

ГОУ ВПО «ДОНЕЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

ХИМИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ

КАФЕДРА АНАЛИТИЧЕСКОЙ ХИМИИ

УТВЕРЖДАЮ:
проректор по научно-методической
и учебной работе
Е.И. Скафа
« 22 » 04 2020 г.
МП



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

МЕТОДЫ РАЗДЕЛЕНИЯ И КОНЦЕНТРИРОВАНИЯ

В ХИМИЧЕСКОМ АНАЛИЗЕ

Специальность: **04.05.01 Фундаментальная и прикладная химия**

Образовательная программа: **специалитет**

Квалификация: **Химик. Преподаватель химии**

Форма обучения: **очная**

Донецк 2020

УТВЕРЖДАЮ:

Декан химического факультета



А.В. Белый

«16» апреля 2020 г.

Программа составлена на основе Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (ФГОС ВО) специальности 04.05.01 Фундаментальная и прикладная химия, утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 13 июля 2017 г. № 652; учебного плана и основной образовательной программы специальности 04.05.01 Фундаментальная и прикладная химия, разработанных в ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет».

Разработчики:

Доцент кафедры аналитической химии, к.х.н.

Первый проректор, к.х.н.

Сир
В.А. Дубровина

Т.Н. Симонова

В.А. Дубровина

Программа учебной дисциплины утверждена на заседании кафедры аналитической химии.

Протокол № 19 от « 14 » 04 2020 г.

Заведующий кафедрой

А.С. Алемасова

А.С. Алемасова

Программа учебной дисциплины одобрена учебно-методической комиссией химического факультета.

Протокол № 3 от « 15 » 04 2020 г.

Председатель учебно-методической комиссии факультета

Н.В. Яблочкова

Н.В. Яблочкова

1. ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ И МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ.

Дисциплина «Методы разделения и концентрирования в химическом анализе» входит в профессиональный блок дисциплин, дисциплинам по выбору студента согласно учебному плану.

Эта дисциплина, опираясь на химическую (неорганическая, аналитическая, органическая, физическая химия), физическую подготовку (физика) студентов, закладывает фундамент научно-методической подготовки будущих исследователей и практиков.

Освоение данной дисциплины необходимо как предшествующее во время учебной, производственной (преддипломной) практики, научно-исследовательской работы, при написании выпускной квалификационной работы.

2. СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

<i>Характеристика учебной дисциплины</i>		
Специальность	04.05.01 Фундаментальная и прикладная химия	
Специализация		
Образовательная программа	специалитет	
Квалификация	Химик. Преподаватель химии	
Количество содержательных модулей	2	
Дисциплина базовой / вариативной образовательной программы	дисциплина вариативной части	
Форма контроля	модульный контроль, экзамен	
Показатели	очная форма обучения	заочная форма обучения
Количество зачетных единиц (кредитов)	4,5	
Год подготовки	4	
Семестр	7	
Количество часов	162	
- лекционных	56	
- практических		
- лабораторных	42	
- самостоятельной работы	64	
в т.ч. индивидуальное задание		
Недельное количество часов,	11,6	
в т.ч. аудиторных	7	

3. ОПИСАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ.

Цели и задачи

Цели:

– углубить и сформировать знания студентов по теории и практике методов разделения и концентрирования, чтобы в будущем аналитики-выпускники университета могли выполнять химико-аналитические исследования, проводить реальные анализы с помощью современных методов разделения и концентрирования;

– дать теоретическую и методологическую подготовку в области методов разделения и концентрирования, применяемых в анализе окружающей среды, природных и промышленных объектов.

Основными задачами курса «Методы разделения и концентрирования в химическом анализе» в рамках специалитета являются: сформировать систему знаний о принципах методов разделения и концентрирования, свойствах гибридных и комбинированных методов анализа, условиях их применения на практике.

Требования к результатам освоения дисциплины: Процесс изучения дисциплины «Методы разделения и концентрирования в химическом анализе» направлен на формирование элементов следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО РФ специальности 04.05.01 Фундаментальная и прикладная химия и основной образовательной программы высшего образования специальности 04.05.01 Фундаментальная и прикладная химия:

а) универсальных (УК):

УК-1. Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий;

УК-2. Способен управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла;

УК-3. Способен организовывать и руководить работой команды, вырабатывая командную стратегию для достижения поставленной цели;

УК-8. Способен создавать и поддерживать безопасные условия жизнедеятельности, в том числе при возникновении чрезвычайных ситуаций.

б) общепрофессиональных (ОПК):

ОПК-1. Способен анализировать, интерпретировать и обобщать результаты экспериментальных и расчетно-теоретических работ химической направленности;

ОПК-2. Способен проводить химический эксперимент с использованием современного оборудования, соблюдая нормы техники безопасности;

ОПК-3. Способен применять расчетно-теоретические методы для изучения свойств веществ и процессов с их участием, используя современное программное обеспечение и базы данных профессионального назначения;

ОПК-4. Способен планировать работы химической направленности, обрабатывать и интерпретировать полученные результаты с использованием теоретических знаний и практических навыков решения математических и физических задач;

ОПК-5. Способен использовать информационные базы данных и адаптировать существующие программные продукты для решения задач профессиональной деятельности с учетом основных требований информационной безопасности;

ОПК-6. Способен представлять результаты профессиональной деятельности в устной и письменной форме в соответствии с нормами и правилами, принятыми в профессиональном сообществе.

в) Профессиональные компетенции

Научно-исследовательская деятельность:

ПК-1. Способен проводить сбор, обработку, анализ и обобщение результатов экспериментов и исследований в различных областях химии, химической технологии и смежных наук;

ПК-2. Способен оформлять результаты научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ.

Технологическая деятельность:

ПК-4. Способен проводить научные исследования, совершенствовать и разрабатывать теории и методы изучения химических процессов, осуществлять практическое применение полученных знаний и результатов в различных отраслях экономики (промышленности, сельском хозяйстве и др.), связанных с переработкой сырья, полуфабрикатов,

промышленных отходов, получением и совершенствованием различных веществ, материалов, разработкой и улучшением технологических процессов;

ПК-5. Способен к проведению опытов, испытаний и анализов с целью изучения состава, строения, свойств и процессов превращений веществ, энергетических и химических изменений в различных натуральных или искусственных веществах, сырье и изделиях;

ПК-6. Способен на разработку методик проведения контроля качества для изготовителей и потребителей химической продукции.

Организационно-управленческая деятельность:

ПК-9. Способен применять актуальную нормативную документацию в соответствующей области знаний.

В результате изучения дисциплины «Методы разделения и концентрирования в химическом анализе» студент должен:

знать:

- 1) современную литературу по методам разделения и концентрирования, государственные и международные стандарты, патенты, аналитические сайты в сети Интернет;
- 2) теоретические и практические основы методов разделения и концентрирования;
- 3) количественные характеристики методов разделения и концентрирования;
- 4) способы определения концентрации веществ с использованием методов разделения и концентрирования;
- 5) метрологические характеристики методов и области их использования;
- 6) современные приборы и аппаратуру;
- 7) методологию выбора методов разделения и концентрирования при решении производственных или научных задач;
- 8) примеры практического использования в анализе объектов окружающей среды, природных и промышленных объектов по международным и государственным стандартам.

уметь:

- 1) применять современные методы разделения и концентрирования для решения производственных, научно-практических, исследовательских и других задач;
- 2) выбрать стандартную или нестандартную методику анализа природных, промышленных объектов;
- 3) правильно провести пробоотбор и пробоподготовку;
- 4) воспроизводить аналитическую методику, рассчитывать результаты анализа, провести их статистическую обработку с использованием ЭВМ, проверить правильность полученных результатов;
- 5) уметь использовать современные химические приборы и установки, учебно-лабораторные приборы;
- 6) составлять отчеты и давать рекомендации на основе полученных результатов.

владеть:

- 1) теоретическими и практическими основами методов разделения и концентрирования;
- 2) навыками, техникой и методикой методов разделения и концентрирования;
- 3) приемами проверки правильности и воспроизводимости гибридных и комбинированных методов анализа;
- 4) работой с литературой по аналитической химии в области методов разделения и концентрирования.

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ И ФОРМЫ ОРГАНИЗАЦИИ УЧЕБНОГО ПРОЦЕССА

Порядковый номер и тема	Краткое содержание темы
Содержательный модуль 1 «Общая характеристика методов разделения и концентрирования. Экстракционные методы и системы»	
Тема 1. Методы разделения и концентрирования. Общая характеристика	Методы разделения, концентрирования и методы определения. Комбинированные, гибридные методы. Разделение, концентрирование, выделение. Абсолютное, относительное, индивидуальное, групповое концентрирование. Значение концентрирования и области его применения. Место концентрирования в аналитическом цикле. Количественные характеристики концентрирования. Способы концентрирования. Классификации и общая характеристика методов концентрирования и разделения. Современное состояние методов. Успехи и проблемы.
Тема 2. Экстракция. Количественные характеристики	Особенности экстракции. Этапы развития, современное состояние. Количественное описание процессов экстракции. Терминология, требования к экстрагентам. Экстракционные системы. Неионизированные нейтральные соединения: координационно-несольватированные нейтральные соединения с ковалентными связями; хелаты и внутрикомплексные соединения; координационно-сольватированные нейтральные (смешанные) комплексы. Ионные ассоциаты: координационно-несольватированные ионные ассоциаты; минеральные кислоты; комплексные металлокислоты; другие соединения.
Тема 3. Экстракция неионизированных нейтральных соединений.	Координационно-несольватированные нейтральные соединения. Высокая избирательность. Выражение для коэффициента распределения. Закон Нернста, отклонения от закона. Координационно-сольватированные нейтральные соединения. Механизм экстракции. Выражения для коэффициента распределения. Метод сдвига равновесия.
Тема 4. Экстракция внутрикомплексных соединений.	Хелаты. Хелатообразующие реагенты. Правило Л.А. Чугаева. Экстракция координационно-ненасыщенных хелатов. Уравнения для коэффициента распределения. Установление состава комплексов. Зависимость экстракции от pH. Константа экстракции. Экстракция координационно-ненасыщенных хелатов. Особенности экстракции катионных и анионных хелатов.
Тема 5. Экстракция ионных ассоциатов.	Координационно-несольватированные ионные ассоциаты. Факторы, способствующие росту экстракции: увеличение диэлектрической проницаемости растворителя, увеличение размера и гидрофобности ионов. Требования к анионам или катионам-партнёрам. Использование в качестве реагентов краун-эфиров, серу- и азотосодержащих аналогов.
Тема 6. Экстракция комплексных кислот.	Комплексные металлокислоты и их соли. Факторы, повышающие коэффициент распределения. Присутствие

	<p>сильной минеральной кислоты. Созэкстракция. Подавление экстракции.</p> <p>Экстракция комплексных кислот аминами и солями четвертичных аммониевых оснований. Механизмы: ионный обмен, присоединение, внедрение. Факторы, влияющие на экстракцию аминами.</p>
Тема 7. Использование экстракции в аналитической химии.	<p>Изучение равновесия в растворах. Разделение смесей. Управление процессами разделения. Маскирование. Отделение при реэкстракции. Обменная экстракция. Условия обмена. Обменные ряды.</p> <p>Экстракция с применением малоопасных экстрагентов (зеленая экстракция).</p>
Тема 8. Техника и методика экстракции.	<p>Способы осуществления экстракции. Периодическая экстракция. Непрерывная жидкостная экстракция. Противоточная экстракция и экстракционная хроматография. Мицеллярная экстракция. Экстракция микроэмульсиями. Экстракция расплавами. Трехфазные системы. Мембранная экстракция. Автоматизация экстракции.</p>
<p>Содержательный модуль 2 «Гибридные и комбинированные методы анализа»</p>	
Тема 1. Гибридные методы анализа.	<p>Применение экстракции в химическом анализе природных и промышленных объектов. Экстракция отдельных элементов. Групповое концентрирование и спектроскопическое определение аналитов. Сочетание экстракции с методами определений: комплексонометрией, фотометрическим, атомно-абсорбционным и другими.</p> <p>Ионная хроматография. Основы ионной хроматографии. Принцип разделения и дедектирования ионов. Сорбенты. Элюенты. Способы дедектирования. Ионометрическое определение анионов и катионов по международным и государственным стандартам в воде и других объектах.</p>
Тема 2. Комбинированные методы анализа.	<p>Сорбция. Особенности сорбции как метода концентрирования. Сорбенты, общие требования к ним. Синтетические иониты, неорганические ионнообменные комплексообразующие сорбенты. Активированные угли. Механизм действия, аналитические особенности. Примеры использования.</p>
Тема 3. Физические и физико-химические методы разделения и концентрирования.	<p>Методы осаждения и соосаждения. Особенности концентрирования, достоинства и недостатки. Механизм соосаждения. Неорганические и органические соосаждители. Методы осаждения и соосаждения в определении аналитов по государственным и международным стандартам в анализе металлов, сплавов, объектов окружающей среды и др.</p> <p>Электрохимические методы. Классификация методов. Электровыделение матрицы и микроэлементов. Примеры практического использования.</p> <p>Дистилляция, сублимация, направленная кристаллизация, зонная плавка, пробирная плавка.</p> <p>Мембранные методы.</p> <p>Концентрирование в анализе объектов окружающей среды.</p>

Тематический план

Название содержательных модулей и тем	Содержательный модуль 1											
	Количество часов											
	Очная форма обучения						Заочная форма обучения					
	всего	в т.ч.						в т.ч.				
лекции		практические	лабораторные	самостоятельная работа	индивид. работа	всего	лекции	практические	лабораторные	самостоятельная работа	индивид. работа	
Тема 1. Методы разделения и концентрирования. Общая характеристика	10	6			4							
Тема 2. Экстракция. Количественные характеристики	16	6		4	6							
Тема 3. Экстракция неионизированных нейтральных соединений.	16	4		6	6							
Тема 4. Экстракция внутрикомплексных соединений.	12	4		2	6							
Тема 5. Экстракция ионных ассоциатов.	12	6			6							
Тема 6. Экстракция комплексных кислот.	10	4			6							

Тема 7. Использование экстракции в аналитической химии.	16	6		4	6							
Тема 8. Техника и методика экстракции.	12	4		2	6							
Итого по содержательном у модулю 1	104	40		18	46							
Название содержательных модулей и тем	Содержательный модуль 2											
	Количество часов											
	Очная форма обучения						Заочная форма обучения					
	всего	в т.ч.					всего	в т.ч.				
		лекции	практические	лабораторные	самостоятельная работа	индивид. работа		лекции	практические	лабораторные	самостоятельная работа	индивид. работа
Тема 9. Гибридные методы анализа.	24	6		12	6							
Тема 10. Комбинированны е методы анализа.	18	4		8	6							
Тема 11. Физические и физико- химические методы разделения и концентрирования.	16	6		4	6							
Итого по содержательном у модулю 2	58	16		24	18							
Всего часов по модулям	162	56		42	64							

5. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ЛЕКЦИОННЫХ, ПРАКТИЧЕСКИХ И ЛАБОРАТОРНЫХ ЗАНЯТИЙ.

Практические занятия не предусмотрены учебным планом.

Темы лекционных занятий

<i>№ п/п</i>	<i>Название темы</i>	<i>Количество часов</i>
1	Методы разделения и концентрирования. Общая характеристика	6
2	Экстракция. Количественные характеристики	6
3	Экстракция неионизированных нейтральных соединений.	4
4	Экстракция внутрикомплексных соединений	4
5	Экстракция ионных ассоциатов.	6
6	Экстракция комплексных кислот.	4
7	Использование экстракции в аналитической химии.	6
8	Техника и методика экстракции.	4
9	Гибридные методы анализа.	6
10	Комбинированные методы анализа.	4
11	Физические и физико-химические методы разделения и концентрирования.	6
	Всего	56

Темы лабораторных занятий

<i>№ п/п</i>	<i>Название темы</i>	<i>Количество часов</i>
1	Техника безопасности и охрана труда в аналитической лаборатории методов разделения и концентрирования. Приготовление и стандартизация растворов аналитов по ГОСТ и международным стандартам. Требования, предъявляемые к первичным стандартам. Расчеты.	4
2	Техника и методика экстракции. Экстракционное равновесие. Промывка. Холостой опыт. Контрольный опыт. Подготовка делительных воронок к работе.	2
3	Зеленая экстракция. Двухфазные водные системы в разделении, концентрировании и определении аналитов. Выбор высаливателя и экстрагента.	4
4	Зеленая экстракция. Экстракция хлорида германия смесью гексана с вазелиновым маслом. Реэкстракция, спектрофотометрическое определение аналита с модифицированным аналитическим реагентом. Регенерация экстрагента. Определение германия в золе углей, рудах и других объектах.	6
5	Гибридные методы анализа. Экстракционно-фотометрические методы определения. Определение массовой доли драгоценных металлов в ломе и отходах радиоэлектронной промышленности.	6
6	Экстракционно-фотометрические методы определения аналитов в природных и промышленных объектах. Экстракционно-	6

	фотометрическое определение кобальта в виде тиоцианатного комплекса с применением ДВС. Выбор оптимальных условий экстракционно-фотометрического определения кобальта: аналитической длины волны, толщины кюветы. Построение градуировочной зависимости, обработка результатов с применением ЭВМ. Анализ контрольного раствора, содержащего аналит. Представление результатов анализа.	
7	Вещественный анализ. Разделение разновалентных форм хрома, ванадия и др. с последующим спектрофотометрическим определением. Спектрофотометрическое определение хрома(VI) с дифенилкарбазидом в воде. Освоение методики.	6
8	Экстракционно-комплексометрические методы анализа. Методы разделения платиновых, драгоценных металлов и других аналитов в хлоридных растворах. Экстракционно-комплексометрическое определение цинка в сплавах и растворах. Приготовление и стандартизация раствора комплексона(III). Экстракционное отделение цинка от макроколичеств меди в виде тиоцианатных комплексов с применением двухфазных водных систем. Анализ контрольного раствора. Представление результатов анализа. Определение биогенных и токсичных металлов в волосах.	6
9	Методы концентрирования. Соосаждение перманганата калия с сульфатом бария.	2
	Всего	42

6. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ОРГАНИЗАЦИИ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ

Организация самостоятельной работы студентов

№ п/п	Название темы	Количество во часов
1	Методы разделения и концентрирования. Общая характеристика	4
2	Экстракция. Количественные характеристики.	6
3	Экстракция неионизированных нейтральных соединений	6
4	Экстракция внутрикомплексных соединений	6
5	Экстракция ионных ассоциатов	6
6	Экстракция комплексных кислот	6
7	Использование экстракции в аналитической химии.	6
8	Техника и методика экстракции.	6
9	Гибридные методы анализа	6
10	Комбинированные методы анализа	6
11	Физические и физико-химические методы разделения и концентрирования.	6
	ВСЕГО	64

7. ИНДИВИДУАЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ

Индивидуальные задания программой не предусмотрены.

Индивидуальные задания

1. Ионная хроматография в анализе пищевых продуктов.
2. Ионная хроматография в анализе лекарственных препаратов.
3. Спектрофотометрические детекторы в ионной хроматографии. Примеры практического применения.
4. Концентрирование, определение тяжелых металлов с хелатообразующими реагентами в природных и промышленных объектах.
5. Капиллярный электрофорез как гибридный метод анализа. Определение аналитов.
6. Сорбция как метод разделения и концентрирования в анализе природных и промышленных объектов.
 - 6а. Сорбционно-спектроскопические методы анализа.
7. Методы разделения и концентрирования в анализе биологических объектов.
8. Методы разделения и концентрирования в анализе веществ высокой чистоты.
9. Методы разделения и концентрирования в анализе органических веществ.
10. Методы разделения и концентрирования в анализе воздуха.
11. Методы разделения и концентрирования в анализе опасных объектов.
12. Методы разделения и концентрирования в анализе бытовых и химических отходов.
13. Экстракция субкритической водой в анализе пестицидов, диоксинов, полициклических ароматических углеводородов.
14. Сверхкритическая флюидная экстракция.
15. Гибридные методы в анализе органических веществ.
16. Методы анализа в контроле безопасности пищевых продуктов.
17. Комбинированные методы анализа.
18. Методы разделения и концентрирования в вещественном анализе.
19. Сорбция органических соединений.
20. Проточный инъекционный анализ с применением методов разделения и концентрирования.
21. Методы разделения и концентрирования, основанные на образовании газовой фазы. Упаривание, возгонка, дистилляция и ректификация.
22. Микроэкстракция

8. КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ К ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

1. 1. Значение методов разделения и концентрирования, области применения. Классификация методов.
2. Количественные характеристики разделения и концентрирования.
3. Экстракция. Этапы развития. Терминология. Современное состояние.
4. Закон распределения веществ между фазами. Константа распределения. Коэффициент распределения.
5. Степень извлечения. Коэффициент разделения.
6. Константа экстракции. Примеры.
7. Осаждение и соосаждение в методах разделения и концентрирования. Механизм. Примеры определений.
8. Органические и неорганические реагенты в процессах осаждения. Примеры определений.
9. Органические и неорганические реагенты в процессах соосаждения. Примеры определений.

10. Сорбция как метод концентрирования и разделения. Сорбция на активных углях, оксидах металлов, синтетических ионитах, хелатных смолах. Примеры практического использования.
11. Электрохимические методы разделения и концентрирования. Примеры определений.
12. Дистилляция, выпаривание, вымораживание в концентрировании микроэлементов. Примеры практического использования.
13. Абсолютное и относительное концентрирование. Примеры.
14. Экстракция как метод разделения и концентрирования.
15. Техника и методика экстракции.
16. Экстракция в пробоподготовке. Автоматизация экстракции.
17. Экстракция простых неионизированных молекул. Механизм экстракции. Определение германия в угле, рудах.
18. Экстракция внутрикомплексных соединений. Примеры.
19. Экстракционные реагенты группового действия. Теория аналогий В.И. Кузнецова. Примеры определений.
20. Экстракция ассоциатов. Механизм экстракции. Примеры.
21. Влияние структуры экстрагентов на извлечение разнотелных ацидокомплексов.
22. Экстракционно-фотометрические методы анализа. Примеры практического использования.
23. Экстракционно-фотометрическое определение Co(II) .
24. Экстракционно-комплексометрические методы анализа. Примеры определений.
25. Экстракция тиоцианатных комплексов цинка водорастворимыми экстрагентами. Определение цинка в латуни.
26. Экстракция хлоридных комплексов металлов. Определение цинка в сплавах.
27. Экстракция окрашенных ассоциатов. Экстракционно-фотометрическое определение сурьмы.
28. Типы экстракционных систем, применяемых в анализе природных и промышленных объектов.
29. Двухфазные водные системы в экстракции веществ.
30. Гибридные методы анализа. Примеры практического использования.
31. Методы разделения и концентрирования в анализе объектов окружающей среды.
32. Мембранные методы разделения и концентрирования. Мембранная экстракция.
33. Ионная хроматография – гибридный метод анализа. Примеры практического использования.
34. Влияние структуры экстрагентов, различных факторов на степень извлечения соединений.
35. Разделение и определение кальция, магния ионной хроматографией с кондуктометрическим детектором. Определение общей жесткости воды в питьевой воде.
36. Экстракционно-фотометрическое определение сурьмы с применением красителей.
37. Разделение и определение кальция и магния в питьевой воде ионной хроматографией с кондуктометрическим детектором. Определение общей жесткости воды.
38. Техника и методика экстракции. Периодическая экстракция. Правила работы с делительной воронкой. Автоматизация экстракции.
39. Соосаждение перманганата калия. Правила работы с делительной воронкой. Автоматизация экстракции.
40. Экстракционно-фотометрическое определение суммы тяжелых металлов с дитизином в воде.
41. Вещественный анализ. Экстракционное разделение хрома(VI) и хрома(III) и спектрофотометрическое определение.

42. Проточный инъекционный анализ с применением методов разделения и концентрирования.
43. Сверхкритическая флюидная экстракция.

Задачи:

1. Рассчитайте коэффициент распределения и степень извлечения иона никеля в форме диметилглиоксимата никеля между водой и хлороформом, если его исходная концентрация в водной фазе равна $82,0 \text{ мкг/см}^3$, а концентрация после экстракции – $0,2 \text{ мкг/см}^3$. Отношение объемов органической и водной фаз равно 1:1. Написать структурную формулу диметилглиоксимата никеля.
2. Коэффициент распределения фенола в системе вода – октиловый спирт равен 31. Объем водной фазы, из которой экстрагируют фенол, равен $100,0 \text{ см}^3$. Рассчитайте и сравните степень извлечения фенола при: а) однократной экстракции $5,0 \text{ см}^3$ октилового спирта; б) однократной экстракции $25,0 \text{ см}^3$; в) 5-кратной экстракции порциями октилового спирта по $5,0 \text{ см}^3$.
3. Коэффициент распределения вещества А в системе $\text{CHCl}_3 - \text{H}_2\text{O}$ равен 10. За сколько последовательных экстракций вещество А из $25,0 \text{ см}^3$ водной фазы можно перевести в слой CHCl_3 99,8 %, если объем CHCl_3 равен $2,0 \text{ см}^3$.
4. Известно, что коэффициент распределения салициловой кислоты между равными объемами воды и хлороформа при рН 3,00 равен 1,3. Рассчитайте константу распределения салициловой кислоты, если $K_{a, \text{HA}} = 1,5 \cdot 10^{-3}$.
5. Известно, константа распределения кислоты НА между равными объемами воды и органического растворителя равна 100. Рассчитайте рН, при котором кислота экстрагируется на 50%, $K_{a, \text{HA}} = 1,0 \cdot 10^{-3}$.
6. Рассчитайте степень извлечения (%) 8-оксихинолина (НОх) хлороформом при рН 11,00, если константа диссоциации ($K_{a, \text{HA}}$) $1,4 \cdot 10^{-10}$, а объемы водной и органической фаз равны.
7. Рассчитайте коэффициент разделения меди и магния при экстракции их раствором 8-оксихинолина в хлороформе, если исходные концентрации металлов и объемы фаз равны, а степень извлечения составляет 97,0 и 23,0% соответственно. Написать структурную формулу оксихинолинов металлов.
8. Ионы Ni(II) количественно экстрагируются хлороформом из водного раствора, насыщенного диметилглиоксимом (H_2L). Напишите уравнение реакции и выражение для константы экстракции. Изобразите графически зависимость $\lg D$ - рН при постоянной концентрации H_2L . Какую информацию можно получить из этой зависимости?
9. Ионы Co(II) экстрагируются раствором 8-оксихинолина (НОх) в хлороформе в виде комплекса $\text{Co(Ox)}_2(\text{НОх})_2$. Напишите уравнение реакции и выражение для константы экстракции. Изобразите графически зависимость $\lg D$ - $\lg[\text{НОх}]$ при постоянном рН. Какую информацию можно получить из этой зависимости?
10. Коэффициент распределения бензойной кислоты $\text{C}_6\text{H}_5\text{COOH}$ между октиловым спиртом и водой $D=65,0$. Рассчитайте степень извлечения бензойной кислоты при соотношении объемов водной и органической фаз 10:2.
11. Коэффициент распределения о-ванилина и метанола между циклогексаном и водой равны $5,30$ и $1,60 \cdot 10^{-3}$ соответственно. Вычислить фактор разделения этих веществ при экстракции циклогексаном.
12. Из водного раствора ($v=10,0 \text{ см}^3$) Me^{2+} проэкстрагировали при рН 7,00 в виде хелата (MeL_2) $2,0 \text{ см}^3$ растворителя. Концентрация органического реагента (HL) в растворителе и Me^{2+} в исходном растворе 10^{-4} и $10^{-6} \text{ моль/дм}^3$ соответственно. Степень извлечения Me^{2+} равна 60%. Вычислить константу экстракции Me^{2+} .
13. Коэффициент распределения салициловой кислоты и резорцина между бутилацетатом и водой равны 126 и 6,2 соответственно. Вычислить фактор разделения

салициловой кислоты и резорцина. Возможно ли разделение этих веществ при экстракции бутилацетатом?

14. Рассчитайте коэффициент распределения D иода между сероуглеродом и водой, находящимися в равновесии при 25°C , если аналитическая концентрация иода в органической и водной фазах равна соответственно 0,03036 и $5,18 \cdot 10^{-6}$ моль/дм³.

15. Определите степень извлечения бензойной кислоты $\text{C}_6\text{H}_5\text{COOH}$ диэтиловым эфиром из водного раствора при 10°C однократной экстракцией, если аналитическая концентрация бензойной кислоты в водной и органических соответственно равна 0,00249 и 0,226 моль/дм³. Объемы водной и органической фаз равны.

9. ОБРАЗЕЦ МОДУЛЬНОГО КОНТРОЛЯ

ГОУ ВПО «ДОНЕЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ» Химический факультет

Специальность:	04.05.01 Фундаментальная и прикладная химия
Образовательная программа:	специалитет
Семестр	7
Учебная дисциплина	Методы разделения и концентрирования в химическом анализе

МОДУЛЬНАЯ КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА ВАРИАНТ №1

1. Значение методов разделения и концентрирования, области применения. Классификация методов.
2. Ионная хроматография – гибридный метод анализа. Примеры практического использования.
3. Экстракция тиоцианатных комплексов цинка водорастворимыми экстрагентами. Определение цинка в латуни.

Утверждено на заседании кафедры аналитической химии,
протокол № _____ от « _____ » _____ 20 ____ г.

Зав. кафедрой _____

Преподаватель _____

Критерии оценивания модульного контроля

Номер задания	Количество баллов
Задание 1	10
Задание 2	10
Задание 3	10
Всего	30

10. ОБРАЗЕЦ ЭКЗАМЕНАЦИОННОГО БИЛЕТА

ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет»
Кафедра аналитической химии

Образовательный уровень: специалист

Специальность: **04.05.01 Фундаментальная и прикладная химия**

Учебная дисциплина «Методы разделения и концентрирования в химическом анализе»

4 курс, 7 семестр

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ №1

1. Закон распределения веществ между фазами. Константа распределения. Коэффициент распределения.
2. Экстракция окрашенных ассоциатов. Экстракционно-фотометрическое определение сурьмы.
3. Известно, константа распределения кислоты НА между равными объемами воды и органического растворителя равна 100. Рассчитайте рН, при котором кислота экстрагируется на 50%, $K_{a,HA}=1,0 \cdot 10^{-3}$.

Утверждено на заседании кафедры аналитической химии

Протокол № ____ от _____ 201__ года

Заведующий кафедрой _____

Алемасова А.С.

Экзаменатор _____

Симонова Т.Н.

Критерии оценивания экзамена

Номер задания	Количество баллов
Задание 1	40
Задание 2	40
Задание 3	20
Всего	баллов

11. ОБРАЗЕЦ ТЕСТОВОГО ЗАДАНИЯ

12. КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ

По курсу предполагается проведение промежуточной аттестации в виде модульного контроля, выполнение индивидуальной работы и экзамена. Экзамен сдают студенты с целью повышения рейтинга.

Распределение баллов, которые могут получить студенты в процессе изучения дисциплины

Организационно учебная работа студента	СРС			Всего
	Индивидуальная работа	Модульный контроль	Индивидуальная творческая работа	
Мах 50 баллов	мах 20 баллов	мах 30 баллов	мах ____ баллов	100 баллов
			разработка доклада на студенческую научную конференцию	

Шкала соответствия баллов национальной шкале

Оценка по шкале ECTS	Оценка по 100- балльной шкале	Оценка по государственной шкале (экзамен, дифференцированный зачет)	Оценка по государственной шкале (зачет)
----------------------------	----------------------------------	---	---

A	90-100	5 (отлично)	зачтено
B	80-89	4 (хорошо)	зачтено
C	75-79	4 (хорошо)	зачтено
D	70-74	3 (удовлетворительно)	зачтено
E	60-69	3 (удовлетворительно)	зачтено
FX	35-59	2 (неудовлетворительно) с возможностью повторной сдачи	не зачтено
F	0-34	2 (неудовлетворительно) с возможностью повторной сдачи при условии обязательного набора дополнительных баллов	не зачтено

13. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОГО ПРОЦЕССА

Оборудование лабораторий и специализированных кабинетов кафедры аналитической химии, в которых проходит изучение курса «Методы разделения и концентрирования в химическом анализе»

№ п/п	Наименование лаборатории, специализированных кабинетов, их площадь	Наименование дисциплин	Перечень оборудования, количество
1	Компьютерный класс № 510, химический факультет, IX корпус ДонНУ (13,34 м ²)	Аналитическая химия Химия окружающей среды Экологическая аналитическая химия Методы разделения и концентрирования в химическом анализе	Компьютеры – 4 шт.
2	Учебная лаборатория общего лабораторного практикума по аналитической химии, № 501, химический факультет, IX корпус ДонНУ (13,2 м ²)	Аналитическая химия Инструментальные методы химического анализа веществ, материалов и окружающей среды Методы анализа природных и промышленных объектов Методы разделения и концентрирования в химическом анализе	Аналитические весы АДВ 200М – 5 шт.
3	Учебная лаборатория специальных методов исследования по аналитической химии, № 514, химический факультет, IX корпус ДонНУ (35,56 м ²)	Аналитическая химия Инструментальные методы химического анализа веществ, материалов и окружающей среды Методы анализа природных и промышленных объектов Методы разделения и концентрирования в химическом анализе Химические сенсоры в анализе природных и промышленных объектов	Компьютер – 1 шт., фотоэлектроколориметр КФК-2МП – 2 шт., спектрофотометр СФ-26 – 1 шт., весы аналитические ВЛР-200 – 1 шт., весы теххимические – 2 шт., иономер ЭВ-74 – 1 шт., автотитратор БАТ-15 – 1 шт., кодоскоп ПОЛИЛЮКС – 1 шт., электрическая плита – 2 шт.

14. РЕКОМЕНДОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

№	Наименование	Кол-во экземпляров в библиотеке ДонНУ	Наличие электронной версии в ЭБС
Основная			
1.	Кузьмин, Н. М. Концентрирование следов элементов / Н. М. Кузьмин, Ю. А. Золотов ; отв. ред. И. П. Алимарин ; АН СССР, Ин-т геохимии и аналит. химии им. В. И. Вернадского. - М. : Наука, 1988. - 267,[1] с.	3	
2.	Шевчук, И. А. Комплексообразование и экстракция : (Спектроскопия ассоциатов) / И. А. Шевчук ; Донец. гос. ун-т. - Донецк, 1973. - 119 с.	9	
3	Шевчук, И. А. Экстракция органическими основаниями : (ионные ассоциаты) / И. А. Шевчук. - Киев : Вища школа, 1978. - 170 с.	11	
4	Коренман, И. М. Органические реагенты в неорганическом анализе : справочник / И. М. Коренман. - М. : Химия, 1980. - 448 с.	4	
Дополнительная			
1	Симонова, Т. Н. Экстракция в аналитической химии : учеб. пособие / Т. Н. Симонова, А. Н. Рокун, В. А. Дубровина ; Донецкий нац. ун-т, Каф. аналит. химии. - Донецк : Ноулидж, 2011. - 193 с.	13	Электронный ресурс
2	Симонова, Т. Н. Экстракция в аналитической химии [Электронный ресурс] : учеб. пособие / Т. Н. Симонова, А. Н. Рокун, В. А. Дубровина ; Донецкий нац. ун-т, Каф. аналит. химии. - Донецк : Ноулидж, 2011. - электронные данные (1 файл).		Электронный ресурс
3	Шевчук, И. А. Практикум по аналитической химии. Гравиметрический и титриметрический методы в анализе природных и промышленных объектов : [учеб. пособие] / И. А. Шевчук, Т. Н. Симонова, А. Н. Рокун ; Донецкий нац. ун-т. - Донецк : Вебер, 2009. - 390 с..	25	
4	Шевчук, И. А. Практикум по аналитической химии. Гравиметрический и титриметрический методы в анализе природных и промышленных объектов : [учеб. пособие] / И. А. Шевчук, Т. Н. Симонова, А. Н. Рокун ; Донецкий нац. ун-т. - Донецк : Вебер, 2009. - 390 с.		Электронный ресурс

15. ИНФОРМАЦИОННЫЕ РЕСУРСЫ

<http://mondnrjoru/> – Министерство образования и науки Донецкой Народной Республики

<http://resobrnadzor.ru/> – Республиканская служба по контролю и надзору в сфере образования и науки

<http://www.wssanalytchem.org/> – портал «Аналитическая химия в России»

16. ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ.

1. Windows 7 PRO (корпоративная лицензия ДонНУ лицензия №46484614);
2. Microsoft Office (корпоративная лицензия ДонНУ лицензия №46472919);
3. Microsoft Visual Studio (лицензия программы DreamSpark для высших учебных заведений);
4. Лицензия GPL, Apach, BSD для свободного программного обеспечения:
 - Антивирус Касперского;
 - Adobe Acrobat Reader.