

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ  
Федеральное бюджетное государственное образовательное учреждение  
высшего образования  
«ДАГЕСТАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
*Химический факультет*

## **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

Аналитическая химия

Кафедра аналитической и фармацевтической химии  
химического факультета

Образовательная программа

04.03.01 Химия

Профиль подготовки

Аналитическая химия  
Фармацевтическая химия  
Неорганическая химия

Уровень высшего образования  
Бакалавриат

Форма обучения  
очная

Статус дисциплины: базовая

Махачкала, 2015 год

Рабочая программа дисциплины составлена в 2015 году в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 04.03.01 Химия (уровень бакалавриат)

от «12» марта 2015 г. № 210.

Разработчик(и): Кафедра аналитической и фармацевтической химии,  
Татаева С.Д. – к.х.н., профессор.

Рабочая программа дисциплины одобрена:

на заседании кафедры аналитической и фармацевтической химии

от «28» августа 2015 г., протокол № 1


Зав. кафедрой  Рамазанов А.Ш.  
(подпись)

на заседании Методической комиссии химического факультета от

«18» сентября 2015 г., протокол № 1.

Председатель  Фамилия И.О.  
(подпись)

Рабочая программа дисциплины согласована с учебно-методическим

управлением « 12 » 09 2015 г.   
(подпись)

## Аннотация рабочей программы дисциплины

Дисциплина «Аналитическая химия» входит в базовую часть образовательной программы бакалавриата по направлению 04.03.01 Химия.

Дисциплина реализуется на химическом факультете кафедрой аналитической и фармацевтической химии.

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с изучением методов, средств и общей методологии получения информации о составе и природе веществ, широко востребованной в современной жизни. Диапазон объектов анализа огромен: объекты окружающей среды, пищевая продукция, медицинские и биологические объекты, фармацевтика и т.д.

Дисциплина нацелена на формирование следующих компетенций выпускника: общекультурных – ОК-6,7, общепрофессиональных – ОПК-1,2,4, профессиональных – ПК-1,2,3,4,5,6,7.

Преподавание дисциплины предусматривает проведение следующих видов учебных занятий: лекции, практические занятия, лабораторные занятия, самостоятельная работа.

Рабочая программа дисциплины предусматривает проведение следующих видов контроля успеваемости в форме контрольных работ, коллоквиумов, отчетов к лабораторным работам, проверки оформления лабораторных журналов, письменные домашние задания и решение расчетных задач и промежуточный контроль в форме экзамена и зачета.

Объем дисциплины 18 зачетных единиц, в том числе в 648 академических часах по видам учебных занятий

Се- мestr	Учебные занятия						СРС, в том числе экза- мен	Форма промежуточной аттестации (зачет, диф- ференцированный за- чет, экзамен)
	в том числе							
	Контактная работа обучающихся с преподавателем							
	Все- го	из них						
Лек- ции		Лаборатор- ные заня- тия	Практи- ческие занятия	КСР	консуль- тации			
3	186	52	134				174	Зачет, экзамен
4	164	50	114				124	Зачет, экзамен

## 1. Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины «Аналитическая химия» являются: формирование у студентов компетенций связанных с пониманием теоретических и практических основ, методов и средств идентификации, обнаружение, разделение и концентрирование, а также определение элементов и их соединений сложных природных и промышленных объектах. Последующие применения полученных знаний и навыков при освоении вариативных дисциплин профилей и выполнение профессиональных задач на основе умения планировать, организовывать свою деятельность, самостоятельно приобретать знания, используя различные источники информации.

## 2. Место дисциплины в структуре ООП бакалавриата

Дисциплина «Аналитическая химия» входит в базовую часть образовательной программы бакалавриата по направлению 04.03.01 Химия.

Дисциплина «Аналитическая химия» относится к циклу дисциплин направления и обеспечивает содержательную взаимосвязь естественнонаучных дисциплин с профессиональными дисциплинам профиля подготовки «Аналитическая химия». Материал дисциплины базируется на знаниях по неорганической, органической, физической химии, в объеме курсов ООП по направлению 020100 «Химия» и является основой для последующего изучения вариативных дисциплин «Хроматографические методы анализа», «Тестирование в химическом анализе», «Методы анализа фармацевтической продукции», «Реакционная способность и механизмы аналитических реакций». Для успешного освоения дисциплины студент должен иметь представления: о физико-химических свойствах важнейших неорганических и органических соединений, законах кинетики и термодинамики, основах электрохимических превращений веществ, проводить статистическую обработку результатов измерений, полученные в ходе изучения предшествующих дисциплин направления.

Приобретенные в рамках дисциплины «Аналитическая химия» умения обоснованно выбирать соответствующий поставленной задаче метод анализа, производить на современном уровне различные химико-аналитические операции, грамотно пользоваться нормативно-технической документацией при проведении пробоотбора различных объектов, владеть современными компьютерными приемами обработки аналитического сигнала и корректно представлять результаты, необходимы как иллюстрация практического применения аналитической химии в изучении последующих вариативных курсов направления «Аналитическая химия» и научно-исследовательской практике в 8 учебном семестре.

## 3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины (перечень планируемых результатов обучения).

Компетенции	Формулировка компетенции из ФГОС ВО	Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)
ОК-6	Способность работать в коллективе, толерантно воспринимая социальные, этнические, конфессиональные и культурные различия	Знать: принципы функционирования профессионального коллектива, понимать роль корпоративных норм и стандартов Уметь: работать в коллективе, эффективно выполнять задачи профессиональной деятельности Владеть: приемами взаимодействия с сотрудниками, выполняющими различные профессиональные задачи и обязанности
ОК-7	Способность к самоорганизации и самообразованию	Знать: содержание процессов самоорганизации и самообразования, их особенностей и технологий реализации, исходя из целей совершенствования профессиональной деятельности. Уметь: планировать цели и устанавливать приоритеты при выборе способов принятия решений с учетом условий, средств, личностных возможностей и временной перспек-

		<p>тивы достижения; осуществления деятельности; самостоятельно строить процесс овладения информацией, отобранной и структурированной для выполнения профессиональной деятельности</p> <p>Владеть: приемами саморегуляции эмоциональных и функциональных состояний при выполнении профессиональной деятельности ; технологиями организации процесса самообразования; приемами целеполагания во временной перспективе, способами планирования, организации, самоконтроля и самооценки деятельности</p>
<b>ОПК-1</b>	Способность использовать теоретические основы традиционных и новых разделов химии при решении профессиональных задач	<p>Знать: теоретические основы базовых химических дисциплин</p> <p>Уметь: выполнять стандартные действия (классификация веществ, составление схем процессов, систематизация данных и т.п.) с учетом основных понятий и общих закономерностей, формулируемых в рамках базовых химических дисциплин; решать типовые учебные задачи по основным (базовым) химическим дисциплинам</p> <p>Владеть: навыками работы с учебной литературой по основным химическим дисциплинам</p>
<b>ОПК-2</b>	Владение основными навыками экспериментальной работы в профессиональной сфере деятельности с соблюдением норм техники безопасности	<p>Знать: стандартные методы получения, идентификации и исследования свойств веществ и материалов, правила обработки и оформления результатов работы, нормы ТБ</p> <p>Уметь: проводить простые химические опыты по предлагаемым методикам</p> <p>Владеть: базовыми навыками проведения химического эксперимента и оформления его результатов</p>
<b>ОПК-4</b>	Способность решать стандартные задачи профессиональной деятельности с использованием информационно-коммуникационных и компьютерных технологий	<p>Знать: основные источники информации для решения задач профессиональной сферы деятельности; основы информационных технологий, основные возможности и правила работы со стандартными программными продуктами при решении профессиональных задач</p> <p>Уметь: проводить первичный поиск информации для решения профессиональных задач; применять стандартное программное обеспечение при решении химических и материаловедческих задач, при подготовке научных публикаций и докладов</p> <p>Владеть: навыками работы с научными и образовательными порталами; базовыми навыками применения стандартного программного обеспечения для обработки результатов исследований и представления их научному сообществу</p>
<b>ПК-1</b>	Способность выполнять стандартные операции по предлагаемым методикам	<p>Знать: условия и способы выполнения эксперимента.</p> <p>Уметь: проведение химических экспериментов по методикам.</p> <p>Владеть: навыками выполнения различных операций методик.</p>
<b>ПК-2</b>	Владение базовыми навыками использования современной аппаратуры при проведении научных исследований	<p>Знать: принципиальную схему прибора и принцип работы.</p> <p>Уметь: задействовать нужный прибор к соответствующей работе.</p> <p>Владеть: навыками использования полученных аналитических сигналов для дальнейших научных исследований</p>
<b>ПК-3</b>	Владение системой фундаментальных химических понятий	<p>Знать: теоретические основы фундаментальных химических понятий.</p> <p>Уметь: применять стандартные действия с учетом химических понятий и общих закономерностей.</p>

		Владеть: навыками работы с литературой по разделам нужной дисциплины.
<b>ПК-4</b>	Способность применять основные естественнонаучные законы и закономерности развития химической науки при анализе полученных результатов	Знать: знать источники информации, основные законы и закономерности развития химической науки. Уметь: применять фундаментальные законы и закономерности в интерпретации результатов. Владеть: научными основами связи полезного сигнала (АС) с задействованными законами и закономерностями.
<b>ПК-5</b>	Способность получать и обрабатывать результаты научных экспериментов с помощью современных компьютерных технологий	Знать: основы информационных технологий, правила работы и использование стандартных программ при решении профессиональных задач. Уметь: применять программное обеспечение в решении экспериментальных и расчетных задач. Владеть: навыками работы с использованием компьютерных технологий (различных программ) для обработки научных экспериментов (исследований)
<b>ПК-6</b>	Владение навыками представления полученных результатов в виде кратких отчетов и презентаций	Знать: форму и алгоритмы представления полученных результатов. Уметь: описывать кратко, логично и конкретно исследования в виде отчета. Владеть: навыками и логически последовательно представлять результаты в виде презентации.
<b>ПК-7</b>	Владение методами безопасного обращения с химическими материалами с учетом их физических и химических свойств	Знать: правила обращения с химическими веществами и оборудованием. Уметь: проводить химические эксперименты с учетом физических и химических свойств исследуемого вещества. Владеть: навыками безопасного обращения с химическими материалами с учетом комплекса свойств.

#### 4. Объем, структура и содержание дисциплины.

4.1. Объем дисциплины составляет 18 зачетных единиц, 648 академических часов.

4.2. Структура дисциплины.

№ п/п	Разделы и темы дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)				Самостоятельная работа	Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра) Форма промежуточной аттестации (по семестрам)
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	Контроль самост. раб.		
	Модуль 1. Общие и характеристические реакции обнаружения и идентификации ионов. Дробный и систематический ход анализа.								
1	Аналит. хим., ее задачи и методы. Виды анализа. Этапы анализа. Классификация ионов.	3	1	4		4		6	Устный опрос.
2	Реакции обнаружения и идентификации ионов.	3	1-2			16		6	Письменная контрольная работа.
	<i>Итого по модулю 1:</i>			4		20		12	Коллоквиум.

Модуль 2. Методы разделения и концентрирования.									
3	Экстракция.	3	2-3	4		4			Тестирование.
4	Хроматография.	3	2-3	4		8			Решение расчетных задач
5	Осаждение.	3	3-4	4		12			Решение экспериментальной задачи на разделение и концентрирование смеси ионов.
	<i>Итого по модулю 2:</i>			1 2		24			Коллоквиум.
Модуль 3. Гомогенное равновесие.									
6	Протолитическая теория Н. Бренстеда и Т. Лоури.	3	4	2		2		16	Тестирование.
7	Буферные системы и их применение.	3	5	2		4		10	Решение расчетных задач
	<i>Итого по модулю 3:</i>			4		6		26	Коллоквиум.
Модуль 4. Метод кислотно-основного титрования.									
8	Принципы и общая характеристика титриметрического анализа (ТА).	3	5-6	4		4		2	Тестирование.
9	Кислотно-основное титрование, определение кислот и оснований в смеси.	3	6-7	6		20			Решение расчетных задач
	<i>Итого по модулю 4:</i>			1 0		24		2	
Модуль 5. Равновесие в окислительно-восстановительных системах.									
10	Окислительно-восстановительные реакции.	3	7	2		4		14	Тестирование.
11	Электродный потенциал и расчеты по уравнению Нернста.	3	8	2		4		10	Устный опрос.
	<i>Итого по модулю 5:</i>			4		8		24	Коллоквиум.
Модуль 6. Методы окислительно-восстановительного титрования.									
12	Общая характеристика методов ОВТ.	3	8	2		8		4	Тестирование.
13	Практическое применение ОВТ в аналитической химии.	3	9-10	4		16		2	Решение расчетных задач.
	<i>Итого по модулю 6:</i>			6		24		6	Коллоквиум.
Модуль 7. Комплексные соединения. Органические реагенты.									
14	Комплексные соединения, классификация.	3	10-11	2		2		12	Решение расчетных задач.
15	Теория действия органических реагентов.	3	12-13	2		2		16	

	<i>Итого по модулю 7:</i>			4		4		28	Коллоквиум.
Модуль 8. Осадительное и комплексонометрическое титрование.									
16	Осадительное титрование.	3	14-15	2		4		4	Тестирование.
17	Комплексонометрия и применение в аналитической химии.	3	16-17	4		12		10	Письменная контрольная работа.
	<i>Итого по модулю 8:</i>			6		16		14	Коллоквиум
Модуль 9. Метрологические основы аналитической химии.									
18	Погрешности, их классификация.	3	18	2		8		26	Рубежная контрольная работа.
	<i>Итого по модулю 9:</i>			2		8		26	Коллоквиум. Зачет.
Модуль 10. Подготовка к экзамену.									
	<i>Итого по модулю 10</i>	3	19					36	Экзамен (компьютерное тестирование).
Модуль 11. Гравиметрический метод анализа.									
19	Методы отгонки и электрогравиметрии.	4	1-2	2		8			Устный опрос.
20	Методы осаждения и термогравиметрии.	4	3-4	6		20			Решение расчетных задач.
	<i>Итого по модулю 11.</i>			8		28			Коллоквиум
Модуль 12. Спектроскопические методы.									
21	Характеристики электромагнитного излучения. Классификация спектроскопических методов. Визуальная колориметрия.	4	5	2		4		4	Устный опрос.
22	Фотометрия и спектрофотометрия.	4	5-6	2		12			Решение расчетных задач.
23	Разновидности фотометрии.	4	7	2		8		2	Тестирование.
	<i>Итого по модулю 12.</i>			6		24		6	Коллоквиум.
Модуль 13. Люминесцентный и кинетический методы.									
24	Теоретические основы люминесцентного метода.	4	7-8	2		4		16	Решение расчетных задач.
25	Сущность кинетического метода. Способы расчета концентрации.	4	8	2				12	Тестирование.
	<i>Итого по модулю 13.</i>			4		4		28	Коллоквиум
Модуль 14. Атомно-абсорбционный и атомно-эмиссионный спектральный анализ.									
26	Атомная спектроскопия.	4	9	6		10		6	Тестирование.
27	Теоретические основы методов атомной эмиссионной спектроскопии.	4	10	4		6		4	Решение расчетных задач.
	<i>Итого по модулю 15.</i>			1		16		10	Коллоквиум.



				0					
Модуль 15.Хроматографические методы количественного анализа.									
28	Высокоэффективная жидкостная хроматография в анализе.	4	11	6		8		22	Решение расчетных задач.
	<i>Итого по модулю 15</i>			6		8		22	Рубежная контрольная работа
Модуль 16. Электрохимические методы анализа.									
29	Потенциометрия и ионометрия.	4	12-13	6		10		10	Решение расчетных задач.
30	Классификация электродов, электрохимическая ячейка.	4	13	2		4		4	Устный опрос.
	<i>Итого по модулю 16</i>			8		14		14	Коллоквиум.
Модуль 17.Вольтамперометрические методы.									
31	Классическая вольтамперометрия.	4	14-15	4		10		4	Письменная контрольная работа
32	Современные виды вольтамперометрии	4	15	4		10		4	Тестирование
	<i>Итого по модулю 17</i>			8		20		8	Коллоквиум. Зачет
Модуль 18.Подготовка к экзамену.									
	<i>Итого по модулю 18</i>	4	16					36	Экзамен
	<b>ИТОГО:</b>	3-4	16	1 0 2		248		29 8	Экзамен

#### 4.3. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам).

**Модуль 1.** Общие и характеристические реакции обнаружения и идентификации ионов. Дробный и систематический ход анализа.

Тема 1. Аналит. хим., ее задачи и методы. Виды анализа. Этапы анализа. Классификация ионов.

Аналитическая химия как наука. Краткая история. Общие тенденции в современной аналитической химии. Структура современной аналитической химии. Качественный и количественный анализ. Связь с другими науками. Метод и методика в химическом анализе. Требования к методам анализа. Аналитический сигнал. Определение содержания компонента, связь с аналитическим сигналом: метод градуировочного графика, метод стандартов, метод добавок. Способы выражения концентраций, используемые в аналитической химии. Отбор проб газов, жидкостей и твердых веществ. Подготовка проб к анализу. Высушивание образцов. Разложение образцов: растворение, термическое разложение, сплавление, спекание. Причины потерь и загрязнения пробы при пробоотборе.

Тема 2. Реакции обнаружения и идентификации ионов.

Кислотно-основная классификация катионов. Общие и специфические реакции обнаружения катионов и анионов. Дробный и систематический ход анализа смеси солей.

**Модуль 2.** Методы разделения и концентрирования.

Тема 3 . Экстракция.

Типы экстракции по механизму распределения вещества, способу извлечения, технике экстрагирования. Классификация растворителей. Количественные характеристики экстракции. Применение экстракционных систем в аналитической химии для разделения и концентрирования.

#### Тема 4. Хроматография.

Сущность метода. Классификация хроматографических методов. Хроматографические параметры: время удерживания, исправленное время удерживания, удерживаемый объем, исправленный удерживаемый объем, коэффициент удерживания, коэффициент распределения, коэффициент емкости. основное уравнение хроматографии. Теория теоретических тарелок и кинетическая теория хроматографии. Селективность и разрешение. Распределительная (бумажная и тонкослойная) хроматография.

#### Тема 5. Осаждение.

Произведение растворимости. Правило произведения растворимости. Растворимость. Факторы, влияющие на растворимость: температура, ионная сила, одноименный ион, солевой эффект. Влияние конкурирующих равновесий на растворимость осадка.

### **Модуль 3.** Гомогенное равновесие.

#### Тема 6 . Протолитическая теория Н. Бренстеда и Т. Лоури.

Кислотно-основные реакции (сопряженные реакции). Кислотно-основные свойства растворителей (невелирующий и дифференцирующий эффекты). Теория Пирсона (ТМЖКО).

#### Тема 7. Буферные системы и их применение.

Буферные растворы. Буферная емкость. Расчет pH буферных систем. Применение буферных растворов в анализе для обнаружения и разделения ионов.

### **Модуль 4.** Метод кислотно-основного титрования.

#### Тема 8. Принципы и общая характеристика титриметрического анализа.

Основные понятия: титрование, стандартный раствор, титрант, точка эквивалентности (стехиметричности), конечная точка титрования, индикатор. Расчет результатов ТА. Требования к реакциям, используемым в ТА. Классификация методов ТА по типу реакции титрования и по технике титрования (прямые, обратные, титрование заместителя).

#### Тема 9. Кислотно-основное титрование, определение кислот и оснований в смеси.

Стандартные растворы, первичные стандарты для кислотно-основных титрований. Кислотно-основные индикаторы: интервал перехода и показатель титрования (pT) индикатора. Кривая титрования сильной кислоты (основания) сильным основанием (кислотой). Скачок титрования, влияние на его величину исходной концентрации определяемого вещества, связь с погрешностью титрования. Кривая титрования слабой кислоты (основания) сильным основанием (кислотой). Скачок титрования, влияние на его величину силы кислоты или основания. Принцип выбора индикатора для кислотно-основного титрования.

### **Модуль 5** Равновесие в окислительно-восстановительных системах.

## Тема 10. Окислительно-восстановительные реакции.

Константы равновесия и направление окислительно-восстановительного процесса. Факторы влияющие на направление окислительно-восстановительных реакций. Понятие о смешанном потенциале. Основные окислители и восстановители применяемые в анализе.

## Тема 11. Электродный потенциал и расчеты по уравнению Нернста.

Электродный потенциал. Уравнение Нернста. Стандартный и формальный потенциалы. Влияние электростатических и химических взаимодействий на потенциал: ионной силы, рН, образования комплексных и малорастворимых соединений.

*Модуль 6.* Методы окислительно-восстановительного титрования.

## Тема 12 . Общая характеристика методов ОВТ.

Общая характеристика и классификация методов окислительно-восстановительного титрования. Окислительно-восстановительные индикаторы, кривые титрования. Расчет потенциала в различных точках титрования (до начала, в точке эквивалентности и после точки эквивалентности). Способы фиксирования точки эквивалентности в методах ОВТ.

## Тема 13. Практическое применение ОВТ в аналитической химии.

Перманганатометрическое и дихроматометрическое определение восстановителей. Определение окислителей и веществ не проявляющих окислительно-восстановительные свойства способом обратного титрования. Йодометрическое определение окислителей и восстановителей.

*Модуль 7.* Комплексные соединения. Органические реагенты.

## Тема 14 . Комплексные соединения, классификация.

Комплексные соединения, основные признаки. Координационное число. Дентантность. Классификация комплексных соединений. Равновесие в реакциях комплексообразования. Константы устойчивости (ступенчатые и общие). Применение комплексных соединений для обнаружения и разделения ионов.

## Тема 15. Теория действия органических реагентов.

Теория действия ОР (ФАГ, стереоизомерия, стерические эффекты, гипотеза аналогии). Хелаты и внутрикомплексные соединения. Правило циклообразования Чугаева, хелатный эффект. Органические реагенты в анализе.

*Модуль 8.* Осадительное и комплексонометрическое титрование.

## Тема 16 . Осадительное титрование.

Сущность аргентометрии. Рабочие Растворы и исходные вещества. Метод Мора, Фаянса, Фольгарда, их сущность и применение. Адсорбционные индикаторы, механизм их действия в КТТ. Влияние условий на определение конца титрования с помощью хромата калия.

## Тема 17. Комплексонометрия и применение в аналитической химии.

Комплексоны II и III, их свойства. Отличительные особенности комплексона III как титранта (стехиометрия взаимодействия с ионами металлов разного заряда, устойчивость образующихся комплексов и т.д.). Равновесие образования комплексонатов металлов. Ступенчатые и общие константы устойчивости комплексоната, их зависимость от pH и концентрации постороннего комплексанта.

Кривая комплексонометрического титрования; скачок титрования: факторы, влияющие на величину скачка титрования. Металлохромные индикаторы и принципы их действия на примере эриохромового черного T. Техника комплексонометрического титрования: прямое, обратное, косвенное титрование, титрование заместителя. Примеры и расчет результатов таких титрований.

### **Модуль 9.** Метрологические основы аналитической химии.

#### **Тема 18.** Погрешности, их классификация.

Систематические и случайные погрешности химического анализа. Оценка случайных погрешностей химического анализа. Выявление промахов. Сравнение данных. Предел обнаружения. Диапазон определяемых содержаний. Генеральная, лабораторная и анализируемая пробы.

### **Модуль 10.** Подготовка к экзамену.

### **Модуль 11.** Гравиметрический метод анализа.

#### **Тема 19.** Методы отгонки и электрогравиметрии.

Гравиметрические методы: аналитический сигнал; этапы гравиметрического определения; гравиметрический фактор; требования к осаждаемой и гравиметрической формам; методы отгонки и его применение. Решение задач на электрогравиметрическое определение веществ.

#### **Тема 20.** Методы осаждения и термогравиметрии.

Применение гравиметрических методов. Требования к осаждаемой и гравиметрической формам. Образование осадка: кристаллические и аморфные, условия получения. Старение осадка. Причины загрязнения осадка (совместное осаждение, соосаждение, последующее осаждение). Погрешности в гравиметрическом анализе.

### **Модуль 12.** Спектроскопические методы.

**Тема 21.** Характеристики электромагнитного излучения. Классификация спектроскопических методов. Визуальная колориметрия.

Взаимодействие электромагнитного излучения с веществом. Электромагнитный спектр. Классификация спектроскопических методов. Использование спектров для качественного и количественного анализа.

#### **Тема 22.** Фотометрия и спектрофотометрия.

Молекулярная спектроскопия: спектрофотометрия (закон Бугера-Ламберта-Бера); причины отклонения от основного закона светопоглощения. Анализ многокомпонентных систем. Инфракрасная спектроскопия и спектроскопия комбинационного рассеяния, их применение. Радиоспектроскопические методы: ЯМР и ЭПР. Спектральные приборы.

Тема 23. Разновидности фотометрии.

Дифференциальная фотометрия и фотометрическое титрование. Нефелометрия и турбидиметрия, их практическое применение. Метрологические характеристики методов молекулярной спектроскопии.

**Модуль 13.** Люминесцентный и кинетический методы.

Тема 24 . Теоретические основы люминесцентного метода.

Виды люминесценции и их характеристика. Классификация методов: прямые и косвенные. Закон Стокса-Ломеля. Правило зеркальной симметрии Левшина. Тушение люминесценции, виды тушения. Концентрационное тушение люминесценции и его учет при количественных определениях. Люминесцентное титрование. Чувствительность люминесцентных методов и факторы, ее определяющие.

Тема 25. Сущность кинетического метода. Способы расчета концентрации.

. Индикаторные реакции, требования к ним. Каталитический и некаталитический вариант кинетического метода. Способы расчета концентрации в кинетических методах (методы тангенса, фиксированного времени, фиксированной концентрации). Метрологические характеристики кинетического метода.

**Модуль 14.** Атомно-абсорбционный и атомно-эмиссионный спектральный анализ.

Тема 26 . Атомная спектроскопия.

Происхождение и природа атомных спектров. Пламенная и электротермическая атомная спектроскопия, их сравнительная характеристика. Основные спектральные приборы и их назначение. Способы расчета концентрации методом ААС и метрологические характеристики.

Тема 27. Теоретические основы методов атомной эмиссионной спектроскопии.

Природа эмиссионных спектров атомов. Источники возбуждения атомов и регистрирующая аппаратура. Уравнение Ломакина – Шайбе. Полуколичественный и количественный методы анализа.

**Модуль 15.** Хроматографические методы количественного анализа.

Тема 28 . Высокоэффективная жидкостная хроматография в анализе.

Теория теоретических тарелок и кинетическая теория хроматографии. Селективность и разрешение. Обработка хроматограмм: анализ и методы расчета. Хроматографы и детекторы: общая схема хроматографа, сведения о детекторах. Газовая хроматография: газотвердофазная хроматография, газожидкостная хроматография.

**Модуль 16.** Электрохимические методы анализа.

Тема 29 . Потенциометрия и ионометрия.

Аналитический сигнал в электрохимических методах. Прямые и косвенные электрохимические методы. Классификация электрохимических методов. Потенциометрия: мембранные электроды

(стеклянный электрод), металлические электроды, прямая потенциометрия, потенциометрическое титрование.

Ионселективные электроды ( $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{F}^-$  и т.д.) и применение в анализе.

Тема 30. Классификация электродов, электрохимическая ячейка.

Электроды I, II и III рода. Требования к индикаторным электродам. Электроды сравнения: хлоридсеребряный и каломельный электроды и требования к ним. Электрохимическая ячейка.

**Модуль 17.** Вольтамперометрические методы.

Тема 31 Классическая вольтамперометрия.

Полярография. Токи в полярографии: остаточный (емкостный и фарадеевский), диффузионный, миграционный, предельный. Потенциал полуволны, факторы влияющие на величину потенциала полуволны. Уравнения Ильковича, Ильковича – Гейровского. Зависимость силы предельного диффузионного тока от концентрации деполаризатора. Качественный и количественный анализ неорганических и органических веществ.

Тема 32. Современные виды вольтамперометрии

Импульсная дифференциальная, переменноточковая, осцеллополярография и инверсионная вольтамперометрия.

**Модуль 18.** Подготовка к экзамену.

### Лабораторные работы

Названия разделов и тем	Цель и содержание лабораторной работы
Модуль 1. Аналит. хим., ее задачи и методы. Виды анализа. Этапы анализа. Классификация ионов.	
Лаб. работа № 1. Аппаратура, техника полумикроанализа. Реакции обнаружения (идентификации) катионов: $\text{K}^+$ , $\text{NH}_4^+$ , $\text{Mg}^{2+}$ , $\text{Ca}^{2+}$ , $\text{Ba}^{2+}$ , $\text{Ag}^+$ , $\text{Pb}^{2+}$ .	Освоить технику проведения аналитических реакций сухим и мокрым путем. Провести реакции обнаружения катионов S – элементов с целью определения специфических реакций на каждый катион.
Лаб. работа № 2. Реакция обнаружения катионов: $\text{Zn}^{2+}$ , $\text{Al}^{3+}$ , $\text{Cr}^{3+}$ , $\text{Bi}^{3+}$ , $\text{Mn}^{2+}$ , $\text{Fe}^{2+}$ , $\text{Co}^{2+}$ , $\text{Ni}^{2+}$ , $\text{Cu}^{2+}$ , $\text{Hg}^{2+}$ .	Экспериментально провести реакции обнаружения катионов p и d – элементов с целью выбора специфических реакций.
Модуль 1. Реакции обнаружения и идентификации ионов.	
Лаб. работа №3. Равновесие в системе осадок-раствор. Решение задач. Реакции в пламени: $\text{K}^+$ , $\text{Na}^+$ , $\text{Cu}^{2+}$ , $\text{VO}_2^{2-}$ , $\text{Li}^+$ , $\text{Ba}^{2+}$ Люминесцентные реакции: $\text{UO}_2^{2+} + \text{Zn}^{2+}$ , $\text{Al}^{3+}$ , $\text{Cu}^{2+}$ , $\text{Mg}^{2+}$ .	Освоить технику проведения люминесцентных реакций и реакции окрашивания пламени. Решения расчетных задач на применение правила произведения растворимости в аналитической химии. Решение экспериментальной задачи на разделение катионов S элементов на группы.
Лаб. работа № 4. Реакция обнаружения и разделения анионов I – III групп.	Освоить технику проведения характерных реакций на анионы с целью выбора специфических реакций и обнаружение их в смеси.
Модуль 2. Экстракция.	
Лаб. работа № 5. Реакции обнаружения ионов методом экстракции:	Освоить технику проведения реакций – экстракций. Обнаружение (идентификация) и разделение ионов методом экстракции.

Zn <sup>2+</sup> , Bi <sup>3+</sup> , Mn <sup>2+</sup> , Cd <sup>2+</sup> , Co <sup>2+</sup> , Sb <sup>2+</sup> , Ni <sup>2+</sup> , Cu <sup>2+</sup>	
Модуль 2. Хроматография.	
Лаб. работа № 6. Разделение ионов методом бумажной хроматографии: Al <sup>3+</sup> , Fe <sup>3+</sup> , Mn <sup>2+</sup> , Cr <sup>3+</sup> , Co <sup>2+</sup> , Ni <sup>2+</sup> , Cu <sup>2+</sup> .	Тестовая задача: Определение некоторых катионов тяжелых металлов в реальных объектах методом распределительной (бумажной) хроматографии.
Лаб. работа № 7. Разделение и обнаружение катионов и анионов в смеси на КУ-2 и АН-31.	Освоить технику подготовки колонок к работе. Обнаружение разделенных ионов специфическими реакциями. Провести регенерацию колонок в Н или ОН форме.
Модуль 2. Осаждение.	
Лаб. работа № 8. Решение экспериментальной задачи на смесь ионов в растворе (систематический ход анализа).	Освоить технику разделения ионов в смеси систематическим ходом анализа. Обнаружить в каждой группе и подгруппе ионы с помощью специфических реакций.
Модуль 3. Гомогенное равновесие.	
Лаб. работа № 9. Техника работы: посуда, реактивы, растворы. Способы выражения концентраций. Точность измерения объемов.	Ознакомление с посудой и оборудованием, используемые в титриметрии. Освоить технику работ по титриметрии. Решение расчетных задач по способам выражения концентрации.
Модуль 3. Буферные системы и их применение.	
Лаб. работа № 10. Приготовление рабочих растворов HCl, Na <sub>2</sub> B <sub>4</sub> O <sub>7</sub> · 10H <sub>2</sub> O. Приготовление буферных растворов. Расчеты в титриметрии.	Ознакомиться со способами приготовления стандартных растворов, первичными и вторичными растворами, посудой необходимой для их приготовления и расчетами. Расчет pH буферных систем.
Модуль 4. Принципы и общая характеристика титриметрического анализа (ТА).	
Лаб. работа № 11. Стандартизация HCl и установление концентрации NaOH по соляной кислоте.	Отработать технику титрования, определить точную концентрацию растворов вторичных стандартов HCl и NaOH. Научиться строить кривые титрования и по скачку титрования выбирать индикаторы.
Модуль 4. Кислотно-основное титрование, определение кислот и оснований в смеси.	
Лаб. работа № 12. Определение смеси NaOH+NaHCO <sub>3</sub> .	Научиться определять по скачкам титрования возможности определения в смеси кислот (HCl + H <sub>3</sub> BO <sub>3</sub> ) и оснований.
Лаб. работа № 13. Определение солей аммония.	Научиться определять по скачкам титрования возможности определения в смеси кислот (HCl + H <sub>3</sub> BO <sub>3</sub> ) и оснований. Научиться рассчитывать содержание определяемого компонента в смеси.
Модуль 5 Окислительно-восстановительные реакции. Общая характеристика методов ОВТ. Электродный потенциал и расчеты по уравнению Нернста.	
Лаб. работа № 14. Решение задач на расчет потенциала и определения направления протекания реакций. Приготовление первичных и вторичных стандартных растворов: K <sub>2</sub> Cr <sub>2</sub> O <sub>7</sub> , Na <sub>2</sub> C <sub>2</sub> O <sub>4</sub> , Na <sub>2</sub> S <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , KMnO <sub>4</sub> .	Освоить уравнивание ОВР методом электронного баланса, расчет потенциалов и определение направления ОВР. Приготовление растворов первичных и вторичных растворов.
Модуль 6. Практическое применение ОВТ в аналитической химии.	
Лаб. работа № 15. Равновесия в реакциях окисления-восстановления». Стандартизация раствора KMnO <sub>4</sub> . Перманганатометрическое определение кальция.	Владеть техникой титрования окрашенных растворов и рассчитывать массу определяемого вещества используя титр по определяемому веществу.
Лаб. работа № 16. Перманганатометрическое и бихроматометрическое определение железа (II).	Уметь проводить оценку разных методов титрования. Проводить расчеты и сравнивать результаты двух методов. (Тестовая задача).
Лаб. работа № 17. Иодометрическое определение меди в сплавах, в ле-	Научиться фиксировать точку эквивалентности при использовании окрашенного раствора и индикатора.

карственных препаратах.	(Тестовая задача).
Модуль 7. Комплексные соединения, классификация. Осадительное титрование.	
Лаб. работа № 18. Осадительное титрование. Приготовление растворов NaCl и AgNO <sub>3</sub> . Определение Cl <sup>-</sup> методами Мора и Фаянса.	Освоить применение соосаждения для фиксирования точки эквивалентности в осадительном титровании. Уметь проводить оценку осадительного титрования с применением различных индикаторов.
Модуль 8. Теория действия органических реагентов. Комплексонометрия и применение в аналитической химии.	
Лаб. работа № 19. Комплексонометрия. Приготовление рабочих растворов: комплексона III и MnSO <sub>4</sub> . Определение общей жесткости воды.	Научить решению задач по теме «Равновесия реакций комплексобразования», техники внесения в раствор мурексида, эриохрома черного.
Лаб. работа № 20. Комплексонометрическое определение кальция и магния в воде.	Освоить методику отдельного комплексонометрического определения кальция и магния в объектах. Подготовка к коллоквиуму по редоксиметрии и комплексонометрии.
Модуль 9. Погрешности, их классификация.	
Лаб. работа № 21. Определение среднего, дисперсий, стандартного отклонения, доверительного интервала.	Научить сравнивать по метрологическим характеристикам методики анализа. Освоить расчеты сравнения различных дисперсий.
Модуль 11. Методы отгонки и электрогравиметрии.	
Лаб. работа № 22. Взвешивание бюкса, часового стекла, тигля. Определение кристаллизационной воды в BaCl <sub>2</sub> · 2H <sub>2</sub> O или CuSO <sub>4</sub> · 5H <sub>2</sub> O.	Освоить технику взвешивания на техно-химических и аналитических весах. Знать точность взвешивания на техно-химических и аналитических весах. Уметь рассчитывать результаты определения компонента в веществе по данным метода отгонки и электрогравиметрии.
Модуль 11. Методы осаждения и термогравиметрии.	
Лаб. работа № 23. Определение серы в растворимых сульфатах, железа (III) в реальных объектах методом осаждения.	Освоить этапы определения веществ методом осаждения и последовательность выполнения. Научить рассчитывать массовую долю компонента в веществе.
Модуль 12. Характеристики электромагнитного излучения. Классификация спектроскопических методов. Визуальная колориметрия.	
Лаб. работа № 24. Визуально-колориметрическое определение меди в виде аммиаката или железа (III) в виде [Fe(SCN) <sub>6</sub> ] <sup>3-</sup> .	Знать основные узлы оптических приборов. Освоить принцип их работы.
Модуль 12. Фотометрия и спектрофотометрия.	
Лаб. работа № 25. Фотометрическое определение железа роданид-ионом или сульфосалициловой кислотой.	Установление области длин волн оптимального поглощения [Fe(SCN) <sub>6</sub> ] <sup>3-</sup> . Фотометрическое определение Fe (III) с роданид-ионом или сульфосалициловой кислотой методом градуировочного графика.
Модуль 12. Разновидности фотометрии.	
Лаб. работа № 26. Турбидиметрическое определение SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> в водах.	Сравнение истинных и мутных растворов по спектроскопическим характеристикам с установлением точности определения.
Лаб. работа № 27. Определение железа комплексоном III в присутствии сульфосалициловой кислоты методом фотометрического титрования.	Освоить принцип измерения аналитического сигнала при сочетании методов титрования и фотометрии.
Модуль 13. Теоретические основы люминесцентного метода.	
Лаб. работа № 28. Люминесцентный метод определения алюминия с	Освоить принцип работы флюориметра, расчет концентрации алюминия по результатам люминесцентного определения с ма-



морином или кверцетином.	рином.
<b>Модуль 14. Атомная спектроскопия. Теоретические основы методов атомной эмиссионной спектроскопии.</b>	
Лаб. работа № 29. Пламенно-фотометрическое определение Na в воде методом ограничивающих растворов и методом сравнения.	Освоить основные узлы и принцип работы ААС в пламенном и электротермическом режиме.
Лаб. работа № 30. Атомно-абсорбционный метод определения меди в алюминиевых сплавах или в растворах методом градуировочного графика.	Приготовление растворов для построения градуировочного графика. Расчет массовой доли алюминия в сплаве.
Лаб. работа № 31. Идентификация бронз и латуни с помощью стилоскопа СЛ-13. Количественное определение Mn в латуни.	Освоить принцип работы стилоскопа СЛ-13. Уметь идентифицировать по спектральным линиям меди и цинка бронзы от латуни.
<b>Модуль 15. Высокоэффективная жидкостная хроматография в анализе.</b>	
Лаб. работа № 32. Анализ водопроводной воды на содержание Cl <sup>-</sup> , NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> и SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> методом жидкостной ионной хроматографии.	Освоить методику определения анионов методом ВЭЖХ. Уметь применять знания по хроматографическим параметрам для расшифровки хроматограмм.
<b>Модуль 16. Потенциометрия и ионометрия. Классификация электродов, электрохимическая ячейка.</b>	
Лаб. работа № 33. Ионометрическое определение [H <sup>+</sup> ] (рН), галогенидов, NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> в растворах (прямая потенциометрия).	Освоить принцип работы иономеров: рН-150 МИ, Мультитест. Уметь выбирать электроды (индикаторные и сравнения) и проводить измерения потенциалов в зависимости от концентрации ионов.
Лаб. работа № 34. Определение Fe <sup>2+</sup> в присутствии Fe <sup>3+</sup> методом потенциометрического титрования. Определение иода, иодида.	Освоить методику потенциометрического титрования, провести расчеты содержания определяемого компонента по кривым титрования и выбранной точки эквивалентности.
<b>Модуль 17. Классическая вольтамперометрия. Современные виды вольтамперометрии</b>	
Лаб. работа № 35. Снятие и расшифровка полярографического спектра (Cu <sup>2+</sup> , Pb <sup>2+</sup> , Cd <sup>2+</sup> ). Способы удаления кислорода.	Освоить принцип работы полярографа. Уметь расшифровывать вольтамперные кривые.
Лаб. работа № 36. Определение тяжелых металлов в растворах, почвенных образцах методом инверсионной вольтамперометрии.	Освоить принцип работы и методику выполнения инверсионного вольтамперметра «ABC I.I» с расшифровкой вольтамперограмм.

## 5. Образовательные технологии

В ходе освоения дисциплины предусматривается применение следующих активных методов обучения:

1. Выполнение экспериментальных задач проводят с применением элементов исследования.
2. Зачетная задача на тему: «Анализ неизвестного вещества» выполняется по предварительно составленному плану, и с полным отчетом проделанной работы.
3. Ведется определенная работа по внедрению информационных технологий в учебный процесс. В этой связи проводятся некоторые работы. Например при изучении разделов: «Статистическая обработка результатов анализа» и «Спектроскопические методы» используются программы: Microsoft office excel 2010, CorelDRAW 7 для обработки результатов анализа и построения графиков. Поиск литературы при выполнении курсовых и дипломных работ студенты проводили через систему Интернет.

При выполнении курсовых работ по различным тематикам необходимы теоретические расчеты с использованием вычислительного сервера кафедры аналитической химии <http://webmo.lti->

[gti.ru/cgi-bin/webmo/login.cgi](http://gti.ru/cgi-bin/webmo/login.cgi). Расчеты (задание исходной информации и анализ результатов в текстовом и графическом виде) могут выполняться с любого компьютера, подключенного к Интернету через веббраузер MS Internet Explorer, Mozilla FireFox, NetScape etc. и не требуют установки специального программного обеспечения.

Удельный вес занятий, проводимых в интерактивных формах составляет 84 часов от аудиторных занятий. Занятия лекционного типа составляют 31 часов от аудиторных занятий

#### Интерактивные методы обучения, применяемые в курсе аналитической химии

№	Интерактивные методы обучения	Раздел	Тема	Кол-во часов
1.	Лекция – презентация	Методы обнаружения, разделения и концентрирования	Тема 1-2	10
		Равновесие в растворах кислот и оснований. Кислотно-основное титрование.	Тема 3-4	6
		Равновесие в окислительно-восстановительных системах. Окислительно-восстановительное титрование.	Тема 5-6	4
		Равновесие в растворах комплексных соединений и в системе «раствор – осадок». Комплексометрическое и осадительное титрование.	Тема 7-8	8
		Гравиметрические методы анализа	Тема 9	6
		Методы атомной спектроскопии.	Тема 10-11	8
		Методы молекулярной спектроскопии.	Тема 12-13	6
		Электрохимические и хроматографические методы.	Тема 14-15	14
2.	Лабораторные работы с элементами исследования	Методы обнаружения, разделения и концентрирования	Тема 1	8
		Равновесие в растворах кислот и оснований. Кислотно-основное титрование.	Тема 3-4	4
		Равновесие в окислительно-восстановительных системах. Окислительно-восстановительное титрование.	Тема 5-6	8
		Равновесие в растворах комплексных соединений и в системе «раствор – осадок». Комплексометрическое и осадительное титрование.	Тема 7	8
		Гравиметрические методы анализа	Тема 10-11	16
		Методы атомной спектроскопии.	Тема 14	4
		Электрохимические и хроматографические методы.	Тема 15-16	4
3.	Отчетные занятия по разделам. Работа в малых группах	Методы обнаружения, разделения и концентрирования	Тема 2	2
		Равновесие в растворах кислот и оснований. Кислотно-основное титрование.	Тема 3-4	6
		Равновесие в окислительно-восстановительных системах. Окислительно-восстановительное титрование.	Тема 5-6	8
		Равновесие в растворах комплексных со-	Тема 7-8	4

		единений и в системе «раствор – осадок». Комплексометрическое и осадительное титрование.		
		Гравиметрические методы анализа	Тема 10-11	4
		Методы атомной спектроскопии. и хроматографические методы.	Тема	4
		Методы молекулярной спектроскопии.	Тема 12-13	4
		Электрохимические методы.	Тема 16-18	8
4.	Выполнение студентами индивидуальной исследовательской работы по анализу реального объекта с поиском и выбором метода и схемы определения на практических занятиях.	Выполнение курсовой работы	Тема 18-23	6

## 6. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов.

Виды и порядок выполнения самостоятельной работы:

№ п/п	Вид самостоятельной работы	Вид контроля	Учебно-метод. обеспечение
1	Подготовка к сдаче лабораторных работ.	Проверка конспекта лабораторной работы, алгоритм выполнения, оформление, построение графиков, таблиц, выполнение расчетов.	См. разделы 4.3, 7.3, 9 и 8 данного документа.
2	Подготовка к текущим контрольным работам, защита рефератов	Проведение устного опроса и 15 мин. контрольных работ. Подготовка и доклад реферата в форме презентации (до 10 мин.).	См. разделы 4.3, 7.3, 9 и 8 данного документа.
3	Выполнение и защита курсовых работ.	Изучение лит. материала по теме, написание плана и проведение экспериментальной части со всеми расчетами.	См. разделы 4.3, 7.3, 9 и 8 данного документа.
4	Подготовка к коллоквиумам.	Подготовка к промежуточной аттестации в виде контрольной работы: решение расчетных задач, составление конспектов по вопросам коллоквиума.	См. разделы 4.3, 7.3, 9 и 8 данного документа.
5	Подготовка к тестированию.	Промежуточная аттестация в форме тестов.	См. разделы 4.3, 7.3, 9 и 8 данного документа.
6	Подготовка к зачету.	Итоговая аттестация в форме зачета.	См. разделы 4.3, 7.3, 9 и 8 данного документа.
7	Подготовка к экзамену.	Итоговая аттестация в форме экзамена.	См. разделы 4.3, 7.3, 9 и 8 данного документа.

Рабочей программой дисциплины «Аналитическая химия» предусмотрена самостоятельная работа студентов в объеме 298 час. Самостоятельная работа проводится с целью углуб-

ления знаний по дисциплине и предусматривает: чтение студентами рекомендованной литературы и усвоение теоретического материала дисциплины; подготовку к практическим занятиям; работу с интернет-источниками; подготовку к сдаче коллоквиумов, выполнению тестовых заданий.

Планирование времени на самостоятельную работу, необходимого на изучение настоящей дисциплины, студентам лучше всего осуществлять на весь семестр, предусматривая при этом регулярное повторение пройденного материала. Материал, законспектированный на лекциях, необходимо регулярно дополнять сведениями из литературных источников, представленных в рабочей программе дисциплины. По каждой из тем для самостоятельного изучения, приведенных в рабочей программе дисциплины следует сначала прочитать рекомендованную литературу и при необходимости составить краткий конспект основных положений, терминов, сведений, требующих запоминания и являющихся основополагающими в этой теме и для освоения последующих разделов курса.

#### Формы контроля

*Текущий контроль* – систематическая проверка знаний теоретических основ метода. Умение выполнять все процессы, расчеты, предусматриваемые методиками лабораторных работ. Умение грамотно оформлять, результаты экспериментальной части графически и в виде таблиц, учет активности студента на лекциях и при выполнении, оформлении и сдаче лабораторных работ. Метрологическая оценка полученных результатов (точность, правильность).

*Промежуточный контроль* – контрольные работы (15 – 30 мин) тестирование по блокам. Защита рефератов, докладов.

*Итоговый контроль* – экзамен.

### 7. Фонд оценочных средств, для проведения текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины.

7.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы.

Перечень компетенций с указанием этапов их формирования приведен в описании образовательной программы.

Компетенция	Знания, умения, навыки	Процедура освоения
ОК-6	Знать: принципы функционирования профессионального коллектива, понимать роль корпоративных норм и стандартов	Круглый стол
	Уметь: работать в коллективе, эффективно выполнять задачи профессиональной деятельности	Мини-конференция
	Владеть: приемами взаимодействия с сотрудниками, выполняющими различные профессиональные задачи и обязанности	Мини-конференция и круглый стол
ОК-7	Знать: содержание процессов самоорганизации и самообразования, их особенностей и технологий реализации, исходя из целей совершенствования профессиональной деятельности.	Письменный опрос
	Уметь: планировать цели и устанавливать приоритеты при выборе способов принятия решений с учетом условий, средств, личностных возможностей и временной перспективы достижения; осуществления деятельности; самостоятельно строить процесс овладения информацией, отобранной и структурированной для выполнения профессиональной деятельности	Устный, письменный опрос, обсуждение и оценка устных докладов коллективом (группой студентов)
	Владеть: приемами саморегуляции эмоциональных и функциональных состояний при выполнении профессио-	Оценка презентаций отдельных тем

	нальной деятельности ; технологиями организации процесса самообразования; приемами целеполагания во временной перспективе, способами планирования, организации, самоконтроля и самооценки деятельности	
ОПК-1	Знать: теоретические основы базовых химических дисциплин	Устный ( фронтальный) опрос
	Уметь: выполнять стандартные действия (классификация веществ, составление схем процессов, систематизация данных и т.п.) с учетом основных понятий и общих закономерностей, формулируемых в рамках базовых химических дисциплин; решать типовые учебные задачи по основным (базовым) химическим дисциплинам	Составление сводных таблиц по сравнительной характеристике и систематизации данных по основным понятиям, типовым задачам базовых химических дисциплин
	Владеть: навыками работы с учебной литературой по основным химическим дисциплинам	Составление обзоров учебной и научной литературы по дисциплине
ОПК-2	Знать: стандартные методы получения, идентификации и исследования свойств веществ и материалов, правила обработки и оформления результатов работы, нормы ТБ	Письменный опрос
	Уметь: проводить простые химические опыты по предлагаемым методикам	Устный опрос
	Владеть: базовыми навыками проведения химического эксперимента и оформления его результатов	Устный, письменный опрос
ОПК-4	Знать: основные источники информации для решения задач профессиональной сферы деятельности; основы информационных технологий, основные возможности и правила работы со стандартными программными продуктами при решении профессиональных задач	Мини-конференции, презентации. Письменный опрос
	Уметь: проводить первичный поиск информации для решения профессиональных задач; применять стандартное программное обеспечение при решении химических и материаловедческих задач, при подготовке научных публикаций и докладов	Устный, письменный опрос. Мини-конференции, презентации. Составление обзоров научных публикаций
	Владеть: навыками работы с научными и образовательными порталами; базовыми навыками применения стандартного программного обеспечения для обработки результатов исследований и представления их научному сообществу	Мини-конференции, презентации.

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

### ОК-6

Схема оценки уровня формирования компетенции «Способность работать в коллективе, толерантно воспринимая социальные, этнические, конфессиональные и культурные различия»

Уровень	Показатели (что обучающийся должен продемонстрировать)	Оценочная шкала		
		Удовлетворительно	Хорошо	Отлично

Пороговый	Знать: принципы функционирования профессионального коллектива, понимать роль корпоративных норм и стандартов	Демонстрирует частичные знания без грубых ошибок	Знает достаточно в базовом объеме	Демонстрирует высокий уровень знаний
	Уметь: работать в коллективе, эффективно выполнять задачи профессиональной деятельности	Демонстрирует частичные умения без грубых ошибок	Умеет применять знания в базовом (стандартном) объеме	Демонстрирует высокий уровень умений
	Владеть: приемами взаимодействия с сотрудниками, выполняющими различные профессиональные задачи и обязанности	Демонстрирует частичные владения без грубых ошибок	Владеет базовыми приемами	Демонстрирует владения на высоком уровне

## ОК-7

Схема оценки уровня формирования компетенции «Способность к самоорганизации и самообразованию»

Уровень	Показатели (что обучающийся должен продемонстрировать)	Оценочная шкала		
		Удовлетворительно	Хорошо	Отлично
Пороговый	Знать: содержание процессов самоорганизации и самообразования, их особенностей и технологий реализации, исходя из целей совершенствования профессиональной деятельности.	Демонстрирует частичное знание содержания процессов самоорганизации и самообразования, некоторых особенностей и технологий реализации, но не может обосновать их соответствие запланированным целям профессионального совершенствования.	Демонстрирует знание содержания и особенностей процессов самоорганизации и самообразования, но дает неполное обоснование соответствия выбранных технологий реализации процессов целям профессионального роста.	Владеет полной системой знаний о содержании, особенностях процессов самоорганизации и самообразования, аргументированно обосновывает принятые решения при выборе технологий их реализации с учетом целей профессионального и личностного развития.
	Уметь: планировать цели и устанавливать приоритеты при выборе способов принятия решений с учетом условий, средств, личностных возможностей и временной перспективы достижения; осуществления деятельности; самостоятельно строить процесс овладения информацией, отобранной и структурированной для выполнения профессиональной деятельности.	При планировании и установлении приоритетов целей профессиональной деятельности не полностью учитывает внешние и внутренние условия их достижения. Владеет отдельными методами и приемами отбора необходимой для усвоения информации, давая не	Планируя цели деятельности с учетом условий их достижения, дает не полностью аргументированное обоснование соответствия выбранных способов выполнения деятельности намеченным целям. Владеет системой отбора содержания обучения в соответствии с намеченными целями самообразования, но	Готов и умеет формировать приоритетные цели деятельности, давая полную аргументацию принимаемым решениям при выборе способов выполнения деятельности. Умеет строить процесс самообразования с учетом внешних и внутренних условий реализации.

	ности	полностью аргументированное обоснование ее соответствия целям самообразования.	при выборе методов и приемов не полностью учитывает условия и личностные возможности овладения этим содержанием.	
	Владеть: приемами саморегуляции эмоциональных и функциональных состояний при выполнении профессиональной деятельности ; технологиями организации процесса самообразования; приемами целеполагания во временной перспективе, способами планирования, организации, самоконтроля и самооценки деятельности	Владеет отдельными приемами саморегуляции, но допускает существенные ошибки при их реализации, не учитывая конкретные условия и свои возможности при принятии решений. Владеет отдельными приемами организации собственной познавательной деятельности, осознавая перспективы профессионального развития, но не давая аргументированное обоснование адекватности отобранной для усвоения информации целям самообразования.	Демонстрирует возможность и обоснованность реализации приемов саморегуляции при выполнении деятельности в конкретных заданных условиях. Владеет системой приемов организации процесса самообразования только в определенной сфере деятельности.	Демонстрирует обоснованный выбор приемов саморегуляции при выполнении деятельности в условиях неопределенности. Демонстрирует возможность переноса технологии организации процесса самообразования, сформированной в одной сфере деятельности, на другие сферы, полностью обосновывая выбор используемых методов и приемов.

#### ОПК -1

Схема оценки уровня формирования компетенции «Способность использовать теоретические основы традиционных и новых разделов химии при решении профессиональных задач»

Уровень	Показатели (что обучающийся должен продемонстрировать)	Оценочная шкала		
		Удовлетворительно	Хорошо	Отлично
Пороговый	Знать: теоретические основы базовых химических дисциплин	Иметь представление о содержании отдельных химических дисциплин, знает терминологию, основные законы химии, но допускает неточности в формулировках	Иметь представление о содержании основных учебных курсов по химии, знает терминологию, основные законы и понимает сущность общих закономерностей, изучаемых в рамках базовых химических дисциплин	Иметь четкое, целостное представление о содержании основных химических курсов и общих закономерностях химических процессов, изучаемых в рамках основных химических дисциплин

	<p>Уметь: выполнять стандартные действия (классификация веществ, составление схем процессов, систематизация данных и т.п.) с учетом основных понятий и общих закономерностей, формулируемых в рамках базовых химических дисциплин; решать типовые учебные задачи по основным (базовым) химическим дисциплинам</p>	<p>Уметь интерпретировать результаты относительно простых химических процессов с использованием общих представлений и закономерностей, изучаемых в рамках базовых химических дисциплин</p> <p>Умеет решать типовые задачи из базовых курсов химии</p>	<p>Уметь составлять схемы процессов с использованием знаний основных химических дисциплин, но допускает отдельные неточности при формулировке условий осуществления таких процессов</p> <p>Умеет решать комбинированные задачи из базовых курсов химии</p>	<p>Уметь прогнозировать результаты несложных последовательностей химических реакций с учетом общих закономерностей процессов, изучаемых в рамках основных химических дисциплин</p> <p>Умеет решать задачи повышенной сложности из базовых курсов химии</p>
	<p>Владеть: навыками работы с учебной литературой по основным химическим дисциплинам</p>	<p>Владеть навыками воспроизведения освоенного учебного материала по основным химическим дисциплинам</p>	<p>Владеть навыками самостоятельного изучения отдельных разделов учебной литературы по основным химическим дисциплинам и обобщения освоенного материала</p>	<p>Владеть навыками критического анализа учебной информации по основным разделам химии, формулировки выводов и участия в дискуссии по учебным вопросам</p>

## ОПК-2

Схема оценки уровня формирования компетенции «Владение основными навыками экспериментальной работы в профессиональной сфере деятельности с соблюдением норм техники безопасности»

Уровень	Показатели (что обучающийся должен продемонстрировать)	Оценочная шкала		
		Удовлетворительно	Хорошо	Отлично
Пороговый	<p>Знать: стандартные методы получения, идентификации и исследования свойств веществ и материалов, правила обработки и оформления результатов работы, нормы ТБ</p>	<p>Знать общее представление о методах получения, идентификации и исследования свойств отдельных классов веществ, правилах безопасного обращения с ними и способах представления результатов эксперимента</p>	<p>Знать стандартные методы получения, идентификации и исследования свойств различных групп веществ и материалов; правила ТБ при работе с ними, основные требования к оформлению результатов эксперимента, но допускает отдельные неточности</p>	<p>Знать стандартные методы получения, идентификации и исследования свойств различных групп веществ и материалов; правила техники безопасности при работе с ними, основные требования к оформлению результатов эксперимента</p>



	Уметь: проводить простые химические опыты по предлагаемым методикам	Уметь проводить одно - и двухстадийный синтез по предлагаемой методике с выходом целевого продукта менее 50% от заявленного в методике; анализ полученного вещества одним из стандартных методов. Допускает отдельные ошибки при оформлении протокола эксперимента	Уметь проводить одно - и двухстадийный синтез по предлагаемой методике с выходом целевого продукта более 50% от заявленного; идентификацию и исследование свойств полученных веществ и материалов. Умеет оформлять результаты эксперимента с небольшим количеством замечаний	Уметь выполнять демонстративные опыты по химии; одно - и двухстадийный синтез по предлагаемой методике с выходом целевого продукта согласно заявленному в методике; проводить комплексный анализ и исследование свойств полученных веществ и материалов. Умеет оформлять результаты эксперимента в соответствии с заявленными требованиями
	Владеть: базовыми навыками проведения химического эксперимента и оформления его результатов	Владеть базовыми навыками синтеза, идентификации и изучения свойств несложных веществ	Владеть навыками синтеза, идентификации и изучения свойств отдельных классов веществ (материалов), правильного протоколирования опытов	Владеть навыками синтеза, идентификации и изучения свойств веществ и материалов, правильного протоколирования опытов

#### ОПК-4

Схема оценки уровня формирования компетенции «Способность решать стандартные задачи профессиональной деятельности с использованием информационно-коммуникационных и компьютерных технологий»

Уровень	Показатели (что обучающийся должен продемонстрировать)	Оценочная шкала		
		Удовлетворительно	Хорошо	Отлично
Пороговый	Знать: основные источники информации для решения задач профессиональной сферы деятельности; основы информационных технологий, основные возможности и правила работы со стандартными программными продуктами при решении профессиональных задач	Знать структуру и содержание основных российских научных и образовательных порталов по химии, но допускает отдельные неточности. Знает основные правила «компьютерной гигиены», требования информационной безопасности применительно к профессиональной сфере деятельности	Знать структуру и содержание основных российских научных и образовательных порталов по химии, правила составления поисковых запросов. Знает типы операционных систем и основные возможности Microsoft Office для решения задач профессиональной сферы деятельности	Знать структуру и содержание основных российских и международных научных и образовательных порталов по химии, правила составления поисковых запросов. Знает основные правила и приемы составления библиографических баз данных с использованием стандартного программного обеспечения
	Уметь: проводить первичный поиск информации для решения про-	Уметь составить запрос для поиска необходимой на-	Уметь корректно составить запрос для поиска общей ин-	Уметь находить общую информацию для решения профес-

	<p>фессиональных задач; применять стандартное программное обеспечение при решении химических и материаловедческих задач, при подготовке научных публикаций и докладов</p>	<p>учной и образовательной информации после консультации со специалистом более высокой квалификации Уметь использовать основные функции наиболее распространенных программных продуктов при обработке экспериментальных данных и подготовке научных публикаций и докладов</p>	<p>формации по заданной теме на научных и образовательных порталах в сети Интернет. Умеет использовать стандартное программное обеспечение при обработке экспериментальных данных и подготовке научных публикаций и докладов</p>	<p>сиональных задач. Умеет использовать несколько программных продуктов для обработки экспериментальных данных и подготовки научных публикаций и докладов</p>
	<p>Владеть: навыками работы с научными и образовательными порталами; базовыми навыками применения стандартного программного обеспечения для обработки результатов исследований и представления их научному сообществу</p>	<p>Владеть начальными навыками работы с научными и образовательными порталами Владеет первичными навыками применения стандартных программ для обработки экспериментальных данных, набора текстов и построения простых графиков</p>	<p>Владеть навыками составления запросов для поиска необходимой информации на научных и образовательных порталах в сети Интернет. Владеет базовыми навыками применения стандартных программ для обработки экспериментальных данных, форматирования текстов, построения графиков и рисунков</p>	<p>Владеть навыками получения общей научно-технической информации в сети Интернет. Способен в сжатые сроки освоить новое программное обеспечение под руководством специалиста более высокой квалификации, способен подготовить тезисы доклада и презентацию по заданной теме при наличии шаблона</p>

#### ПК-1

Схема оценки уровня формирования компетенции «Способность выполнять стандартные операции по предлагаемым методикам»

Уровень	Показатели (что обучающийся должен продемонстрировать)	Оценочная шкала		
		Удовлетворительно	Хорошо	Отлично
Пороговый	Знать: Знать: условия и способы выполнения эксперимента.	Имеет общее представление о методах получения, идентификации и исследования свойств веществ, правилах безопасного обращения с ними и способах представления результатов экспе-	. Знать стандартные методы получения, идентификации и исследования свойств различных групп веществ и материалов; правила ТБ при работе с ними, основные требования к оформлению результатов экспери-	Знать методологические аспекты выполнения и описания результатов эксперимента. стандартные методы получения, идентификации и исследования свойств различных групп веществ и материалов; правила техники безопасности при работе с ними, основные требования к оформлению результатов

		римента	мента, но до-пускает отдельные неточности	эксперимента
	Уметь: проведение химических экспериментов по методикам.	Уметь выполнять элементарные операции по соответствующим методикам. Проводить анализ полученного вещества одним из стандартных методов. Допускает отдельные ошибки при оформлении протокола эксперимента	Уметь логично осуществлять все операции по методике с последующим оформлением результатов в табличном или графическом варианте Уметь оформлять результаты эксперимента с небольшим количеством замечаний.	Уметь грамотно проводить и описать результаты исследования строго по методике с математической обработкой результатов эксперимента.
	Владеть: навыками выполнения различных операций методик.	Владеть базовыми навыками выполнения операций с применением соответствующих инструментов и оборудования.	Владеть навыками выполнения эксперимента на современном оборудовании по предложенной методике.	Владеть различными способами выполнения операций методик с целью их оценки и усовершенствования

### ПК-2

Схема оценки уровня формирования компетенции «Владение базовыми навыками использования современной аппаратуры при проведении научных исследований»

Уровень	Показатели (что обучающийся должен продемонстрировать)	Оценочная шкала		
		Удовлетворительно	Хорошо	Отлично
Пороговый	Знать: Знать: принципиальную схему прибора и принцип работы.	Знать основные узлы оптических и электрохимических приборов.	Демонстрировать хорошие знания по принципиальной схеме каждого прибора	Демонстрирует высокий уровень знаний работы используемых приборов.
	Уметь: задействовать нужный прибор к соответствующей работе.	Уметь включать прибор с соответствующим измерением АС.	Уметь проводить на стандартных образцах поверку соответствующих приборов.	Демонстрировать высокий уровень знаний назначений основных узлов приборов и измерений АС.
	Владеть: навыками использования полученных аналитических сигналов для дальнейших научных исследований	Владеть базовыми навыками получения аналитических сигналов для дальнейших исследований	Владеть навыками получения аналитических сигналов для дальнейших исследований.	Демонстрирует владения навыками на высоком уровне

### ПК-3

Схема оценки уровня формирования компетенции «Владение системой фундаментальных химических понятий»

Уровень	Показатели (что обучающийся должен продемонстрировать)	Оценочная шкала		
		Удовлетворительно	Хорошо	Отлично
Пороговый	Знать: Знать: теоретические основы фундаментальных химических понятий.	Знать элементарные понятия по разделам аналитической химии	Знать и использовать понятия, связывая их между собой логически завершёнными формулами.	Знать основные понятия по каждому разделу, связывая их между собой.
	Уметь: применять стандартные действия с учетом химических понятий и общих закономерностей.	Уметь применять элементарные понятия при выполнении лабораторных работ.	Уметь выполнять лабораторные работы с правильным использованием терминологии по соответствующим разделам.	Уметь выбрать логический подход по применению соответствующих терминов при решении экспериментальных задач.
	Владеть: навыками работы с литературой по разделам нужной дисциплины.	Владеть элементарными навыками работы с литературой по аналитической химии.	Владеть навыками использования нужной литературы при применении новых терминов.	Владеть навыками применения интернет ресурсов, методических работ с целью расширения информации по понятиям.

#### ПК-4

Схема оценки уровня формирования компетенции «Способность применять основные естественнонаучные законы и закономерности развития химической науки при анализе полученных результатов»

Уровень	Показатели (что обучающийся должен продемонстрировать)	Оценочная шкала		
		Удовлетворительно	Хорошо	Отлично
Пороговый	Знать: Знать: знать источники информации, основные законы и закономерности развития химической науки.	Иметь представление о содержании основных учебных курсов по химии, знает терминологию, основные законы и понимает сущность общих закономерностей, изучаемых в рамках базовых химических дисциплин о содержании отдельных химических дисциплин, знать терминологию, основные законы химии, но допускается неточности в их формулировках.	Иметь представление о содержании основных учебных курсов по аналитической химии, знать терминологию, основные законы и понимает сущность общих закономерностей, изучаемых в рамках базовых химических дисциплин	Иметь четкое, целостное представление о содержании основных химических курсов и общих закономерностях химических процессов, изучаемых в рамках основных химических дисциплин
	Уметь: применять фундаментальные	Решать типовые учебные задачи по основным (базо-	Уметь решать типовые комби-	Уметь решать задачи повышенной

	законы и закономерности в интерпретации результатов.	вым) химическим дисциплинам; выполнять стандартные действия (классификация веществ, составление схем процессов, систематизация данных и т.п.) с учетом основных понятий и общих закономерностей, формулируемых в рамках базовых химических дисциплин.	нированные задачи из базовых курсов химии	сложности из базовых курсов химии
	Владеть: научными основами связи полезного сигнала (АС) с задействованными законами и закономерностями.	Умеет интерпретировать результаты по АС относительно простых химических процессов с использованием общих представлений и закономерностей, изучаемых в рамках базовых химических дисциплин	Уметь составлять схемы по полученным АС процессов с использованием знаний основных химических дисциплин, но допускаются отдельные неточности при формулировке условий осуществления таких процессов	Уметь прогнозировать результаты несложных последовательностей химических реакций с учетом общих закономерностей процессов, изучаемых в рамках основных химических дисциплин.

#### ПК-5

Схема оценки уровня формирования компетенции «Способность получать и обрабатывать результаты научных экспериментов с помощью современных компьютерных технологий»

Уровень	Показатели (что обучающийся должен продемонстрировать)	Оценочная шкала		
		Удовлетворительно	Хорошо	Отлично
Пороговый	Знать: основы информационных технологий, правила работы и использование стандартных программ при решении профессиональных задач.	Знать основные правила «компьютерной гигиены», требования информационной безопасности применительно к профессиональной сфере деятельности	Знать типы операционных систем и основные возможности Microsoft Office для решения задач профессиональной сферы деятельности Знать структуру и содержание основных российских научных и образовательных порталов по аналитической химии, правила составления поисковых запросов	Знать типы операционных систем и основные возможности Microsoft Office для решения задач профессиональной сферы деятельности  Знать структуру и содержание основных российских научных и образовательных порталов по аналитической химии, правила составления поисковых запросов

	Уметь: применять программное обеспечение в решении экспериментальных и расчетных задач.	Уметь использовать основные функции наиболее распространенных программных продуктов при обработке экспериментальных данных и подготовке научных публикаций и докладов.	Уметь использовать стандартное программное обеспечение при обработке экспериментальных данных и подготовке научных публикаций и докладов.	Уметь корректно составить запрос для поиска общей информации по заданной теме на научных и образовательных порталах в сети Интернет.
	Владеть: навыками работы с использованием компьютерных технологий (различных программ) для обработки научных экспериментов (исследований)		Владеть базовыми навыками применения стандартных программ для обработки экспериментальных данных, форматирования текстов, построения графиков и рисунков.	Владеть базовыми навыками применения стандартных программ для обработки экспериментальных данных, форматирования текстов, построения графиков и рисунков.

## ПК-6

Схема оценки уровня формирования компетенции «Владение навыками представления полученных результатов в виде кратких отчетов и презентаций»

Уровень	Показатели (что обучающийся должен продемонстрировать)	Оценочная шкала		
		Удовлетворительно	Хорошо	Отлично
Пороговый	Знать: форму и алгоритмы представления полученных результатов.	Знать общее представление о методах получения, идентификации и исследования свойств отдельных классов веществ, правилах безопасного обращения с ними и способах представления ре-	Знать типы операционных систем и основные возможности Microsoft Office для решения задач профессиональной сферы деятельности, для представления результатов в виде презентаций.	Знать структуру и содержание основных российских и международных научных и образовательных порталов по химии, правила составления поисковых запросов.

		зультатов эксперимента.		
	Уметь: описывать кратко, логично и конкретно исследования в виде отчета.	Умеет использовать основные функции наиболее распространенных про-граммных продуктов при обработке экспериментальных данных и подготовке научных публикаций и докладов	Уметь корректно составить запрос для поиска общей информации по заданной теме на научных и образовательных порталах в сети Интернет	Уметь находить общую информацию для решения профессиональных задач
	Владеть: навыками и логически последовательно представлять результаты в виде презентации.	Владеет первичными навыками применения стандартных программ для обработки экспериментальных данных, набора текстов и построения простых графиков	Владеет базовыми навыками применения стандартных программ для обработки экспериментальных данных, форматирования текстов, построения графиков и рисунков	Способен в сжатые сроки освоить новое программное обеспечение под руководством специалиста более высокой квалификации, способен подготовить тезисы доклада и презентацию по заданной теме при наличии шаблона

## ПК-7

Схема оценки уровня формирования компетенции «Владение методами безопасного обращения с химическими материалами с учетом их физических и химических свойств»

Уровень	Показатели (что обучающийся должен продемонстрировать)	Оценочная шкала		
		Удовлетворительно	Хорошо	Отлично
Пороговый	Знать: правила обращения с химическими веществами и оборудованием.	Знать правила обращения и хранения химических веществ и посуды.	Демонстрировать хорошие знания по способам хранения и обращения химическими реактивами и посудой.	Демонстрировать отличные знания по способам хранения и обращения химическими реактивами и посудой.
	Уметь: проводить химические эксперименты с учетом физических и химических свойств исследуемого вещества.	Уметь проводить элементарные химические эксперименты с учетом физических и химических свойств исследуемого вещества.	Демонстрировать хорошие знания по проведению химического эксперимента с учетом физических и химических свойств исследуемого вещества.	Уметь проводить сложные химические эксперименты с учетом физических и химических свойств исследуемого вещества.
	Владеть: навыками безопасного обращения с химическими материалами с учетом комплекса свойств.	Владеть базовыми навыками проведения химического эксперимента с учетом физических и химических свойств ис-	Демонстрировать хорошие навыки по проведению химического эксперимента с учетом физических и химических свойств ис-	Владеть навыками проведения сложного химического эксперимента с учетом физических и химических свойств исследуемого вещества.

		следуемого веще- ства.	следуемого щества.	ве-	
--	--	---------------------------	-----------------------	-----	--

### 7.3. Типовые контрольные задания

#### Примерная тематика курсовых работ

1. Методы маскирования, концентрирования, разделения и последующего определения тяжёлых токсичных металлов.
2. Изучение воспроизводимости результатов определения Fe (II) в соли мора перманганатометрией и дихроматометрией.
3. Сопоставить воспроизводимость турбидиметрического и титриметрического методов определения хлоридов в водопроводной воде.
4. Изучение влияния рН на процесс комплексообразования Fe (III) с сульфосалициловой кислотой.
5. Методы определения железа в питьевой воде. Сравнительный анализ.
6. Особенности определения Са различными методами (титриметрия, гравиметрия, физико-химические методы).
7. Сравнительная оценка содержания каротина в моркови, тыкве и помидорах.
8. Анализ лекарственных препаратов на основе салициловой кислоты.
9. Аналитическая химия в криминалистике.
10. Применение химических методов анализа в анализе сточных и природных вод.
11. Сравнительная характеристика элеткрохимических методов анализа.
12. Нитраты под строгий контроль.
13. Определение железа в овощах и фруктах методом бумажной распределительной хроматографии.
14. Определение кадмия в сточных водах лакокрасочного завода с помощью ионселективного элеткрода.

#### Примерная тематика рефератов

1. История аналитической химии. Основные этапы развития методов аналитической химии.
2. Методы соосаждения на коллекторах.
3. Теория действия органических реагентов. Органические реагенты используемые для концентрирования, разделения и количественного определения.
4. Особенности анализа двухкомпонентных систем.
5. Органические реагенты, применение в аналитической химии для качественного и количественного определения магния и кобальта.
6. анализа двухкомпонентных систем.
7. История развития хроматографических методов, нобелевские лауреаты в области хроматографии.

#### Контрольные вопросы и задания для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации по методам обнаружения, разделения и концентрирования (модуль 1)

1. Общая характеристика методов разделения, их классификация, области применения.
2. Закон распределения. Константа и коэффициент распределения, их математическое выражение.
3. Метод осаждения. Разделение катионов на группы кислотно-основной классификацией.
4. Разделение анионов по растворимости солей  $Ba^{2+}$  и  $Ag^+$ .
5. Разделение анионов по окислительно-восстановительным свойствам.
6. Групповые реагенты:  $AgNO_3$ ,  $KCl$ ,  $H_2SO_4$ ,  $KMnO_4$ ,  $KI$ ,  $BaCl_2$ ,  $NaOH$ ,  $NH_4OH$ . Использование их для разделения катионов и анионов.



7. Как разделить обнаружить в смеси  $\text{Ba}^{2+}$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ ;  $\text{Ag}^+$ ,  $\text{Hg}_2^{2+}$ ;  $\text{Co}^{2+}$ ,  $\text{Fe}^{3+}$ ;  $\text{Al}^{3+}$ ,  $\text{Fe}^{3+}$ ;  $\text{Fe}^{2+}$ ,  $\text{Ni}^{2+}$ ;  $\text{Br}^-$ ,  $\text{Cl}^-$ .
8. Экстракция. Характеристика ее как метода разделения и концентрирования. Преимущества и недостатки.
9. Количественные характеристики процесса экстракции. Степень извлечения, коэффициент разделения. Связь между степенью извлечения и коэффициентом распределения.
10. Примеры экстрагируемых систем. Экстракционное обнаружение  $\text{Fe}^{3+}$ ,  $\text{Ni}^{2+}$ ,  $\text{Mn}^{2+}$ ,  $\text{Sb(V)}$ .
11. Сорбционные процессы в аналитической химии. Характеристика сорбентов.
12. Хроматографические методы разделения и концентрирования. Классификация их в соответствии с процессами, лежащими в основе.
13. Основы бумажной распределительной хроматографии. От каких факторов зависит скорость перемещения ионов в бумажной хроматографии?
14. Роль носителя в методах разделения. Способы проявления хроматограмм.
15. Основы ионообменной хроматографии. Характеристика ионитов. Что значит перевести ионит в Н-форму?
16. Параметры, определяющие эффективность хроматографической колонки.
17. Что такое катионит? Описать схему работы колонки, заполненной катионитом, и ее регенерация.
18. Что такое анионит? Описать схему работы колонки, заполненной анионитом, и ее регенерация.
19. Характеристика  $\text{Al}_2\text{O}_3$  как сорбента в катионитной и анионитной формах.
20. Виды концентрирования. Приемы концентрирования в распределительной и ионообменной хроматографии. Сущность тонкослойной и осадочной хроматографии.
21. Распределение фенола (в моль/л) между водой и бензолом характеризуется следующими величинами:

$C_{\text{водн.}}$	0,032	0,33
$C_{\text{бенз}}$	0,077	0,25

Вычислить константу распределения фенола между водой и бензолом.

22. Рассчитать коэффициент распределения (D), если от общего количества вещества в воде, равной 0,08 мг, в фазу органического растворителя извлечено 0,006 мг.
23. Рассчитать степень извлечения комплекса бензолом из водного раствора, если исходная концентрация комплекса 0,025 моль/л, а содержание в воде после извлечения снизилось до 0,002 моль/л.
24. Рассчитать степень абсолютного концентрирования вещества при извлечении его из 500 мл водной фазы в 50 мл органической.
25. Рассчитать степень концентрирования  $\text{FeCl}_3$ , если из 100 мл 6 М раствора  $\text{HCl}$  извлекли 10 мл диэтилового эфира.
26. На каком расстоянии от стартовой линии будет зона  $\text{Ni}^{2+}$ , если  $R_{f\text{Ni}^{2+}} = 0,13$ , а  $l_f = 15$  см. Как можно доказать наличие  $\text{Ni}^{2+}$ ?
27. Рассчитать коэффициент разделения  $\text{Cu}^{2+}$  и  $\text{Fe}^{3+}$ , если коэффициенты их разделения в бутаноле равны 0,96 и 0,22 соответственно, а в ацетоне 0,78 и 0,91. В каком случае они полностью разделяются?
28. Рассчитать кратность концентрирования марганца, если через катионитную колонку пропущен 1 л морской воды, а объем элюента (2 М  $\text{HNO}_3$ ) для вымывания – 50 мл.
29. Сколько граммов кальция поглощено 5 г катионита при пропускании через колонку исследуемого раствора, если емкость колонки равна 0,22 мг-экв/г?
30. Сколько граммов никеля останется в растворе, если через колонку, заполненную 10 г катионита, пропустили 100 мл 0,025 М раствора соли никеля? Полная динамическая емкость катионита равна 1,4 мг-экв/г.

**Контрольные вопросы и задания для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации по равновесиям реакций: протолитические, окисление-восстановление, комплексообразование, осаждение (модуль 2);**

1. Какие соединения являются в водном растворе кислотами, а какие основаниями с точки зрения протолитической теории Бренстеда-Лоури:  
 $\text{HClO}_4$ ,  $\text{NH}_3$ ,  $\text{CO}_3^{2-}$ ,  $\text{HS}^-$ ,  $\text{H}_2\text{CO}_3$ ,  $\text{NH}_4^+$ ,  $\text{S}^{2-}$ ,  $\text{HCOO}^-$ ,  $\text{CH}_3\text{COOH}$ ,  $\text{H}_2\text{PO}_4^-$ ?
2. Что такое амфолит? Укажите, какие из приведенных соединений являются амфолитами:  
 $\text{NH}_4^+$ ,  $\text{HCO}_3^-$ ,  $\text{HF}_2^-$ ,  $\text{H}_2\text{PO}_4^-$ ,  $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$ .
3. Как классифицируют растворители по своей способности принимать или отдавать электроны?
4. Какая реакция называется реакцией автопротолиза?
5. Напишите уравнения реакций автопротолиза безводной азотной, уксусной кислот, этанола, жидкого аммиака, этилендиамина.
6. Что такое нивелирующий и дифференцирующий эффекты растворителя? Какой эффект наблюдается в протопфильных растворителях?
7. Почему в апротонных растворителях нивелирующий эффект отсутствует?
8. Что собой представляют буферные растворы, механизм их действия?
9. Дайте определение буферной емкости; факторы, влияющие на буферную емкость.
10. В каком интервале рН наблюдается действие буферного раствора?
11. Расчет рН буферных систем. Уравнение Гендерсона-Хассельбаха.
12. Какие растворы называют идеальными? В каких условиях реальные растворы можно считать идеальными?
13. Назовите основные причины отклонения реальных растворов от идеальных.
14. Что такое активность? Как связаны активность ионов и их равновесная концентрация?
15. Что такое коэффициент активности? Что характеризует коэффициент активности?
16. Какова природа ионной силы раствора и его связь с коэффициентом активности.
17. Какова связь между общей (аналитической) и равновесной концентрациями? Что собой представляет коэффициент побочной (конкурирующей) реакции ( $\alpha$ )?
18. Напишите выражения термодинамической, реальной и условной констант равновесия. Какие факторы влияют на их величины?
19. Как связаны между собой термодинамическая, реальная и условная константы равновесия?
20. Составьте уравнения материального баланса по атомам никеля и аммиаку в водном растворе, содержащем частицы  $\text{Ni}^{2+}$ ,  $[\text{Ni}(\text{NH}_3)_2]^{2+}$ ,  $[\text{Ni}(\text{NH}_3)_3]^{2+}$ ,  $[\text{Ni}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$ ,  $[\text{Ni}(\text{NH}_3)_5]^{2+}$ ,  $[\text{Ni}(\text{NH}_3)_6]^{2+}$ ,  $\text{NiOH}^+$ ,  $\text{NH}_4^+$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{OH}^-$ .
21. Комплексные соединения, их характеристика, основные признаки комплексных соединений.
22. Что такое комплексообразователь, лиганд, их основные характеристики?
23. Чем определяются максимальное и характеристическое координационные числа? Привести примеры.
24. Чем объясняется дентатность лиганда? Ответ поясните примерами.
25. Классификация комплексных соединений по различным признакам: а) по составу; б) по зарядности; в) устойчивости; г) характеру химического взаимодействия.
26. Приведите примеры однородно- и смешанолигандных комплексных соединений. Что такое полиядерные комплексные соединения? Примеры.
27. Назовите факторы, влияющие на устойчивость комплексных соединений. Ответ поясните примерами.
28. Какие комплексы относятся к лабильным, какие к инертным? Приведите примеры.
29. Чем отличаются ступенчатые и общие константы устойчивости комплексных соединений? Ответ поясните примерами.
30. Напишите выражения для  $K_4$  и  $\beta_3$  и соответствующие уравнения равновесия при образовании комплекса  $[\text{Fe}(\text{SCN})_6]^{3-}$ .

31. Назовите факторы, влияющие на устойчивость комплексных соединений. Ответ поясните примерами.
32. Какие соединения называются внутрикомплексными? Приведите примеры.
33. Что такое хелат? В чем проявляется хелатный эффект? Примеры.
34. Назовите основные факторы, определяющие реакционную способность органических реагентов. Приведите примеры.
35. Какой из геометрических изомеров диметилглиоксима используют в качестве реагента для определения никеля?
36. Какие группы металлов преимущественно взаимодействуют с кислород-, азот- и серосодержащими органическими реагентами? Приведите примеры.
37. Какие свойства комплексных соединений имеют наибольшее значение для обнаружения и разделения ионов?
38. Приведите примеры практического использования реакций комплексообразования для обнаружения и разделения катионов.
39. Приведите примеры практического использования реакций комплексообразования для маскирования мешающих ионов при определении никеля, кобальта, меди и т.д.
40. Важнейшие органические реагенты, применяемые в анализе для обнаружения, разделения, определения ионов металлов.

**Контрольные вопросы и задания для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации по методам кислотно-основного титрования (модуль 3)**

1. В каких единицах выражают концентрации растворов?
2. Что такое химический эквивалент вещества, эквивалентная масса?
3. Перечислите основные требования, предъявляемые к реакциям в титриметрии?
4. Приведите классификацию методов титриметрии по типу химической реакции и по способу титрования?
5. Дайте определение первичного и вторичного стандарта. Требования, предъявляемые к первичным стандартам. Что такое фиксаж?
6. В чем сущность метода пипетирования и метода отдельных навесок?
7. Что такое титр по определяемому веществу?
8. Что такое кривая титрования, и в каких координатах она строится?
9. Точка эквивалентности (ТЭ) и конечная точка титрования (КТТ), разница между ними.
10. Какие факторы влияют на вид кривой титрования?
11. Основные способы объемных определений: прямое, по остатку (обратное), по замещению. Примеры, расчеты.
12. Приведите примеры первичных и вторичных стандартных растворов, используемых в кислотно-основном титровании. Напишите уравнения реакций, укажите факторы эквивалентности.
13. Почему тетраборат натрия считают универсальным стандартным веществом для кислотно-основного титрования? Напишите уравнения реакций и укажите факторы эквивалентности в каждом случае.
14. Почему раствор NaOH не должен содержать карбонат-ион? Перечислите способы приготовления раствора NaOH, не содержащего карбонат-иона.
15. Как используют дифференцирующий эффект растворителя при титровании смеси кислот или оснований?
16. В каких координатах строят кривые титрования в методе кислотно-основного титрования?
17. Каковы предельные значения констант кислотности или основности, а также концентраций кислот или оснований, при которых наблюдается скачок титрования?
18. При каком условии возможно раздельное титрование смеси кислот (или многоосновных кислот) по ступеням? Можно ли оттитровать по ступеням щавелевую, серную, винную, угольную, сернистую, этилендиаминтетрауксусную кислоты?

19. Приведите примеры использования разных способов титрования (прямого, обратного, косвенного) в кислотно-основном титровании.
20. Можно ли и каким способом оттитровать борную кислоту раствором сильного основания в водной среде?
21. Можно ли и каким способом оттитровать борную кислоту раствором сильного основания в этиленгликоле?
22. Можно ли и каким способом оттитровать ион аммония раствором сильного основания в водной среде?
23. Можно ли и каким способом оттитровать ион аммония раствором сильного основания в этаноле?
24. Можно ли и каким способом оттитровать глицин,  $\text{H}_2\text{NCH}_2\text{COOH}$  и другие аминокислоты раствором хлорной кислоты в ледяной уксусной кислоте?

**Контрольные вопросы и задания для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации по методам окислительно-восстановительного и комплексонометрического титрования (модуль 4)**

1. Можно ли определить содержание  $\text{HCl}$  и  $\text{H}_3\text{BO}_3$  в смеси титрованием раствором сильного основания в водной среде? Что произойдет, если к раствору, содержащему  $\text{H}_3\text{BO}_3$ , добавить глицерин или маннит?
2. Сущность методов окислительно-восстановительного титрования. Уравнение Нернста.
3. Какие факторы влияют на значение окислительно-восстановительного потенциала?
4. Как устанавливают возможность протекания окислительно-восстановительных реакций? Примеры.
5. Каковы способы фиксирования точки конца титрования.
6. В чем принцип действия окислительно-восстановительных индикаторов? С чем связано изменение окраски?
7. Сущность теории действия индикаторов.
8. Индикаторные ошибки и их вычисления.
9. Задачи, расчеты в окислительно-восстановительных методах.
10. На чем основан метод иодометрии и какие растворы применяются в этом методе для установки титра иода?
11. Как готовят и хранят растворы иода и тиосульфата? Что происходит с раствором тиосульфата натрия при стоянии?
12. Какова роль карбоната натрия, прибавляемого в раствор тиосульфата натрия?
13. Какие реакции лежат в основе при определении точной концентрации тиосульфата по дихромату калия? Почему иодид калия берется при этом в избытке?
14. Как определяют медь иодометрически? Дать схему определения. Почему реакция протекает между  $\text{Cu}^{2+}$  и  $\text{KI}$ ?
15. Приведите примеры веществ, определяемых методом иодометрии.
16. На каком принципе основаны методы окислительно-восстановительного титрования?
17. Какие факторы влияют на величину скачка на кривой окислительно-восстановительного титрования?
18. Назовите способы фиксирования КТТ в окислительно-восстановительных методах.
19. Почему при определении  $\text{Fe}(\text{II})$  методами окислительно-восстановительного титрования в анализируемый раствор вводят восстановители (и какие)?
20. Назовите первичные стандартные вещества в перманганатометрии, укажите их факторы эквивалентности и напишите соответствующие полуреакции.
21. Назовите причину неустойчивости раствора перманганата калия и напишите уравнение соответствующей реакции.
22. Какие приемы используют для стабилизации раствора перманганата калия?

23. Укажите и поясните условия, которые необходимо соблюдать при титровании оксалата натрия раствором перманганата калия?
24. Назовите окислители и восстановители, используемые для предварительного окисления и восстановления определяемых веществ.
25. Назовите компоненты «защитной смеси» Рейнгарда-Циммермана и объясните действие каждого из них при перманганатометрическом определении Fe (II) в присутствии хлорид-ионов.
26. Почему бихроматометрическое определение железа (II) целесообразно проводить в присутствии фосфорной кислоты?
27. Сущность методов комплексометрии и комплексонометрии.
28. Какие вещества используются в комплексонометрии в качестве титрантов и как устанавливают титр ЭДТА?
29. Равновесия в водных растворах ЭДТА, состав и устойчивость комплексонов металлов.
30. Может ли быть использован дигидрат ЭДТА ( $\text{Na}_2\text{H}_2\text{Y} \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ) в качестве первичного стандарта и в каких случаях?
31. Индикаторы, используемые в комплексонометрии (металлоиндикаторы и металлохромные индикаторы). Требования, предъявляемые к индикаторам. Примеры индикаторов.
32. Приемы, используемые для повышения селективности комплексонометрических определений металлов: изменение кислотности среды, приемы маскирования, восстановления мешающих веществ. Примеры.
33. Какие приемы (виды) титрования используют в комплексонометрии?
34. В чем сущность методов осадительного титрования? Примеры.
35. Требования, предъявляемые к реакциям в методе осадительного титрования. Индикаторы метода.
36. Каковы недостатки методов осадительного титрования?
37. Аргентометрия. Сущность метода. Титрант, его приготовление, стандартизация.
38. Разновидности аргентометрии (методы Гей-Люссака, Мора, Фаянса, Фольгарда).

#### 4 семестр

#### Контрольные вопросы и задания для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации по гравиметрии (модуль 1)

1. Сущность гравиметрического анализа, преимущества и недостатки.
2. Прямые и косвенные методы определения.
3. Важнейшие органические и неорганические осадители, требования к ним.
4. Образование осадка (общая схема). Кристаллические и аморфные осадки, условия их образования.
5. Старение осадка.
6. Причины загрязнения осадка (совместное осаждение, соосаждение, последующее осаждение).
7. Классификация различных видов соосаждения (адсорбция, окклюзия, изоморфизм). Способы очистки.
8. Выбор осадителя и промывной жидкости.
9. Положительные и отрицательные значения соосаждения в анализе.
10. Требования к осаждаемой и гравиметрической формам. Гравиметрическая форма, способы получения.
11. Причины влияющие на результат анализа при неправильном высушивании и прокаливании.
12. Погрешности в гравиметрическом анализе.
13. Области применения гравиметрии (примеры).
14. Сущность метода «возникающих реагентов», его преимущества перед классическим методом осаждения.
15. Предложите гравиметрические методы определения составных частей следующих веществ:  $\text{BaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ;  $\text{MgCO}_3$ ;  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ ;  $\text{CaCl}_2$ ;  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ;  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ; глюкоза.

16. Какие соединения можно предложить в качестве осаждаемой и гравиметрической форм при определении: S, Al, P, Mg, Ca, Co, Cu, Fe, Sn, Pb, Ni,  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{C}_2\text{O}_4^{2-}$ ,  $\text{PO}_4^{2-}$ ?
17. Использование явлений соосаждения в количественном анализе (осаждение с коллектором).
18. Виды (формы) воды в веществах.
19. Термогравиметрический анализ.
20. Задачи на расчет навески, осадителя, гравиметрического фактора, потерь при промывании осаждаемой формы. Расчет результатов анализа и оценка их по точности.

**Контрольные вопросы и задания для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации по молекулярно спектроскопическим и люминесцентным методам (модуль 2).**

1. Спектр электромагнитного излучения. Основные его характеристики (длина волны, частота, интенсивность, волновое число, поток излучений).
2. Оптическая плотность (абсорбция), пропускательность. Их математические выражения
3. На чем основан метод молекулярной спектроскопии? С чем связано поглощение света?
4. В чем отличие фотокolorиметрии от спектрофотометрии?
5. На чем основан метод визуальной колориметрии? Каковы области его применения? Преимущества и недостатки метода.
6. В чем сущность закона Бугера-Ламберта? Его математическое и графическое выражение.
7. В чем сущность закона Бера?
8. Основной закон фотометрии, его математическое выражение.
9. Какова связь между концентрацией и толщиной поглощающего слоя?
10. Каков физический смысл молярного коэффициента поглощения? От чего зависит его величина?
11. На чем основан выбор кюветы?
12. Каковы основные причины отклонения от основного закона фотометрии?
13. Каковы основные методы количественного анализа?
14. От чего зависит выбор метода анализа?
15. В каких случаях используется дифференциальный метод анализа? Преимущества этого метода.
16. В чем сущность метода фотометрического титрования? Преимущества этого метода.
17. На чем основаны нефелометрические и турбидиметрические методы анализа? В чем их отличие?
18. В чем отличие коллоидных частиц от истинных?
19. Какие определения проводят с помощью нефелометрии и турбидиметрии?
20. Какие химические реакции используют в практике фотометрических методов наиболее часто?
21. Какие условия нужно соблюдать для повышения точности анализа при фотометрических определениях?
22. В каких единицах выражается концентрация определяемого вещества (в водах, почвах, воздухе, сплавах и т.д.)?
23. Каковы определяемые концентрации в фотометрии и могут ли они варьировать для одного и того же элемента?
24. Каковы предельные определяемые концентрации в фотометрии (нижний и верхний предел)?
25. Принципиальная схема фотоэлектрокolorиметра. Назначение основных узлов.
26. Знать все лабораторные методы, что и каким методом определяли.
27. Что такое люминесценция? Какие вещества обладают люминесцентным излучением? В чем отличие флуоресценции от фосфорисценции?
28. Количественный и качественный люминесцентный анализ.
29. Каковы преимущества и недостатки люминесцентного метода?
30. Каковы стадии механизма люминесценции?

31. Что за явление тушение люминесценции? Факторы, влияющие на тушение люминесценции.

**Контрольные вопросы и задания для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации по атомно-спектральным и хроматографическим методам (модуль 3).**

1. В чем сущность метода атомной абсорбции? Кто разработал метод?
2. Принципиальная схема атомного абсорбциометра.
3. Источники атомизации. Какие факторы влияют на степень атомизации?
4. Какие процессы протекают в пламени и в чем сущность термической диссоциации?
5. Какова природа помех, влияющих на сигнал абсорбции? Способы их устранения.
6. Какие вещества определяются методом атомной абсорбции?
7. Качественный эмиссионный спектральный анализ? На чем он основан?
8. Количественный эмиссионный спектральный анализ, полуколичественный анализ. Условия реализации анализа. Уравнение Ломакина.
9. Источники атомизации и возбуждения. На чем основан их выбор?
10. Метрологические характеристики и аналитические возможности методов.
11. Классификация хроматографических методов.
12. Сорбенты и их классификация. Примеры неподвижных фаз в ВЭЖХ.
13. Механизм сорбционного взаимодействия. Примеры.
14. Основные хроматографические параметры (время удерживания, разрешение, ВЭТТ, число тарелок –  $N$  и др.).
15. Принципиальная схема хроматографа. Требования, предъявляемые к колонкам. Как повысить эффективность колонок?
16. Детекторы. Принцип работы рефрактометрического и транспортно-ионизационного детекторов.
17. Принцип работы флуориметрического и кондуктометрического детекторов.
18. На хроматограмме получены пики при 10,60 мин (компонент А) и 11,08 мин (компонент В). Ширина пиков А и В 0,56 и 0,59 мин соответственно. Рассчитать ЧТТ колонки ВЭТТ. Укажите, что характеризуют эти величины.
19. При разделении углеводородов было установлено время удерживания  $n$ -гептана – 9,63 мин, а 2-метилгептана – 12,40 мин. Ширина их пиков 0,52 и 0,38 мин соответственно. Определить разрешающую способность колонки.
20. Во сколько раз увеличится селективность разделения вещества X, если увеличить длину колонки в четыре раза? Еще с помощью каких приемов улучшают этот параметр?
21. Изобразите форму пика хроматограммы и форму пятна плоскостной хроматограммы соответствующую линейной, выпуклой и вогнутой изотерме сорбции.
22. Высота колонки 20 см, время удерживания вещества X 5,0 мин, ширина пика 0,3 см. Определить высоту эквивалентную теоретической тарелке.
23. Рассчитать фактор разделения ( $\alpha$ ), если приведенные времена удерживания двух изомеров вещества X равны  $t_{R1}=6$  мин;  $t_{R2}=9$  мин.
24. Вычислить коэффициенты распределения ( $D$ ) и фактор разделения двух хроматографируемых веществ, если концентрации их в неподвижной фазе 40 и 48 мкг соответственно, а в подвижной фазе 50 мкг.

**Контрольные вопросы и задания для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации по электрохимическим методам (модуль 4).**

1. Дать определение электрохимическим методам анализа; их классификация, преимущества и недостатки.
2. Классификация электрохимических методов анализа.
3. Индикаторные электроды (водородный, стеклянный, хингидронный), требования к ним.

4. Электроды сравнения (хлоридсеребряный, каломельный), требования к ним.
5. На чем основан кулонометрический метод анализа?
6. Классификация методов кулонометрии (прямая кулонометрия, кулонометрическое титрование).
7. Сущность метода прямой кулонометрии.
8. В чем сущность метода кулонометрического титрования?
9. Каковы условия использования в анализе методов кулонометрии?
10. В чем преимущества и недостатки методов кулонометрии?
11. Сущность и разновидности электрогравиметрического анализа.
12. Какие требования предъявляются к электролитическим осадкам?
13. Какие факторы оказывают влияние на качество электроосадков?
14. Области применения кулонометрии и электрогравиметрии.
15. Какова основа потенциометрического анализа?
16. Классификация методов потенциометрии (прямая потенциометрия и потенциометрическое титрование).
17. В чем сущность методов прямой потенциометрии и потенциометрического титрования?
18. Что такое индикаторные электроды? Требования к индикаторным электродам.
19. Чем определяется выбор индикаторного электрода в методах потенциометрического титрования?
20. Электроды сравнения; их принципиальное отличие от индикаторных электродов. Примеры индикаторных электродов.
21. Интегральная и дифференциальная кривые потенциометрического титрования.
22. Ионметрия. Основа и сущность метода.
23. Ионселективные электроды, их классификация.
24. Каковы основные характеристики ионселективных электродов (электродная функция, крутизна электродной функции, коэффициент селективности, время отклика)?
25. Характеристика вольтамперной кривой.
26. Характеристика остаточного тока.
27. Емкостный ток, причина его возникновения, подавление емкостного тока.
28. Миграционный ток. Способы его устранения.
29. Характеристика диффузионного тока. Какие факторы влияют на его величину?
30. Классификация методов вольтамперометрии.
31. Основа и сущность метода классической полярографии.
32. Области применения, преимущества и недостатки классической полярографии.
33. Что такое полярографический фон, требования к нему?
34. Каково назначение полярографического фона?
35. Что лежит в основе качественного полярографического анализа?
36. Что такое потенциал полуволны, как его определяют?
37. Сущность качественного полярографического анализа.
38. На чем основан количественный полярографический анализ? Уравнение Гейровского.
39. Уравнение Ильковича. Характеристика параметров, входящих в это уравнение.
40. Методы количественного вольтамперометрического анализа.
41. Классификация индикаторных электродов в методах вольтамперометрии по конструкции и материалу изготовления.
42. Преимущества и недостатки ртутных индикаторных электродов.
43. Какова основа метода вольтамперометрии с быстрой линейной разверткой потенциала (осциллографическая полярография)?
44. Вид вольтамперограммы в методе осциллографической полярографии.
45. Уравнение Шевчика-Рэнделса.
46. Основа качественного осциллополярографического анализа.
47. Сущность инверсионной вольтамперометрии. Анодная и катодная инверсионная вольтамперометрия.



### 3 семестр

#### Тестовые задания: методы обнаружения, разделения и концентрирования (модуль 1)

1	<p>Определить характерный реагент для иона <math>K^+</math></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) <math>(NH_4)_2CO_3</math></li> <li>2) 8-оксихинолин</li> <li>3) <math>Na_3[Co(NO_2)_6]</math></li> <li>4) <math>Na_2HPO_4</math> (в присутствии аммиачного буфера)</li> </ol>
2	<p>По какому общему свойству большинство катионов р-элементов отнесено к IV аналитической группе по кислотно-щелочной системе?</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) по осаждению карбонатов</li> <li>2) их гидроксиды обладают амфотерными свойствами</li> <li>3) по способности образовывать аммиакаты</li> <li>4) по растворимости солей</li> </ol>
3	<p>Какими реагентами можно обнаружить <math>Fe^{2+}</math> и <math>Fe^{3+}</math> в смеси?</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) <math>K_4[(Fe(CN)_6)]</math> и <math>K_3[(Fe(CN)_6)]</math></li> <li>2) реактив Чугаева и <math>K_3[(Fe(CN)_6)]</math></li> <li>3) <math>NH_3 \cdot H_2O</math> и <math>NH_4SCN</math></li> <li>4) реактив Ильинского и <math>K_4[(Fe(CN)_6)]</math></li> </ol>
4	<p>Указать реагент для разделения катионов s-элементов на подгруппы</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) <math>Na_2CO_3</math> в присутствии аммиачного буферного раствора</li> <li>2) <math>BaCl_2</math></li> <li>3) <math>K_2Cr_2O_7</math></li> <li>4) <math>(NH_4)_2CO_3</math>, <math>70^\circ C</math>, аммиачный буферный раствор</li> </ol>
5	<p>Почему при обнаружении <math>Al^{3+}</math> с ализарином применяют «подстилку» из <math>K_4[(Fe(CN)_6)]</math>?</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) это вещество катализирует реакцию</li> <li>2) повышает чувствительность</li> <li>3) усиливает аналитический эффект</li> <li>4) устраняет мешающее влияние ряда сопутствующих ионов</li> </ol>
6	<p>Какие катионы могут быть обнаружены реакцией с <math>SCN^-</math>?</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) <math>Cd^{2+}</math> и <math>Zn^{2+}</math></li> <li>2) <math>Mn^{2+}</math> и <math>Cr^{3+}</math></li> <li>3) <math>Fe^{3+}</math> и <math>Cu^{2+}</math></li> <li>4) <math>Fe^{3+}</math> и <math>Co^{2+}</math></li> </ol>
7	<p>Действием какого из нижеприведенных реагентов можно осадить алюминий из щелочного раствора?</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) <math>NH_3 \cdot H_2O</math></li> <li>2) <math>CaCO_3</math></li> <li>3) алюминон</li> <li>4) <math>NH_4Cl</math></li> </ol>
8	<p>Какие катионы будут в растворе, если на раствор смеси катионов <math>Fe^{2+}</math>, <math>Mn^{2+}</math>, <math>Cr^{3+}</math>, <math>Co^{2+}</math>, <math>Zn^{2+}</math> подействовать избытком <math>NaOH</math>?</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) <math>Fe^{2+}</math>, <math>Zn^{2+}</math></li> <li>2) <math>Cr^{3+}</math>, <math>Co^{2+}</math></li> <li>3) <math>Cr^{3+}</math>, <math>Zn^{2+}</math></li> <li>4) <math>Mn^{2+}</math>, <math>Co^{2+}</math></li> </ol>
9	<p>Определить характерный реагент для иона <math>Va^{2+}</math>:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) <math>K_2CrO_4</math></li> <li>2) 8-оксихиналин</li> <li>3) <math>(NH_4)_2S</math></li> <li>4) <math>NH_3 \cdot H_2O</math> (свободный от карбоната аммония)</li> </ol>
10	<p>Какие катионы будут в осадке, если на раствор смеси катионов <math>Fe^{3+}</math>, <math>Mn^{2+}</math>, <math>Cr^{3+}</math>, <math>Co^{2+}</math>, <math>Zn^{2+}</math> подействовать избытком <math>NaOH</math>?</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) <math>Fe^{3+}</math>, <math>Zn^{2+}</math>, <math>Co^{2+}</math></li> <li>2) <math>Cr^{3+}</math>, <math>Mn^{2+}</math>, <math>Co^{2+}</math></li> <li>3) <math>Mn^{2+}</math>, <math>Cr^{3+}</math>, <math>Zn^{2+}</math></li> <li>4) <math>Fe^{3+}</math>, <math>Mn^{2+}</math>, <math>Co^{2+}</math></li> </ol>
11	<p>Определить характерный реагент для иона <math>Mg^{2+}</math></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) <math>NaHC_4H_4O_6</math></li> <li>2) <math>Na_2HPO_4</math> (в присутствии аммиачного буфера)</li> <li>3) <math>Na_3[Co(NO_2)_6]</math></li> <li>4) <math>H_2SO_4</math></li> </ol>

12	Какой из представленных реактивов можно считать наиболее чувствительным на алюминий? 1) $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 2) ализарин      3) $\text{NaOH}$ 4) 8-оксихинолин
13	Катионы каких d-элементов имеют окраску в водных растворах? 1) $\text{Fe}^{2+}$ , $\text{Mn}^{2+}$ , $\text{Co}^{2+}$ , $\text{Ag}^+$ , $\text{Hg}_2^{2+}$ , $\text{Zn}^{2+}$ , $\text{Ni}^{2+}$ 2) $\text{Fe}^{3+}$ , $\text{Co}^{2+}$ , $\text{Hg}^{2+}$ , $\text{Cr}^{3+}$ , $\text{Mo(VI)}$ , $\text{V(V)}$ , $\text{Cu}^{2+}$ 3) $\text{Mn}^{2+}$ , $\text{Co}^{2+}$ , $\text{Ag}^+$ , $\text{Cr}^{3+}$ , $\text{Ti(IV)}$ , $\text{Cu}^{2+}$ , $\text{Ni}^{2+}$ 4) $\text{Fe}^{2+}$ , $\text{Fe}^{3+}$ , $\text{Mn}^{2+}$ , $\text{Co}^{2+}$ , $\text{Ni}^{2+}$ , $\text{Cr}^{3+}$ , $\text{Cu}^{2+}$ .
14	Определить характерный реагент для иона $\text{NH}_4^+$ 1) уранилацетат      2) 8-оксихинолин 3) $\text{Na}_2\text{HPO}_4$ 4) реагент Несслера
15	Раствор $\text{AgNO}_3$ является характерным реагентом на ионы: 1) свинца      2) мышьяка      3) олова      4) сурьмы
16	Какие катионы могут быть обнаружены реакциями с диметилглиоксимом? 1) $\text{Cd}^{2+}$ , $\text{Cr}^{3+}$ и $\text{Zn}^{2+}$ 2) $\text{Fe}^{2+}$ , $\text{Pd}^{2+}$ и $\text{Ni}^{2+}$ 3) $\text{Fe}^{3+}$ , $\text{Mn}^{2+}$ и $\text{Cu}^{2+}$ 4) $\text{Co}^{2+}$ , $\text{Ag}^+$ и $\text{Hg}^{2+}$
17	Определить характерный реагент для иона $\text{Ca}^{2+}$ 1) $(\text{NH}_4)_2\text{C}_2\text{O}_4$ 2) $\text{KSCN}$ 3) $\text{K}_2\text{CrO}_4$ в $\text{CH}_3\text{COOH}$ 4) реагент Ильинского
18	По желтой окраске сульфида металла можно обнаружить ион 1) $\text{Pb}^{2+}$ 2) $\text{Zn}^{2+}$ 3) $\text{Cu}^{2+}$ 4) $\text{Cd}^{2+}$
19	В смеси $\text{Fe}^{3+}$ и $\text{Co}^{2+}$ реакцией с $\text{SCN}^-$ можно обнаружить, используя следующие маскирующие вещества 1) $\text{NaF}$ 2) $\text{H}_3\text{PO}_4$ 3) $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 4) все перечисленные
20	Групповой реагент для $\text{Co}^{2+}$ , $\text{Hg}^{2+}$ , $\text{Ni}^{2+}$ , $\text{Ag}^+$ , $\text{Cd}^{2+}$ , $\text{Cu}^{2+}$ – это 1) $\text{K}_4[(\text{Fe}(\text{CN})_6)]$ 2) $\text{NaOH}$ 3) $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 4) $\text{NH}_4\text{SCN}$
21	Определить специфический реагент для иона $\text{Na}^+$ 1) уранилацетат натрия      2) $\text{K}_4[(\text{Fe}(\text{CN})_6)]$ 3) реагент Несслера      4) реагент Чугаева
22	Почему бесцветные катионы p-элементов в отличие от s-элементов способны с некоторыми бесцветными анионами образовывать окрашенные соединения? 1) из-за большого заряда их ионов 2) из-за малой растворимости образующихся соединений 3) поляризуемости и поляризующей способности 4) из-за малого радиуса катионов
23	Какие d-элементы обладают амфотерными свойствами? 1) $\text{Zn}$ , $\text{Cr}$ 2) $\text{Fe}$ , $\text{Mn}$ 3) $\text{Mo}$ , $\text{V}$ 4) $\text{Ag}$ , $\text{Hg}$
24	Определить характерный реагент для иона $\text{Sr}^{2+}$ : 1) $(\text{NH}_4)_2\text{S}$ ;      2) $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ ;      3) $\text{CaSO}_4$ ;      4) $\text{K}_4[(\text{Fe}(\text{CN})_6)]$ .
25	Катионы каких d-элементов образуют аммиакаты? 1) $\text{Cu}^{2+}$ , $\text{Cd}^{2+}$ , $\text{Ag}^+$ , $\text{Hg}^{2+}$ , $\text{Ni}^{2+}$ 2) $\text{Mn}^{2+}$ , $\text{Fe}^{2+}$ , $\text{Co}^{2+}$ , $\text{Cr}^{3+}$ , $\text{Zn}^{2+}$ 3) $\text{Fe}^{3+}$ , $\text{Mo(VI)}$ , $\text{Hg}_2^{2+}$ , $\text{V(IV)}$ , $\text{Ti(IV)}$ 4) $\text{Mo(VI)}$ , $\text{V(IV)}$ , $\text{Ni}^{2+}$ , $\text{Cr}^{3+}$ , $\text{Ag}^+$
26	Какой из окислителей используют для обнаружения $\text{Mn}^{2+}$ в присутствии катионов всех аналитических групп? 1) $\text{NaBiO}_3$ 2) $\text{PbO}_2$ 3) $(\text{NH}_4)_2\text{S}_2\text{O}_8$ 4) все перечисленные
27	Какие катионы могут быть обнаружены реакциями с $\text{K}_4[(\text{Fe}(\text{CN})_6)]$ ? 1) $\text{Cd}^{2+}$ и $\text{Zn}^{2+}$ 2) $\text{Fe}^{3+}$ и $\text{Cr}^{3+}$ 3) $\text{Fe}^{3+}$ и $\text{Cu}^{2+}$ 4) $\text{Mn}^{2+}$ и $\text{Co}^{2+}$

28	Специфический органический реагент для обнаружения $\text{Co}^{2+}$ – это 1) диметилглиоксим 2) сульфосалициловая кислота 3) $\alpha$ -нитрозо- $\beta$ -нафтол 4) катион
29	Реактив для обнаружения $\text{Ba}^{2+}$ , $\text{Ca}^{2+}$ , $\text{Sr}^{2+}$ при совместном присутствии – это 1) $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$ 2) родизонат натрия 3) $\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4$ 4) $\text{H}_2\text{SO}_4$
30	Какие катионы могут быть обнаружены реакциями с KJ 1) $\text{Bi}^{3+}$ , $\text{Zn}^{2+}$ , $\text{Co}^{2+}$ , $\text{Ni}^{2+}$ 2) $\text{Al}^{3+}$ , $\text{Pb}^{2+}$ , $\text{Mn}^{2+}$ , $\text{Ba}^{2+}$ 3) $\text{Bi}^{3+}$ , $\text{Pb}^{2+}$ , $\text{Ag}^+$ , $\text{Hg}_2^{2+}$ 4) $\text{Cr}^{3+}$ , $\text{Cu}^{2+}$ , $\text{Ca}^{2+}$ , $\text{Zn}^{2+}$
31	Какие анионы не могут присутствовать в сильнокислом растворе 1) $\text{SO}_4^{2-}$ , $\text{S}^{2-}$ , $\text{Cl}^-$ , $\text{CrO}_4^{2-}$ 2) $\text{Br}^-$ , $\text{SO}_3^{2-}$ , $\text{NO}_3^-$ , $\text{NO}_2^-$ 3) $\text{CO}_3^{2-}$ , $\text{SO}_3^{2-}$ , $\text{NO}_2^-$ , $\text{S}^{2-}$ 4) $\text{CH}_3\text{COO}^-$ , $\text{ClO}_4^-$ , $\text{I}^-$ , $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$
32	Групповой реагент для анионов $\text{Cl}^-$ , $\text{Br}^-$ , $\text{I}^-$ , $\text{S}^{2-}$ – это 1) $\text{BaCl}_2$ 2) $\text{AgNO}_3$ 3) $\text{KI}$ 4) $\text{H}_2\text{SO}_4$
33	Какие анионы могут быть обнаружены реакциями с $\text{KMnO}_4$ в кислой среде? 1) $\text{SO}_4^{2-}$ , $\text{S}^{2-}$ , $\text{PO}_4^{3-}$ , $\text{NO}_3^-$ 2) $\text{S}^{2-}$ , $\text{I}^-$ , $\text{C}_2\text{O}_4^{2-}$ , $\text{SO}_3^{2-}$ 3) $\text{NO}_3^-$ , $\text{CrO}_4^{2-}$ , $\text{NO}_2^-$ , $\text{CO}_3^{2-}$ 4) $\text{CH}_3\text{COO}^-$ , $\text{VO}_2^-$ , $\text{NO}_3^-$ , $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$
34	Какие анионы могут быть обнаружены реакциями с $\text{KI}$ ? 1) $\text{NO}_3^-$ , $\text{CO}_3^{2-}$ , $\text{SO}_3^{2-}$ , $\text{SiO}_3^{2-}$ 2) $\text{NO}_2^-$ , $\text{NO}_3^-$ , $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ , $\text{MnO}_4^-$ 3) $\text{C}_2\text{O}_4^{2-}$ , $\text{Cl}^-$ , $\text{NO}_3^-$ , $\text{CH}_3\text{COO}^-$ 4) $\text{CrO}_4^{2-}$ , $\text{SO}_4^{2-}$ , $\text{Br}^-$ , $\text{I}^-$
35	Специфический реагент для обнаружения $\text{NO}_3^-$ – это 1) $\text{H}_2\text{SO}_4$ 2) $\text{KI}$ 3) дифениламин 4) $\text{KMnO}_4$
36	Реагент для обнаружения $\text{I}^-$ , $\text{Br}^-$ при совместном присутствии – это 1) $\text{AgNO}_3$ 2) $\text{Cl}_2$ (хлорная вода) 3) $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ 4) $\text{Hg}(\text{NO}_3)_2$
37	Магнезиальная смесь – это характерный реагент на анион 1) $\text{SiO}_3^{2-}$ 2) $\text{CO}_3^{2-}$ 3) $\text{PO}_4^{3-}$ 4) $\text{SO}_4^{2-}$
38	Каким анионом можно осадить группу ионов $\text{Ag}^+$ , $\text{Fe}^{3+}$ , $\text{Co}^{2+}$ , $\text{Cu}^{2+}$ ? 1) $\text{SCN}^-$ 2) $\text{I}^-$ 3) $\text{CrO}_4^{2-}$ 4) $\text{Cl}^-$
39	Какие анионы образуют газы при действии на раствор их солей соляной кислотой? 1) $\text{SO}_4^{2-}$ , $\text{I}^-$ , $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$ , $\text{CrO}_4^{2-}$ 2) $\text{MnO}_4^-$ , $\text{Cl}^-$ , $\text{SO}_3^{2-}$ , $\text{NO}_3^-$ 3) $\text{C}_2\text{O}_4^{2-}$ , $\text{CO}_3^{2-}$ , $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$ , $\text{SO}_3^{2-}$ 4) $\text{PO}_4^{3-}$ , $\text{Br}^-$ , $\text{SiO}_3^{2-}$ , $\text{S}^{2-}$
40	Осаждение анионов I аналитической группы раствором $\text{BaCl}_2$ нужно проводить при кислотности среды 1) $\text{pH} < 7$ 2) $\text{pH} > 9$ 3) $\text{pH} = 7 \div 9$ 4) при любой кислотности
41	Хлориды и бромиды в смеси можно открыть действием $\text{AgNO}_3$ в присутствии 1) $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$ 2) $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 3) $\text{HNO}_3$ 4) $\text{KI}$
42	Обнаружению $\text{SO}_3^{2-}$ реакцией с $\text{HCl}$ мешают 1) $\text{PO}_4^{3-}$ и $\text{S}^{2-}$ 2) $\text{SO}_4^{2-}$ и $\text{S}^{2-}$ 3) $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$ и $\text{S}^{2-}$ 4) $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$ и $\text{NO}_3^-$
43	Характерная реакция на $\text{V}_4\text{O}_7^{2-}$ ( $\text{VO}_2^-$ ) – это

	<p>1) <math>\text{BaCl}_2 + 2\text{HBO}_2 \rightarrow \text{Ba}(\text{BO}_2)_2\downarrow + 2\text{HCl}</math></p> <p>2) окрашивание пламени солями бора в зеленый цвет</p> <p>3) <math>\text{CaCl}_2 + 2\text{HBO}_2 \rightarrow \text{Ca}(\text{BO}_2)_2\downarrow + 2\text{HCl}</math></p> <p>4) <math>\text{NaOH} + \text{HBO}_2 \rightarrow \text{NaBO}_2 + \text{H}_2\text{O}</math></p>
44	<p>Каким анионом можно осадить группу ионов: <math>\text{Ba}^{2+}</math>, <math>\text{Ag}^+</math>, <math>\text{Pb}^{2+}</math>, <math>\text{Bi}^{3+}</math>?</p> <p>1) <math>\text{Cl}^-</math>                      2) <math>\text{S}^{2-}</math>                      3) <math>\text{I}^-</math>                      4) <math>\text{CrO}_4^{2-}</math></p>
45	<p>Реактив для обнаружения анионов <math>\text{PO}_4^{3-}</math>, <math>\text{SO}_3^{2-}</math>, <math>\text{SiO}_3^{2-}</math> в смеси</p> <p>1) <math>\text{AgNO}_3</math>                      2) <math>\text{NH}_3\cdot\text{H}_2\text{O}</math>                      3) <math>\text{HCl}</math>                      4) <math>\text{BaCl}_2</math></p>
46	<p>Каким методом предпочтительней провести анализ анионов?</p> <p>1) систематический                      2) дробный</p> <p>3) дробно-систематический                      4) все перечисленные</p>
47	<p>Специфический реактив для обнаружения <math>\text{S}^{2-}</math> в присутствии серосодержащих анионов</p> <p>1) <math>\text{HCl}</math>                      2) <math>\text{AgNO}_3</math>                      3) <math>\text{CdCO}_3</math>                      4) <math>\text{KI}</math></p>
48	<p>По черной окраске осадка аниона с <math>\text{AgNO}_3</math> можно определить</p> <p>1) <math>\text{S}_2\text{O}_3^{2-}</math>                      2) <math>\text{SO}_4^{2-}</math>                      3) <math>\text{SO}_3^{2-}</math>                      4) <math>\text{S}_2\text{O}_8^{2-}</math></p>
49	<p>Для какой группы анионов отсутствует групповой реактив</p> <p>1) <math>\text{SCN}^-</math>, <math>\text{I}^-</math>, <math>\text{S}^{2-}</math>                      2) <math>\text{SO}_4^{2-}</math>, <math>\text{CO}_3^{2-}</math>, <math>\text{PO}_4^{3-}</math></p> <p>3) <math>\text{SO}_4^{2-}</math>, <math>\text{S}_2\text{O}_3^{2-}</math>, <math>\text{SiO}_3^{2-}</math>                      4) <math>\text{NO}_3^-</math>, <math>\text{NO}_2^-</math>, <math>\text{CH}_3\text{COO}^-</math></p>
50	<p>Специфический реактив для обнаружения ацетат-ионов – это</p> <p>1) <math>\text{BaCl}_2</math>                      2) <math>\text{FeCl}_3</math>                      3) <math>\text{H}_2\text{SO}_4</math>                      4) <math>\text{NH}_3\cdot\text{H}_2\text{O}</math></p>
51	<p>Механизм разделения веществ в экстракционном методе – это</p> <p>1) адсорбция на поверхности неподвижной фазы</p> <p>2) распределение веществ между двумя несмешивающимися фазами</p> <p>3) обратимый обмен ионов между веществом и неподвижной (подвижной) фазой</p> <p>4) химическое взаимодействие вещества с подвижной фазой</p>
52	<p>Указать параметр, характеризующий хроматографическую колонку</p> <p>1) химический состав сорбента</p> <p>2) природа неподвижной фазы</p> <p>3) высота колонки</p> <p>4) материал колонки</p>
53	<p>Указать неподвижную фазу в распределительной бумажной хроматографии</p> <p>1) твердый сорбент</p> <p>2) вода, закрепленная в порах хроматографической бумаги</p> <p>3) компоненты смеси</p> <p>4) органический растворитель</p>
54	<p>Какая из формул применима для расчета коэффициента распределения (D)?</p> <p>1) <math>D = \frac{C_o}{C_{\text{общ}}}</math>                      2) <math>D = \frac{C_o}{C_s} \cdot 100\%</math></p> <p>3) <math>D = \frac{C_o}{C_{\text{общ}} - C_o}</math>                      4) <math>D = \frac{C_{\text{общ}}}{C_o} \cdot 100\%</math></p>
55	<p>Какое из приведенных соотношений является верным для коэффициента разделения (<math>K_{A/B}</math>)?</p> <p>1) <math>\frac{D_A}{D_B}</math>                      2) <math>\frac{D_B}{D_A}</math>                      3) <math>\frac{q_k}{q_{\text{пр}}}</math>                      4) <math>\frac{C_A}{C_B}</math></p>
56	<p>По какой из формул можно вычислить коэффициент концентрирования (S)?</p> <p>1) <math>\frac{q_k \cdot Q_{\text{пр}}}{Q_k \cdot q_{\text{пр}}}</math>                      2) <math>\frac{q_{\text{пр}}}{q_k}</math>                      3) <math>R \cdot \frac{Q_k}{Q_{\text{пр}}}</math>                      4) <math>\frac{D_1}{D_2}</math></p>
57	<p>Наиболее полное разделение компонентов смеси достигается, если</p> <p>1) <math>S \geq 10^4</math>                      2) <math>S = 1</math>                      3) <math>S &gt; 1</math>                      4) <math>S &lt; 1</math></p>

58	<p>Какой из перечисленных методов относится к электрохимическим методам концентрирования?</p> <p>1) сорбция                                  2) соосаждение          3) электрофорез                          4) испарение</p>
59	<p>Какая реакция протекает на катионите (R<sub>Kt</sub>)?</p> <p>1) R<sub>An</sub> + NaCl ↔ RCl + Na<sub>An</sub>          2) R<sub>Kt</sub> + NaCl ↔ RNa + KtCl          3) R<sub>AnH</sub> + NaCl ↔ R<sub>AnNa</sub> + HCl          4) ROH + NaCl ↔ RCl + NaOH</p>
60	<p>Какая реакция протекает на анионите (R<sub>An</sub>)?</p> <p>1) R<sub>An</sub> + NaCl ↔ RCl + Na<sub>An</sub>          2) R<sub>Kt</sub> + NaCl ↔ RNa + KtCl          3) R<sub>AnH</sub> + NaCl ↔ R<sub>AnNa</sub> + HCl          4) R<sub>AnH</sub> + NaCl ↔ R<sub>HCl</sub> + Na<sub>An</sub></p>
61	<p>Необходимость концентрирования обусловлена следующими факторами</p> <p>1) концентрация определяемого компонента ниже предела обнаружения метода          2) проба содержит компоненты, мешающие определению          3) отсутствуют стандартные образцы для градуировки приборов          4) все перечисленные</p>
62	<p>Необходимость разделения обусловлена следующими факторами</p> <p>1) концентрация определяемого компонента ниже предела обнаружения метода          2) проба содержит компоненты, мешающие определению          3) отсутствуют стандартные образцы для градуировки приборов          4) все перечисленные</p>
63	<p>Степень извлечения (R%) связана с коэффициентом распределения (D) по формуле</p> <p>1) <math>R = \frac{D}{D + \frac{V_e}{V_o}} \cdot 100\%</math>                                  2) <math>R = \frac{D+1}{D} \cdot 100\%</math>          3) <math>R = \frac{D+V_o}{D+V_e} \cdot 100\%</math>                                  4) <math>R = \frac{V_e+V_o}{D+1} \cdot 100\%</math></p>
64	<p>Факторы, влияющие на величину R<sub>f</sub> в бумажной хроматографии</p> <p>1) природа подвижной фазы          2) температура и время хроматографии          3) тип бумаги          4) все перечисленные</p>
65	<p>Какой фактор не влияет на величину R<sub>f</sub>?</p> <p>1) природа носителя                  2) состав подвижной фазы          3) температура                          4) концентрация определяемого катиона</p>
66	<p>Что характеризует величина R<sub>f</sub> в хроматографии?</p> <p>1) концентрацию определяемых соединений          2) относительную скорость передвижения иона в данной системе          3) относительное содержание (%) компонентов разделяемой смеси соединений          4) знак и величину разделяемых соединений</p>
67	<p>Ионообменник преимущественно сорбирует ион, имеющий</p> <p>1) наименьший заряд          2) наименьшую концентрацию          3) наибольший заряд          4) наименьший радиус</p>
68	<p>Свойства ионообменника зависят от следующих факторов</p> <p>1) природы ионогенных групп</p>

	2) числа активных групп 3) степени сшивания (ДВБ, %) 4) все перечисленные
69	Какой групповой реактив используют для разделения смеси ионов V и VI групп по кислотно-основной классификации? 1) H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> 2) HCl                      3) NH <sub>3</sub> ·H <sub>2</sub> O                      4) NaOH
70	Процесс соосаждения – это 1) распределение микрокомпонента между раствором и осадком 2) образование микрокомпонентом твердой фазы 3) распределение макрокомпонента между раствором и осадком 4) образование макрокомпонентом твердой фазы

**Тестовые задания: равновесия в реакциях кислотно-основных, окислительно-восстановительных, осаждения, комплексообразования (модуль 2)**

<b>Кислотно-основное равновесие</b>	
1	Чему равен pH 0,001 М раствора NH <sub>3</sub> ·H <sub>2</sub> O? 1) 8                      2) 12                      3) 11                      4) 14
2	Каково значение буферных растворов в анализе? 1) ускорение аналитической реакции 2) поддержание постоянного значения pH среды 3) усиление аналитического сигнала 4) повышение избирательности
3	На величину коэффициента активности иона в наибольшей степени влияет 1) давление 2) ионная сила 3) заряд иона 4) диэлектрическая проницаемость растворителя
4	Правильным выражением коэффициента активности (f) частицы А является 1) [A]/C <sub>A</sub> 2) a <sub>A</sub> /C <sub>A</sub> 3) C <sub>A</sub> /[A]                      4) a <sub>A</sub> /[A]
5	Связь между ионной силой и коэффициентом активности для сильных электролитов выражается 1) $\lg f = -0,5Z^2 \sqrt{\mu}$ 2) $-\lg f = 0,5Z^2 \frac{\sqrt{\mu}}{\sqrt{\mu+1}}$ 3) $\lg f = 0,5Z\sqrt{\mu}$ 4) $-\lg f = 0,5Z^2 \sqrt{\mu+1}$
6	Буферная емкость раствора, содержащего равные количества уксусной кислоты и ацетата натрия, будет максимальной при следующем интервале значений pH 1) 3,8 – 5,8    2) 2,0 – 5,0    3) 1,5 – 7,0    4) 5,0 – 7,0
7	В воде растворены NH <sub>3</sub> , CH <sub>3</sub> NH <sub>2</sub> , (C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> ) <sub>2</sub> NH и NaHCO <sub>3</sub> . Самым сильным акцептором протонов является 1) NH <sub>3</sub> 2) CH <sub>3</sub> NH <sub>2</sub> 3) (C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> ) <sub>2</sub> NH                      4) HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>
8	Поведение электролита больше всего отличается от идеального в следующем растворителе 1) ацетон                      2) вода 3) этанол                      4) уксусная кислота
9	Сила слабых оснований в муравьиной кислоте изменится следующим образом 1) уменьшится                      2) увеличится                      3) не изменится
10	Формула расчета [H <sup>+</sup> ] буферных растворов – это 1) $[H^+] = \sqrt{K_{H_2A}^a \cdot K_{HA}^a}$ 2) $[H^+] = \sqrt{K_{HA}^a \cdot C_{HA}}$

	3) $[H^+] = K_{HA}^a \cdot \frac{C_{HA}}{C_{A^-}}$	4) $[H^+] = \frac{K_W}{\sqrt{K_B^b \cdot C_B}}$	
11	Какое из ниже приведенных уравнений выражает ионное произведение воды? 1) $K = \frac{[H^+][OH^-]}{[H_2O]}$	2) $K[H_2O] = [H^+][OH^-]$ 3) $pH + pOH = pK_{H_2O}$	4) $K = [H^+][OH^-]$
12	Каков смысл определения открываемый минимум? 1) концентрация реагента, обеспечивающая аналитический эффект 2) минимальный объем раствора, содержащий открываемый компонент и дающий аналитический эффект 3) минимальная концентрация определяемого компонента, с которой данный реагент дает аналитический эффект в 50% случаев 4) наименьшее количество вещества, которое может быть обнаружено посредством данной реакции		
13	Чему равен pH 0,001 М раствора хлороводородной кислоты? 1) 2,5      2) 3,0      3) 1,8      4) 0,5		
14	Фактором, учитывающим коэффициент активности иона, если его значение меньше единицы, является 1) электростатическое ионное взаимодействие 2) изменение активности воды 3) изменение диэлектрической проницаемости среды 4) взаимодействие иона с водой		
15	Ионная сила раствора $MgSO_4$ с общей концентрацией $C$ равна 1) $\mu = C$ 2) $\mu = 2C$ 3) $\mu = 3C$ 4) $\mu = 4C$		
16	Степень диссоциации $CH_2ClCOOH$ в присутствии $HCl$ изменяется следующим образом 1) увеличивается    2) уменьшается    3) не изменяется		
17	Буферная емкость раствора, содержащего равные количества аммиака и хлорида аммония, будет максимальной при следующем интервале значений pH 1) 6,0 – 7,5      2) 7,0 – 9,0    3) 8,0 – 9,5    4) 8,5 – 10,0		
18	В воде растворены $HCl$ , $CH_3COOH$ , $HCOOH$ и $C_6H_5COOH$ . Самым слабым акцептором протонов является 1) $Cl^-$ 2) $CH_3COO^-$ 3) $HCOO^-$ 4) $C_6H_5COO^-$		
19	В ледяной уксусной кислоте растворены $NH_3$ , $CH_3NH_2$ , $NaOH$ и $Na_2CO_3$ . Самым сильным акцептором протонов является 1) $NH_3$ 2) $OH^-$ 3) $CO_3^{2-}$ 4) $CH_3NH_2$		
20	Сила уксусной кислоты в этаноле по отношению к водному раствору изменится следующим образом 1) увеличивается      2) уменьшается      3) не изменяется		
<b>Равновесие в системе «осадок-раствор»</b>			
21	$PP_T$ выражают величинами 1) равновесные концентрации ионов осадка 2) общие концентрации ионов осадка 3) активности ионов осадка 4) условные концентрации ионов осадка		
22	Назовите физический смысл явления, называемого «солевым эффектом» 1) увеличение растворимости осадка под действием комплексообразующего агента 2) уменьшение растворимости осадка под действием одноименного иона 3) увеличение растворимости осадка под действием сильных электролитов 4) увеличение растворимости осадка под действием слабых электролитов		

23	<p>Правильным графическим изображением растворимости <math>\text{AgCl}</math> при добавлении избытка <math>\text{NaCl}</math> является</p> <p>1) <math>C_{\text{NaCl}}</math> 2) <math>C_{\text{Na}}</math> 3) <math>C_{\text{Na}}</math> 4) <math>C_{\text{Na}}</math></p>
24	<p>Рассчитать <math>\text{PP}_{\text{AgCl}}</math>, если <math>S_{\text{AgCl}} = 1,86 \cdot 10^{-3}</math> г/л</p> <p>1) <math>1,68 \cdot 10^{-10}</math> 2) <math>1,68 \cdot 10^{-8}</math> 3) <math>1,80 \cdot 10^{-10}</math> 4) <math>1,80 \cdot 10^{-12}</math></p>
25	<p>Рассчитать растворимость иодида свинца в воде (М), если <math>\text{PP}_{\text{PbI}_2} = 1,1 \cdot 10^{-9}</math></p> <p>1) <math>6,80 \cdot 10^{-5}</math> 2) <math>6,50 \cdot 10^{-4}</math> 3) <math>6,50 \cdot 10^{-6}</math> 4) <math>6,35 \cdot 10^{-3}</math></p>
26	<p>Смесь катионов <math>\text{Ca}^{2+}</math> и <math>\text{Ba}^{2+}</math> можно разделить бихроматом калия при значении рН равной</p> <p>1) <math>\text{pH} \leq 2</math> 2) <math>\text{pH} = 4,8</math> 3) <math>\text{pH} = 7</math> 4) <math>\text{pH} = 9 \div 10</math></p>
27	<p>Наиболее трудно переводится в карбонат осадок</p> <p>1) <math>\text{SrSO}_4</math> 2) <math>\text{CaSO}_4</math> 3) <math>\text{BaSO}_4</math> 4) <math>\text{PbSO}_4</math></p>
28	<p>Для растворения фосфата магния и аммония необходимо добавить реагент</p> <p>1) <math>\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}</math> 2) <math>\text{NH}_4\text{Cl}</math> 3) <math>\text{CH}_3\text{COOH}</math> 4) <math>\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O} + \text{NH}_4\text{Cl}</math></p>
29	<p>Какая из ниже указанных солей будет иметь наименьшую концентрацию ионов серебра в насыщенном водном растворе?</p> <p>1) <math>\text{Ag}_3\text{PO}_4</math> 2) <math>\text{Ag}_2\text{CrO}_4</math> 3) <math>\text{AgCl}</math> 4) <math>\text{AgI}</math></p>
30	<p>Выпадет ли осадок хлорида свинца при смешивании равных объемов 0,1 М растворов нитрата свинца и хлорида натрия?</p> <p>1) нет 2) да 3) выпадет во времени 4) зависит от температуры</p>
31	<p>Ионы магния реагируют с 8-оксихинолином в следующей среде</p> <p>1) нейтральная 2) уксуснокислая 3) щелочная 4) аммиачный буферный раствор (<math>\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O} + \text{NH}_4\text{Cl}</math>)</p>
32	<p>Для разделения ионов <math>\text{Ca}^{2+}</math> и <math>\text{Sr}^{2+}</math> используется реагент</p> <p>1) <math>\text{Na}_2\text{SO}_4</math> 2) <math>(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4</math> 3) <math>\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7</math> 4) родизонат натрия</p>
33	<p>Ионы аммония из раствора можно удалить следующим образом</p> <p>1) добавлением уксусной кислоты 2) добавлением формальдегида 3) нагреванием на водяной бане 4) добавлением соляной кислоты</p>
34	<p>Растворимость сульфата кальция в сульфате аммония объясняется</p> <p>1) солевым эффектом 2) изменением рН 3) комплексообразованием 4) действием одноименного иона</p>
35	<p>Растворимость осадков при добавлении избытка осадителя меняется следующим образом</p> <p>1) растворимость увеличивается 2) растворимость уменьшается</p>



	3) растворимость проходит через минимум 4) растворимость проходит через максимум
36	Растворимость солей при добавлении неводных растворителей меняется следующим образом 1) растворимость увеличивается 2) растворимость уменьшается 3) растворимость проходит через минимум 4) неводные растворители не влияют на растворимость
37	Условием образования осадка $A_m B_n$ в системе, где $\mu \neq 0$ является 1) $[A]^m [B]^n < \text{ПР}^R$ 2) $[A]^m [B]^n > \text{ПР}^P$ 3) $a_A^m \cdot a_B^n > \text{ПР}^T$ 4) $[A]^m [B]^n = \text{ПР}^T$
38	При обработке раствором $\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4$ раствора, содержащего ионы $\text{Ca}^{2+}$ и $\text{Ba}^{2+}$ в уксусно-кислой среде образуется осадок состава 1) осадок не образуется 2) $\text{CaC}_2\text{O}_4 + \text{BaC}_2\text{O}_4$ 3) $\text{CaC}_2\text{O}_4$ 4) $\text{BaC}_2\text{O}_4$
39	Действием хромата калия в уксуснокислой среде можно осадить катион 1) $\text{Ca}^{2+}$ 2) $\text{Ba}^{2+}$ 3) $\text{Sr}^{2+}$ 4) $\text{Ag}^+$
40	pH начала осаждения $\text{Al}(\text{OH})_3$ из 0,1 М раствора $\text{Al}(\text{NO}_3)_3$ ( $\text{ПР}_{\text{Al}(\text{OH})_3} = 1,0 \cdot 10^{-32}$ ) – это 1) 3,0    2) 4,0    3) 3,7    4) 4,0
<b>Равновесие в реакциях комплексообразования</b>	
41	Какая из нижеприведенных формул соответствует гексацианоферрату (II) калия? 1) $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ 2) $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ 3) $\text{K}[\text{Fe}(\text{CN})_4]$ 4) $\text{K}_2[\text{Fe}(\text{CN})_6]$
42	Какая формула из приведенных комплексных соединений железа (III) верна? 1) $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ 2) $\text{K}_4[\text{FeF}_6]$ 3) $(\text{NH}_4)_2[\text{Fe}(\text{OH})_4]$ 4) $\text{KNa}[\text{FeF}_6]$
43	Для обнаружения ионов железа (III) используются комплексы 1) тиоцианатные    2) фторидные 3) фосфатные    4) хлоридные
44	Максимальное координационное число центрального атома определяет 1) природой металла    2) всеми перечисленными факторами 3) природой лиганда    4) условиями опыта
45	Смешаннолигандные комплексы – это 1) комплексы, включающие два центральных атома 2) координационно-ненасыщенные комплексы 3) комплексы, содержащие лиганды различной природы 4) комплексы с полидентатными лигандами
46	Общая константа устойчивости комплекса типа $\text{MeL}_3$ равна 1) $\beta = \frac{[\text{MeL}_3]}{[\text{Me}][\text{L}]^3}$ 2) $\beta = \frac{[\text{MeL}_3]}{[\text{MeL}_2][\text{L}]}$ 3) $\beta = \frac{[\text{MeL}_3][\text{L}]}{[\text{MeL}_4]}$ 4) $\beta = \frac{[\text{MeL}_3][\text{L}]^2}{[\text{MeL}_5]}$
47	Комплексообразователь – это ионы или молекулы... 1) принимающие участие в образовании комплексного соединения 2) проявляющие электронодонорные свойства

	3) проявляющие электроноакцепторные свойства 4) группирующие определенным образом
48	Наиболее важным фактором, обуславливающим избирательность действия органического реагента, является 1) органический реагент должен быть сильной кислотой 2) важно присутствие в растворе других комплексообразующих веществ 3) природа металла 4) природа функционально-аналитической группировки
49	Диметилглиоксим является селективным реагентом в аммиачной среде на ионы 1) $\text{Fe}^{3+}$ 2) $\text{Co}^{2+}$ 3) $\text{Ni}^{2+}$ 4) $\text{Cu}^{2+}$
50	Внутрикомплексным соединением является комплекс 1) $(\text{C}_9\text{H}_6\text{ON})_2\text{Mg}\cdot 2\text{H}_2\text{O}$ 2) $\text{Ag}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ 3) $\text{K}_2[\text{HgI}_4]$ 4) $\text{Na}_3\text{Co}(\text{NO}_2)_6]$
51	Какое координационное число наиболее характерно для иона $\text{Ni}^{2+}$ ? 1) 2      2) 3      3) 6      4) 8
52	Функционально-аналитической группировкой (ФАГ) органического реагента называется группировка атомов 1) включающая подвижные атомы водорода 2) включающая атомы с неподеленной электронной парой 3) обуславливающая определенный механизм взаимодействия реагента с ионами металлов 4) содержащая атомы углерода
53	Широкое использование комплексонов в аналитической химии обусловлено следующей особенностью взаимодействия комплексонов с ионами металлов 1) Высокой устойчивостью комплексонов металлов и простой стехиометрией ( $\text{M}:\text{Y} = 1:1$ ) 2) различной скоростью образования комплексонов металлов 3) различной и характерной окраской комплексонов 4) доступностью реагентов
54	“Хелаты” – это 1) комплексы с донорно-акцепторной связью металл-лиганд 2) комплексы, у которых центральный атом включен в циклическую структуру 3) соединения с органическими реагентами 4) соединения с неорганическими лигандами
55	Полидентатным является лиганд 1) $\text{NH}_3$ 2) $\text{F}^-$ 3) ЭДТА      4) $\text{SCN}^-$ 5) $\text{C}_2\text{O}_4^{2-}$
56	При добавлении к раствору, содержащему ионы $\text{Fe}^{3+}$ , избыток роданида аммония образуется следующий тип комплекса 1) смешанолигандный комплекс 2) координационно-насыщенный комплекс 3) внутрикомплексное соединение 4) координационно-ненасыщенный комплекс
57	Дентатностью лиганда является 1) число молекул воды, вытесняемое из аквакомплексов металлов при комплексообразовании 2) число донорных атомов лиганда, образующих координационные связи с центральным атомом 3) число атомов, образующих функционально-аналитическую группировку 4) число катионов водорода, вытесняемых при комплексообразовании
58	Наиболее устойчивыми являются следующие циклические структуры 1) четырехчленные циклы      2) трехчленные циклы 3) семичленные циклы      4) пятичленные циклы

59	Равновесная концентрация ионов меди (II) будет наибольшей в 0,1 М растворе 1) $[\text{Cu}(\text{SCN})_4]^{2-}$ ( $\beta=3,39 \cdot 10^6$ ) 2) $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$ ( $\beta=1,07 \cdot 10^{12}$ ) 3) $[\text{Cu}(\text{S}_2\text{O}_3)_3]^{5-}$ ( $\beta=1,95 \cdot 10^{12}$ ) 4) $[\text{CuHY}]^-$ ( $\text{Y}^{4-}$ – анион ЭДТА) ( $\beta=6,31 \cdot 10^{18}$ )
60	Ступенчатая константа устойчивости комплекса типа $\text{MeL}_3$ равна: 1) $\beta_3 = \frac{[\text{MeL}_3]}{[\text{Me}][\text{L}]^3}$ 2) $\beta_3 = \frac{[\text{MeL}_3]}{[\text{MeL}_2][\text{L}]}$ 3) $\beta_3 = \frac{[\text{MeL}_2][\text{L}]}{[\text{MeL}_3]}$ 4) $\beta_3 = \frac{[\text{Me}][\text{L}]^3}{[\text{MeL}_3]}$
<b>Окислительно-восстановительное равновесие</b>	
61	Из ниже перечисленных веществ наиболее сильный окислитель – это 1) $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ ( $E^\circ = 1,33 \text{ В}$ )                      2) $(\text{NH}_4)_2\text{S}_2\text{O}_8$ ( $E^\circ = 2,01 \text{ В}$ ) 2) $\text{KMnO}_4$ ( $E^\circ = 1,51 \text{ В}$ )                              4) $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ ( $E^\circ = 0,77 \text{ В}$ )
62	Уравнение Нернста для расчета редокс-потенциала реакции $a\text{Ox}_1 + b\text{Red}_2 \leftrightarrow a\text{Red}_1 + b\text{Ox}_2$ 1) $E = E_{\text{Ox}_1/\text{Red}_1}^\circ + \frac{0,059}{n} \lg \frac{a_{\text{Ox}_1}^a}{a_{\text{Red}_1}^a}$ 2) $E = E_{\text{Ox}_1/\text{Red}_1}^\circ + \frac{0,059}{n} \lg \frac{a_{\text{Red}_1}^a}{a_{\text{Ox}_1}^a}$ 3) $E = \frac{aE_1^\circ + bE_2^\circ}{a+b}$ 4) $E = \frac{E_1^\circ + E_2^\circ}{2}$
63	Укажите наиболее сильный восстановитель 1) $\text{Mg}$ ( $E_{\text{Mg}^{2+}/\text{Mg}}^\circ = -2,37 \text{ В}$ )    2) $\text{Pb}$ ( $E_{\text{Pb}^{2+}/\text{Pb}}^\circ = -0,13 \text{ В}$ ) 2) $\text{Fe}$ ( $E_{\text{Fe}^{2+}/\text{Fe}}^\circ = -0,44 \text{ В}$ )                      4) $\text{Ni}$ ( $E_{\text{Ni}^{2+}/\text{Ni}}^\circ = -0,23 \text{ В}$ )
64	Стехиометрический коэффициент перед окислителем в реакции $\text{FeSO}_4 + \text{KMnO}_4 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 + \text{MnSO}_4 + \text{K}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{O}$ равен 1) 2                      2) 5                      3) 1                      4) 10
65	Стехиометрический коэффициент перед восстановителем в реакции $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + \text{KI} + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3 + \text{I}_2 + \text{K}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{O}$ равен 1) 7                      2) 3                      3) 6                      4) 4
66	Какой ион можно окислить азотной кислотой? ( $E_{\text{NO}_3/\text{HNO}_2}^\circ = +0,94 \text{ В}$ ) 1) $\text{Mn}^{2+}$ ( $E_{\text{MnO}_4/\text{Mn}^{2+}}^\circ = +1,51 \text{ В}$ )                      2) $\text{Br}^-$ ( $E_{\text{BrO}_3/\text{Br}^-}^\circ = +1,45 \text{ В}$ ) 3) $\text{F}^-$ ( $E_{\text{F}_2/2\text{F}^-}^\circ = +2,87 \text{ В}$ )                              4) $\text{Fe}^{2+}$ ( $E_{\text{Fe}^{3+}/\text{Fe}^{2+}}^\circ = +0,77 \text{ В}$ )
67	Редокс-потенциал (В) пары $\text{MnO}_4^-/\text{Mn}^{2+}$ при $[\text{MnO}_4^-] = [\text{Mn}^{2+}] = 0,2 \text{ М}$ и $[\text{H}^+] = 10^{-1} \text{ М}$ равен 1) 1,51                      2) 1,16                      3) 1,42                      4) 0,76
68	Редокс-потенциал (В) пары $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}/2\text{Cr}^{3+}$ при $[\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}] = 0,2 \text{ М}$ , $[\text{Cr}^{3+}] = 0,1 \text{ М}$ , $[\text{H}^+] = 10^{-2} \text{ М}$ равен 1) 1,18                      2) 1,33                      3) 0,98                      4) 1,06
69	Какой ион можно восстановить действием йода? ( $E_{\text{I}_2/2\text{I}^-}^\circ = +0,54 \text{ В}$ ) 1) $\text{Mn}^{2+}$ ( $E_{\text{Mn}^{2+}/\text{Mn}}^\circ = -1,17 \text{ В}$ )                      2) $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ ( $E_{\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}/2\text{Cr}^{3+}}^\circ = +1,33 \text{ В}$ ) 3) $\text{SO}_4^{2-}$ ( $E_{\text{SO}_4^{2-}/\text{SO}_3^{2-}}^\circ = -0,93 \text{ В}$ )                      4) $\text{Sn}^{4+}$ ( $E_{\text{Sn}^{4+}/\text{Sn}^{2+}}^\circ = +0,15 \text{ В}$ )
70	Какой из перечисленных факторов не влияет на величину редокс-потенциала? 1) ионная сила                      2) pH                      3) температура                      4) время

71	<p>Формула расчета редокс-потенциала с учетом кислотности раствора – это</p> <p>1) <math>E = E_{Ox/Red}^o + \frac{RT}{nF} \ln \frac{a_{Red}^m}{a_{Ox}^n}</math>                      2) <math>E = E_{Ox/Red}^o + \frac{RT}{nF} \ln \frac{a_{Ox}^n}{a_{Red}^m}</math></p> <p>3) <math>E = E_{Ox/Red}^o + \frac{RT}{nF} \ln \frac{a_{Ox}^n \cdot a_{H^+}^b}{a_{Red}^m}</math>                      4) <math>E = \frac{nE_1^o - mE_2^o}{n + m}</math></p>
72	<p>В уравнении Нернста величина n – это</p> <p>1) заряд окислителя 2) заряд восстановителя 3) количество частиц окислителя 4) количество переходящихся электронов</p>
73	<p>Величина нормального стандартного потенциала (<math>E^o</math>) окислительно-восстановительной пары указывает на то, что</p> <p>1) чем больше <math>E^o</math>, тем более сильным окислителем является окисленная форма, тем более слабым восстановителем – восстановленная форма 2) чем меньше <math>E^o</math>, тем более слабым восстановителем является восстановленная форма 3) чем больше <math>E^o</math>, тем более слабым окислителем является окисленная форма 4) чем меньше <math>E^o</math>, тем более сильным восстановителем является восстановленная форма</p>
74	<p>Какой из приведенных окислителей способен окислять в кислой, нейтральной и щелочной средах?</p> <p>1) <math>K_2Cr_2O_7</math>                      2) <math>H_2O_2</math>                      3) <math>KNO_3</math>                      4) <math>KMnO_4</math></p>
75	<p>Какой из указанных соединений является продуктом восстановления <math>MnO_4^-</math> в кислой среде?</p> <p>1) <math>Mn^{2+}</math>                      2) <math>MnO_2</math>                      3) <math>MnO_4^{2-}</math>                      4) <math>MnO</math></p>
76	<p>В каком случае E полуреакции <math>H_3AsO_4 + 2H^+ + 2e^- \leftrightarrow HAsO_2 + 2H_2O</math> будет стандартным электродным потенциалом при <math>a_{Ox} = a_{Red} = 1</math>?</p> <p>1) pH = 1;                      2) pH = 7;                      3) pH = 0;                      4) pH = 2.</p>
77	<p>В каком случае потенциал полуреакции <math>MnO_4^- + 8H^+ + 5e^- \leftrightarrow Mn^{2+} + 4H_2O</math> будет стандартным электродным потенциалом при <math>a_{Ox} = a_{Red} = 1</math>?</p> <p>1) pH = 1                      2) pH = 0                      3) pH = 2                      4) pH = 7</p>
78	<p>Редокс-потенциал (В) пары <math>Cr_2O_7^{2-}/2Cr^{3+}</math> при <math>[Cr_2O_7^{2-}] = 0,1</math> М, <math>[Cr^{3+}] = 0,01</math> М, <math>[H^+] = 10^{-2}</math> М равен</p> <p>1) 1,08                      2) 1,16                      3) 1,33                      4) 1,55</p>
79	<p>Редокс-потенциал (В) пары <math>Br_2/2Br^-</math> при <math>[Br_2] = 0,01</math> М, <math>[Br^-] = 0,1</math> М равен:</p> <p>1) 1,59;                      2) 1,87;                      3) 1,07;                      4) 0,98.</p>
80	<p>Какой вид имеет уравнение Нернста для реакции <math>S + 2e^- \leftrightarrow S^{2-}</math>?</p> <p>1) <math>E_{S/S^{2-}} = E_{S/S^{2-}}^o - \frac{0,059}{2} \lg \frac{[S]}{[S^{2-}]}</math>                      2) <math>E_{S/S^{2-}} = E_{S/S^{2-}}^o - \frac{0,059}{2} \lg \frac{[S^{2-}]}{[S]}</math></p> <p>3) <math>E_{S/S^{2-}} = E_{S/S^{2-}}^o + \frac{0,059}{2} \lg [S]</math>                      4) <math>E_{S/S^{2-}} = E_{S/S^{2-}}^o + \frac{0,059}{2} \lg \frac{[S]}{[S^{2-}]}</math></p>
<b>Метрологические основы аналитической химии</b>	
81	<p>Абсолютную погрешность <math>D_a</math> определяют по формуле:</p> <p>1) <math>D_a = \bar{x} - \mu</math>                      3) <math>D_a = x_i - \bar{x}</math></p> <p>2) <math>D_a = \left  \frac{\bar{x} - \mu}{\mu} \right </math>                      4) <math>D_a = \left  \frac{x_i - \bar{x}}{\mu} \right </math></p>
82	<p>Относительную погрешность <math>D_0</math> определяют по формуле:</p>

	<p>1) <math>D_0 = \left  \frac{x_i - \mu}{\mu} \right  \cdot 100\%</math>    2) <math>D_0 = x_i - \bar{x}</math></p> <p>3) <math>D_0 = \left  \frac{x_i - \bar{x}}{\mu} \right  \cdot 100\%</math>    4) <math>D_0 = \frac{\bar{x} - \mu}{x} \cdot 100\%</math></p>
83	<p>Коэффициент Стьюдента при заданном числе степени свободы зависит от</p> <p>1) средней выборки 2) доверительной вероятности 3) стандартного отклонения 4) размаха варьирования</p>
84	<p>Воспроизводимость результатов анализа – это</p> <p>1) правильность результатов анализа 2) доверительный интервал 3) близость единичных измерений, полученных в одном и том же объекте, одной методикой, но в различных условиях 4) сходимость результатов анализа.</p>
85	<p>Правильность результатов определения – это</p> <p>1) близость к нулю систематической погрешности 2) мера рассеяния результатов относительно среднего 3) число степеней свободы выборочной совокупности 4) значение относительного стандартного отклонения</p>
86	<p>Доверительный интервал (<math>\Delta</math>) вычисляется по формуле</p> <p>1) <math>\delta = \sum \frac{(x_i - \bar{x})}{n}</math>    2) <math>\delta = \pm \frac{\bar{x} - \mu}{S\sqrt{n}}</math>    3) <math>\delta = \pm \frac{t_p S}{\sqrt{n}}</math>    4) <math>\delta = \sum \frac{(x - \bar{x})^2}{n-1}</math></p>
87	<p>Размах варьирования – это</p> <p>1) разность между ближайшими значениями выборки 2) разность между наибольшим и наименьшим значениями выборки 3) отношение минимального значения к среднему выборки 4) отношение максимального значения к среднему выборки</p>
88	<p>Стандартное отклонение выборки (<math>S</math>) рассчитывается по формуле</p> <p>1) <math>S = \sum_{i=1}^n \frac{(x_i - \bar{x})}{n}</math>    2) <math>S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}}</math></p> <p>3) <math>S = \sum_{i=1}^n \frac{(x_i - \bar{x})^2}{n-1}</math>    4) <math>S = \sqrt{\frac{\sum (x_i - \bar{x})}{n}}</math></p>
89	<p>Относительное стандартное отклонение (<math>S_r</math>) рассчитывается по формуле:</p> <p>1) <math>S_r = \frac{S}{x}</math>    2) <math>S_r = \frac{\sum_{i=1}^n x_i^2}{n}</math>    3) <math>S_r = \frac{\sum_{i=1}^n S}{n}</math>    4) <math>S_r = \sqrt{\frac{S^2}{n}}</math></p>
90	<p>Промех (грубая ошибка) для малого числа измерений при данной <math>P</math> оценивается по критерию:</p> <p>1) <math>Q</math>    2) <math>t</math> (Стьюдента) 3) <math>F</math> (Фишера)    4) по всем указанным</p>
91	<p>Формула для расчета <math>Q</math> – критерия</p> <p>1) <math>\frac{ x_{\text{сомн}} - x_{\text{ближ}} }{x_{\text{max}} - x_{\text{min}}}</math>    2) <math>\frac{ x_1 - x_2 }{\bar{x}}</math>    3) <math>\frac{x_{\text{max}} - x_{\text{min}}}{n}</math>    4) <math>\frac{\bar{x} - x_{\text{сомн}}}{x_{\text{max}} - x_{\text{min}}}</math></p>
92	<p>Исключение промаха проводят по</p> <p>1) <math>Q_{\text{табл.}} &gt; Q_{\text{расч.}}</math>    2) <math>F_{\text{расч.}} &gt; F_{\text{табл.}}</math>    3) <math>Q_{\text{расч.}} &gt; Q_{\text{табл.}}</math>    4) <math>t_{\text{расч.}} &gt; t_{\text{табл.}}</math></p>

93	Коэффициент Стьюдента при заданном числе степени свободы зависит от 1) доверительной вероятности 2) среднего выборки 3) доверительного интервала 4) границы доверительного интервала
94	Выборочная совокупность приближается к генеральной совокупности с достаточной степенью надежности при числе параллельных измерений ( $n$ ) 1) 5      2) 10      3) 3      4) 30
95	Число степеней свободы ( $f$ ) рассчитывают по формуле 1) $f = 1 - n$ 2) $f = n$ 3) $f = n - 1$ 4) $f = n^2 - 1$
96	Для обработки малого числа измерений выборочной совокупности применяют распределение 1) Стьюдента 2) Лапласа 3) Гаусса      4) все перечисленные
97	Дисперсию выборочной совокупности рассчитывают по формуле 1) $V = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n}$ 2) $V = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}$ 3) $V = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}}$ 4) $V = \pm \frac{t_p S}{\sqrt{n}}$
98	Объединение дисперсий двух выборочных совокупностей по критерию Фишера ( $F_{V(I)/V(II)} = V_I/V_{II}$ ) возможно при 1) $F_{эксн} = F_{табл}$ 2) $F_{эксн} < F_{табл}$ 3) $F_{эксн} > F_{табл}$ 4) ни один из них
99	Границы доверительного интервала определяют по формуле 1) $\bar{x} - \mu$ 2) $\bar{x} + \mu$ 3) $\bar{x} \pm \frac{t_{p,f} \cdot S}{\sqrt{n}}$ 4) $\bar{x} \pm t_{p,s} \cdot \sqrt{n}$
100	Процесс нивелирования систематической погрешности – это 1) релятивизация      2) рандомизация 3) оба приема      4) ни один из них

### Тестовые задания: титриметрические методы анализа (модуль 3)

<b>Кислотно-основное титрование</b>	
1	Каково преимущество титриметрических методов перед гравиметрическими? 1) более высокая точность 2) возможность определения органических кислот и оснований 3) преимуществ нет 4) экспрессность
2	Что называется титрантом? 1) раствор, который титруют 2) раствор, которым титруют 3) раствор, титр которого устанавливается в процессе титрования 4) раствор с неизвестным титром
3	Закончить определение: стандартным называется раствор... 1) ... который готовят взятием точной навески первичного стандарта на аналитических весах и растворением ее в мерной колбе 2) ... приготовленный из навески чистого вещества, взятой на технохимических весах 3) ... приготовленный в мерном цилиндре из навески исходного вещества, взятой на

	аналитических весах 4) ...титр, которого устанавливают в процессе титрования
4	Указать весы и посуду для приготовления титрованного раствора. 1) теххимические весы, мерный цилиндр 2) аналитические весы, мерная колба 3) теххимические весы, мерная колба 4) аналитические весы, мензурка
5	С какой точностью отбирают массу навески (г) исходного вещества для приготовления титрованного раствора? 1) $\pm 0,0001$ 2) $\pm 0,001$ 3) $\pm 0,0002$ 4) $\pm 0,01$
6	Указать правильный способ приготовления титрованного раствора. 1) навеску буры взять на аналитических весах и растворить в мерной колбе 2) концентрированную соляную кислоту отмерить мерным цилиндром и разбавить водой в мерной колбе 3) навеску гидроксида натрия взять на аналитических весах и растворить в мерной колбе 4) концентрированный раствор гидроксида натрия отмерить мерным цилиндром и разбавить водой в мерной колбе
7	Какая посуда не применима для точного измерения объема? 1) мерный цилиндр 2) мерная колба 3) пипетка 4) бюретка
8	Какая химическая посуда применяется для отбора пробы при титровании? 1) мерный цилиндр 2) бюретка 3) мерная колба 4) пипетка
9	Какая посуда ополаскивается перед титрованием раствором титранта? 1) пипетка 2) бюретка 3) колба для титрования 4) мерная колба
10	Указать правильное определение молярной концентрации раствора. 1) количество граммов вещества, содержащееся в 100г раствора 2) количество вещества, содержащееся в 1 мл раствора 3) количество молей вещества, содержащееся в 1 л раствора 4) количество молей вещества, содержащееся в 1 мл раствора
11	По какой формуле рассчитывают титр раствора, приготовленного из исходного вещества? 1) $T = m/V$ 2) $T = (mV)/M$ 3) $T = MmV$ 4) $T = (Mm)/1000$
12	Указать размерность титра. 1) г/л 2) М 3) г/мл 4) моль/мл
13	Закончить определение: титром называется число... 1) ...миллиграммов вещества, содержащееся в 1л раствора 2) ...граммов вещества, содержащееся в 1мл раствора 3) ...моль вещества, содержащееся в 1 мл раствора 4) ...граммов вещества, содержащееся в 1 л раствора
14	Закончить определение: эквивалент кислоты или основания это... 1) ...такая условная частица вещества, которая в данной кислотно-основной реакции высвобождает один ион водорода или соединяется с ним; или каким-либо образом эквивалентна ему 2) ...молярная масса вещества 3) ...отношение массы вещества к его молярной массе 4) ...относительная молекулярная масса
15	Рассчитать фактор эквивалентности ( $f_{\text{эКВ}}$ ) $\text{H}_2\text{SO}_3$ в реакции $\text{H}_2\text{SO}_3 + 2\text{NaOH} \leftrightarrow \text{Na}_2\text{SO}_3 + 2\text{H}_2\text{O}$

	1) 1	2) 2	3) ½	4) 3
16	Молярная концентрация эквивалента – это ... 1) ...отношение массы раствора к его объему 2) ...отношение числа молей эквивалентов растворенного вещества к объему раствора 3) ...отношение массы растворенного вещества к объему раствора 4) ...отношение массы растворенного вещества к массе раствора			
17	Указать метод анализа, к которому относится титрование по реакции $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 + 2\text{HCl} + 5\text{H}_2\text{O} = 2\text{NaCl} + 4\text{H}_3\text{BO}_3$ 1) осадительное титрование 2) редоскиметрия 3) кислотно-основное титрование 4) комплексонометрия			
18	Кривая титрования кислоты НА основанием В строится в координатах 1) pH – V <sub>В</sub> , мл 2) [H <sup>+</sup> ] – V <sub>В</sub> , мл 3) [H <sup>+</sup> ] – V <sub>НА</sub> , мл 4) pH – V <sub>НА</sub> , мл			
19	Кривая титрования основания В раствором соляной кислоты строится в координатах 1) [OH <sup>-</sup> ] – V <sub>HCl</sub> , мл 2) pH – V <sub>HCl</sub> , мл 3) [H <sup>+</sup> ] – V <sub>В</sub> , мл 4) pH – V <sub>В</sub> , мл – степень оттитрованности			
20	Какие факторы влияют на вид кривой титрования? 1) константа диссоциации титруемого вещества, концентрации веществ, температура, ионная сила 2) концентрации растворов и давление 3) pH титранта 4) pH титруемого раствора			
21	В 500 мл раствора содержится 1,7480 г соды (Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> ). Вычислить титр раствора. 1) 0,003496 2) 0,017400 3) 0,3496 4) 0,0696			
22	Вычислить титр раствора, в 2 л которого содержится 1 моль уксусной кислоты. 1) 0,3000 2) 0,030000 3) 0,1 4) 0,05			
23	Титр раствора яблочной кислоты HOOCCH(OH)CH <sub>2</sub> COOH 0,000490 г/мл. Рассчитать массу кислоты (г) в 500 мл раствора. 1) 0,2450 2) 2,4500 3) 0,4900 4) 0,0490			
24	Рассчитать молярную концентрацию эквивалента раствора буры (Na <sub>2</sub> B <sub>4</sub> O <sub>7</sub> · 10H <sub>2</sub> O), если для приготовления 200 мл раствора взята навеска буры 3,8140 г. 1) 0,1000 2) 0,0101 3) 0,1214 4) 0,0018			
25	Вычислить титр 0,0200 М раствора уксусной кислоты. 1) 0,01200 2) 0,000600 3) 0,001200 4) 0,006			
26	Рассчитать молярную концентрацию раствора HCl, титр которого равен 0,003592 г/мл. 1) 0,0493 2) 0,1872 3) 0,0985 4) 0,9855			
27	Сколько щавелевой кислоты (моль) содержится в 100 мл 0,1 М раствора? 1) 0,01 2) 0,001 3) 0,1 4) 0,0001			
28	Из какого объема (мл) 1 М раствора соляной кислоты можно приготовить 1 л 0,1 М раствора? 1) 100 2) 1 3) 10 4) 500			
29	До какого объема (мл) следует разбавить 10 мл 0,5 М раствора, чтобы получить 0,05 М раствор? 1) 50 2) 1000 3) 500 4) 100			
30	Какая реакция положена в основу метода кислотно-основного титрования? 1) $2\text{J}^- - 2\text{e}^- \rightarrow \text{J}_2$ 2) $\text{Ag}^+ + \text{Cl}^- \rightarrow \text{AgCl}$ 3) $\text{Ag}^+ + \text{J}^- \rightarrow \text{AgJ}$ 4) $\text{H}^+ + \text{OH}^- \rightarrow \text{H}_2\text{O}$			
31	На каком процессе основан кислотно-основной метод титрования? 1) перераспределение электронов 2) образование окрашенного соединения			



	3) образование труднорастворимого соединения 4) образование малодиссоциирующего электролита
32	Указать варианты метода кислотно-основного титрования. 1) цериметрия, титанометрия 2) алкалиметрия, ацидиметрия 3) аргентометрия, роданометрия 4) комплексонометрия, седиметрия
33	Закончить определение: ацидиметрия – это метод определения содержания... 1) ...оснований и солей, гидролизующихся по аниону 2) ...кислот 3) ...солей 4) ...оснований и кислот
34	Раствор, какого вещества используется в качестве титранта при ацидиметрических определениях? 1) КОН                      2) $\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4$ 3) $\text{HCl}$ 4) $\text{NH}_4\text{OH}$
35	Раствор, какого вещества используется в качестве титранта при алкалиметрических определениях? 1) $\text{NaCl}$ 2) $\text{NaOH}$ 3) $\text{HCl}$ 4) $\text{H}_2\text{SO}_4$
36	Указать вещество, раствор которого используется как титрант при определении уксусной кислоты. 1) $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ 2) $\text{NH}_4\text{OH}$ 3) $\text{NaOH}$ 4) $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$
37	Указать вещество, из которого можно приготовить первичный стандартный раствор. 1) $\text{HNO}_3$ 2) $\text{NaOH}$ 3) $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ 4) $\text{KMnO}_4$
38	Указать вещество, отвечающее требованиям, предъявляемым к исходным веществам. 1) $\text{HCl}$ 2) $\text{NaOH}$ 3) $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ 4) $\text{AgNO}_3$
39	В качестве стандарта для установления титра растворов кислот используют 1) $\text{Na}_2\text{CO}_3$ 2) $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 3) $\text{KOH}$ 4) $\text{NaCl}$
40	В качестве стандартов для установления титра растворов оснований используют 1) $\text{Na}_2\text{SO}_4$ 2) $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ 3) $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ 4) $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$
41	Указать пару вторичных стандартов. 1) $\text{HCl}$ и бура                      2) $\text{HCl}$ и $\text{NaOH}$ 3) $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ и $\text{Na}_2\text{CO}_3$ 4) $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ и $\text{KOH}$
42	Какое количество титранта расходуется при титровании? 1) равное по объему анализируемому раствору 2) избыточное 3) меньшее, чем объем анализируемого раствора 4) эквивалентное количеству определяемого вещества
43	Какой фактор используется для фиксирования точки стехиометричности при кислотно-основном титровании? 1) изменение концентрации ионов водорода 2) изменение окислительно-восстановительного потенциала 3) остывание произведения растворимости образующегося соединения 4) достижения $\text{pH}=7$
44	Какие вещества используют в качестве индикаторов в методах кислотно-основного титрования? 1) крахмал, лакмус, хромат калия 2) флуоресцеин, крахмал, дифениламин 3) лакмус, метилоранж, фенолфталеин 4) метилоранж, мурексид, лакмус

45	Какой фактор определяет выбор индикатора? 1) рТ индикатора 2) рН анализируемого раствора 3) рК титранта 4) константа ионизации определяемого вещества
46	При титровании в водных растворах точка нейтральности совпадает с точкой эквивалентности в случае титрования 1) слабой кислоты сильным основанием 2) слабого основания сильной кислотой 3) сильной кислоты сильным основанием 4) сильного основания слабой кислотой
47	При титровании раствора аммиака раствором соляной кислоты раствор в точке нейтральности содержит 1) буферную смесь 2) слабое основание 3) амфолит 4) избыток кислоты
48	Щавелевая кислота оттитрована раствором КОН до нейтральной реакции. Правильный ли получен результат? 1) раствор недотитрован 2) правильный 3) титрование невозможно 4) раствор перетитрован
49	Величина рН в точке эквивалентности меньше 7 в случае титрования 1) сильной кислоты сильным основанием 2) слабой кислоты сильным основанием 3) слабого основания сильной кислотой 4) сильного основания сильной кислотой
50	Для какой системы точка стехиометричности не совпадает с точкой нейтральности и находится при рН>7? 1) NH <sub>4</sub> ОН – НСl 2) NaOH – НСl 3) NaOH – Н <sub>2</sub> С <sub>2</sub> О <sub>4</sub> 4) NH <sub>4</sub> ОН – Н <sub>2</sub> С <sub>2</sub> О <sub>4</sub>
51	Сколько скачков будет на кривой титрования H <sub>2</sub> SO <sub>3</sub> , если титрант – NaOH? 1) один 2) два 3) ни одного 4) три
52	При титровании смеси Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> и NaOH раствором НСl с фенолфталеином будет оттитровано 1) NaOH 2) NaOH+Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> 3) Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> 4) NaOH+ половина Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>
53	При титровании смеси NaHCO <sub>3</sub> и NaOH раствором НСl с метиловым оранжевым будет оттитровано 1) NaOH+NaHCO <sub>3</sub> 2) NaOH 3) NaOH и половина NaHCO <sub>3</sub> 4) NaHCO <sub>3</sub>
54	Раствор Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> оттитровали в присутствии фенолфталеина раствором НСl. Эквивалентную массу соли следует рассчитать 1) Э=моль 2) Э=моль/2 3) Э=моль/4 4) Э=моль/3
55	Какова масса соды (г), если на титрование навески ее в присутствии метилового оранжевого пошло 12,24 мл 0,0988 М раствора НСl? 1) 0,1282 2) 0,6410 3) 0,0641 4) 0,0321
56	Чему равна карбонатная жесткость воды, если на титрование 100 мл ее пошло 2,30 мл 0,1000 М НСl? 1) 2,30 2) 230,0 3) 0,46 4) 0,23
57	На титрование 20,00 мл раствора гидроксида натрия расходуется 25,00 мл 0,0984М раствора НСl. Сколько граммов гидроксида натрия содержалось в 1 л раствора? 1) 2,46 2) 1,23 3) 0,02 4) 0,25
58	В мерной колбе вместимостью 1000 мл растворено неизвестное количество серной кислоты. На титрование 15,0 мл этого раствора расходуется 30,00 мл 0,1020 М рас-

	твора гидроксида натрия. Сколько граммов серной кислоты содержалось в колбе? 1) 19,9920      2) 9,9960      3) 1,9992      4) 0,9996
59	Рассчитать титр раствора HCl, если на титрование 10,00 мл 0,1000 М раствора буры, пошло 20,00 мл этого раствора? 1) 0,182500      2) 0,002002 3) 0,001825      4) 0,018250
60	Каково содержание (%) щавелевой кислоты в техническом препарате, если навеска ее 1,9174 г растворена в мерной колбе на 250 мл. На титрование 10,00 мл этого раствора израсходовано 12,00 мл 0,0896 М раствора NaOH? 1) 44,16      2) 88,32      3) 4,42      4) 2,48
<b>Окислительно-восстановительное титрование</b>	
61	Чему равен фактор эквивалентности $\text{KMnO}_4$ при восстановлении его в кислой среде? 1) 1/1      2) 1/2      3) 1/4      4) 1/5
62	Какая реакция протекает между $\text{MnO}_4^-$ и $\text{C}_2\text{O}_4^{2-}$ в кислой среде? 1) каталитическая      2) автокаталитическая 3) некаталитическая      4) сопряженная
63	Продукт восстановления $\text{MnO}_4^-$ в кислой среде имеет окраску 1) зеленую      2) бурую      3) не имеет      4) синюю
64	Перманганатометрическим методом анализа можно определять 1) только окислители 2) только восстановители 3) и окислители и восстановители 4) восстановители и вещества типа $\text{Ca}^{2+}$
65	ЭДС реакции между $\text{MnO}_4^-$ и восстановителем максимальна в 1) кислой среде 2) нейтральной среде 3) щелочной среде 4) во всех средах ЭДС – одна и та же
66	В методе перманганатометрии используют индикаторы 1) кислотнo-основные      2) металлохромные 3) специфические      4) индикаторы не используются
67	В основе иодометрического титрования находится процесс 1) кислотнo-основного взаимодействия 2) переноса электронов 3) комплексообразования 4) образования осадка
68	Фактор эквивалентности тиосульфата натрия в реакции с иодом равен 1) 1/1    2) 1/2    3) 1/3    4) 1/4
69	В качестве первичного стандарта для тиосульфата натрия используют 1) $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ 2) $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ 3) $\text{KMnO}_4$ 4) $\text{KNO}_2$
70	Раствор иода для иодометрического титрования готовят 1) насыщением водного раствора иодом 2) растворением навески иода в концентрированном растворе иодида калия и разбавлением водой 3) использованием органических растворителей 4) растворением навески иода в этаноле и разбавлением водой
71	Раствор тиосульфата натрия стандартизируют по дихромату калия следующим образом 1) раствор дихромата титруют тиосульфатом натрия 2) к навеске дихромата калия добавляют рассчитанное эквивалентное количество иодида, подкисляют серной кислотой, выделившийся иод титруют тиосульфатом натрия 3) к избытку иодида калия добавляют серную кислоту, точно известное количество

	дихромата калия и выделившийся иод титруют тиосульфатом натрия 4) раствор тиосульфата натрия титруют дихроматом калия
72	Иодометрическим методом можно определять 1) окислители      2) восстановители 3) вещества, не вступающие в окислительно-восстановительную реакцию 4) окислители, восстановители, вещества, не вступающие в окислительно-восстановительную реакцию
73	В иодометрии используют индикаторы 1) кислотно-основные      2) специфические 3) металлохромные      4) не используют индикаторы
74	Большое численное значение константы равновесия окислительно-восстановительной реакции указывает на то, что 1) равновесие смещено вправо и реакция идет практически до конца 2) равновесие смещено влево и реакция идет практически до конца 3) реакция протекает очень быстро 4) реакция протекает очень медленно
75	Кривая окислительно-восстановительного титрования строится в координатах 1) потенциал - концентрация титранта 2) потенциал – время 3) потенциал – объем раствора титранта 4) стандартный окислительно/восстановительный потенциал-объем окислителя
76	Какие индикаторы используют при окислительно-восстановительном титровании? 1) только специфические 2) только окислительно-восстановительные индикаторы 3) специфические и окислительно-восстановительные индикаторы 4) не используют индикаторы
77	Фактор эквивалентности дихромата калия при определении железа (II) равен 1) 1/1   2) 1/2   3) 1/3   4) 1/6
78	К специфическим индикаторам методов окислительно-восстановительного титрования относятся 1) дифениламин   2) фенилантраниловая кислота   3) KCNS   4) ферроин
79	К оксидиметрии не относятся методы 1) дихроматометрии      2) броматометрии 3) комплексонометрии      4) ванадатометрии
80	Совпадение измеренного потенциала полуреакции с вычисленным по формуле Нернста указывает на то, что 1) окислительно-восстановительная реакция протекает очень быстро 2) система термодинамически обратима 3) окислительно-восстановительная реакция протекает очень медленно 4) разность потенциалов полуреакции ( $\Delta E^{\circ}$ ) имеет большое численное значение
<b>Комплексометрическое титрование</b>	
81	Чем отличается комплексонометрия от комплексометрии? 1) не отличаются 2) механизмом взаимодействия титранта с определяемым компонентом 3) скоростью реакции 4) в качестве титранта используют ЭДТА
82	ЭДТА как титрант не избирателен из-за 1) неустойчивости 2) влияния pH на комплексообразование 3) универсальной способности реагировать почти со всеми катионами периодической системы

	4) кислотно-основного характера взаимодействия
83	Чем обусловлена высокая устойчивость большинства комплексонов? 1) большой скоростью реакции их образования 2) полидентантностью лиганда 3) большим размером их молекул 4) наличием в молекуле алкилфосфоновых групп
84	Что понимают под комплексонами? 1) вещества, образующие комплексы 2) монодентатные неорганические лиганды 3) монодентатные органические лиганды 4) полидентатные органические реагенты
85	Кривые комплексонометрического титрования представляют собой зависимость 1) $pMe - f$ 2) $pMe - pH$ 3) $pMe - E$ 4) $pH - f$
86	Величина скачка кривой комплексонометрического титрования зависит от 1) концентрации титранта 2) устойчивости образуемого комплекса 3) pH раствора 4) всех перечисленных
87	Какие из приведенных веществ используются в качестве металлохромных индикаторов? 1) $K_2CrO_4$ и $Cr_2(SO_4)_3$ 2) крахмал, эозин 3) мурексид, эриохром черный Т 4) дифениламин, ферроин
88	Конечную точку комплексонометрического титрования можно фиксировать методами 1) оптическим    2) кондуктометрическим 3) потенциометрическим                          4) всеми перечисленными
89	Метод обратного титрования в комплексонометрии применяют в случае 1) образования прочного комплекса 2) наличия посторонних ионов 3) сильноокислых сред 4) малой скорости реакции
90	Указать факторы, влияющие на величину скачка кривой комплексонометрического титрования. 1) значение константы устойчивости      2) pH раствора 3) исходные концентрации растворов      4) все перечисленные
91	В комплексонометрии методом обратного титрования можно определить следующие катионы 1) $Al^{3+}$ , $Cr^{3+}$ 2) $Cu^{2+}$ , $Zn^{2+}$ 3) $Fe^{3+}$ , $Mg^{2+}$ 4) $Ca^{2+}$ , $Mg^{2+}$
92	Раствором комплексона III в присутствии мурексида $Ca^{2+}$ определяют в _____ среде 1) щелочной    2) нейтральной 3) кислой    4) в органическом растворителе
93	При значениях pH 6 – 10 металлохромный индикатор эриохрома черный Т имеет окраску 1) красную      2) синюю      3) черную    4) оранжевую

94	Раздельное определение $\text{Ca}^{2+}$ и $\text{Mg}^{2+}$ можно проводить комплексонометрическим методом, используя индикаторы 1) фенолфталеин и метилоранж 2) дифениламин и мурексид 3) эриохром черный Т и мурексид 4) эозин и флюоресцеин
95	Какое из перечисленных свойств не соответствует металлохромному индикатору? 1) иметь собственную окраску 2) образовывать окрашенные комплексы 3) образовывать кинетически лабильные комплексы 4) образовывать химически устойчивые комплексы
96	Состав комплексов ионов металлов с ЭДТА равен 1) 1:2      2) 2:1      3) 1:1      4) 1:3
97	Указать фактор, обуславливающий прочность комплексоната металла. 1) количество хелатных циклов в структуре комплекса 2) состав комплекса 3) концентрации исходных растворов 4) степень окисления металлов
98	Жесткость воды обусловлена содержанием 1) сульфидов и карбонатов $\text{Ca}^{2+}$ и $\text{Ba}^{2+}$ 2) сульфатов и хлоридов $\text{K}^+$ и $\text{Ba}^{2+}$ 3) растворимых и малорастворимых солей $\text{Ca}^{2+}$ и $\text{Mg}^{2+}$ 4) сульфидов и гидрокарбонатов $\text{K}^+$ и $\text{Ca}^{2+}$
99	Указать среду (рН) определения $\text{Ca}^{2+}$ комплексонометрией в присутствии мурексида. 1) щелочная (рН > 10)      2) нейтральная (рН = 7) 3) кислая (рН < 7)      4) уксусно-ацетатная
100	Указать основное требование, предъявляемое к металлохромному индикатору. 1) $\beta_{\text{MeTr}} < \beta_{\text{MeInd}}$ 2) $\beta_{\text{MeTr}}$ намного больше $\beta_{\text{MeTr}}$ 3) $\beta_{\text{MeTr}} = \beta_{\text{MeInd}}$ 4) $\beta_{\text{MeTr}}$ намного меньше $\beta_{\text{MeInd}}$
<b>Осадительное титрование</b>	
101	При аргентометрическом титровании хлоридов в качестве индикатора применяют 1) мурексид      2) лакмус      3) эозин      4) хромат-ионы
102	Адсорбционные индикаторы осадительного титрования – это 1) эозин; флюоресцин      2) хромат калия; эриохром черный Т 3) квасцы; мурексид      4) роданид калия; фенолфталеин
103	Кривые осадительного титрования строят в координатах: 1) рН – f      2) рА – f      3) Е – f      4) рН – Е
104	Наиболее известны в практике осадительного титрования реакции осаждения: 1) карбонатов щелочноземельных металлов 2) сульфатов щелочноземельных металлов 3) гидроксидов многовалентных металлов 4) галогенидов и тиоцианатов серебра и ртути (I)
105	Скачок осадительного титрования тем больше: 1) чем меньше рН раствора 2) чем больше масса осадка 3) чем меньше произведение растворимости осадка 4) чем меньше концентрация осадителя
106	Аргентометрия отличается от меркурометрии:

	1) кривой титрования 3) средой титрования	2) определяемой концентрацией 4) титрантом
107	Метод Мора в осадительном титровании используется для определения 1) хлоридов 2) карбонатов 3) соли Мора 4) нитратов	
108	Раздельное определение ионов в смеси методом осадительного титрования основано на 1) образовании ими осадков разного цвета 2) различии в скорости осаждения 3) значительной разнице в константах растворимости (произведения растворимости) 4) различии в типах химической связи	
109	Безиндикаторный метод осадительного титрования открыл 1) Шварценбах Г. 2) Цвет М.С. 3) Чугаев Л.А. 4) Гей-Люссак	
110	Указать условия определения роданидов методом Фольгарда. 1) отсутствие ионов 2) нейтральная среда, присутствие окислителей 3) отсутствие солей ртути, окислителей, $\text{pH} > 7$ 4) отсутствие солей ртути, окислителей и кислая среда	
111	Указать фактор, на котором основано применение индикатора $\text{K}_2\text{CrO}_4$ при титровании хлоридов раствором $\text{AgNO}_3$ . 1) изменение $\text{pH}$ раствора 2) различие в величинах растворимости или $K_s$ , $\text{AgCl}$ , $\text{AgCrO}_4$ 3) изменение температуры раствора 4) изменение концентрации хлоридов в растворе	
112	В методе осадительного титрования используют реакции образования труднорастворимых соединений со значениями произведений растворимости: 1) $> 1 \cdot 10^{-4}$ 2) $\geq 1 \cdot 10^{-7}$ 3) $\leq 1 \cdot 10^{-10}$ 4) $\approx 1 \cdot 10^{-2}$	
113	Указать вещество, по которому устанавливают титр раствора $\text{AgNO}_3$ . 1) $\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4$ 2) $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ 3) $\text{KMnO}_4$ 4) $\text{NaCl}$	
114	Требования, предъявляемые к реакциям осадительного титрования: 1) экспрессность и количественность протекания 2) возможность фиксирования конечной точки титрования 3) отсутствие процессов соосаждения 4) все перечисленные	
115	Вычислить массу навески (г) $\text{AgNO}_3$ , необходимую для приготовления 250 мл 0,05 М раствора. 1) 2,1250 2) 2,0980 3) 20,9840 4) 0,2098	
116	На титрование рассола израсходовано 12,50 мл 0,1050 М раствора $\text{AgNO}_3$ . Вычислить массу (г) хлорида натрия в анализируемом растворе. 1) 0,0224 2) 0,0768 3) 0,0448 4) 0,7678	
117	Вычислить титр (г/мл) 0,1121 М раствора $\text{AgNO}_3$ . 1) 0,001901 2) 0,003145 3) 0,019057 4) 0,038012	
118	Какую массу навески (г) роданида калия необходимо для приготовления 500 мл 0,1 М раствора? 1) 0,970 2) 0,243 3) 4,850 4) 1,455	
119	На титрование 10,00 мл раствора хлорида натрия с концентрацией 0,1093 М затрачено 10,50 мл раствора $\text{AgNO}_3$ . Вычислит концентрацию титранта. 1) 0,1041 2) 0,1150 3) 0,0985 4) 0,1605	
120	На титрование какого раствора ( $\text{KCl}$ или $\text{NaCl}$ одинаковой концентрации) расходует-ся больший объем титранта ( $\text{AgNO}_3$ )?	

1) NaCl	2) объемы титранта одинаковы
3) KCl	4) различия незначительны

**7.4.** Методические материалы, определяющие процедуру оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций.

Общий результат выводится как интегральная оценка, складывающаяся из текущего контроля - 70% и промежуточного контроля - 30%.

Текущий контроль по дисциплине включает:

- посещение занятий - 10 баллов,
- выполнение лабораторных заданий - 5баллов,
- выполнение домашнего задания и допуск к лабораторным работам - 25 баллов.
- тестирование - 20 баллов.
- письменная контрольная работа - 10 баллов,

Промежуточный контроль по дисциплине включает:

Коллоквиум – 30.

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

а) основная литература:

1. Основы аналитической химии. В двух книгах. Под ред. акад. РАН Ю.А. Золотова. М.: Высшая школа. 2010, 2012.
2. Электроаналитические методы: теория и практика / под ред. Ф.Шольца; пер. с англ. под ред. В.Н.Майстренко. - М. : БИНОМ. Лаб. знаний, 2006. - 326,[2] с. - (Методы в химии).
3. Основы аналитической химии. Практическое руководство. Под ред. акад. РАН Ю.А. Золотова. М.: Высшая школа. 2006.
4. Аналитическая химия: в 2-х т. : [Т.]1 / Кристиан, Гэри ; пер. с англ. А.В.Гармаша, Н.В.Колычевой, Г.В.Прохоровой; вступ. ст. Ю.А.Золотова. - М.: БИНОМ. Лаб. знаний, 2009. - 623,[1] с.
5. Аналитическая химия: в 2-х т. [Т.]2 / Кристиан, Гэри; пер. с англ. А.В. Гармаша, Е.Э.Григорьевой, А.В.Иванова, Т.П.Мосоловой, Г.В.Прохоровой. - М.: БИНОМ. Лаб. знаний, 2009. - 504 с. - (Лучший зарубежный учебник).

б) дополнительная литература:

1. Дорохова Е.Н., Прохорова Г.В. Задачи и вопросы по аналитической химии. МГУ, 1984 .
2. Логинова Н.Я., Воскресенский А.Г., Солодкин Н.С. Аналитическая химия. М.: Просвещение, 1975 .
3. Лурье Ю.Ю. Справочник по аналитической химии. М.: Химия. 1979 .
4. Петерс Д., Хайес Дж., Хифтье Г. Химическое разложение и измерение. Т. 1,2. М.: Химия, 1978 .
5. Лайтинен Г.А, Харрис В.Е. Химический анализ. М.: Химия, 1979 . Посыпайко В.И., Козырева Н.А., Логачева Ю.П. Химические методы анализа. М.: Высшая школа, 1989 .
6. Воскресенский А.Г., Солодкин И.О. и др. Сборник задач и упражнений по аналитической химии. М.: Просвещение, 1985 .
7. Скуг Д., Уэст. Основы аналитической химии. Т. 1,2. М.: Мир, 1979.

## **9.Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины.**

1. Электронные научные и образовательные ресурсы Научной библиотеки ДГУ



<http://elib.dgu.ru>

2. В.П. Васильев, Л.А.Кочергина,Т.Д.Орлова « Аналитическая химия» под редакцией В.П.Васильева. Сборник вопросов,упражнений и задач. Издат. Дрофа, Москва 2006. <http://ibooks.ru/reading.php?productid=340036>
3. А.Н. Трифонова И.В. Мельситова Аналитическая химия. Лабораторный практикум. Минск,2013. [Http://ibooks.ru/reading.php?Productid=338907](http://ibooks.ru/reading.php?Productid=338907)
5. Аналитическая химия. Электрохимические методы анализа. <http://ibooks.ru/reading.php?productid=29206>
6. Л.С. Сизова Аналитическая химия. Оптические методы анализа Кемерово 2006. <http://ibooks.ru/reading.php?productid=29176>
7. <http://www.fptl.ru/biblioteka/analiticheskaya-himiya.html> Список книг по «Аналитической химии» и «Физико-химическим методам анализа».

## 10. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.

В помощь студентам для выполнения контрольной работы предложена краткая теория по тематике задачи и примеры решения подобных задач. Ниже представлен пример из темы «Качественный анализ. Анализ смесей катионов».

Для анализа смесей катионов используется систематический **кислотно-основной метод**. Он получил такое название потому, что групповыми реактивами при разделении катионов на аналитические группы являются кислоты (HCl и H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) и основания (NH<sub>4</sub>OH и NaOH).

Эта классификация основана на образовании малорастворимых хлоридов, сульфатов и гидроксидов металлов, а также на свойстве амфотерности гидроксидов элементов третьей аналитической группы и способности гидроксидов металлов пятой аналитической группы образовывать растворимые аммиачные комплексы.

I аналитическая группа катионов (Na<sup>+</sup>, K<sup>+</sup>, NH<sub>4</sub><sup>+</sup>, Mg<sup>2+</sup>), групповой реактив – отсутствует.

II аналитическая группа катионов (Ba<sup>2+</sup>, Sr<sup>2+</sup>, Ca<sup>2+</sup>), групповой реактив – 2М раствор H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>.

III аналитическая группа катионов (Pb<sup>2+</sup>, Hg<sub>2</sub><sup>2+</sup>, Ag<sup>+</sup>), групповой реактив – 2 М. раствор HCl.

IV аналитическая группа катионов (Al<sup>3+</sup>, Zn<sup>2+</sup>, Cr<sup>3+</sup>, As<sup>3+</sup>, As<sup>5+</sup>, Sn<sup>2+</sup>, Sn<sup>4+</sup>), групповой реактив – избыток раствора NaOH или KOH.

V аналитическая группа катионов (Bi<sup>3+</sup>, Mn<sup>2+</sup>, Fe<sup>3+</sup>, Fe<sup>2+</sup>, Sb<sup>3+</sup>, Sb<sup>5+</sup>), групповой реактив – избыток раствора аммиака.

VI аналитическая группа катионов (Cu<sup>2+</sup>, Cd<sup>2+</sup>, Ni<sup>2+</sup>, Co<sup>2+</sup>, Mg<sup>2+</sup>, Hg<sup>2+</sup>), групповой реагент – избыток раствора аммиака.

Отношение к групповому реактиву:

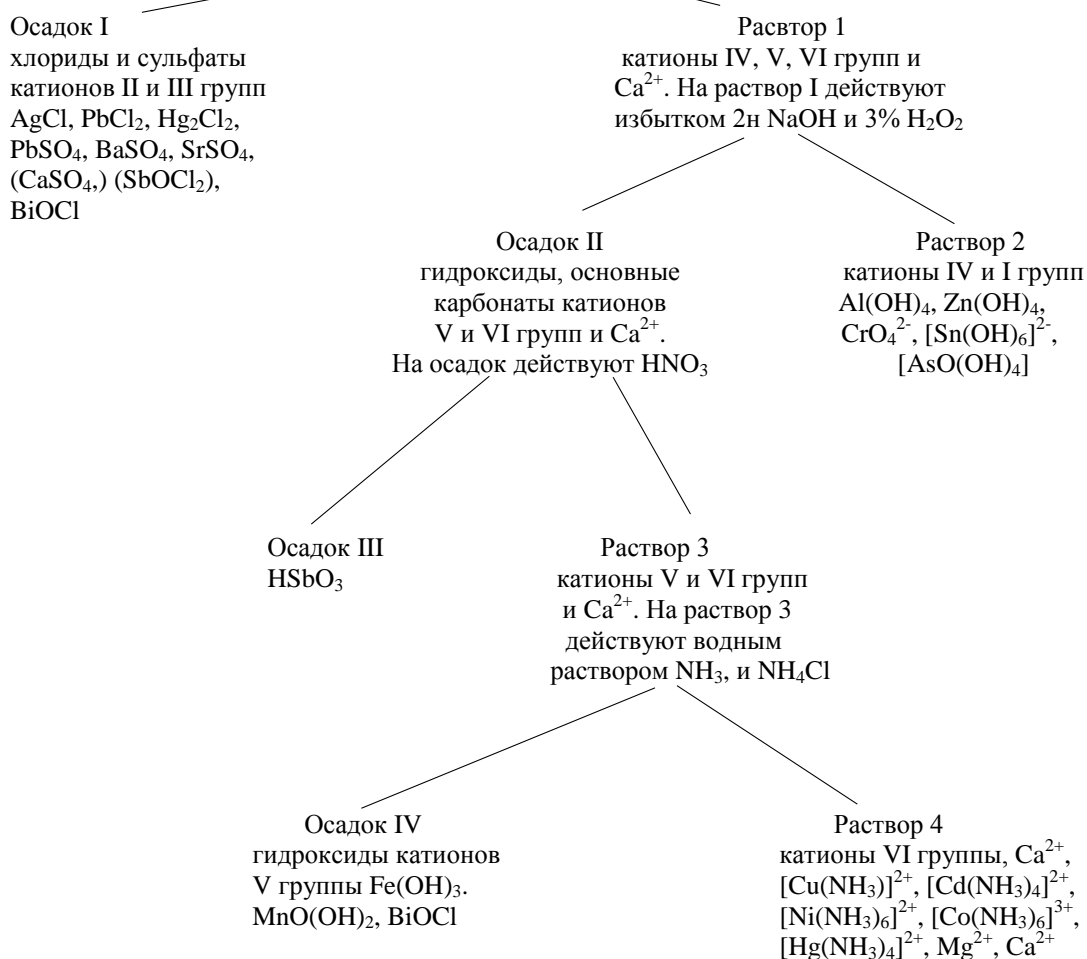
Состав осадка	Произведение растворимости (ПР)	Свойства осадка
PbCl <sub>2</sub>	1,7·10 <sup>-5</sup>	Растворяется в гор. H <sub>2</sub> O, в конц. NaOH, в изб. конц. HCl
Hg <sub>2</sub> Cl <sub>2</sub>	1,3·10 <sup>-18</sup>	н.р. кисл. и щел.
AgCl	1,8·10 <sup>-10</sup>	Растворяется в NH <sub>4</sub> OH, в изб. конц. HCl.

### Пример: 1

Предложить схему разделения следующих катионов: K<sup>+</sup>, NH<sub>4</sub><sup>+</sup>, Ba<sup>2+</sup>, Sr<sup>2+</sup>, Ca<sup>2+</sup>, Ag<sup>+</sup>, Pb<sup>2+</sup>, Hg<sub>2</sub><sup>2+</sup>, Al<sup>3+</sup>, Zn<sup>2+</sup>, Cr<sup>3+</sup>, As<sup>3+</sup>, As<sup>5+</sup>, Sn<sup>2+</sup>, Sn<sup>4+</sup>, Bi<sup>3+</sup>, Mn<sup>2+</sup>, Fe<sup>3+</sup>, Fe<sup>2+</sup>, Sb<sup>3+</sup>, Sb<sup>5+</sup>, Cu<sup>2+</sup>, Cd<sup>2+</sup>, Ni<sup>2+</sup>, Co<sup>2+</sup>, Mg<sup>2+</sup>, Hg<sup>2+</sup>.

**Решение:** на раствор или раствор с осадком смеси катионов I-VI групп действуют смесью 6М HCl и 1М H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>

**Решение:** на раствор или раствор с осадком смеси катионов I-VI групп действуют смесью 6M HCl и 1M H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>



Задачи:

1. Разделить смесь катионов наиболее рациональным способом: Hg<sub>2</sub><sup>2+</sup>, Pb<sup>2+</sup>, Ba<sup>2+</sup>, NH<sub>4</sub><sup>+</sup>, Ni<sup>2+</sup>, Al<sup>3+</sup>.
2. Разделить смесь катионов наиболее рациональным способом: Ag<sup>+</sup>, Pb<sup>2+</sup>, Hg<sub>2</sub><sup>2+</sup>.
3. Разделить смесь катионов наиболее рациональным способом: Ag<sup>+</sup>, K<sup>+</sup>, Sr<sup>2+</sup>, Ca<sup>2+</sup>, Cr<sup>3+</sup>, As<sup>3+</sup>, Fe<sup>3+</sup>, Cu<sup>2+</sup>.
4. Разделить смесь катионов наиболее рациональным способом: NH<sub>4</sub><sup>+</sup>, Hg<sub>2</sub><sup>2+</sup>, Ca<sup>2+</sup>, Ba<sup>2+</sup>, Zn<sup>2+</sup>, Sn<sup>2+</sup>, Co<sup>2+</sup>, Cd<sup>2+</sup>.
5. Разделить смесь катионов наиболее рациональным способом: Hg<sup>2+</sup>, Ba<sup>2+</sup>, Sr<sup>2+</sup>, K<sup>+</sup>, NH<sub>4</sub><sup>+</sup>, Mn<sup>2+</sup>, Bi<sup>3+</sup>, Al<sup>3+</sup>, Cr<sup>3+</sup>, Cu<sup>2+</sup>.
6. Разделить смесь катионов наиболее рациональным способом: Ba<sup>2+</sup>, NH<sub>4</sub><sup>+</sup>, Ag<sup>+</sup>, Pb<sup>2+</sup>, Ni<sup>2+</sup>, Sb<sup>3+</sup>, Fe<sup>2+</sup>, Al<sup>3+</sup>, Cd<sup>2+</sup>.
7. Разделить смесь катионов наиболее рациональным способом: Cu<sup>2+</sup>, Bi<sup>3+</sup>, Al<sup>3+</sup>.
8. Разделить смесь катионов наиболее рациональным способом: Na<sup>+</sup>, Pb<sup>2+</sup>, Ba<sup>2+</sup>.
9. Разделить смесь катионов наиболее рациональным способом: NH<sub>4</sub><sup>+</sup>, Cr<sup>3+</sup>, Fe<sup>2+</sup>, Fe<sup>3+</sup>.
10. Предложить оптимальный способ разделения смеси катионов на аналитические группы: Pb<sup>2+</sup>, Ba<sup>2+</sup>, Cr<sup>3+</sup>, Cu<sup>2+</sup>.
11. Предложить реакции и реактивы для обнаружения ионов: Ba<sup>2+</sup>, NO<sub>3</sub><sup>-</sup>.
12. Предложить реакции и реактивы для обнаружения ионов: CO<sub>3</sub><sup>2-</sup>, Ca<sup>2+</sup>.
13. Предложить реакции и реактивы для обнаружения ионов: SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>, Pb<sup>2+</sup>.
14. Предложить реакции и реактивы для обнаружения ионов: Cl<sup>-</sup>, Cr<sup>3+</sup>.
15. Предложите способ отделения Ca<sup>2+</sup> от Ba<sup>2+</sup>.
16. Предложите способ отделения SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> от CO<sub>3</sub><sup>2-</sup>.
17. Предложить реакции и реактивы для обнаружения ионов: Al<sup>3+</sup>, PO<sub>4</sub><sup>3-</sup>.

18. Предложить реакции и реактивы для обнаружения ионов:  $Mg^{2+}$ ,  $Cl^-$ .  
 19. Предложить реакции и реактивы для обнаружения ионов:  $Mn^{2+}$ ,  $NO_3^-$ .  
 20. Предложить реакции и реактивы для обнаружения ионов:  $Fe^{2+}$ ,  $PO_4^{3-}$ .

Разделы и темы для самостоятельного изучения	Виды и содержание самостоятельной работы
<p><b>Тема 1, 2</b>            Методы обнаружения, разделения и концентрирования.            Равновесие в системе осадок-раствор.</p>	<p>Проработка материала по учебной и научной литературе. Произведение растворимости, решение задач: на расчет растворимости, влияние одноименного с осадком иона на растворимость, солевой эффект, условия выпадения или растворения осадка. Составление схем анализа смеси ионов (например: <math>Cl^-</math>, <math>SO_4^{2-}</math>, <math>NO_3^-</math>, <math>K^+</math>, <math>NH_4^+</math>, <math>Ba^{2+}</math>, <math>Ca^{2+}</math>, <math>Ag^+</math>, <math>Al^{3+}</math>, <math>Cr^{3+}</math>, <math>Bi^{3+}</math>, <math>Mn^{2+}</math>, <math>Fe^{3+}</math>, <math>Cu^{2+}</math>, <math>Ni^{2+}</math>.)            Работа по подготовке к контрольной работе. Выполнение тестов. Решение задач.</p>
<p><b>Тема 3, 4.</b>            Гомогенное равновесие и метод кислотно-основного титрования (К.О.Т.).            3.1. Равновесие в растворах сильных и слабых электролитов, буферных растворов. Расчет pH.             3.2. Протолитическая теория Бренстеда – Лоури. Нивелирующий и дифференцирующий эффекты. Классификация растворителей.            4.1. Построение кривых титрования. Скачок титрования (с.т.), точка эквивалентности. Теория индикаторов. Выбор индикатора по с.т..             4.2. Рабочие растворы метода К.О.Т. Первичные (стандартные) и вторичные растворы метода К.О.Т., стандартизация. Причины неустойчивости растворов вторичных стандартов.</p>	<p>Проработка учебного материала по темам. Решение расчетных задач. Работа по подготовке к контрольным работам и тестовым заданиям по теме.            Решение задач на расчет pH слабых и сильных электролитов, буферных систем.            Неводное титрование.             Построение кривых титрования: а) 10мл 0,1М раствора NaOH 0,1М раствором HCl; б) 10мл 0,1М раствора NaOH 0,1М раствором <math>CH_3COOH</math>; в) 10мл 0,1М раствора <math>NH_3 \cdot H_2O</math> 0,1М раствором HCl.            Приготовление растворов, способы выражения концентрации, решение задач на расчет концентраций (<math>C_m</math>, <math>T_{A/B}</math>, <math>\omega</math>, <math>C_{\Sigma}</math>).</p>
<p><b>Тема 5, 6.</b>            Равновесие в окислительно-восстановительных системах; окислительно-восстановительное титрование.</p>	<p>Определение направления окислительно-восстановительных реакций, решение задач на расчет ЭДС и реального потенциала. Построение кривых титрования: а) 10мл 0,01М <math>FeSO_4</math> 0,01М раствором <math>KMnO_4</math> в сернокислой среде.            б) 10 мл 0,01М <math>Na_2C_2O_4</math> 0,01М раствором <math>K_2Cr_2O_7</math> в кислой среде.</p>
<p><b>Тема 7.</b>            Равновесие в реакциях комплексообразования. Теория действия органических реагентов</p>	<p>Изучение вопросов по теме. Решение задач на расчет равновесных концентраций комплексообразователя и лиганда, выполнение тестов.</p>

<p><b>Тема 8.</b> Комплексонометрическое и осадительное титрование.</p>	<p>Использование аминополикарбоновых кислот в комплексонометрии. Металлохромные индикаторы. Определение кальция, магния, железа, алюминия в растворах чистых солей при совместном присутствии. Решение задач на расчет содержания металлов в растворах чистых солей. Решение задач на тему «осадительное титрование»</p>
<p><b>Тема 9.</b> Экспериментальная зачетная задача «Анализ неизвестного вещества»</p>	<p>Собрать теоретический материал по литературным источникам и в сети – Интернет по изучаемым объектам. Представить план работы с включением хода и результатов качественного анализа оформленные в виде таблицы и методики количественного анализа с указанием результатов проделанной работы. Все представить в форме реферата или курсовой работы с указанием ссылок на литературу.</p>
<p><b>Тема 10.</b> Гравиметрический метод анализа (метод отгонки).</p>	<p>Решение задач по методу отгонки. Определение кристаллизационной и гигроскопической влаги в солях и продуктах питания.</p>
<p><b>Тема 11.</b> Гравиметрический метод анализа (метод осаждения)</p>	<p>Проработка учебной литературы по теме. Решение задач по расчету массы навески, осадителя, результатам анализа. Оценка их по точности, правильности и воспроизводимости. Составление схем гравиметрических определений Ca, Mg, Zn, Ni, P в биологических объектах. Подготовка к контрольной работе №1 и выполнению тестов.</p>
<p><b>Тема 12.</b> Спектроскопические методы анализа (молекулярная спектроскопия).</p>	<p>Проработка материала по учебной и научной литературе. Составление схем основных узлов спектрофотометров. Подготовка к контрольной работе и тестовым заданиям по теме. Решение задач на расчет коэффициента молярного поглощения, толщины светопоглощающего слоя, оптической плотности.</p>
<p><b>Тема 13.</b> Люминесцентный и кинетический методы анализа</p>	<p>Проработка материала по учебной и научной литературе. Подготовка к контрольным вопросам и тестам по теме.</p>
<p><b>Тема 14.</b> Атомно-абсорбционный и атомно-эмиссионный спектральный анализ.</p>	<p>Работа над литературным и методическим материалом по теме. Решение задач на расчет длины волны резонансного излучения (поглощения), энергии возбуждения. Подготовка к контрольным вопросам и тестам по теме.</p>
<p><b>Тема 15.</b> Хроматографические методы количественного анализа. Теоретические основы высокоэффективной жидкостной хроматографии.</p>	<p>Усвоить теоретические основы методов жидкостной и газовой хроматографии. Ознакомиться с принципиальной схемой хроматографа Цвет-3006. Решить задачи на расчет Ч.Т.Т., В.Э.Т.Т., на эффективность и селективность разделения компонентов смеси</p>

<p><b>Тема 16.</b> Электрохимические методы анализа. Потенциометрия (прямая и потенциометрическое титрование)</p>	<p>Проработка материала по учебной и научной литературе. Усвоить сущность потенциометрии, классификации ион-селективных электродов. Электродная функция, коэффициент селективности, время отклика. Нарисовать в лабораторном журнале все типы электродов (стеклянные, мембранные, ферментные). Подготовка к контрольным вопросам и тестовым заданиям</p>
<p><b>Тема 17.</b> Полярнографический анализ. Электрогравиметрия, кулонометрия, вольтамперометрия. Сущность, области применения.</p>	<p>Усвоить теоретический материал по темам вольтамперометрия, амперометрическое титрование, кулонометрия по учебной и научной литературе. Подготовка к контрольным вопросам и тестовым заданиям по теме. Решение задач на законы Фарадея, уравнение Ильковича.</p>

## 11. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем.

При осуществлении образовательного процесса по дисциплине «Аналитическая химия» используются следующие информационные технологии:

- Занятия компьютерного тестирования.
- Демонстрационный материал применением проектора и интерактивной доски.
- Компьютерные программы для статистической обработки результатов анализа.
- Программы пакета Microsoft Office

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

В соответствии с требованиями ГОС кафедра имеет специально оборудованную учебную аудиторию для проведения лекционных занятий по **потокам** студентов, помещения для лабораторных работ на группу студентов из **12 человек** и вспомогательное помещение для хранения химических реактивов и профилактического обслуживания учебного и учебно-научного оборудования.

Помещение для лекционных занятий укомплектовано комплектом электропитания ЩЭ (220 В, 2 кВт, в комплекте с УЗО), специализированной мебелью и оргсредствами (доска аудиторная для написания мелом и фломастером, стойка-кафедра, стол лектора, стул-кресло, столы аудиторные двухместные (1 на каждого двух студентов), стул аудиторный (1 на каждого студента), а также техническими средствами обучения (экран настенный с электроприводом и дистанционным управлением, мультимедиа проектор с ноутбуком).

Лабораторные занятия проводятся в специально оборудованных лабораториях с применением необходимых средств обучения (лабораторного оборудования, образцов, нормативных и технических документов и т.п.). Помещения лабораторных практикумов укомплектованы специальной учебно-лабораторной мебелью (в том числе столами с химически стойкими покрытиями), учебно-научным лабораторным оборудованием, измерительными приборами и химической посудой, в полной мере обеспечивающими выполнение требований программы по аналитической химии.

1. набор мерной посуды.
2. набор необходимых реактивов.
3. центрифуги.

4. весы технические Leki B5002.
5. весы аналитические Leki B1604, Pioneer.
6. иономеры в комплекте со штативами и электродами «Эксперт-001».
7. магнитная мешалка LS220.
8. дистиллятор А-10
9. колориметры фотоэлектрические КФК-2, КФК-2МП, КФК-3, Leki SS1207.
10. спектрофотометры СФ-46 и СФ-56.
11. полярограф АВС-1.1.
12. хроматограф Цвет 3006.
13. атомный спектрограф ААС-1N.
14. стилоскоп СЛ-13.
15. муфельная печь.