

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Комсомольский-на-Амуре государственный университет»

Кафедра «Технология переработки нефти и полимеров»

УТВЕРЖДАЮ

Первый проректор

И.В. Макурин



2017 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины «Физико-химические методы анализа»

основной профессиональной образовательной программы

подготовки бакалавров по направлению

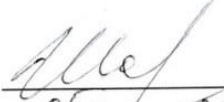
20.03.01 «Техносферная безопасность»

профиль «Безопасность жизнедеятельности в техносфере»

Форма обучения Заочная
Технология обучения Традиционная


Комсомольск-на-Амуре 2017

Автор рабочей программы
Зав. каф. ТПП, к.х.н., доцент



« 05 » 04 _____ 2017 г.

СОГЛАСОВАНО

Директор библиотеки


« 05 » 04 _____ 2017 г.


Заведующий кафедрой «Экология и
безопасность жизнедеятельности»


« 05 » 04 _____ 2017 г.

Декан факультета заочного и
дистанционного обучения,
канд. техн. наук, доцент


« 05 » 04 _____ 2017 г.

Начальник учебно-методического
управления


« 05 » 04 _____ 2017 г.

Введение

Рабочая программа дисциплины «Физико-химические методы анализа» составлена в соответствии с требованиями федерального государственного образовательного стандарта, утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 21 марта 2016 г. N 246, и основных профессиональных образовательных программ подготовки бакалавров по направлению 20.03.01 «Техносферная безопасность» (профиль «Безопасность жизнедеятельности в техносфере»).

1 Аннотация дисциплины

Наименование дисциплины	Физико-химические методы анализа							
Цель дисциплины	Обеспечить в зависимости от поставленной задачи точность, высокую чувствительность, экспрессность и (или) избирательность анализа. Основной целью освоения дисциплины является получение знаний о процессах и механизмах, лежащих в основе инструментальных методов анализа, необходимых для успешного освоения методик в химическом практикуме, а также освоение современных методов анализа веществ для решения практических задач.							
Задачи дисциплины	Основные задачи дисциплины: освоение теории химического и физико-химического анализа и приобретение навыков самостоятельного определения качественного и количественного химического состава веществ.							
Основные разделы дисциплины	1. Спектральные (оптические) методы анализа. 2. Электрохимические методы анализа. 3. Хроматографические методы анализа. 4. Другие физико-химические методы анализа.							
Общая трудоемкость дисциплины	3 з.е. / 108 академических часов							
		Аудиторная нагрузка, ч				СРС, ч	Промежуточная аттестация, ч	Всего за семестр, ч
	Семестр	Лекции	Пр. занятия	Лаб. работы	Курсовое проектирование			
3 семестр	4	6	0	0	94	4	108	

2 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами образовательной программы

Дисциплина «Физико-химические методы анализа» нацелена на формирование компетенций, знаний, умений и навыков, указанных в таблице 1.

Таблица 1 – Компетенции, знания, умения, навыки

Наименование и шифр компетенции, в формировании которой принимает участие дисциплина	Перечень формируемых знаний, умений, навыков, предусмотренных образовательной программой		
	Перечень знаний (с указанием шифра)	Перечень умений (с указанием шифра)	Перечень навыков (с указанием шифра)
ПК-22 Способность использовать законы и методы математики, естественных, гуманитарных и экономических наук при решении профессиональных задач	31(ПК-22-3) Знать: теоретические основы физико-химических методов анализа; 32(ПК-22-3) Знать: способы обработки результатов анализа	У1(ПК-22-3) Уметь: выбирать метод анализа для заданной аналитической задачи; У2(ПК-22-3) Уметь: проводить статистическую обработку результатов	Н1(ПК-22-3) Владеть: методами проведения химического анализа Н2(ПК-22-3) Владеть: навыками метрологической оценки результатов физико-химического анализа

3 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина «Физико-химические методы анализа» изучается на 2 курсе в 3 семестре. Дисциплина относится к вариативной части и является обязательной. Для освоения дисциплины необходимы знания, умения, навыки и опыт практической деятельности, сформированные на предыдущих этапах освоения компетенции ПК-22 в процессе изучения дисциплин: Общая химия, Физика, Аналитическая химия.

Входные знания, умения и компетенции, необходимые для изучения данного курса, формируются в процессе изучения дисциплин, указанных в таблице 2.

Таблица 2 – Пререквизиты дисциплины

Название дисциплины	Знания, умения, навыки, необходимые для изучения дисциплины «ФХМА»
Общая химия	Знать основные классы веществ и их химические свойства, уметь проводить расчеты концентраций, владеть навыками работы с химическими веществами.
Физика	Знать основные законы и физические свойства веществ, уметь пользоваться справочными материалами, навыками расчета физических величин
Аналитическая химия	Знание представлений о теоретических основах аналитических методов и решаемых аналитических задач при их использовании в профессиональной научно-исследовательской и производственной деятельности.

Выходные знания, умения, навыки и компетенции, сформированные в процессе изучения дисциплины «ФХМА» используются при изучении дисциплин, перечисленных в таблице 3.

Таблица 3 – Постреквизиты дисциплины

Название дисциплины	Знания, умения, навыки, сформированные на дисциплине «ФХМА»
Все специальные технологические дисциплины	Умение анализировать и теоретически обосновывать результаты комплексного исследования физико-химических закономерностей с целью доказательства достижения поставленных профессиональных задач. Навыки работы на научном оборудовании; способность модернизировать методики процесса согласно современным научным требованиям.

4 Объем дисциплины в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся

Общая трудоемкость (объем) дисциплины составляет 3 зачетных единицы, 108 академических часов.

Распределение объема дисциплины по видам учебных занятий представлено в таблице 4.

Таблица 4 – Объем дисциплины по видам учебных занятий

Объем дисциплины	Всего академических часов
	Заочная форма обучения
Общая трудоемкость дисциплины	108 (3 з.е.)
Контактная аудиторная работа обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий), всего	10
В том числе:	
занятия лекционного типа (лекции и иные учебные занятия, предусматривающие преимущественную передачу учебной информации педагогическими работниками)	4
занятия семинарского типа (семинары, практические занятия, практикумы, лабораторные работы, коллоквиумы и иные аналогичные занятия)	6
Самостоятельная работа обучающихся и контактная работа , включающая групповые консультации, индивидуальную работу обучающихся с преподавателями (в том числе индивидуальные консультации); взаимодействие в электронной информационно-образовательной среде вуза	94
Промежуточная аттестация обучающихся	4

5 Содержание дисциплины, структурированное по темам с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

Таблица 5 – Структура и содержание дисциплины

Наименование разделов, тем и содержание материала	Компонент учебного плана	Трудоемкость (в часах)	Форма проведения	Планируемые (контролируемые) результаты освоения	
				Компетенции	Знания, умения, навыки
Раздел 1. Спектральные методы анализа					
Эмиссионный спектральный анализ. Атомная эмиссионная спектроскопия (АЭС). Зависимость интенсивности спектральных линий элемента от концентрации этого элемента. Достоинства и недостатки метода. Пламенная фотометрия: приборы и техника выполнения анализа. Спектры поглощения.	Самостоятельная работа	8	Традиционная	ПК-22	З1(ПК-22-3) У1(ПК-22-3) Н1(ПК-22-3)
Абсорбционная спектроскопия. Атомная абсорбционная спектроскопия (ААС). Достоинства и недостатки метода. Законы светопоглощения и светопропускания. Форма линий атомных спектров.	Самостоятельная работа	8	Традиционная	ПК-22	З1(ПК-22-3) У1(ПК-22-3) Н1(ПК-22-3)
Спектроскопические методы. Оптическая область. Спектр. Закон Бугера-Ламберта-Бера. Использование в анализе. Изучение превращений в растворе: определение стехиометрии и констант устойчивости форм в растворе. Характеристики полосы поглощения - положение, интенсивность, форма. Типы полос в молекулярных системах. Хромофоры, ауксохромы. Спектрохимический ряд. Влияние температуры и среды на характеристики полос. Погрешности спектрофотометрического анализа, влияние погрешностей первичных данных, числа измерений. Нефелометрия и турбидиметрия - теоретические основы метода, их применение для качественного и количественного определения.	Лекция	1	Традиционная	ПК-22	З1(ПК-22-3) У1(ПК-22-3) Н1(ПК-22-3)
Люминесцентные методы анализа. Люминесценция. Ее виды. Использование в анализе. Тушение. Приборы и техника выполнения анализа. Люминесцентные индикаторы.	Самостоятельная работа	8	Традиционная	ПК-22	З1(ПК-22-3) У1(ПК-22-3) Н1(ПК-22-3)

Рефрактометрический метод. Практика рефрактометрического анализа. Показатель преломления вещества и его зависимость от различных факторов.	Самостоятельная работа	1	Традиционная	ПК-22	З1(ПК-22-3) У1(ПК-22-3) Н1(ПК-22-3)
ИК-спектроскопия	Практическая работа	1	Интерактивная	ПК-22	З1,2(ПК-22-3) У1,2(ПК-22-3) Н1,2(ПК-22-3)
Подготовка к расчетно-графической работе	Самостоятельная работа	8	Письменная	ПК-22	З1,2(ПК-22-3) У1,2(ПК-22-3) Н1,2(ПК-22-3)
ИТОГО по разделу 1	Лекции	1	-	-	-
	Практические работы	1	-	-	-
	Самостоятельная работа	24	-	-	-
Раздел 2. Электрохимические методы анализа.					
Равновесные электрохимические системы. Электрохимический потенциал. ЭДС гальванической цепи как сумма межфазных скачков потенциалов. Физические цепи. Концентрационные цепи: с переносом и без переноса. Равновесные и неравновесные электрохимические цепи. Расчет ЭДС и состава электрохимической цепи. Методы и аппаратура для измерения ЭДС. Стандарты ЭДС. Элемент Вестона. Связь изменения потенциала Гиббса и ЭДС. Уравнение В.Нернста. Стандартный водородный электрод. Соглашение о знаке ЭДС гальванической цепи. Электродные потенциалы: стандартный и формальный. Классификация электродов. Электроды I, II и III рода. Ред-окс и газовые электроды. Индикаторные электроды и электроды сравнения в электрохимических методах анализа. Абсолютная шкала потенциалов.	Лекция	1	Традиционная	ПК-22	З1(ПК-22-3) У1(ПК-22-3) Н1(ПК-22-3)
Потенциометрия. Прямая потенциометрия и потенциометрическое титрование. Ионметрия и определение pH. Применение ионоселективных электродов. Метод добавок. Возможности и ограничения потенциометрии как метода анализа.	Самостоятельная работа	9	Традиционная	ПК-22	З1(ПК-22-3) У1(ПК-22-3) Н1(ПК-22-3)
Кондуктометрия. Схемы и аппаратура для измерения электропроводности. Прямая кондуктометрия и кондуктометрическое	Самостоятельная работа	9	Традиционная	ПК-22	З1(ПК-22-3) У1(ПК-22-3) Н1(ПК-22-3)

титрование. Возможности и ограничения кондуктометрии как метода анализа. Аппаратура и техника выполнения анализа. Высокочастотное титрование.					
Методы, основанные на электролизе. Кулонометрия, электрогравиметрия, электроразделение. Потенциостатические методы. Расчет потенциала и времени электролиза, необходимых для достижения определенной степени превращения. Гальваностатические методы. Выход по току. Кулонометрическое титрование. Гидродинамические методы. Электролиз на вращающемся дисковом электроде. Инверсионная вольтамперометрия. Техника полярографического анализа. Уравнение Ильковича. Информативность полярографической волны. Достоинства, недостатки и области применения классической полярографии.	Самостоятельная работа	9	Традиционная	ПК-22	31(ПК-22-3) У1(ПК-22-3) Н1(ПК-22-3)
Электровесовой анализ	Практическая работа	1	Интерактивная	ПК-22	31,2(ПК-22-3) У1,2(ПК-22-3) Н1,2(ПК-22-3)
Полярография	Практическая работа	1	Интерактивная	ПК-22	31,2(ПК-22-3) У1,2(ПК-22-3) Н1,2(ПК-22-3)
Кондуктометрическое титрование	Практическая работа	1	Интерактивная	ПК-22	31,2(ПК-22-3) У1,2(ПК-22-3) Н1,2(ПК-22-3)
Кулонометрия	Практическая работа	1	Интерактивная	ПК-22	31,2(ПК-22-3) У1,2(ПК-22-3) Н1,2(ПК-22-3)
Подготовка к расчетно-графической работе	Самостоятельная работа	9	Письменная	ПК-22	31,2(ПК-22-3) У1,2(ПК-22-3) Н1,2(ПК-22-3)
ИТОГО по разделу 2	Лекции	1	-	-	-
	Практические работы	4	-	-	-
	Самостоятельная работа обучающихся	36	-	-	-
Раздел 3. Хроматографические методы анализа.					
Теоретические основы хроматографии. Применение хроматографических методов. Сорбенты, носители. Растворители, проявители в хроматографическом ана-	Лекция	1	Традиционная	ПК-22	31(ПК-22-3) У1(ПК-22-3) Н1(ПК-22-3)

лизе.					
Подготовка к расчетно-графической работе	Самостоятельная работа обучающихся	9	Письменная	ПК-22	31,2(ПК-22-3) У1,2(ПК-22-3) Н1,2(ПК-22-3)
ИТОГО по разделу 3	Лекции	1	-	-	-
	Практические работы	-	-	-	-
	Самостоятельная работа	9	-	-	-
Раздел 4. Другие физико-химические методы анализа.					
Дифференциально-термический метод. ЭПР, ЯМР-методы, термометрическое титрование.	Лекция	1	Традиционная	ПК-22	31(ПК-22-3) У1(ПК-22-3) Н1(ПК-22-3)
Термогравиметрия, ДСК	Практическая работа	1	Интерактивная	ПК-22	31,2(ПК-22-3) У1,2(ПК-22-3) Н1,2(ПК-22-3)
Подготовка к расчетно-графической работе	Самостоятельная работа	9	Письменная	ПК-22	31,2(ПК-22-3) У1,2(ПК-22-3) Н1,2(ПК-22-3)
Текущий контроль по разделу 4 (если предусмотрен)			РГР		
ИТОГО по разделу 4	Лекции	1	-	-	-
	Практические работы	1	-	-	-
	Самостоятельная работа	9	-	-	-
Промежуточная аттестация по дисциплине	Зачет с оценкой	4	-	-	-
ИТОГО по дисциплине	Лекции	4	-	-	-
	Практические работы	6	-	-	-
	Самостоятельная работа обучающихся	94	-	-	-
ИТОГО: общая трудоемкость дисциплины 108 часов, в том числе с использованием активных методов обучения 6 часов					

6 Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

Самостоятельная работа обучающихся, осваивающих дисциплину «Физико-химические методы анализа», состоит из следующих компонентов: изучение теоретических разделов дисциплины; подготовка к расчетно-графической работе, выполнение практических заданий.

Для успешного выполнения всех разделов самостоятельной работы учащимся рекомендуется использовать учебно-методическое обеспечение:

1. Физико-химические методы анализа: Учебное пособие / сост.: О.Г. Шакирова – Комсомольск-на-Амуре: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Комсомольский-на-Амуре гос. техн. ун-т», 2012. – 66 с.

Рекомендуемый график выполнения самостоятельной работы представлен в таблице 6.

Самостоятельная работа обучающихся выполняется по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия. Самостоятельная работа подразделяется на самостоятельную работу на лабораторных занятиях и на внеаудиторную самостоятельную работу. Самостоятельная работа обучающихся включает как полностью самостоятельное освоение отдельных тем дисциплины, так и проработку тем, осваиваемых во время аудиторной работы. Во время самостоятельной работы обучающиеся читают и конспектируют учебную, научную и справочную литературу, выполняют задания, направленные на закрепление знаний и отработку умений и навыков, готовятся к текущему и промежуточному контролю по дисциплине.

Таблица 6 – Рекомендуемый график выполнения самостоятельной работы студентов заочной формы обучения

Вид самостоятельной работы	Часов в неделю																				Итого по видам работ
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
Изучение теоретических разделов дисциплины	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	2	2	2	2	2					44
Подготовка и выполнение РГР	2	2	2	2	2	2	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3					44
Выполнение практических заданий																		2	2	2	6
ИТОГО в 3 семестре	5	5	5	5	5	5	5	6	6	6	5	5	5	5	5	5	5	2	2	2	94

7 Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

Таблица 7 – Паспорт фонда оценочных средств

Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Код контролируемой компетенции (или ее части)	Наименование оценочного средства	Показатели оценки
Все разделы	ПК-22	1. Практические задания № 1-6	Демонстрирует способность к определению качественного и количественного состава материала. Оцениваются аналитические способности, владение спектральными методами анализа, умения и навыки, необходимые для выполнения заданий.
		2. РГР	Письменная работа, демонстрирует использование материала при решении задач

Аттестация проводится в форме зачета с оценкой.

Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций, представлены в виде технологической карты дисциплины (таблица 8).

Таблица 8 – Технологическая карта

	Наименование оценочного средства	Сроки выполнения	Шкала оценивания	Критерии оценивания
3 семестр <i>Промежуточная аттестация в форме зачета с оценкой</i>				
1	Выполнение практических заданий	В течение семестра	50 баллов * 6 заданий = 300 баллов	50 баллов - студент полностью выполнил задание, показал отличные умения и навыки в рамках усвоенного учебного материала, отчет оформлен аккуратно и в соответствии с предъявляемыми требованиями. 40 баллов - студент полностью выполнил задание, показал хорошие умения навыки в рамках усвоенного учебного материала, но не смог обосновать предложенное решение, допущены одна или две неточности, есть недостатки в оформлении отчета о проделанной работе/расчетах. 30 баллов - Студент полностью

	Наименование оценочного средства	Сроки выполнения	Шкала оценивания	Критерии оценивания
				выполнил задание, но допустил существенные неточности и грубые ошибки, не проявил умения правильно интерпретировать полученные результаты, качество оформления отчета имеет недостаточный уровень. 20 баллов - Студент не полностью выполнил задание, при этом проявил недостаточный уровень умений и навыков, а также неспособен пояснить полученный результат. 10 баллов - Студент не выполнил задание. 0 баллов - Студент не приступал к заданию.
2	РГР	В течение семестра	200 баллов	100 % - Студент полностью выполнил задание, работа оформлена аккуратно и в соответствии с предъявляемыми требованиями. 75 % - Студент полностью выполнил задание, но допущены небольшие неточности, есть недостатки в оформлении работы. 50 % - Студент полностью выполнил задание, но допустил существенные неточности и грубые ошибки, качество оформления работы имеет недостаточный уровень. 25 % - Студент не полностью выполнил задание, проявил недостаточный уровень умений и навыков. 0 % - Студент не приступил к выполнению задания в течение семестра.
ИТОГО:		-	520 баллов	-
<p>Критерии оценки результатов обучения по дисциплине: Результаты рейтинговой системы контроля служат основанием для оценки в ведомость на экзаменационной неделе. 0 – 59 % от максимально возможной суммы баллов – «не зачтено» (недостаточный уровень для промежуточной аттестации по дисциплине); 60 – 100 % от максимально возможной суммы баллов – «зачтено» (пороговый (минимальный) уровень);</p>				

Задания для текущего контроля и промежуточной аттестации

1. Практические задания №:

1. ИК-спектроскопия.
2. Электровесовой анализ.
3. Полярография.
4. Кондуктометрическое титрование.
5. Кулонометрия.
6. Термогравиметрия, ДСК.

Примеры выполнения практических заданий представлены в ПРИЛОЖЕНИИ А.

2. Расчетно-графическая работа

Примеры РГР представлены в ПРИЛОЖЕНИИ Б, комплект заданий приведен в ПРИЛОЖЕНИИ В.

8 Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

8.1 Основная литература

- 1 Васильев, В.П. Аналитическая химия : учебник для вузов: в 2 кн. Кн.2 : Физико-химические методы анализа / В. П. Васильев. - 4-е изд., стер., 3-е изд., стер., 2-е изд., перераб. и доп. - М.: Дрофа, 2004; 2003; 2002. - 384с., чз-2экз аб-10экз.
- 2 Васильев, В.П. Аналитическая химия : учебник для вузов: в 2 ч. Ч.2 : Физико-химические методы анализа / В. П. Васильев. - М.: Высшая школа, 1989. - 384с., чз-1экз аб-22экз.
- 3 Жебентяев, А. И. Аналитическая химия. Хроматографические методы анализа [Электронный ресурс] : учебное пособие / А.И. Жебентяев. - М.: НИЦ Инфра-М; Мн.: Нов. знание, 2013. - 206 с. // ZNANIUM.COM : электронно-библиотечная система. – Режим доступа: <http://www.znanium.com/catalog.php>
- 4 Валова (Копылова), В. Д. Аналитическая химия и физико-химические методы анализа [Электронный ресурс] : Практикум / В. Д. Валова (Копылова), Е. И. Паршина. - М. : Издательско-торговая корпорация «Дашков и К°», 2013. - 200 с. // ZNANIUM.COM : электронно-библиотечная система. – Режим доступа: <http://www.znanium.com/catalog.php>
- 5 Валова (Копылова), В. Д. Физико-химические методы анализа [Электронный ресурс] : практикум / В. Д. Валова (Копылова), Л. Т. Абесадзе. - М. : Издательско-торговая корпорация «Дашков и К°», 2012. - 224 с. // ZNANIUM.COM : электронно-библиотечная система. - Режим доступа: <http://www.znanium.com/catalog.php>
- 6 Криштафович, В.И. Физико-химические методы исследования [Электронный ресурс] : учебник для бакалавров / В. И. Криштафович, Д. В. Криштафович, Н. В. Еремеева. — М. : Издательско-торговая корпорация «Дашков и К°», 2015. — 208 с. // ZNANIUM.COM : электронно-библиотечная система. - Режим доступа: <http://www.znanium.com/catalog.php>

7 Ляликов, Ю.С. Физико-химические методы анализа: Учебное пособие для вузов / Ю. С. Ляликов. - 5-е изд., перераб. и доп. - М.: Химия, 1974. - 536с., чз-1экз аб-15экз

8.2 Дополнительная литература

- 1 Неразрушающие методы контроля материалов : учебное пособие для вузов / Н. А. Семашко, Б. Н. Марьин, В. В. Селезнев, О. В. Башков. - Комсомольск-на-Амуре: Изд-во Комсомольского-на-Амуре гос.техн.ун-та, 2003. - 139с., чз-1экз аб-5экз.
- 2 Неразрушающий контроль и диагностика : справочник / под ред. В.В.Клюева. - 2-е изд., перераб. и доп. - М.: Машиностроение, 2005; 2003. - 656с., 14экз.
- 3 Средства и методы неразрушающего контроля качества продукции : учебное пособие для вузов / Под общ.ред. В.А.Кима. - Комсомольск-на-Амуре: Изд-во Комсомольского-на-Амуре гос.техн.ун-та, 2011. - 143с., чз-1экз аб-5экз.

9 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» (далее – сеть «Интернет»), необходимых для освоения дисциплины (модуля)

1. Википедия <http://ru.wikipedia.org>
2. Химический портал <http://www.xumuk.ru>
3. Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://elibrary.ru>, свободный.
8. Естественнонаучный образовательный портал [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://en.edu.ru>, свободный.

10 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)

1. Физико-химические методы анализа: Учебное пособие / сост.: О.Г. Шакирова – Комсомольск-на-Амуре: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Комсомольский-на-Амуре гос. техн. ун-т», 2012. – 66 с.

11 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)

Освоение дисциплины «Физико-химические методы анализа» предполагает использование следующего программного обеспечения и информационно-справочных систем: Операционная система Microsoft Windows Professional 7 Russian, Пакет офисного программного обеспечения Microsoft Office 2010 Professional Plus Russian, Браузер Mozilla Firefox или Браузер Google Chrome. Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе "ZNANIUM.COM", доступ к которой предоставлен обучающимся. ЭБС "ZNANIUM.COM" содержит произведения крупнейших российских учёных, руководителей государственных органов, преподавателей ведущих вузов страны, высококвалифицированных специалистов в различных сферах бизнеса. Фонд библиотеки сформирован с учетом всех изменений образовательных стандартов и включает учебники, учебные пособия, учебно-методические комплексы, монографии, авторефераты, диссертации, энциклопедии, словари и справочники, законодательно-нормативные документы, специальные периодические издания и издания, выпускаемые издательствами вузов.

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

Для реализации программы дисциплины «Физико-химические методы анализа» используется материально-техническое обеспечение, перечисленное в таблице 7.

Таблица 7 – Материально-техническое обеспечение дисциплины

Аудитория	Наименование аудитории (лаборатории)	Используемое оборудование	Назначение оборудования
417/1	Мультимедийная аудитория, вместимостью 30 человек.	Современные средства воспроизведения и визуализации любой видео и аудио информации, получения и передачи электронных документов. Типовая комплектация мультимедийной аудитории состоит из: мультимедийного проектора, автоматизированного проекционного экрана, акустической системы, включающей тач-скрин доску, персональный компьютер (с техническими характеристиками не ниже Intel Core i3-2100, DDR3 4096Mb, 500Gb), интерфейсы подключения: USB, audio, HDMI.	Преподаватель имеет возможность проводить лекции, практические занятия, презентации, вебинары, конференции и другие виды аудиторной нагрузки обучающихся в удобной и доступной для них форме с применением современных интерактивных средств обучения, в том числе с использованием в процессе обучения всех корпоративных ресурсов. Мультимедийная аудитория также оснащена доступом в сеть интернет. Компьютерное оборудование имеет соответствующее лицензионное программное обеспечение.
422/1	Лаборатория аналитической химии	Химическая посуда, реактивы, Лабораторный pH/иономер	Проведение лабораторного практикума.

208/2	Центр коллективного пользования/ Лаборатория термической обработки и термического анализа	Синхронный термоанализатор STA 409 PC Luxx (Дериватограф), Дилатометр DIL 402 PC, Прибор для измерения теплопроводности ИТ-λ-400	Физико-химические методы анализа.
208/2	Центр коллективного пользования/ Лаборатория спектрального анализа	Инфракрасный спектрофотометр IRAffinity-1, Спектроанализатор оптико-эмиссионный Q4 TASMAR 170 Bruker	Физико-химические методы анализа.
115/2	Центр коллективного пользования/ Лаборатория химического анализа	Атомно-абсорбционный спектрофотометр с автодозатором AAC-6800, Газовый хромато масс-спектрометр GCMS-QP2010 Ultra, Хроматограф GC-2010, Рентгенофлуоресцентный анализатор Rigaku Nex CG	Физико-химические методы анализа.
123-2	Центр коллективного пользования/ Лаборатория электронной микроскопии	Сканирующий электронный микроскоп SEM S-3400N	Физико-химические методы анализа.

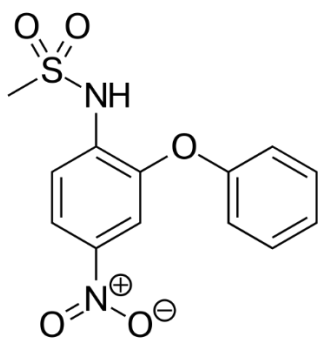
Пример выполнения практических заданий

ИК-спектроскопия

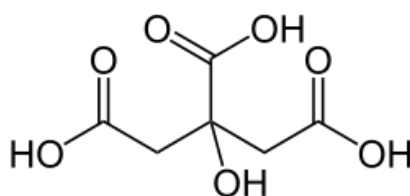
Этот метод анализа основан на записи инфракрасных спектров поглощения вещества. Поглощение веществом в области инфракрасного излучения происходит за счёт колебаний атомов в молекулах. Колебания подразделяются на валентные (когда в ходе колебания изменяются расстояния между атомами) и колебательные (когда в ходе колебания изменяются углы между связями). Переходы между различными колебательными состояниями в молекулах квантованы, благодаря чему поглощение в ИК-области имеет форму спектра, где каждому колебанию соответствует своя длина волны. Понятно, что длина волны для каждого колебания зависит от того какие атомы в нём участвуют, и кроме того она мало зависит от их окружения. То есть для каждой функциональной группы (C=O, O-H, CH₂ и др) характерны колебания определённой длины волны, точнее говоря даже для каждой группы характерен ряд колебаний (соответственно и полос в ИК-спектре). Именно на этих свойствах ИК-спектров основана идентификация соединений по спектральным данным.

Цель: изучить ИК-спектроскопию, применить его на спектрах лекарственного препарата «Нимесил».

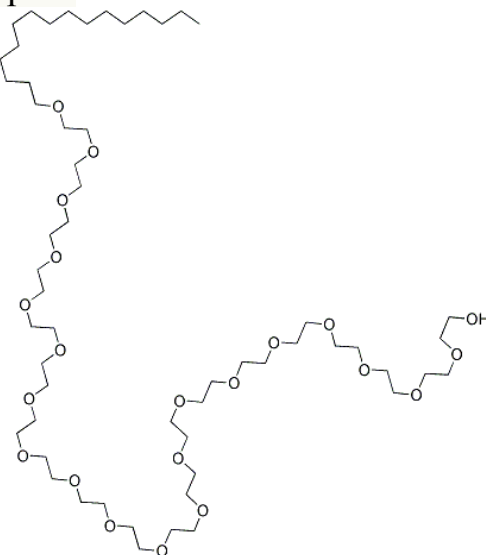
Основное активное вещество препарата «Нимесил» – это нимесулид. Также имеются вспомогательные вещества: лимонная кислота, апельсиновый ароматизатор, кетوماкрогол 1000 и мальтодекстрин.



Нимесулид

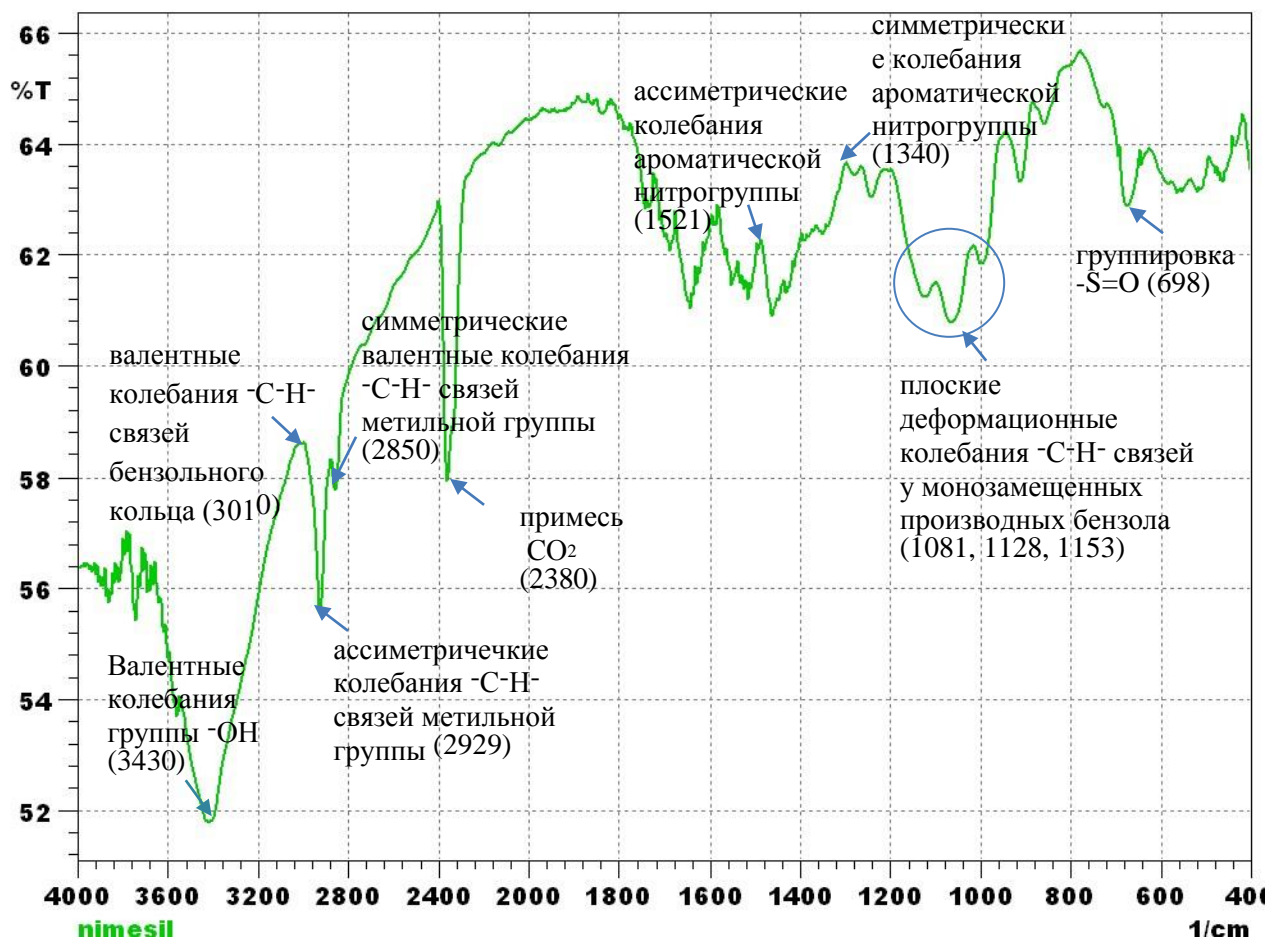


Лимонная кислота



Кетوماкрогол 1000

Получен и расшифрован ИК-спектр:



Вывод: на примере нимесила (лекарственного средства) определены валентные и деформационные колебания функциональных групп, входящие в его состав.

Термогравиметрия

Метод термического анализа, при котором регистрируется изменение массы образца в зависимости от температуры.

Этот метод анализа заключается в наблюдении массы исследуемой навески вещества при изменении её температуры. Результатом анализа являются ТГ-кривые — зависимости массы навески (или изменения массы навески) от температуры или времени. Для интерпретации результатов ТГ-анализа необходима обработка ТГ-кривых. В частности, производная от ТГ-сигнала (скорость изменения массы), представляемая кривой ДТГ, позволяет установить момент времени или температуру, при которой изменение веса происходит наиболее быстро.

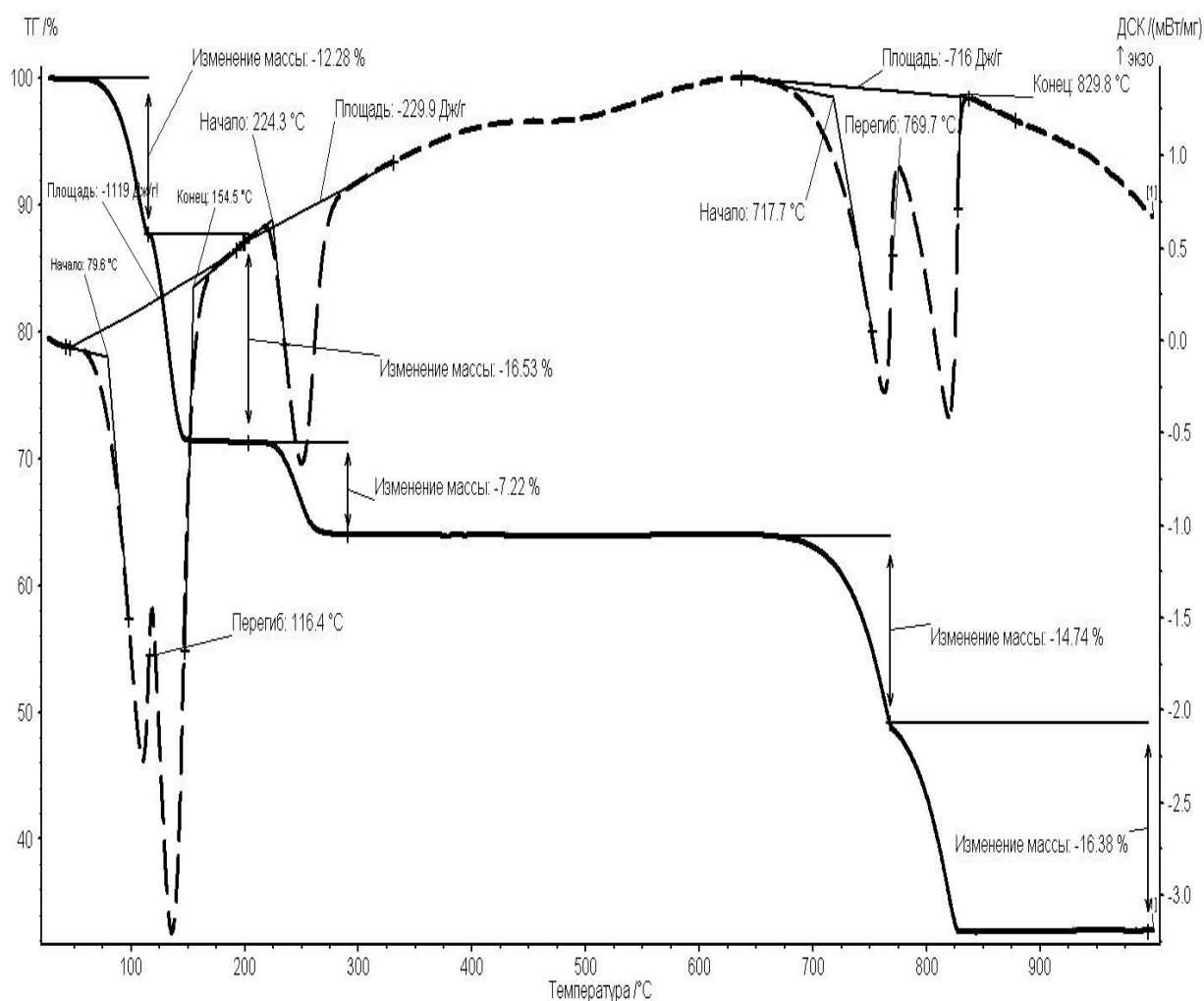
ТГ-анализ широко используется в исследовательской практике для определения температуры деградации полимеров, влажности материалов, доли органических и неорганических компонентов, входящих в состав исследуемого вещества, точки разложения взрывчатых веществ и сухого остатка растворенных веществ. Метод также пригоден для определения скорости коррозии при высоких температурах.

При синхронном ТГ-ДТА/ДСК анализе одновременно измеряется изменение теплового потока и массы образца как функция от температуры или

времени, обычно при этом используется контролируемая атмосфера. Такой синхронный анализ не только увеличивает производительность измерений, но и упрощает интерпретацию результатов, благодаря возможности отделить эндо- и экзотермические процессы, не сопровождающиеся изменением массы (например, фазовые переходы) от тех, при которых происходит изменение массы (например, дегидратация).

Цель: изучить метод термического анализа, построить кривые зависимости массы навески от температуры согласно методу термического анализа на примере медного купороса ($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$).

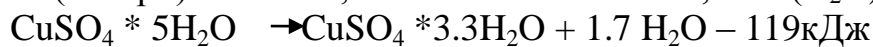
Получена термограмма:



1) В интервале температур 105...125°C происходит потеря 12,28% массы.

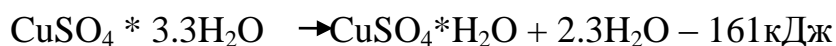
$$M(\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}) = 250 \text{ г/моль}$$

$$M(\text{потери}) = 250 \cdot 0,1228 = 30,7 \text{ г/моль} = 1,7 \cdot M(\text{H}_2\text{O})$$



2) В интервале температур 125...150°C происходит потеря 16,53% массы.

$$M(\text{потери}) = 250 \cdot 0,1653 = 41,33 \text{ г/моль} = 2,3 \cdot M(\text{H}_2\text{O})$$



Тепловой эффект отрыва первых четырех молекул воды:

$$Q = -280 \text{кДж}$$

3) При $t = 250^\circ\text{C}$ происходит потеря 7,22% массы.

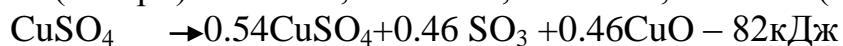
$$M(\text{потери}) = 250 \cdot 0,0722 = 18,05 \text{ г/моль} = 1M(\text{H}_2\text{O})$$

Следовательно, произошла потеря последней молекулы воды.



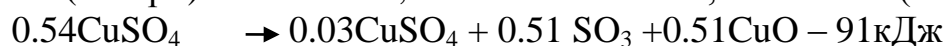
4) При $t = 770^\circ\text{C}$ происходит потеря 14.74% массы.

$$M(\text{потери}) = 250 \cdot 0,1474 = 36,85 \text{ г/моль}, \approx 0.46 M(\text{SO}_3)$$



5) При $t = 825^\circ\text{C}$ происходит потеря 16.38% массы.

$$M(\text{потери}) = 250 \cdot 0,1638 = 41 \text{ г/моль}, \approx 0.51 M(\text{SO}_3)$$



Тепловой эффект отрыва молекулы серного газа:

$$Q = -179 \text{кДж}$$

6) При t от 900°C до 1000°C масса не менялась. В остатке – 32,85% от первоначальной массы.

$$M(\text{остатка}) = 250 \cdot 0,3285 = 82 \text{ г/моль} \approx 1M(\text{CuO})$$

Вывод: в ходе данной работы изучены такие термические методы анализа как термогравиметрия и дифференциально-сканирующая калориметрия. На основании ТГ и ДСК произведено отнесение всех происходящих реакций к эндотермическим и рассчитаны их тепловые эффекты.

ПРИЛОЖЕНИЕ Б

Расчетно-графическая работа

Пример

1. Вычислить потенциал хингидронного электрода в точке эквивалентности при титровании 0,1 н раствора муравьиной кислоты раствором NaOH той же концентрации. Электродом сравнения служит 0,1 н каломельный электрод. Температура 20°C. **(20 баллов)**
2. Вычислить рН раствора по следующим данным: индикаторный электрод - водородный, электрод сравнения - насыщенный каломельный, температура 35°C, ЭДС равна 0,527 В. **(20 баллов)**
3. Сопротивление 5%-ного раствора K_2SO_4 в ячейке с электродами площадью 2,54 см² и расстоянием между ними 0,65 см равно 5,61 Ом. Плотность раствора можно считать равной единице. Определить эквивалентную электропроводность K_2SO_4 . **(30 баллов)**
4. Из навески стали 0,2542 г после соответствующей обработки получили 100 мл окрашенного раствора окисленного диметилглиоксимины никеля. Относительная оптическая плотность этого раствора ($D_{x\text{отн}}$) оказалась 0,55. Для построения калибровочного графика взяли три стандартных раствора с содержанием никеля 8,00; 10,00 и 12,00 мг в 100,00 мл, профотометрировали их и получили относительные оптические плотности ($D_{\text{отн}}$) соответственно 0,24; 0,46 и 0,70. Раствор сравнения содержал 6 мг Ni^{2+} в 100,00 мл. Определить процентное содержание никеля в стали. **(30 баллов)**
5. Какую навеску руды, содержащей около 20% железа, нужно взять для определения железа в виде оксида? **(40 баллов)**
7. При определении калия в морской воде пламенно-фотометрическим методом были отобраны 3 пробы морской воды. Найдите дисперсию и стандартное отклонение по объединенным результатам. **(60 баллов)**

№ пробы	содержание калия, г/л				
1	1.03	0.95	1.04		
2	1.80	1.95	1.83		
3	2.06	2.16	2.10	2.21	2.06

7. При титровании 25 мл 0,1000 М раствора бензиламина 0,1000 М раствором HCl переход окраски индикатора (какого?) наблюдался при добавлении 25,1 мл титранта. Вычислите погрешность титрования, рН в конечной точке и точке эквивалентности. **(100 баллов)**

ПРИЛОЖЕНИЕ В

Комплект заданий для РГР

1. При определении меди в образце минерала из навески 1,5000 г были найдены следующие количества оксида меди (в миллиграммах): 580, 585, 545, 578, 592, 588, 580, 584, 602, 587, 586, 581, 579, 587. Определить процентное содержание меди в минерале и точность определения при доверительной вероятности 0,95.

2. При колориметрическом определении цинка были получены следующие результаты:

Взято Zn, Мкг	60	80	100	120	140	160	180	200	220	240	260	280
Найдено Zn, Мкг	54,2	75,8	96,8	119,4	139,1	160,1	180,4	201,0	221,8	242,0	263,2	284,0

Найти стандартное отклонение отдельного определения и сделать выводы о наличии систематической ошибки при определении цинка данным колориметрическим методом.

3. При калибровке миллиамперметра серебряным кулонометром за 60 минут при разной силе тока были получены следующие количества осажденного серебра:

Сила тока, мА	10	25	50	75	100
Масса Ag, мг	42,5	101,9	201,5	299,0	395,5

Построить график калибровки миллиамперметра и определить истинную силу тока, если миллиамперметр показывает 85 мА.

4. Потенциал электрода в зависимости от концентрации ионов водорода определяют по формуле:

$$E = 0,420 + 0,058 \cdot \lg C_{H^+}$$

Найти значение концентрации ионов водорода с учетом ошибки опыта, если потенциал равен $E = (0,250 \pm 0,002)$ В.

5. Для определения давления паров воды при разных температурах предложена формула:

$$P = A \cdot B^{t/(C+t)}$$

где A , B , C – постоянные.

Выбрать системы координат, в которых зависимости между P и t выражались бы прямой.

6. Эталонный термометр на 25 °С снабжен паспортом со следующими данными:

Температура	0	5	10	15	20	25
Поправка	0,00	-0,01	-0,04	-0,06	-0,02	+0,04

При сравнении калибруемого термометра с эталонным были отмечены следующие температуры в градусах Цельсия:

Калибруемый	0,00	6,00	11,00	14,00	21,00	25,00
Эталонный	0,02	6,04	11,08	14,10	20,98	24,94

Построить график поправок к калибруемому термометру и определить истинную температуру, если показания его 7,85 и 18,22 °С.

7. Найти мольную рефракцию и относительную ошибку определения, если масса 1 моль вещества $M = 78,12 \pm 0,02$; плотность $d = 0,8790 \pm 0,0005$; показатель преломления $n = 1,5016 \pm 0,0002$. Выяснить, какое из измерений дает наибольшую ошибку.

8. При прохождении света через слой раствора толщиной 1 см интенсивность его ослабляется на 10 %. Чему равна интенсивность света при прохождении через слой этого же раствора толщиной 10 см.

9. Навеску металла 0,500 г растворили и после окисления содержащегося в нем марганца до MnO_4^- получили 100,0 мл раствора. В качестве стандартного использовали 0,0100 н. раствор $KMnO_4$. При сравнении в колориметре интенсивность окрасок стандартного и исследуемого растворов оказалась равной при толщине слоя соответственно 5 и 8,49 см. Определить содержание марганца в металле (в процентах).

10. Какая толщина слоя окрашенного раствора требуется для ослабления начального потока света в 10 раз, если молярный коэффициент поглощения равен 4750, а концентрация раствора $1 \cdot 10^{-4}$ моль/л.

11. Навеску 1,500 г минерала, содержащего титан, растворили и после обработки перекисью водорода получили 250,0 мл окрашенного раствора. В качестве стандартного использовали раствор, содержащий 0,200 г титана в 1 л. Интенсивность окрасок стандартного и исследуемого растворов оказалась равной при толщине слоя соответственно 10 и 6,70 см. Определить содержание TiO_2 в минерале (в процентах).

12. В колориметре возможно изменение толщины поглощающего слоя от 2 до 98 мм. В каких пределах можно определить неизвестную концентрацию, если концентрация раствора сравнения равна 10 мг/мл.

13. Чувствительность колориметрического определения никеля с помощью диметилглиоксима в определенных условиях равна 3 мкг в 50,00 мл раствора. Можно ли этим методом определить содержание никеля в полупроводниковом селене, если его концентрация 10^{19} атом/см³? Какую навеску образца нужно было бы растворить в 10 мл растворителя? Плотность моноклинного кристаллического селена равна 4,46 г/см³.

14. Для определения фосфора в стали по синей окраске восстановленного фосфорномолибденового комплекса на фотометре были получены следующие данные для стандартных образцов стали:

Содержание фосфора в стали, %	0,011	0,024	0,031	0,040	0,055
Показания фотометра	48	29	19	12	5

Определить содержание фосфора в исследуемом образце (в процентах), если показание по шкале диафрагмы составляет 24 деления.

15. – 22. Воспользовавшись уравнением Бугера-Ламберта-Бера, определить параметр, обозначенный x , в указанных единицах:

Номер задачи	Определяемый ион/вещество	Длина волны, нм	ϵ	Толщина слоя, см	Ток Ток		Концентрация раствора	Оптическая плотность
					начальный	конечный		
15	MnO_4^-	546	2420	1,00	-	-	0,0150 г/100 мл	x
16	Cu^{2+}	620	35000	1,00	100	75	x мг/мл	-
17	Pb^{2+}	520	70000	5,00	80	x	1,05 мкг/мл	-
18	Fe^{3+}	490	x	2,00	150	95	0,52 мкг/мл	-
19	Al^{3+}	390	6700	x	-	-	$2,5 \cdot 10^{-4}$ моль/л	0,836
20	Ge^{4+}	510	10000	5,00	200	165	x мкг/мл	-
21	Хинолин	275	4500	2,00	-	-	3 мг/л	x
22	Азобензол	438	1100	5,00	-	-	x мг/мл	0,356

23. – 30. Считая, что между коэффициентом преломления и концентрацией в указанном пределе существует линейная зависимость, определить по приведенным в таблице концентрациям стандартного раствора, коэффициентам преломления (или данным для его определения) концентрацию исследуемого раствора. Условно принимаем плотности стандартного и исследуемого растворов одинаковыми:

Но- мер зада- чи	Раствор	$C_{ст}$	C_x	n раствори- теля	n раствора		Плот- ность раство- ра	N
					стандарт- ного	исследу- емого		
23	Этилен- гликоль в воде	50 %	моль/л	1,3330	1,3831	1,3546	1,05	-
24	$NaCl$ в воде	6 %	г/мл	1,3330	1,3433	1,3382	1,07	-
25	Бензол в CCl_4	40 мол. %	мол. %	1,4603	1,4767	1,4695	1,33	-
26	CCl_4 в ацетоне	чистый	г/мл	1,3591	1,4603	1,4152	1,20	-
27	Бензол в $C_2H_4Cl_2$	50 мол. %	г/мл	$\alpha =$ $46^\circ 28'$	$\alpha =$ $41^\circ 56'$	$\alpha =$ $44^\circ 25'$	1,03	1,6164
28	Этанол в воде	30 %	г/л	$\Delta = 16,9$	$\Delta = 70,2$	$\Delta = 45,6$	0,95	-
				(Отчет по шкале погруженного рефрактометра)				
29	Глице- рин в воде	$C_1 = 20$ % $C_2 = 50$ %	моль/л , моль/л	-	1,3575, 1,3981	1,3785	1,07	-
30	Ацетон в воде	$C_1 = 8,2$ % $C_2 = 42,7$ %	г/л г/л	-	$\alpha_1 =$ $46^\circ 28'$ $\alpha_2 =$ $46^\circ 28'$	$\alpha =$ $35^\circ 25'$	0,96	1,4704

31. При определении жира в порошке какао для обработки навески 1,500 г взято 2,50 мл монобромнафталина, показатель преломления которого равен 1,6570. Показатель преломления монобромнафталина после извлечения жира уменьшился до 1,6420. Определить содержание жира в какао, если известно, что показатель преломления чистого жира какао 1,4630, а плотность его 0,926.

32. – 39. По приведенным данным определить параметр, обозначенный через x :

Номер задачи	Вещество или ион	Сила тока, A	Электро- химический эквивалент	Время, $мин.$	Количество выделенного вещества
32	-	2,5	1,97 г/(А·ч)	4	x
33	Трехвалентный ион металла	3	x г/(А·ч)	3,5	0,2752 г
34	Двухвалентный ион металла	1,8	0,3054 мг/К	1,42	x , мг
35	Соль середра	2,5	4,025 г/(А·ч)	x	0,5450 г
36	Расплав KCl	x	0,368 г/(А·ч)	1,5	0,25 л Cl_2
37	Трехвалентный ион металла	15	0,093 мг/К	x	3,78 г
38	Раствор $CdCl_2$	x	-	25	0,300 г
39	Одновалентный	0,35	x мг/К	2,35	0,1037 г

	ион металла			
--	-------------	--	--	--

40. – 47. Определить содержание указанного иона (в миллиграммах) методом кулонометрического титрования при постоянной силе тока:

Номер задачи	Определяемое вещество или ион	Генерируемое вещество или ион	Сила тока, мА	Время, мин.
40	Fe^{2+}	Br_2	100	3,5
41	H^+	OH	300	5
42	Se^{IV}	I	200	7
43	Mo^V	Fe^{2+}	150	15
44	BO_3^{3-}	OH	100	10
45	Пиридин	H^+	120	5,5
46	Теобромин	I	250	3
47	Zn^{2+}	$[Fe(CN)_6]^{3-}$	300	4,1

48. – 55. При температуре 18 °С удельное сопротивление воды, насыщенной малорастворимым веществом равно ρ . Определить растворимость и ПР указанного соединения, если для чистой воды $\rho = 1,21 \cdot 10^6$ Ом·см:

Номер задачи	Вещество	$\rho \times 10^6$, Ом·см.	Номер задачи	Вещество	$\rho \times 10^6$, Ом·см.
48	SrC_2O_4	0,0185	52	CaF_2	0,0217
49	$BaSO_4$	0,417	53	$TiCl$	0,00066
50	$PbSO_4$	0,0307	54	$TiCNS$	0,0009
51	CaC_2O_4	0,104	55	$AgBrO_3$	0,0021

56. Для определения *постоянной* ячейки ее заполнили при температуре 20 °С 0,1000 М раствором хлорида калия. Сопротивление раствора стало равно 324,2 Ом. После заполнения ячейки 0,050 н. раствором серной кислоты оно оказалось 1305,5 Ом. Определить эквивалентную электропроводность раствора серной кислоты.

57. – 64. Вычислить потенциал металлического электрода относительно электрода сравнения при следующих условиях:

Номер задачи	Электрод	Объем электролита, мл	Растворенное вещество и его количество	T , °С	Электрод сравнения
57	Медный	1000	$CuSO_4$ 16 г	18	Водородный
58	Цинковый	500	$ZnSO_4$ 0,1 г-экв	18	Каломельный (0,1 н. НКЭ)
59	Никелевый	1000	$NiCl_2$ 0,5 г-экв	30	Насыщенный каломельный
60	Алюминиевый	200	$AlCl_3$ 27 г	30	Насыщенный каломельный
61	Серебряный	400	$AgNO_3$ 0,2 г-экв	25	Каломельный (1 н. НКЭ)
62	Кадмиевый	1000	$Cd(NO_3)_2$ 18,8 г	25	Водородный
63	Железный	100	$FeSO_4 \cdot 7H_2O$ 20,5 г	30	Каломельный (0,1 н. НКЭ)
64	Кобальтовый	200	$CoCl_2$ 0,15 г-экв	25	Хлорсеребряный в 1 н. HCl

65. – 72. Вычислить pH раствора по следующим данным:

Номер задачи	Индикаторный электрод	Электрод сравнения	$T, ^\circ C$	ЭДС, В
65	Водородный	Каломельный (0,1 н. НКЭ)	30	0,624
66	Хингидронный	Каломельный (1 н. НКЭ)	25	0,154
67	Водородный	Хлорсеребряный в 0,1 н. HCl	20	0,505
68	Водородный	Окисно-ртутный	25	0,638
69	Хингидронный	Хлорсеребряный в 1 н. KCl	20	0,248
70	Водородный	Насыщенный каломельный	35	0,527
71	Хингидронный	Насыщенный каломельный	40	0,205
72	Хингидронный	Серноокислый ртутный	18	-0,565

73. Рассчитать значение предельного диффузионного тока указанных ионов:

Номер задачи	Ион	Масса 100 капель, мг	Время образования 25 капель, с	$D \cdot 10^5, \text{см}^2/\text{с}$	Концентрация
73	Cd^{2+}	200	75	0,72	$2 \cdot 10^{-3}$ моль/л
74	Pb^{2+}	215	102	0,98	0,005 г/мл
75	Cu^{2+}	300	100	1,98	0,0020 н.
76	Tl^{2+}	260	112,5	2,00	0,250 г/л
77	Zn^{2+}	310	112,5	0,72	$3 \cdot 10^{-4}$ моль/л
78	Zn^{2+}	280	120	0,69	0,0065 г/мл
79	Cu^{2+}	210	75	1,98	0,001 н.
80	Cd^{2+}	285	95	0,72	0,002 моль/л

81. Рассчитать степень извлечения комплекса бензолом из водного раствора, если исходная концентрация комплекса 0,0025 моль/л, а содержание в бензоле 0,040 моль/л. Отношение объемов органической и водной фаз в процессе экстракции составляет 1 : 20.

82. Определить степень извлечения диметилглиоксимата никеля из 50 мл водного раствора при $pH = 8$ и двукратном встряхивании с 5 мл хлороформа. Коэффициент распределения $D = 410$.

83. Сколько граммов никеля останется в растворе, если через колонку, заполненную 10 г катионита, пропустили 500 мл 0,05 н. раствора соли никеля. Полная динамическая емкость в данных условиях разделения равна 1,4 мг-экв/г.

84. При определении этилового спирта методом газовой хроматографии были получены следующие пики с высотой (h) в зависимости от содержания:

$C, \text{мг}$	0,2	0,4	0,6	0,8	1,0
$h, \text{мм}$	18	37	48	66	83

Для 0,02 мл исследуемого раствора получен пик высотой 57 мм. Определить содержание спирта в исследуемом растворе (в %), если плотность раствора 0,95 г/см³.

85. Распределение фенола (в моль на литр) между водой и бензолом характеризуется следующими величинами:

$C_{\text{водн}}$	0,032	0,12	0,33	0,75
$C_{\text{бенз}}$	0,077	0,016	0,25	0,39

Вычислить D и n по уравнению распределения:

$$D = \frac{C_{\text{бенз}}^n}{C_{\text{водн}}}$$

Как изменится концентрация 0,2 моль/л раствора фенола после обработки его равным объемом бензола.