаллизация. Зонная и пробирная плавка.

Селективное растворение применяют для концентрирования оксидов, карбонатов, нитридов, содержащихся в сталях, сплавах, цветных металлах. Концентрирование микропримесей указанным методом заключается в селективном растворении матрицы или микропримесей, содержащихся в твердых веществах или жидком металле. Указанный метод можно использовать, если содержание микропримесей на уровне $< 10^{-6}$ г/л. Детально рассмотрены управляемая и направленная кристаллизация, при этом важная роль отводится форме получаемого концентрата и на этой основе выбору инструментальному методу анализа. Важное место в лекции уделено зонной плавке и, в частности, тигельной и пробирной плавке, которые используются для анализа и получения платиновых металлов и золота.

Экстракционные методы концентрирования и разделения

Экстракционные методы. Их достоинства и ограничения. Количественные характеристики.

Основные законы и количественные характеристики. Классы экстрагентов для разделения и концентрирования неорганических ионов.

В двух лекциях по этому разделу рассмотрены основные законы и количественные характеристики, а также основные экстракционные системы, включая координационно-сольватированные нейтральные соединения, хелаты, координационно-несольватированные соли, минеральные кислоты, комплексные металлокислоты и гетерополисоединения. Приведены основные классы экстрагентов и растворителей для разделения и концентрирования микропримесей. Даны конкретные примеры с описанием методик концентрирования и анализа.

Экстракционные системы. Трехфазная экстракция, экстракция без органического растворителя. Экстракционная хроматография.

в последней лекции раздела "Экстракционные методы" приведена теория и практика трехфазных экстракционных и новых расслаивающихся систем без органического растворителя для разделения и концентрирования ионов металлов. В качестве реагентов обсуждены антипирин и его конденсированные производные - диантипирилалканы. Приведены примеры трехфазных систем в растворах HCl, HJ и HSCN для концентрирования до 15 и более микропримесей элементов. Расслаивающиеся системы наиболее перспективны для концентрирования, так как повышают безопасность работы, исключая применение токсичных растворителей.

Осаждение и соосаждение

Методы осаждения и соосаждения. Соосаждение на коллекторах. Количественные характеристики методов.

Осаждение матрицы, примеры. Соосаждение. Осаждение и соосаждение микроэлементов. Соосаждение с коллектором, применение в неорганическом анализе. Органические коллекторы и их применение.

Осаждение и соосаждение - классические методы концентрирования ионов металлов. Различают несколько групп осадков с применением осаждения и соосаждения. Это соли слабых кислот, сильных кислот, свободные кислоты и осадки при взаимодействии трех компонентов, когда осадки переводят в комплексный растворимый анион, который вновь осаждают введением органического основания. Рассмотрены приемы осаждения матрицы и микрокомпонентов. Дана теория метода соосаждения, основанная на образовании смешанных кристаллов и адсорбции на поверхности кристаллов. Особое внимание уделено соосаждению микроэлементов с коллектором (носителем). Даны требования, предъявляемые при выборе коллектора, из всех соосадителей неорганического и органического характера отдается предпочтение последним, что подтверждается различными примерами.

Флотация

Флотационные методы. Ионная и молекулярная флотация.

Техника концентрирование. Осаждение на коллекторе с последующей флотацией. Ионная флотация. Факторы, влияющие на концентрирование.

В лекции обсуждается техника концентрирования и, в частности, когда микропримеси выделяют из водного раствора путем осаждения на небольшом количестве коллектора, а затем осадок флотируют. Приводятся факторы, влияющие на концентрирование, и перечень наиболее используемых коллекторов неорганической и органической природы. Особое внимание уделено ионной флотации, основанной на применении поверхностно-активных веществ и несмешивающихся с водой органических растворителей.

Сорбция, ионный обмен и жидкостная хроматография

Сорбция на различных сорбентах. Хроматографические методы разделения.

Сорбция микроэлементов и матрицы. Разделение на ионообменной бумаге с помощью различных сорбентов, на активном угле и неорганических ионах.

В этом разделе рассмотрены методы концентрирования, основанные на распределении веществ между фазой и твердым сорбентом. Сорбционные методы удобны для группового концентрирования, поскольку легко управляемы, не требуют сложного оборудования, высоких температур. В лекции обсуждается техника концентрирования и типы синтетических ионитов, наиболее часто применяемых в неорганическом анализе. Даны конкретные примеры и схемы концентрирования микропримесей.

Электрохимические методы разделения и концентрирования

Электрохимические методы разделения и концентрирования. Электрофорез, электродиализ. Их достоинства и ограничения.

Электровыделение на твердых электродах, выделение микроэлементов и матрицы.

Электровыделение как часть инверсионной вольтамперометрии.

В лекции представлены следующие способы электрохимического разделения и концентрирования: электровыделение, электрофорез, электродиализ, цементация и др. Способы не требуют большого расхода реактивов, позволяют варьировать элементный состав концентрата и доступны в любой лаборатории. Их удобно комбинировать с различными методами определения микроэлементов. Электровыделение наиболее распространенный метод электрохимического концентрирования. Электролизом на твердых электродах могут быть выделены из растворов различные элементы, поведение которых определяется их электрохимическим потенциалом. Последний зависит от природы элемента, состава электролита, концентрации элемента, его химической формы, плотности тока, конструкции электрода и электрохимической ячейки. Рассмотрены варианты электролиза при контролируемом потенциале и при постоянной силе тока, электровыделение на катоде. Из других методов обсуждаются цементация и электрофорез. Современная тенденция развития последнего включает три направления: капиллярный электрофорез в геле, капиллярный зонный электрофорез и мицеллярная электрофоретическая капиллярная хроматография.

Методы концентрирования при анализе отдельных химических элементов

Примеры методов концентрирования отдельных элементов.

Объекты окружающей среды. Природные и сточные воды. Воздух, почвы и донные отложения.

В заключительной лекции рассмотрены варианты концентрирования отдельных химических элементов при анализе различных объектов. Объекты разделены на группы: объекты окружающей среды; минеральное сырье; металлы и сплавы, неорганические материалы; органические вещества и биологические объекты. В зависимости от объекта и определяемой микропримеси предлагается и соответствующий метод концентрирования. Приведены различные примеры методов концентрирования, что позволяет легко ориентироваться в их выборе при анализе тех или иных объектов.

6. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Освоение дисциплины требует систематического изучения всех тем в той последовательности, в какой они указаны в рабочей программе.

Основными видами учебной работы являются аудиторские занятия. Их цель - расширить базовые знания обучающихся по осваиваемой дисциплине и систему теоретических ориентиров для последующего более глубокого освоения программного материала в ходе самостоятельной работы. Обучающемуся важно помнить, что контактная работа с преподавателем эффективно помогает ему овладеть программным материалом благодаря расстановке необходимых акцентов и удержанию внимания интонационными модуляциями голоса, а также подключением аудио-визуального механизма восприятия информации.

Самостоятельная работа преследует следующие цели:

- закрепление и совершенствование теоретических знаний, полученных на лекционных занятиях;
- формирование навыков подготовки текстовой составляющей информации учебного и научного назначения для размещения в различных информационных системах;
- совершенствование навыков поиска научных публикаций и образовательных ресурсов, размещенных в сети Интернет;
- самоконтроль освоения программного материала.

Обучающемуся необходимо помнить, что результаты самостоятельной работы контролируются преподавателем во время проведения мероприятий текущего контроля и учитываются при промежуточной аттестации.

Обучающимся с ОВЗ и инвалидов предоставляется возможность выбора форм проведения мероприятий текущего контроля, альтернативных формам, предусмотренным рабочей программой дисциплины. Предусматривается возможность увеличения в пределах 1 академического часа времени, отводимого на выполнение контрольных мероприятий.

Процедура оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья по дисциплине предусматривает предоставление информации в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации.

При проведении текущего контроля применяются оценочные средства, обеспечивающие передачу информации, от обучающегося к преподавателю, с учетом психофизиологических особенностей здоровья обучающихся.

7. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

При самостоятельной работе обучающимся следует использовать:

- конспекты лекций;
- литературу из перечня основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля);
- текст лекций на электронных носителях;
- ресурсы информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимые для освоения дисциплины;
- лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение из перечня информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине;
- методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.

8. Перечень основной и дополнительной учебной литературы

Основная:

1. Москвин Л. Н., Родинков О. В. Методы разделения и концентрирования в аналитической химии: [учебник] / Л. Н. Москвин, О. В. Родинков. - Долгопрудный: Интеллект, 2011, ISBN 978-5-91559-080-8. - 352. - Библиогр.: с. 343-344. - Предм указ.: с. 345-348
2. Дегтев М. И., Попова О. Н. Экстракция ионов металлов диантипирилметаном и его аналогами: монография / М. И. Дегтев, О. Н. Попова. - Пермь, 2012, ISBN 978-5-7944-2054-8. - 236. - Библиогр.: с. 210-236
3. Аналитическая химия. в 3 т.: учебник для студентов вузов, обучающихся по специальности "Химия" / под ред. Л. Н. Москвина. Т. 2. Методы разделения веществ и гибридные методы анализа. - М.: Академия, 2008, ISBN 978-5-7695-3956-5. - 304. - Библиогр.: с. 294-296
4. Дегтев М. И. Экстракция в аналитической химии: учебное пособие / М. И. Дегтев. - Пермь, 2012, ISBN 5-7944-8.-131. - Библиогр. в конце ст.

Дополнительная:

1. Золотов Ю. А., Кузьмин Н. М. Концентрирование микроэлементов / Ю. А. Золотов, Н. М. Кузьмин ; ред. В. Л. Абрамова. - Москва: Химия, 1982. - 288. - Библиогр. в конце глав
2. Дегтев М. И. Методы разделения и концентрирования: учебное пособие / М. И. Дегтев. - Пермь, 1998, ISBN 5-7944-0035-8. - 223.

9. Перечень ресурсов сети Интернет, необходимых для освоения дисциплины

При освоении дисциплины использование ресурсов сети Интернет не предусмотрено.

10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Образовательный процесс по дисциплине **Методы разделения и концентрирования** предполагает использование следующего программного обеспечения и информационных справочных систем:

1. Презентационные материалы (слайды по темам лекционных и практических занятий);
2. Доступ в режиме on-line в Электронную библиотечную систему (ЭБС);
3. Доступ в электронную информационно-образовательную среду университета;
4. Приложение позволяющее просматривать и воспроизводить медиаконтент PDF-файлов «Adobe Acrobat Reader DC»;
5. Программы, демонстрации видео материалов (проигрыватель) «WindowsMediaPlayer»;
6. Программа просмотра интернет контента (браузер) «Google Chrome».

При освоении материала и выполнения заданий по дисциплине рекомендуется использование материалов, размещенных в Личных кабинетах обучающихся ЕТИС ПГНИУ (**student.psu.ru**).

При организации дистанционной работы и проведении занятий в режиме онлайн могут использоваться:

система видеоконференцсвязи на основе платформы BigBlueButton (<https://bigbluebutton.org/>).

система LMS Moodle (<http://e-learn.psu.ru/>), которая поддерживает возможность использования текстовых материалов и презентаций, аудио- и видеоконтент, а так же тесты, проверяемые задания, задания для совместной работы.

система тестирования Indigo (<https://indigotech.ru/>).

11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Для проведения лекций необходима аудитория, оснащенная презентационной техникой (ноутбук/компьютер, мультимедиа-проектор, экран для презентаций) с соответствующим программным обеспечением.

Для проведения практических занятий необходима аудитория, оснащенная презентационной техникой (проектор, экран, компьютер/ноутбук) с соответствующим программным обеспечением, меловой и/или маркерной доской.

Для проведения лабораторных работ необходимы лаборатории "Экстракционных методов разделения и концентрирования", оснащенные специализированным оборудованием. Состав оборудования определен в Паспортах лабораторий.

Для самостоятельной работы необходима аудитория, оснащенная компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет", обеспеченным доступом в электронную информационно-образовательную среду университета, а также помещения научной библиотеки ПГНИУ.

Для проведения групповых (индивидуальных) консультаций необходима аудитория, оснащенная презентационной техникой (проектор, экран, компьютер/ноутбук) с соответствующим программным обеспечением, меловой (и) или маркерной доской.

Для проведения текущего контроля необходима аудитория, оснащенная презентационной техникой (проектор, экран, компьютер/ноутбук) с соответствующим программным обеспечением, меловой (и) или маркерной доской.

Помещения научной библиотеки ПГНИУ для обеспечения самостоятельной работы обучающихся:

1. Научно-библиографический отдел, корп.1, ауд. 142. Оборудован 3 персональными компьютерами с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

2. Читальный зал гуманитарной литературы, корп. 2, ауд. 418. Оборудован 7 персональными компьютерами с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

3. Читальный зал естественной литературы, корп.6, ауд. 107а. Оборудован 5 персональными компьютерами с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

4. Отдел иностранной литературы, корп.2 ауд. 207. Оборудован 1 персональным компьютером с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

5. Библиотека юридического факультета, корп.9, ауд. 4. Оборудована 11 персональными компьютерами с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

6. Читальный зал географического факультета, корп.8, ауд. 419. Оборудован 6 персональными компьютерами с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

Все компьютеры, установленные в помещениях научной библиотеки, оснащены следующим программным обеспечением:

Операционная система ALT Linux;

Офисный пакет Libreoffice.

Справочно-правовая система «КонсультантПлюс»

**Фонды оценочных средств для аттестации по дисциплине
Методы разделения и концентрирования**

**Планируемые результаты обучения по дисциплине для формирования компетенции.
Индикаторы и критерии их оценивания**

ПК.2

**Способен планировать работу и выбирать методы решения поставленных задач в
выбранной области химии, химической технологии или смежных с химией науках**

Индикатор	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
<p>ПК.2.2 Выбирает экспериментальные и расчетно-теоретические методы решения поставленной задачи исходя из имеющихся материальных и временных ресурсов, готовит объекты, оборудование и реактивы исследования</p>	<p>знает основные методы и методики проведения лабораторных работ и экспериментов по тематике разделения и концентрирования химических элементов, проводит экспериментальные исследования с использованием методов разделения и концентрирования, проводит обработку полученных результатов</p>	<p align="center">Неудовлетворител не знает основные методы и методики проведения лабораторных работ и экспериментов по тематике разделения и концентрирования химических элементов, не умеет проводить экспериментальные исследования с использованием методов разделения и концентрирования, не умеет проводить обработку полученных результатов</p> <p align="center">Удовлетворительн знает основные методы и методики проведения лабораторных работ и экспериментов по тематике разделения и концентрирования химических элементов, проводит некоторые экспериментальные исследования с использованием методов разделения и концентрирования, не умеет проводить обработку полученных результатов</p> <p align="center">Хорошо знает методы и методики проведения лабораторных работ и экспериментов по тематике разделения и концентрирования химических элементов, проводит экспериментальные исследования с использованием методов разделения и концентрирования, допуская незначительные ошибки, проводит обработку полученных результатов</p> <p align="center">Отлично знает основные методы и методики проведения лабораторных работ и экспериментов по тематике разделения и концентрирования химических элементов, проводит экспериментальные исследования с</p>

Индикатор	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
		<p align="center">Отлично</p> использованием методов разделения и концентрирования, проводит обработку полученных результатов

ПК.3

Способен проводить экспериментальные работы и обрабатывать полученные данные в выбранной области химии, химической технологии или смежных с химией науках с использованием различных методов и подходов

Индикатор	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
<p>ПК.3.1 Проводит экспериментальные и расчетно-теоретические исследования в выбранной области химии с использованием различных методов и подходов</p>	знает методы разделения и концентрирования, знает необходимое оборудование и реактивы для исследования, умеет выбирать подходящий метод для решения поставленной задачи в выбранной области	<p align="center">Неудовлетворител</p> не знает методы разделения и концентрирования, не знает необходимое оборудование и реактивы для исследования, не умеет выбирать подходящий метод для решения поставленной задачи в выбранной области <p align="center">Удовлетворительн</p> знает методы разделения и концентрирования, не знает необходимое оборудование и реактивы для исследования, знания общие, содержат значительные пробелы; не умеет выбирать подходящий метод для решения поставленной задачи в выбранной области <p align="center">Хорошо</p> знает методы разделения и концентрирования, знает необходимое оборудование и реактивы для исследования, знания сформированные, содержат отдельные пробелы; не всегда правильно выбирает подходящий метод для решения поставленной задачи в выбранной области <p align="center">Отлично</p> знает методы разделения и концентрирования, знает необходимое оборудование и реактивы для исследования, умеет выбирать подходящий метод для решения поставленной задачи в выбранной области

Оценочные средства текущего контроля и промежуточной аттестации

Схема доставки : 1. Магистры. С 2015 г.

Вид мероприятия промежуточной аттестации : Экзамен

Способ проведения мероприятия промежуточной аттестации : Оценка по дисциплине в рамках промежуточной аттестации определяется на основе баллов, набранных обучающимся на контрольных мероприятиях, проводимых в течение учебного периода.

Максимальное количество баллов : 100

Конвертация баллов в отметки

«отлично» - от 81 до 100

«хорошо» - от 61 до 80

«удовлетворительно» - от 50 до 60

«неудовлетворительно» / «незачтено» менее 50 балла

Компетенция (индикатор)	Мероприятие текущего контроля	Контролируемые элементы результатов обучения
<p>ПК.2.2 Выбирает экспериментальные и расчетно-теоретические методы решения поставленной задачи исходя из имеющихся материальных и временных ресурсов, готовит объекты, оборудование и реактивы исследования</p>	<p>Отгонка микроэлементов из растворов твердых веществ и расплавов. Выпаривание матрицы из растворов, отгонка ее из твердых веществ и расплавов, отгонка с предварительным химическим превращением неорганических соединений</p> <p>Письменное контрольное мероприятие</p>	<p>Общая характеристика методов разделения и концентрирования. Значение методов концентрирования в аналитической химии. Роль микроэлементов в науке и технике. Индивидуальное и групповое концентрирование. Количественные характеристики. Дистилляционные методы концентрирования и разделения микроэлементов.</p>
<p>ПК.3.1 Проводит экспериментальные и расчетно-теоретические исследования в выбранной области химии с использованием различных методов и подходов</p>	<p>Экстракционные системы. Трехфазная экстракция, экстракция без органического растворителя. Экстракционная хроматография.</p> <p>Письменное контрольное мероприятие</p>	<p>Селективное растворение матрицы и микроэлементов. Управляемая и направленная кристаллизация. Зонная и пробирная плавка. Основные законы и количественные характеристики. Классы экстрагентов для разделения и концентрирования неорганических ионов. Экстракционные системы. Трехфазная экстракция, экстракция без органического растворителя. Экстракционная хроматография.</p>

Компетенция (индикатор)	Мероприятие текущего контроля	Контролируемые элементы результатов обучения
<p>ПК.3.1 Проводит экспериментальные и расчетно-теоретические исследования в выбранной области химии с использованием различных методов и подходов</p>	<p>Итоговый контроль Защищаемое контрольное мероприятие</p>	<p>Знать:основные способы расчета результатов химического анализа; основные формулы для расчета;способы обработки аналитических сигналов; правила работы с числовым материалом. Уметь:применять соответствующие законы физики и химии для расчета содержания определяемого вещества; обрабатывать результаты анализа, представленные расчетным или графическим способами. Отчет о выполненных лабораторных работах, включающий эксперименты по следующим темам курса:1. Отгонка микроэлементов из растворов твердых веществ и расплавов.,2. Основные законы и количественные характеристики. Классы экстрагентов для разделения и концентрирования неорганических ионов.3. Экстракционные системы. Трехфазная экстракция, экстракция без органического растворителя. Экстракционная хроматография.4. Объекты окружающей среды. Природные и сточные воды. Воздух, почвы и донные отложения.</p>

Компетенция (индикатор)	Мероприятие текущего контроля	Контролируемые элементы результатов обучения
<p>ПК.2.2 Выбирает экспериментальные и расчетно-теоретические методы решения поставленной задачи исходя из имеющихся материальных и временных ресурсов, готовит объекты, оборудование и реактивы исследования</p> <p>ПК.3.1 Проводит экспериментальные и расчетно-теоретические исследования в выбранной области химии с использованием различных методов и подходов</p>	<p>Итоговый контроль</p> <p>Итоговое контрольное мероприятие</p>	<p>Современные методы естественнонаучных исследований в области выделения, разделения и концентрирования элементов. Методы анализа данных, полученные при использовании современных методов естественнонаучных исследований в области выделения, разделения и концентрирования элементов, в том числе методы статистической обработки результатов анализа.</p>

Спецификация мероприятий текущего контроля

Отгонка микроэлементов из растворов твердых веществ и расплавов. Выпаривание матрицы из растворов, отгонка ее из твердых веществ и расплавов, отгонка с предварительным химическим превращением неорганических соединений

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **8 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы самостоятельной работы**

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **20**

Проходной балл: **10**

Показатели оценивания	Баллы
Перечислены методы индивидуальное и групповое концентрирования элементов. Приведены количественные характеристики процессов разделения и концентрирования, указано их значение и методы расчета	7
Приведена общая характеристика и классификация дистилляционных методов концентрирования и разделения микроэлементов.	5
Названо значение методов концентрирования в аналитической химии. Указана роль микроэлементов в науке и технике.	5
Дана общая характеристика и классификация методов разделения и концентрирования.	3

Экстракционные системы. Трехфазная экстракция, экстракция без органического растворителя. Экстракционная хроматография.

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **1 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы аудиторной работы**

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **20**

Проходной балл: **10**

Показатели оценивания	Баллы
Перечислены методы трехфазной экстракции, её преимущества и недостатки. Названы способы экстракции без органического растворителя.	10
Приведены основные законы и количественные характеристики процессов экстракции, указано их значение и методики расчета. Перечислены классы экстрагентов для разделения и концентрирования неорганических ионов, приведены их преимущества и недостатки.	5
Перечислены способы селективного растворения матрицы и микроэлементов.	3
Приведена общая классификация и характеристика экстракционных систем.	2

Итоговый контроль

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **2 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы аудиторной работы**

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **20**

Проходной балл: **10**

Показатели оценивания	Баллы
За представление математического выражения основного закона, используемого в данном методе анализа и формулы для расчета статистического параметра	5
За правильный рассчитанный и представленный результат анализа	5
За представленные градуировочные графики, кривые титрования с указанием условий анализа	5
За правильно написанные реакции	5

Итоговый контроль

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **4 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы самостоятельной работы**

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **40**

Проходной балл: **20**

Показатели оценивания	Баллы
Дана характеристика группе методов кристаллизации и зонной плавки.	5
Дана характеристика сорбционных процессов, в том числе сорбции матрицы и микроэлементов ионитами с их последующим разделением элюированием	5
Приведена общая характеристика методов разделения и концентрирования (по одному методу из каждой группы).	5
Указаны основные характеристики и особенности методов осаждения и соосаждения. Применение коллекторов для этих целей. Их преимущества и недостатки	5
Указана классификация методов разделения и концентрирования.	5
Указано преимущество методов ректификации перед одноступенчатым методом отгонки.	5
Указаны основные органические реагенты и растворители, применяемые в экстракционных методах разделения и концентрирования. Приведены преимущества и недостатки каждого.	5
Указаны электрохимические методы разделения и концентрирования на твердых электродах. Выделение микроэлементов и матрицы на ртутном катоде.	3
Приведены методы маскирования и демаскирования мешающих ионов металлов при	2

разделении или концентрировании микропримесей элементов.	