

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ПЕДАГОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

**(ТГПУ)**

Утверждаю



декан факультета/  
директор института

« 5 »

09

2011 года

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Б.3.02. АНАЛИТИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

Трудоёмкость (в зачетных единицах) – 10

Направление подготовки: 020100.62 Химия

Профиль подготовки: Физическая химия

Степень (квалификация) выпускника: бакалавр

### **Цель изучения дисциплины (модуля):**

получение студентами основ теоретических знаний по ключевым разделам аналитической химии и приобретение навыков выполнения лабораторных работ, необходимых для осуществления профессиональной деятельности.

### **1. Место учебной дисциплины (модуля) в структуре основной образовательной программы.**

Дисциплина «Аналитическая химия» относится к базовой части профессионального цикла Основной образовательной программы. Она изучается в течение двух семестров (на 1 и 2 курсе), для освоения дисциплины студенты используют знания, умения и виды деятельности, сформированные в процессе изучения химических дисциплин на предыдущих уровнях образования. В свою очередь, «Аналитическая химия» является основой для изучения других разделов химии, например, органической, коллоидной химии, химии окружающей среды.

### **2. Требования к уровню освоения дисциплины.**

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование и развитие специальных компетенций (СК), профессиональных компетенций (ПК-1, ПК-2-4, ПК-6-9, ПК-11), общекультурных компетенций (ОК-1, ОК-4-9, ОК-14, ОК-18). Освоивший дисциплину «Аналитическая химия» должен

#### **знать:**

- теоретические основы химических (гравиметрических, титриметрических) и физико-химических (хроматографических, электрохимических, оптических) методов анализа,
- особенности основных методов анализа неорганических веществ,
- способы отбора и подготовки пробы к анализу,
- методы статистической обработки результатов анализа,
- основные положения техники безопасности при работе с неорганическими веществами;

#### **уметь:**

- доказательно обсуждать теоретические и практические проблемы аналитической химии,
- планировать и организовать эксперимент по аналитической химии,
- самостоятельно проводить исследования,
- использовать информационные технологии для решения научных и профессиональных задач,
- применять полученные знания и навыки при выполнении курсовых и дипломных работ, в педагогической и исследовательской деятельности;

#### **владеть:**

- основными понятиями и терминами науки «Аналитическая химия»,
- знаниями о современных методах исследования неорганических соединений,
- навыками обращения с простейшей аппаратурой, стеклянной и кварцевой посудой,
- навыками выполнения аналитических операций,
- навыками математической обработки полученных результатов.
- 

### **3. Общая трудоемкость дисциплины (модуля) 10 зачетных единиц и виды учебной работы.**

Вид учебной работы	Трудоемкость: зачетные единицы, часы (в соответствии с учебным планом)	Распределение по семестрам, часы (в соответствии с учебным планом)	
	Всего:10 зачетных единиц – 360 часов	№ семестра 2	№ семестра 3
Аудиторные занятия	186		
Лекции	74		
Практические занятия	-	-	-
Семинары	-	-	-
Лабораторные работы	112		
Другие виды аудиторных работ	-	-	-
Другие виды работ	-	-	-
Самостоятельная работа	120		
Курсовой проект (работа)	-	-	-
Реферат	-	-	-
Расчётно-графические работы	-	-	-
Формы текущего контроля	-	Коллоквиумы, контрольные работы, тестирование	Коллоквиумы, контрольные работы, тестирование
Формы промежуточной аттестации в соответствии с учебным планом		Экзамен	Экзамен

## 5. Содержание учебной дисциплины (модуля).

### 5.1. Разделы учебной дисциплины (модуля).

№ п/ п	Наименование раздела дисциплины (темы)	Виды учебной работы (час) (в соответствии с учебным планом)			
		лекции	практические (семинары)	лаборатор ные работы	самостоят ельные
<b>2 семестр</b>					
1.	Введение	2		4	2
2.	Качественный химический анализ	4		18	8
3.	Общая схема аналитического определения	6			14
4.	Типы реакций и процессов в аналитической химии	20		8	26
5.	Методы маскирования, разделения и концентрирования	4		6	8
	Всего за 2 семестр	36		36	58

№ п/п	Наименование раздела дисциплины (темы)	Виды учебной работы (час) (в соответствии с учебным планом)			
		лекции	практические (семинары)	лабораторные работы	самостоятельные
3 семестр					
6.	Гравиметрический анализ	4		12	8
7.	Титриметрический анализ	12		22	18
8.	Хроматографические методы анализа	6		12	10
9.	Электрохимические методы анализа	6		12	10
10	Спектроскопические методы анализа	6		12	10
11	Кинетические методы анализа	2		6	4
12	Особенности анализа конкретных объектов	2			2
	Всего за 3 семестр	38		76	62

## 5.2. Содержание разделов дисциплины(модуля):

### (2 семестр)

5.2.1. *Введение.* Аналитическая химия как наука. Структура и классификация методов современной аналитической химии. Задачи, стоящие перед аналитической химией. Значение и области использования химического анализа. Методологические аспекты аналитической химии. История развития аналитической химии.

5.2.2. *Качественный химический анализ.* Аналитические признаки и аналитические реакции, характеристика чувствительности аналитических реакций. Реагенты, используемые в качественном анализе. Аналитические классификации катионов (сероводородная, аммиачно-фосфатная, кислотнo-основная) и анионов по группам.

5.2.3. *Общая схема аналитического определения.* Постановка задачи. Выбор метода и схемы анализа. Подготовка пробы к анализу. Понятие о генеральной, лабораторной, анализируемой пробах. Особенности отбора пробы газов; жидкостей (гомогенных, гетерогенных); твердых веществ (сыпучих и целого). Сокращение пробы. Хранение пробы. Вскрытие пробы. Высушивание. Разложение образцов. Переведение пробы в раствор. Количественное измерение. Аналитический сигнал. Методы нахождения концентрации определяемого компонента. Погрешности анализа. Статистическая обработка результатов анализа.

5.2.4. *Типы реакций и процессов в аналитической химии.* Типы реакций и процессов в аналитической химии: реакции нейтрализации, комплексообразования, окислительно-восстановительные. Растворы. Способы выражения концентрации в растворах. Взаимодействия частиц в растворах. Растворимость газов, жидкостей и твердых веществ, влияние внешних факторов на растворимость. Типы растворителей. Теории растворов электролитов (теория электролитической диссоциации Аррениуса, теория Дебая-Хюккеля). Сильные и слабые электролиты. Концентрация и активность ионов в растворе. Ионная сила раствора, ее влияние на коэффициенты активности. Применение закона действующих масс в аналитической химии. Константы равновесия в растворах: термодинамическая ( $K^0$ ), концентрационная ( $K$ ), условная ( $K'$ ). Их взаимосвязь. Закон разбавления Оствальда. Общий подход к решению равновесий. Условия материального баланса и электронеutrальности.

Кисотно-основное равновесие. Основные положения теории кислот и оснований. Автопротолиз воды. Ионное произведение воды. Водородный показатель. Взаимосвязь констант диссоциации кислот, оснований с константой автопротолиза. Расчет рН кислот и оснований при  $c < 1 \cdot 10^{-5} \text{М}$  и слабых кислот и оснований при  $h < 5\%$  и  $c \leq 1 \cdot 10^{-4} \text{М}$ . Расчет рН амфолитов.

Буферные системы. Сущность буферного действия. Буферная емкость.

Равновесие комплексообразования. Способы выражения констант устойчивости и нестойкости комплексных соединений: ступенчатая, общая константа. Их взаимосвязь. Условная константа. Функция образования.

Гетерогенные равновесия в системе осадок – насыщенный раствор малорастворимого сильного электролита. Молярная растворимость, ПР, их взаимосвязь. Условия образования осадка. Дробное осаждение. Влияние внешних факторов на растворимость. Солевой эффект.

Окислительно-восстановительное равновесие. Расчет константы равновесия реакции окисления-восстановления. Вычисление стандартных потенциалов полуреакций. Формальный потенциал. ЭДС реакции окисления-восстановления. Направление протекания ОВР. Уравнение Нернста.

*5.2.5. Методы маскирования, разделения и концентрирования.* Сущность методов маскирования, разделения и концентрирования. Количественные характеристики разделения и концентрирования: степень извлечения, коэффициент разделения, коэффициент концентрирования. Осаждение и соосаждение. Коэффициент разделения. Экстракция. Основные законы и количественные характеристики экстракции. Константа и коэффициент распределения, степень извлечения компонента при экстракции. Сорбция. Электролитическое выделение. Дистилляция. Выпаривание. Возгонка. Кристаллизация.

### (3 семестр)

*5.2.6. Гравиметрический анализ.* Сущность гравиметрического анализа. Методы осаждения, выделения, отгонки. Этапы гравиметрического анализа по методу осаждения. Расчет массы навески и объема осадителя. Требования, предъявляемые к осадителю. Осаждаемая и весовая формы осадка, требования, предъявляемые к весовой форме осадка. Осаждение. Условия осаждения и обоснование этих условий. Фильтрация и промывание осадка. Декантация. Выбор промывной жидкости. Высушивание и прокаливание. Расчет результатов анализа. Гравиметрический фактор. Применение гравиметрического анализа. Сущность весовых определений по методу отгонки и выделения.

*5.2.7. Титриметрический анализ.* Сущность метода. Требования к реакциям в объемном анализе. Основные понятия метода: точка эквивалентности, конечная точка титрования. Реактивы и посуда, применяемые в анализе. Методы пипетирования и отдельных навесок. Приготовление растворов: первичных стандартных растворов по точной навеске, вторичных стандартных растворов по известной концентрации исходного раствора. Стандартизация вторичных растворов. Построение кривых титрования. Виды индикаторов, применяемых в титриметрическом анализе. Основные характеристики индикаторов: интервал перехода, показатель титрования. Выбор индикатора.

Характеристика метода кислотно-основного титрования. Теории индикаторов метода нейтрализации (ионная и хромофорная). Построение кривой титрования сильной кислоты сильным основанием. Построение кривой титрования слабой кислоты сильным основанием. Построение кривой титрования слабой многоосновной кислоты сильным основанием. Влияние различных факторов на скачок титрования. Погрешности кислотно-основного титрования. Применение метода.

Окислительно-восстановительное титрование. Сущность метода. Классификация методов. Индикаторы метода. Индикаторные погрешности. Построение кривой окислительно-восстановительного титрования. Применение метода.

Комплексонометрическое титрование. Сущность метода. Комплексоны. Индикаторы комплексонометрии. Расчетные уравнения для построения кривой титрования. Выбор индикатора и обоснование условий комплексонометрического титрования. Применение метода.

Осадительное титрование. Сущность метода. Аргентометрия. Способы Мора, Фольгарда, Фаянса. Индикаторы метода. Построение кривой осаждения. Выбор условий титрования. Применение метода.

*5.2.8. Хроматографические методы анализа.* Сущность хроматографического анализа. Классификация методов хроматографии (по агрегатному состоянию фаз, по природе элементарного акта, по способу относительного перемещения фаз, по аппаратному оформлению процесса, по цели процесса).

Газо-адсорбционная хроматография. Теории хроматографической колонки (кинетическая, теория тарелок). Выбор условий опыта (адсорбент, материал, размеры и форма колонки, газ-носитель, его скорость, количество вводимой пробы, температура). Типы и основные параметры детекторов. Хроматографический пик и элюционные характеристики (время удерживания, удерживаемый объем, коэффициент удерживания, коэффициент распределения, критерий разделения, коэффициент селективности, степень разделения). Качественный и количественный анализ. Методы калибровки детекторов.

Ионообменная хроматография. Ионнообменное равновесие. Константа равновесия реакций ионного обмена. Динамика ионного обмена. ПДОЕ. Иониты, их характеристика.

Тонкослойная хроматография. Теоретические основы метода. Техника эксперимента. Качественный и количественный анализ.

Хроматография на бумаге.

*5.2.9. Электрохимические методы анализа.* Основы электрохимического анализа. Ячейки и электроды для электрохимического анализа, электролиты для ячеек. Классификация электрохимических методов анализа.

Равновесные методы электрохимического анализа. Потенциометрия. Уравнение Нернста. Ионметрия. Ионоселективные электроды. Стеклоанный электрод. Потенциометрическое титрование. Типы реакций, используемые для потенциометрического титрования. S-, T-, R-титрование. Титрование с неполяризованными электродами. Титрование с поляризованными электродами. Графические способы нахождения конечной точки титрования. Применение метода.

Неравновесные методы электрохимического анализа. Вольтамперометрический (полярографический) анализ. Классификация методов анализа и их краткая характеристика. Классическая вольтамперометрия. Инверсионная вольтамперометрия. Качественный и количественный анализ.

Амперометрия. Амперометрическое титрование с одним поляризованным электродом. Амперометрическое титрование с двумя поляризованными электродами.

Кулонометрия и кулонометрическое титрование. Законы Фарадея. Варианты кулонометрии. Условия проведения прямых и косвенных кулонометрических определений.

Прямая кондуктометрия. Типы реакций, используемые для кондуктометрического титрования. Ячейки для измерения электропроводности. Константы кондуктометрических ячеек. Кондуктометрическое титрование.

*5.2.10. Спектроскопические методы анализа.* Сущность спектроскопических методов анализа. Природа электромагнитного излучения. Происхождение атомных и молекулярных спектров. Классификация спектроскопических методов анализа.

Атомная спектроскопия. Атомно-эмиссионный спектральный анализ. Интенсивность спектральной линии. Уравнение Ломакина-Шайбе. Источники возбуждения спектров. Диспергирующие элементы. Приемники света. Фотографический способ регистрации спектров. Качественный, полуколичественный и количественный

спектральный анализ (метод трех эталонов, метод постоянного графика, метод переводного коэффициента, метод твердого графика, метод добавок).

Эмиссионная фотометрия пламени. Процессы в пламени. Пламенные фотометры. Способы определения концентрации (метод градуировочного графика, метод ограничивающих растворов, метод добавок). Факторы, влияющие на аналитический сигнал (помехи).

Атомно-абсорбционная спектроскопия. Источники излучения в методе ААС. Схема прибора для ААС. Способы определения концентрации (метод градуировочного графика, метод добавок).

Молекулярная спектроскопия. Фотометрические методы анализа (фотоколориметрия и спектрофотометрия). Основные закономерности светопоглощения. Закон светопоглощения Бугера-Ламберта-Бера. Оптическая плотность, пропускание, молярный коэффициент поглощения. Зависимость оптической плотности от различных факторов. Выбор спектральной области для фотометрических измерений. Светофильтры. Метрологические характеристики фотометрического анализа. Абсолютные фотометрические методы определения веществ

5.2.11. *Кинетические методы анализа.* Сущность метода. Уравнение зависимости скорости реакции от концентрации реагирующих веществ и катализатора. Индикаторные реакции и требования предъявляемые к ним. Количественные определения: построение кинетических кривых (способ тангенсов), способ фиксированного времени, способ фиксированной концентрации. Применение метода.

5.2.12. *Особенности анализа конкретных объектов.* Основные объекты анализа. Металлы и сплавы. Высокочистые вещества. Геологические объекты. Объекты окружающей среды. Органические и биологические объекты.

### 5.3. Лабораторный практикум.

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование лабораторных работ
<b>2 семестр</b>		
1	5.2.1	Инструктаж по охране труда. Оборудование лаборатории, приемы работы с посудой, реактивами. Аналитические весы. Взвешивание. Приготовление растворов.
2	5.2.2	Техника выполнения различных аналитических реакций.
3	5.2.2	Аналитические реакции катионов первой – шестой аналитических групп по кислотно – основной классификации
4	5.2.2	Систематический анализ катионов по кислотно-основному методу
5	5.2.2	Качественный анализ анионов
6	5.2.4.	Определение константы кислотности уксусной кислоты.
	5.2.4.	Приготовление ацетатного буферного раствора и изучение сущности буферного действия.
8	5.2.5.	Экстракция иода хлороформом из смеси.
<b>3 семестр</b>		
9	5.2.6	Гравиметрическое определение кристаллизационной воды в $BaCl_2 \cdot 2H_2O$ .
10	5.2.6	Гравиметрическое определение содержания бария в $BaCl_2 \cdot 2H_2O$ .
11	5.2.7	Приготовление растворов $HCl$ и $Na_2V_4O_7$ . Стандартизация раствора $HCl$ по $Na_2V_4O_7$ . Определение содержания щелочи в растворе.
12	5.2.7	Определение $NaOH$ и $Na_2CO_3$ при совместном присутствии.
13	5.2.7	Определение временной жесткости воды.
14	5.2.7	Определение аммиака в солях аммония.
15	5.2.7	Приготовление растворов $KJ$ , $J_2$ , $Na_2S_2O_3$ . Стандартизация раствора

		$J_2$ и $Na_2S_2O_3$ . Определение меди в растворе медного купороса.
16	5.2.7	Приготовление раствора $KMnO_4$ . Стандартизация раствора $KMnO_4$ по щавелевой кислоте. Определение содержания железа в соли Мора.
17	5.2.7	Приготовление раствора трилона Б и установка его титра. Определение общей жесткости воды.
18	5.2.7	Определение галогенид-ионов по методу Фольгарда.
19	5.2.8	Определение ПДОЕ катионита КУ-2 по меди.
20	5.2.9	Изучение влияния времени и потенциала электролиза на величину аналитического сигнала.
21	5.2.10	Проверка выполнения законов Бугера-Ламберта и Бера.
22	5.2.11	Определение концентрации молибдена в водном растворе на основе его каталитического действия при окислении иодид-иона перекисью водорода

## 6. Учебно-методическое обеспечение дисциплины.

### 6.1. Основная литература по дисциплине:

1. Основы аналитической химии : в 2 кн. / Ю. А. Золотов [и др.]. – М. : Высшая школа, 2004. – Кн. 1 - 2. (1999, 2000, 2002).
2. Харитонов, Ю. Я. Аналитическая химия : в 2 кн. / Ю. Я. Харитонов. - М. : Высшая школа, 2003. – Кн. 1 – 2. (2001).

### 6.2. Дополнительная литература:

1. Васильев, В.П. Аналитическая химия : в 2 кн. / В. П. Васильев. – М. : Дрофа, 2004. – Кн. 1 – 2.
2. Васильев, В.П. Аналитическая химия : Лабораторный практикум / В. П. Васильев, Р. П. Морозова, Л. А. Кочергина. - М. : Дрофа, 2006. – 414 с.
3. Васильев, В.П. Аналитическая химия : Сборник вопросов, упражнений и задач / В. П. Васильев, Л. А. Кочергина, Т. Д. Орлова. – М. : Дрофа, 2004. – 318 с.
4. Дорохова, Е. Н. Задачи и вопросы по аналитической химии / Е. Н. Дорохова, Г. В. Прохорова. – М. : Мир, 2001. – 267 с.
5. Крешков, А. П. Основы аналитической химии : в 3 кн. / А. П. Крешков. - М. : Химия, 1976. – Кн. 1 – 3.
6. Логинов, Н. Я. Аналитическая химия / Н. Я. Логинов. - М.: Химия, 1979. – 351 с.
7. Основы аналитической химии : Задачи и вопросы / Ю. А. Золотов [и др.]. – М. : Высшая школа, 2002. – 412 с.
8. Основы аналитической химии : Практическое руководство / Ю. А. Золотов [и др.]. – М. : Высшая школа, 2003. – 463 с. (2001. – 463)

### 6.3. Средства обеспечения освоения дисциплины:

Контролирующая программа по аналитической химии (электронный вариант).

- <http://top.msu.ru> - каталог научно-образовательных программ МГУ. Программы курсов по химии. Лекции по химии,
- <http://www.chem.msu.ru/> - портал химического образования России. Российский химический журнал,
- <http://www.chem.km.ru/> - мир химии,
- <http://rushim.ru/books/books.htm> - электронная библиотека по химии,
- <http://www.chemport.ru> - химический портал ChemPort. ru. Литература по химии,
- <http://www.rushim.ru> – электронные учебники,

### 6.4. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля).

Проведение лабораторных работ осуществляется в специализированной лаборатории «Большая химическая лаборатория».



№п/п	Наименование раздела (темы) учебной дисциплины (модуля)	Наименование материалов обучения, пакетов программного обеспечения	Наименование технических и аудиовизуальных средств, используемых с целью демонстрации материалов
1.	5.2.1	Реактивы	Аналитические весы, химическая посуда
2.	5.2.2	Реактивы	Центрифуга, микроскоп химическая посуда,
3.	5.2.4	Реактивы	Аналитические весы, стеклянный, хлоридсеребряный электроды, рН-метр, химическая посуда
4.	5.2.5	Реактивы	Химическая посуда
5.	5.2.6	Реактивы	Аналитические весы, сушильный шкаф, муфельная печь, химическая посуда
6.	5.2.7	Реактивы, пробы воды	Аналитические весы, химическая посуда
7.	5.2.8	Реактивы	Аналитические весы, химическая посуда
8.	5.2.9	Реактивы	Аналитические весы, химическая посуда, электроды, полярограф ПУ-1
9.	5.2.10	Реактивы	Аналитические весы, химическая посуда, спектрофотометр КФК-6
10.	5.2.11	Реактивы	Аналитические весы, химическая посуда

## **7. Методические рекомендации по организации изучения дисциплины:**

### **7.1. Методические рекомендации преподавателю:**

Знания, даваемые дисциплиной «Аналитическая химия», являются неотъемлемой частью базы, необходимой любому грамотному специалисту-химику. Теоретические знания, полученные из лекционного курса, закрепляются на лабораторных занятиях, на которых также вырабатываются практические умения обращения с химическим оборудованием и реактивами, выполнение необходимых расчетов.

Промежуточные срезы знаний проводятся после изучения основным тем курса: качественный химический анализ, теория и практика пробоотбора, метрологические основы химического анализа, типы реакций и процессов в аналитической химии, методы выделения, разделения и концентрирования, гравиметрический, титриметрический анализ, хроматографические, электрохимические, спектроскопические, кинетические методы анализа, особенности анализа конкретных объектов.

Промежуточный срез знаний проводится письменно (контрольные работы и (или) тестирование), устно (коллоквиумы), а также при сдаче лабораторной работы преподавателю. Тестирование проводится в компьютерном классе с использованием специальной программы. Задания для тестирования находятся на сайте ТГПУ. Тестирование студенты могут осуществлять в свободном доступе в качестве самостоятельной подготовки как по отдельным темам, так и по дисциплине в целом. В течение всего обучения студенты выполняют индивидуальные задания, включающие

теоретические вопросы и задачи, разработанные преподавателем по всем изучаемым темам курса, могут выполнять курсовую работу или рефераты. Второй и третий семестры заканчиваются итоговыми экзаменами.

## **7.2. Методические указания для студентов:**

Курс «Аналитическая химия» студенты изучают в течение 2 семестров. Перед началом семестра студент должен ознакомиться с разделами изучаемой дисциплины и их содержанием, получить перечень вопросов, выносимых на самостоятельную работу и на экзамен. Студент должен быть знаком с требованиями к уровню освоения дисциплины, формами текущего, промежуточного и итогового контроля. В курсе «Аналитическая химия» после изучения каждого раздела дисциплины студент должен сдать коллоквиум, индивидуальное задание, пройти тестирование и сдать преподавателю лабораторную работу.

## **8. Формы текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся.**

### **8.1. Тематика рефератов (докладов, эссе):**

1. Определение микроколичеств металлов с применением экстракции.
2. Концентрирование металлов адсорбционными методами.
3. Буферные системы в организме человека.
4. Оптические химические сенсоры для определения антиоксидантов.
5. Визуально-тестовые методы анализа вод.
6. Визуально-тестовые методы анализа пищевых продуктов.
7. Гибридные методы анализа.
8. Возникновение и развитие хроматографии.
9. Электрохимическое определение тяжелых металлов в сточных водах.
10. Модифицированные электроды – расширение возможностей вольтамперометрии.
11. Полярографические методы в аналитической химии.
12. Биологические методы анализа.

### **8.2. Вопросы и задания для самостоятельной работы, в том числе групповой самостоятельной работы обучающихся:**

#### **2 семестр**

1. Техника безопасности при выполнении лабораторных работ
2. Аналитический сигнал. Коэффициент чувствительности и его физический смысл.
3. Методы определения концентрации: градуировочный график, метод стандартных серий, метод добавок, расчетные формулы.
4. Абсолютная и относительная погрешность анализа.
5. Расчет дисперсии, стандартного отклонения и их физический смысл.
6. Расчет оптимальной массы представительной пробы.
7. Способы сокращения пробы.
8. Связь термодинамической, концентрационной и условной констант равновесия.
9. Вычисление ионной силы и коэффициента активности.
10. Условия материального баланса и электронейтральности (показать на примере).
11. Расчет равновесных концентраций в растворе (пример).
12. Основные положения протолитической теории кислот и оснований (примеры).
13. Расчет pH растворов сильных кислот и оснований при концентрации электролита  $\geq 10^{-5}$  моль/л и  $\leq 10^{-5}$  моль/л.
14. Расчет pH слабых электролитов при  $\alpha < 5\%$  и  $\alpha > 5\%$ .
15. Расчет pH слабых электролитов в очень разбавленных растворах с учетом диссоциации воды.
16. Расчет pH растворов амфолитов, если  $c\text{HA}^- > K^a\text{H}_2\text{A}$  и  $K^a\text{HA}^- \cdot c\text{HA}^- > K_w$ .

17. Расчет pH смесей слабых кислот и оснований при  $\alpha < 5\%$ .
18. Вывод формулы для расчета pH буферного раствора.
19. Буферная емкость.
20. Взаимосвязь между концентрационной, условной и термодинамической общими константами устойчивости комплексных соединений.
21. Степень образования комплекса и расчет равновесных концентраций.
22. Вывод формулы для расчета молярной доли комплексного соединения.
23. Термодинамическая, концентрационная и условная константа реакций осаждения-растворения и их взаимосвязь, физический смысл.
24. Расчет растворимости малорастворимых сильных электролитов (пример).
25. Расчет растворимости малорастворимых слабых электролитов (пример).
26. Расчетная формула для вычисления молекулярной растворимости органических кислот.
27. Условия растворения и образования осадков (примеры).
28. Факторы, влияющие на растворимость малорастворимого соединения.
29. Стандартный электродный потенциал и константа равновесия реакции окисления-восстановления.
30. Уравнение Нернста.
31. Направление протекания окислительно-восстановительных реакций (пример).
32. Формальный потенциал и его расчет.
33. Количественная оценка разделения и концентрирования: степень извлечения, коэффициент разделения, коэффициент концентрирования.
34. Основные законы и количественные характеристики экстракции.
35. Константа и коэффициент распределения, степень извлечения компонента при экстракции.

### 3 семестр

1. Устройство и правила взвешивания на аналитических весах. Точность взвешивания.
2. Расчеты навески и осадителя.
3. Требования, предъявляемые к осадителю.
4. Требования, предъявляемые к весовой форме осадка.
5. Условия осаждения и обоснование этих условий.
6. Выбор промывной жидкости.
7. Формула для расчета концентраций примесей, остающихся в растворе в зависимости от объема и количества промывной жидкости.
8. Цель высушивания и прокаливания осадка.
9. Расчет массовой доли определяемого вещества в весовом анализе. Фактор пересчета.
10. Сущность весовых определений по методу отгонки и выделения. Примеры.
11. Способы выражения концентрации растворов в титриметрическом анализе.
12. Приготовление растворов: первичных стандартных растворов по точной навеске, вторичных стандартных растворов по известной концентрации исходного раствора. Стандартизация вторичных растворов.
13. Нейтрализация сильной кислоты сильной щелочью. Расчет и построение кривой титрования. Выбор индикатора.
14. Нейтрализация слабой кислоты сильным основанием. Расчет и построение кривой титрования, выбор индикатора.
15. Нейтрализация слабого основания сильной кислотой. Расчет кривой, выбор индикатора.
16. Кривые титрования  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ,  $\text{H}_3\text{PO}_4$ , индикаторы, применение для титрования.
17. Расчет содержания NaOH и  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  при совместном присутствии.
18. Вывод основного уравнения теории индикаторов  $\text{pH} = \text{pK} - \lg(c_{\text{к.ф.}}/c_{\text{щ.ф.}})$ .
19. Ошибки титрования: водородная и гидроксильная.

20. Ошибки титрования: кислотная и щелочная.
21. Определение временной жесткости воды.
22. Хроматографические параметры: исправленное время удерживания компонента, коэффициент удерживания, исправленный объем, коэффициент распределения компонента между неподвижной и подвижной фазами, коэффициент разделения (селективности).
23. Понятие “теоретическая тарелка” в хроматографии. Расчет числа теоретических тарелок.
24. Аппаратура и блок-схема хроматографа.
25. Иониты, их применение.
26. Стекланный индикаторный электрод.
27. Устройство, принцип работы мембранных электродов.
28. Мембранный потенциал, зависимость мембранного потенциала от активности ионов в растворе.
29. Графические способы нахождения конечной точки потенциометрического титрования.
30. Диффузионный ток, зависимость его от различных факторов, уравнение Ильковича.
31. Предельный ток.
32. Принципиальная схема полярографической установки.
33. Формы кривых амперометрического титрования.
34. Классификация спектроскопических методов анализа в зависимости от энергии электромагнитного излучения.
35. Фотокolorиметрия и спектрофотометрия. Принципиальные схемы установок.

### **8.3. Вопросы для самопроверки, диалогов, обсуждений, дискуссий, экспертиз:**

1. Характеристика погрешностей химического анализа.
2. Воспроизводимость и правильность химического анализа.
3. Оценка грубых промахов с помощью различных критериев.
4. Возможности объединения выборок.
5. Термодинамика и кинетика химических процессов и реакций.
6. Графическое описание химических равновесий в реальных системах.
7. Протолитические и апротонные теории кислот и оснований.
8. Представления об ионной атмосфере в растворах сильных электролитов.
9. Гидролиз – частный случай кислотно-основного равновесия в растворе.
10. Нивелирующий и дифференцирующий эффекты растворителей.
11. Комплексные соединения и их применение в качественном и количественном анализе.
12. Факторы, влияющие на устойчивость комплексов.
13. Типы сорбентов.
14. Источники погрешностей в гравиметрическом анализе.
15. Источники погрешностей в титриметрическом анализе.
16. Типы хроматографических детекторов.
17. Индикаторные электроды и электроды сравнения в электрохимических методах анализа.
18. Спектральные приборы и характеристики их основных узлов.
19. Автоматизация и компьютеризация анализа.

### **8.4. Примеры тестов:**

1	1	1	Навеска 1,5100 г сухого известняка после прокаливания до постоянной массы стала равной 0,8456 г. Массовая доля СаО в образце (%)	2		
1	Ответ	1	24 %			
2	Ответ	1	56%			
3	Ответ	1	67%			
4	Ответ	1	89%			
2	1	2	Раствор, в 500 мл которого растворено 1,825 г HCl, имеет концентрацию (моль/л)	2		
1	Ответ	2	0,050			
2	Ответ	2	0,100			
3	Ответ	2	0,025			
4	Ответ	2	0,250			
3	1	3	Титр 0,1 М раствора H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> равен (г/мл)	3		
1	Ответ	3	0,01960			
2	Ответ	3	0,00490			
3	Ответ	3	0,00980			
4	Ответ	3	0,00245			
4	2	4	Можно ли устранить случайные ошибки опыта?	3		
1	Ответ	4	случайные ошибки устраняются при многократном повторении опытов			
2	Ответ	4	случайные ошибки устраняются методами сравнения со стандартными веществами			
3	Ответ	4	случайные ошибки устранить нельзя, их можно уменьшить многократным повторением опытов и повышением точности отсчетов			
4	Ответ	4	случайные ошибки можно устранить методами калибровки применяемых приборов			
5	2	5	Можно ли устранить систематические ошибки опыта?	4		
1	Ответ	5	систематические ошибки можно устранить многократным повторением опытов			
2	Ответ	5	систематические ошибки неустранимы			
3	Ответ	5	систематические ошибки можно устранить увеличением точности отсчета			
4	Ответ	5	систематические ошибки устраняются методами калибровки приборов и сравнения со стандартными веществами			
6	2	6	Какие ошибки опыта называются систематическими?	2		
1	Ответ	6	Ошибки, связанные с неточностями отсчетов, зависящими от экспериментатора			
2	Ответ	6	Ошибки, связанные с неточностью применяемых приборов и методов, повторяющиеся от опыта к опыту			

3	Ответ	6	Ошибки, связанные с невоспроизводимыми ошибками приборов			
4	Ответ	6	Ошибки, связанные с загрязнениями применяемых реактивов			
7	3	7	Потенциометрическим методом анализа установлены следующие результаты pH раствора: 4,50; 4,52; 4,55; 4,60; 4,70; 4,75. Рассчитайте величину стандартного отклонения (S), если $\sum(\Delta pH)^2 = 0,0514$ .	2		
1	Ответ	7	0,01			
2	Ответ	7	0,10			
3	Ответ	7	0,09			
4	Ответ	7	0,15			
8	3	8	Потенциометрическим методом анализа установлены следующие результаты pH раствора: 4,50; 4,52; 4,55; 4,60; 4,70; 4,75. Вычислите величину Q-критерия.	1		
1	Ответ	8	0,2			
2	Ответ	8	1,0			
3	Ответ	8	0,1			
4	Ответ	8	0,5			
9	3	9	При определении калия в морской воде пламенно-фотометрическим методом получены следующие результаты (г/л): 0,94; 0,84; 1,05. Найдите доверительный интервал для среднего, если $t_{0,90} = 2,92$ и $S = 0,10$ .	3		
1	Ответ	9	$0,94 \pm 0,21$			
2	Ответ	9	$0,94 \pm 0,19$			
3	Ответ	9	$0,94 \pm 0,17$			
4	Ответ	9	$0,94 \pm 0,29$			
10	4	10	Чему равна $K^b$ гидрокарбоната, если $K^a(H_2CO_3) = 4,5 \cdot 10^{-7}$ ?	2		
1	Ответ	10	$4,5 \cdot 10^{-7}$			
2	Ответ	10	$2,2 \cdot 10^{-8}$			
3	Ответ	10	$3,7 \cdot 10^{-7}$			
4	Ответ	10	$9,4 \cdot 10^{-8}$			
11	4	11	Рассчитайте pH буферного раствора, состоящего из 0,10 М растворов уксусной кислоты и ацетата натрия. $K^a(CH_3COOH) = 1,75 \cdot 10^{-5}$	1		
1	Ответ	11	4,76			
2	Ответ	11	5,24			
3	Ответ	11	2,38			

4	Ответ	11	4,52			
12	4	12	Рассчитайте pH 0,20 М раствора хлорида аммония, если $K^b(\text{NH}_3) = 1,75 \cdot 10^{-5}$	4		
1	Ответ	12	7,20			
2	Ответ	12	5,18			
3	Ответ	12	9,07			
4	Ответ	12	4,93			
13	5	13	Рассчитайте условную константу устойчивости комплексоната кальция ( $\text{CaY}^{2-}$ ), если реальная $\beta = 5,0 \cdot 10^{10}$ , а $\alpha(\text{Y}^{4-}) = 3,5 \cdot 10^{-7}$ .	4		
1	Ответ	13	14000			
2	Ответ	13	1428			
3	Ответ	13	9000			
4	Ответ	13	17500			
14	5	14	Рассчитайте $\alpha_3$ комплекса $\text{Cd}(\text{NH}_3)_3^{2+}$ в растворе (%), если $c(\text{NH}_3) = 1 \text{ М}$ , $\alpha_0 = 2,35 \cdot 10^{-7}$ , $\beta_3 = 5,9 \cdot 10^5$	1		
1	Ответ	14	14,0%			
2	Ответ	14	85,3%			
3	Ответ	14	0,7%			
4	Ответ	14	22,8%			
15	5	15	Рассчитайте $\alpha_4$ комплекса $\text{Cd}(\text{NH}_3)_4^{3+}$ в растворе (%), если $c(\text{NH}_3) = 1 \text{ М}$ , $\alpha_0 = 2,35 \cdot 10^{-7}$ , $\beta_4 = 3,63 \cdot 10^6$	2		
1	Ответ	15	14,0%			
2	Ответ	15	85,3%			
3	Ответ	15	0,7%			
4	Ответ	15	22,8%			
16	6	16	ЭДС гальванического элемента определяется соотношением ...	4		
1	Ответ	16	$E = E_{\text{оквост}}^0 - \frac{0,059}{n} \lg \frac{a_{\text{ок}}}{a_{\text{восст}}}$			
2	Ответ	16	$E = E^0 + (0,059/n) \lg a_{\text{Me}^+}$			
3	Ответ	16	$\Delta E = E^0 \pm \frac{0,059}{z}$			
4	Ответ	16	$E = E_{\text{к}} - E_{\text{а}}$			
17	6	17	Потенциал серебряного электрода в растворе соли серебра равен 0,434 В. Какова	1		

			равновесная концентрация ионов серебра, если $E^0(\text{Ag}^+/\text{Ag}^0) = 0,799 \text{ В}$ ?			
1	Ответ	17	$6,3 \cdot 10^{-7}$			
2	Ответ	17	$2,2 \cdot 10^{-8}$			
3	Ответ	17	$3,7 \cdot 10^{-7}$			
4	Ответ	17	$9,4 \cdot 10^{-8}$			
18	6	18	Как называется потенциал окислительно-восстановительной пары при активности ионов, равной 1 моль/л, измеренный по отношению к стандартному водородному электроду?	1		
1	Ответ	18	Стандартный электродный потенциал			
2	Ответ	18	Электродный потенциал			
3	Ответ	18	Формальный электродный потенциал			
4	Ответ	18	Электродвижущая сила			
19	7	19	Рассчитайте растворимость хромата серебра (моль/л), если $\text{PP}^0(\text{Ag}_2\text{CrO}_4) = 1 \cdot 10^{-12}$	3		
1	Ответ	19	$4,1 \cdot 10^{-5}$			
2	Ответ	19	$2,4 \cdot 10^{-5}$			
3	Ответ	19	$6,3 \cdot 10^{-5}$			
4	Ответ	19	$3,7 \cdot 10^{-5}$			
20	7	20	Рассчитайте произведение растворимости $\text{CaC}_2\text{O}_4$ , если его растворимость равна $4,8 \cdot 10^{-5}$	2		
1	Ответ	20	$6,9 \cdot 10^{-3}$			
2	Ответ	20	$2,3 \cdot 10^{-9}$			
3	Ответ	20	$3,7 \cdot 10^{-10}$			
4	Ответ	20	$9,6 \cdot 10^{-5}$			
21	7	21	Рассчитайте растворимость фосфата цинка (моль/л), если $\text{PP}^0(\text{Zn}_3(\text{PO}_4)_2) = 9,12 \cdot 10^{-33}$	2		
1	Ответ	21	$6,3 \cdot 10^{-12}$			
2	Ответ	21	$1,4 \cdot 10^{-7}$			
3	Ответ	21	$6,3 \cdot 10^{-5}$			
4	Ответ	21	$3,7 \cdot 10^{-9}$			
22	8	22	Процесс, в результате которого компоненты, составляющие исходную смесь, отделяются один от другого, называется ....	3		
1	Ответ	22	Концентрирование			



2	Ответ	22	Титрование			
3	Ответ	22	Разделение			
4	Ответ	22	Цементация			
23	8	23	Процесс, в результате которого повышается отношение концентрации микрокомпонентов к концентрации макрокомпонента, называется ...	1		
1	Ответ	23	Концентрирование			
2	Ответ	23	Титрование			
3	Ответ	23	Разделение			
4	Ответ	23	Цементация			
24	8	24	Малорастворимые неорганические или органические соединения, которые полностью захватывают нужные микрокомпоненты, называются ....	2		
1	Ответ	24	Разбавитель			
2	Ответ	24	Коллектор			
3	Ответ	24	Акцептор			
4	Ответ	24	Катализатор			
25	9	25	Физико-химический процесс распределения вещества между двумя несмешивающимися жидкостями называется ....	1		
1	Ответ	25	Экстракция			
2	Ответ	25	Сорбция			
3	Ответ	25	Окклюзия			
4	Ответ	25	Электрофорез			
26	9	26	Рассчитайте коэффициент распределения D фенола между водой и хлороформом, если в воде $C(\text{фенола}) = 0,0737 \text{ M}$ , в хлороформе $C(\text{фенола}) = 0,254 \text{ M}$ .	1		
1	Ответ	26	3,446			
2	Ответ	26	6,892			
3	Ответ	26	1,723			
4	Ответ	26	0,290			
27	9	27	Рассчитайте коэффициент распределения D иода между водой и сероуглеродом, если концентрация иода в водной и органической фазе равна соответственно $25,21 \cdot 10^{-5}$ и $0,1676$ моль/л.	3		
1	Ответ	27	150,4			
2	Ответ	27	998,5			

3	Ответ	27	664,8			
4	Ответ	27	758,7			
28	10	28	Какой из катионов: $\text{Li}^+$ , $\text{Na}^+$ , $\text{Ca}^{2+}$ обладает наибольшей сорбируемостью на сильнокислотных катионообменниках?	3		
1	Ответ	28	$\text{Li}^+$			
2	Ответ	28	$\text{Na}^+$			
3	Ответ	28	$\text{Ca}^{2+}$			
29	10	29	Какой из анионов: $\text{ClO}_4^-$ , $\text{F}^-$ , $\text{Cl}^-$ обладает наибольшей сорбируемостью на сильноосновных анионообменниках?	1		
1	Ответ	29	$\text{ClO}_4^-$			
2	Ответ	29	$\text{F}^-$			
3	Ответ	29	$\text{Cl}^-$			
30	10	30	Процесс поглощения газов, паров и растворенных веществ твердыми или жидкими поглотителями на твердом носителе называется ....	2		
1	Ответ	30	Экстракция			
2	Ответ	30	Сорбция			
3	Ответ	30	Окклюзия			
4	Ответ	30	Электрофорез			
31	10	31	Рассчитайте высоту, эквивалентную теоретической тарелке (h), если длина колонки 283 мм, а число теоретических тарелок (N) равно 5681.	1		
1	Ответ	31	0,0496			
2	Ответ	31	0,0514			
3	Ответ	31	0,0325			
4	Ответ	31	0,0678			
32	11	32	Какой метод используют при гравиметрическом определении $\text{CO}_2$ в $\text{CaCO}_3$ ?	3		
1	Ответ	32	Метод выделения			
2	Ответ	32	Метод осаждения			
3	Ответ	32	Метод отгонки			
33	11	33	В гравиметрическом анализе измерительным инструментом является	2		
1	Ответ	33	Гальванометр			
2	Ответ	33	Аналитические весы			
3	Ответ	33	Бюретка			

4	Ответ	33	Кулонометр			
34	11	34	Для процесса $\text{FeCl}_3 + \text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Fe}(\text{OH})_3 \rightarrow \text{Fe}_2\text{O}_3$ укажите химическую формулу гравиметрической формы осадка	3		
1	Ответ	34	$\text{FeCl}_3$			
2	Ответ	34	$\text{Fe}(\text{OH})_3$			
3	Ответ	34	$\text{Fe}_2\text{O}_3$			
35	12	35	Какой объем осадителя необходимо взять для полного осаждения иона $\text{Ba}^{2+}$ ?	2		
1	Ответ	35	Эквивалентный			
2	Ответ	35	Полуторократный			
3	Ответ	35	Двукратный			
4	Ответ	35	Произвольный			
36	12	36	Из предложенных осадков: $\text{Al}(\text{OH})_3$ , $\text{BaSO}_4$ , $\text{CaC}_2\text{O}_4$ укажите аморфный	1		
1	Ответ	36	$\text{Al}(\text{OH})_3$			
2	Ответ	36	$\text{BaSO}_4$			
3	Ответ	36	$\text{CaC}_2\text{O}_4$			
37	12	37	Установите правильную последовательность этапов гравиметрического анализа по методу осаждения: 1) высушивание и прокаливание осадка 2) отбор средней пробы 3) расчет навески и осадителя, взвешивание пробы 4) приготовление растворов навески и осадителя 5) фильтрование и промывание осадка 6) осаждение и созревание осадка 7) расчет массовой доли	2		
1	Ответ	37	1) 2) 3) 4) 5) 6) 7)			
2	Ответ	37	2) 3) 4) 6) 5) 1) 7)			
3	Ответ	37	3) 2) 6) 4) 5) 1) 7)			
4	Ответ	37	3) 4) 2) 5) 6) 1) 7)			
38	13	38	Точность взвешивания на аналитических весах составляет ....	3		
1	Ответ	38	0,001			
2	Ответ	38	0,0005			
3	Ответ	38	0,0001			

39	13	39	Для процесса $\text{FeCl}_3 + \text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Fe}(\text{OH})_3 \rightarrow \text{Fe}_2\text{O}_3$ укажите, чему равен гравиметрический фактор	1		
1	Ответ	39	0,6994			
2	Ответ	39	0,3497			
3	Ответ	39	0,9666			
4	Ответ	39	0,5884			
40	13	40	Какова массовая доля (%) бария в навеске $\text{BaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ массой 0,4888 г, если масса гравиметрической формы (сульфата бария) равна 0,4665 г, а гравиметрический фактор равен 0,5884?	1		
1	Ответ	40	56,16			
2	Ответ	40	63,11			
3	Ответ	40	74,58			
4	Ответ	40	82,52			
41	14	41	Измерительным инструментом в титриметрическом анализе является	3		
1	Ответ	41	Гальванометр			
2	Ответ	41	Аналитические весы			
3	Ответ	41	Бюретка			
4	Ответ	41	Кулонометр			
42	14	42	В основу объемного титриметрического анализа положен закон ....	1		
1	Ответ	42	Закон эквивалентов			
2	Ответ	42	Закон сохранения массы			
3	Ответ	42	Закон простых объемных отношений			
4	Ответ	42	Закон постоянства состава			
43	14	43	Расчет массы определяемого вещества в методе отдельных навесок проводят по формуле ....	4		
1	Ответ	43	$m = \frac{QM}{nF}$			
2	Ответ	43	$m = \frac{\Delta m}{\varepsilon} 100$			
3	Ответ	43	$m = \frac{m \cdot \omega}{\omega} 100$			

4	Ответ	43	$m_A = \frac{c_n \cdot V_B}{1000} \cdot M, \text{ г}$			
44	15	44	Какой из индикаторов: эозин, хромат калия, метиловый оранжевый, крахмал применяют в методе кислотно-основного титрования?	3		
1	Ответ	44	Эозин			
2	Ответ	44	Хромат калия			
3	Ответ	44	Метиловый оранжевый			
4	Ответ	44	Крахмал			
45	15	45	При титровании раствора карбоната натрия стандартным раствором кислоты первая точка эквивалентности фиксируется с помощью индикатора ....	1		
1	Ответ	45	Фенолфталеин			
2	Ответ	45	Эозин			
3	Ответ	45	Хромат калия			
4	Ответ	45	Мурексид			
46	15	46	При титровании раствора карбоната натрия стандартным раствором кислоты вторая точка эквивалентности фиксируется с помощью индикатора ....	3		
1	Ответ	46	Эозин			
2	Ответ	46	Хромат калия			
3	Ответ	46	Метиловый оранжевый			
4	Ответ	46	Крахмал			
47	16	47	Какое из условий $\beta_{Mn^{2+}} > \beta_{Mg^{2+}}$ , $\beta_{Mn^{2+}} = \beta_{Mg^{2+}}$ , $\beta_{Mn^{2+}} < \beta_{Mg^{2+}}$ должно выполняться в комплексонометрии?	3		
1	Ответ	47	$\beta_{Mn^{2+}} > \beta_{Mg^{2+}}$			
2	Ответ	47	$\beta_{Mn^{2+}} = \beta_{Mg^{2+}}$			
3	Ответ	47	$\beta_{Mn^{2+}} < \beta_{Mg^{2+}}$			
48	16	48	Рассчитайте молярную массу эквивалента $\text{Na}_2\text{H}_2\text{Y} \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ в комплексонометрии $\text{Mg}^{2+}$ , если $M(\text{Na}_2\text{H}_2\text{Y} \cdot 2\text{H}_2\text{O}) = 362,52$ г/моль.	3		
1	Ответ	48	159,90			
2	Ответ	48	172,75			
3	Ответ	48	181,26			
4	Ответ	48	362,52			

49	16	49	Из предложенных индикаторов: фенолфталеин, метиловый оранжевый, эриохром черный Т, крахмал укажите применяемый в комплексонометрии.	3		
1	Ответ	49	Фенолфталеин			
2	Ответ	49	Метиловый оранжевый			
3	Ответ	49	Эриохром черный Т			
4	Ответ	49	Крахмал			
50	17	50	Из предложенных индикаторов: фенолфталеин, метиловый оранжевый, ферроин, крахмал укажите окислительно-восстановительный.	4		
1	Ответ	50	Фенолфталеин			
2	Ответ	50	Метиловый оранжевый			
3	Ответ	50	Ферроин			
4	Ответ	50	Крахмал			
51	17	51	Концентрацию какой соли: $\text{Na}_2\text{CO}_3$ , $\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4$ , $\text{NaCl}$ определяют методом перманганатометрии?	2		
1	Ответ	51	$\text{Na}_2\text{CO}_3$			
2	Ответ	51	$\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4$			
3	Ответ	51	$\text{NaCl}$			
52	17	52	Укажите соединение: $\text{H}_2\text{SO}_4$ , $\text{NaOH}$ , $\text{H}_2\text{O}$ , в котором окислительная способность перманганата калия больше.	1		
1	Ответ	52	$\text{H}_2\text{SO}_4$			
2	Ответ	52	$\text{NaOH}$			
3	Ответ	52	$\text{H}_2\text{O}$			
53	18	53	Рассчитайте $p\text{Cl}$ в точке эквивалентности при титровании раствора хлорида натрия раствором нитрата серебра, если $\text{PP}(\text{AgCl}) = 1 \cdot 10^{-10}$ .	1		
1	Ответ	53	5			
2	Ответ	53	10			
3	Ответ	53	2,5			
54	18	54	Концентрацию какой соли: $\text{NaNO}_3$ , $\text{CH}_3\text{COONa}$ , $\text{NaCl}$ можно определить методом осадительного титрования?	3		
1	Ответ	54	$\text{NaNO}_3$			
2	Ответ	54	$\text{CH}_3\text{COONa}$			
3	Ответ	54	$\text{NaCl}$			

55	18	55	Из предложенных индикаторов: фенолфталеин, метиловый оранжевый, хромат калия, крахмал укажите применяемый в методе осадительного титрования	3		
1	Ответ	55	Фенолфталеин			
2	Ответ	55	Метиловый оранжевый			
3	Ответ	55	Хромат калия			
4	Ответ	55	Крахмал			
56	19	56	Укажите формулу химического соединения, из которого изготовлена кристаллическая мембрана ионселективного электрода на фторид-ион.	2		
1	Ответ	56	SiO <sub>2</sub>			
2	Ответ	56	LaF <sub>3</sub>			
3	Ответ	56	Ag <sub>2</sub> S			
4	Ответ	56	Ag <sub>2</sub> S + CuS			
57	19	57	Чему равна ЭДС гальванического элемента, в котором потенциал катода равен 0,73 В, а потенциал анода равен -0,35 В?	1		
1	Ответ	57	1,08 В			
2	Ответ	57	0,38 В			
3	Ответ	57	-1,08 В			
58	19	58	Рассчитайте константу равновесия реакции $5\text{Fe}^{2+} + \text{MnO}_4^- + 8\text{H}^+ \leftrightarrow \text{Mn}^{2+} + 5\text{Fe}^{3+} + 4\text{H}_2\text{O}$ $E^\circ(\text{Fe}^{3+}/\text{Fe}^{2+}) = 0,77 \text{ В}, E^\circ(\text{MnO}_4^-/\text{Mn}^{2+}) = 1,51 \text{ В}$	3		
1	Ответ	58	$2,88 \cdot 10^{13}$			
2	Ответ	58	$5,10 \cdot 10^{-64}$			
3	Ответ	58	$1,95 \cdot 10^{63}$			
4	Ответ	58	$3,47 \cdot 10^{-14}$			
59	20	59	Электроды какого рода чаще всего используют в вольтамперометрическом методе анализа в качестве электродов сравнения?	2		
1	Ответ	59	Электроды первого рода			
2	Ответ	59	Электроды второго рода			
3	Ответ	59	Электроды третьего рода			
4	Ответ	59	Окислительно-восстановительные электроды			
60	20	60	При полярографировании 5 мл раствора Pb <sup>2+</sup> получили полярограмму с высотой волны (h), равной 10 мм, при полярографировании 5 мл стандартного раствора Pb <sup>2+</sup>	2		

			с концентрацией $c_{ст} = 0,01 \text{ М}$ получили полуграмму с высотой волны ( $h_{ст}$ ) = 20 мм. Рассчитайте концентрацию ионов свинца в анализируемом растворе.			
1	Ответ	60	$5,0 \cdot 10^{-2}$			
2	Ответ	60	$5,0 \cdot 10^{-3}$			
3	Ответ	60	$1,0 \cdot 10^{-2}$			
4	Ответ	60	$1,0 \cdot 10^{-3}$			
61	20	61	При электролизе раствора, содержащего ионы М(III), при силе тока 1,0 А за 2100 с на катоде выделено 0,3772 г металла. Выход по току 100 %. Вычислите молярную массу металла.	1		
1	Ответ	61	51,99			
2	Ответ	61	54,14			
3	Ответ	61	74,5			
4	Ответ	61	82,52			
62	21	62	Исследуемый раствор имеет оптическую плотность 0,58 при толщине слоя раствора 2,5 см. Концентрация растворенной соли железа (III) составляет $3 \cdot 10^{-5}$ моль/л. Определите молярный коэффициент поглощения.	1		
1	Ответ	62	$7,7 \cdot 10^3$			
2	Ответ	62	$8,1 \cdot 10^2$			
3	Ответ	62	$3,6 \cdot 10^{-4}$			
4	Ответ	62	$4,4 \cdot 10^{-5}$			
63	21	63	Определите концентрацию окрашенного раствора соли никеля (моль/л), если его оптическая плотность равна 0,222, толщина слоя раствора 1 см, коэффициент молярного поглощения равен $1,3 \cdot 10^4$ .	4		
1	Ответ	63	$7,7 \cdot 10^{-3}$			
2	Ответ	63	$8,1 \cdot 10^{-2}$			
3	Ответ	63	$3,6 \cdot 10^{-4}$			
4	Ответ	63	$1,7 \cdot 10^{-5}$			
64	21	64	Определите оптическую плотность окрашенного раствора соли никеля с концентрацией $1,7 \cdot 10^{-5}$ моль/л, если толщина слоя раствора 2 см, коэффициент молярного поглощения равен $1,3 \cdot 10^4$ .	4		
1	Ответ	64	0,580			
2	Ответ	64	0,324			



3	Ответ	64	0,782			
4	Ответ	64	0,442			

## 8.5. Перечень вопросов для промежуточной аттестации (к экзамену, зачету):

### 2 семестр

1. Аналитическая химия как наука. Предмет и задачи аналитической химии. Значение аналитической химии.
2. Метрологические основы химического анализа.
3. Теория и практика пробоотбора.
4. Типы реакций и процессов в аналитической химии: реакции нейтрализации, комплексообразования, окислительно-восстановительные.
5. Способы выражения концентрации в растворах.
6. Взаимодействия частиц в растворах.
7. Растворимость газов, жидкостей и твердых веществ, влияние внешних факторов на растворимость.
8. Типы растворителей.
9. Теории растворов электролитов (теория электролитической диссоциации Аррениуса, теория Дебая-Хюккеля).
10. Сильные и слабые электролиты.
11. Концентрация и активность ионов в растворе.
12. Ионная сила раствора, ее влияние на коэффициенты активности.
13. Применение закона действующих масс в аналитической химии. Константы равновесия в растворах: термодинамическая ( $K^0$ ), концентрационная ( $K$ ), условная ( $K'$ ). Их взаимосвязь.
14. Закон разбавления Оствальда.
15. Общий подход к решению равновесий. Условия материального баланса и электронейтральности.
16. Кислотно-основное равновесие. Основные положения теории кислот и оснований.
17. Автопротолиз воды. Ионное произведение воды. Водородный показатель.
18. Взаимосвязь констант диссоциации кислот, оснований с константой автопротолиза.
19. Буферные системы. Сущность буферного действия. Буферная емкость.
20. Применение кислотно-основных реакций в аналитической химии.
21. Равновесие комплексообразования. Способы выражения констант устойчивости и нестойкости комплексных соединений: ступенчатая, общая константа. Их взаимосвязь. Условная константа.
22. Функция образования.
23. Комплексные соединения и их применение в качественном и количественном анализе.
24. Гетерогенные равновесия в системе осадок – насыщенный раствор малорастворимого сильного электролита. Молярная растворимость, ПР, их взаимосвязь.
25. Условия образования осадка. Дробное осаждение. Влияние внешних факторов на растворимость. Солевой эффект.
26. Окислительно-восстановительное равновесие. Расчет константы равновесия реакции окисления-восстановления.
27. Вычисление стандартных потенциалов полуреакций.
28. Формальный потенциал.
29. ЭДС реакции окисления-восстановления.
30. Направление протекания ОВР.
31. Уравнение Нернста.
32. Окислительно-восстановительные реакции. Окислительно-восстановительный потенциал. Зависимость его от различных факторов. Уравнение Нернста. Направление окислительно-восстановительных реакций.
33. Методы разделения и концентрирования. Характеристика экстракции. Коэффициент распределения.

### 3 семестр

1. Сущность гравиметрического анализа. Методы осаждения, выделения, отгонки. Применение гравиметрического анализа.
2. Этапы гравиметрического анализа по методу осаждения.
3. Расчет массы навески и объема осадителя. Требования, предъявляемые к осадителю.
4. Осаждаемая и весовая формы осадка, требования, предъявляемые к весовой форме осадка.
5. Условия получения крупнокристаллических осадков.
6. Условия получения аморфных осадков.
7. Расчет результатов анализа. Гравиметрический фактор. Сущность весовых определений по методу отгонки и выделения.
8. Классификация методов титрования.
9. Способы выражения концентраций растворов в объемном анализе: титр, молярная концентрация эквивалента.
10. Приготовление рабочих растворов и их стандартизация (первичные и вторичные стандартные растворы).
11. Методы установления конечной точки титрования.
12. Виды индикаторов. Выбор индикатора. Характеристики индикатора: интервал перехода, показатель титрования.
13. Расчеты в титриметрическом анализе.
14. Метод кислотно-основного титрования. Сущность метода. Индикаторы метода. Применение метода.
15. Теории индикаторов метода нейтрализации (ионная, хромофорная, ионно-хромофорная).
16. Построение кривой титрования сильной кислоты сильным основанием. Анализ кривой.
17. Построение кривой титрования слабой кислоты сильным основанием. Анализ кривой.
18. Построение кривой титрования слабой многоосновной кислоты сильным основанием. Анализ кривой.
19. Погрешности кислотно-основного титрования.
20. Комплексометрическое и комплексонометрическое титрование. Комплексоны. Применение метода.
21. Выбор индикатора и обоснование условий комплексонометрического титрования.
22. Построение кривой комплексонометрического титрования.
23. Сущность и классификация методов окислительно-восстановительного титрования. Применение метода.
24. Индикаторы окислительно-восстановительного титрования. Индикаторные погрешности.
25. Построение кривой окислительно-восстановительного титрования.
26. Метод осадительного титрования. Сущность метода. Аргентометрия. Способы Мора, Фольгарда, Фаянса, Гей-Люссака. Индикаторы метода. Выбор условий титрования.
27. Построение кривой осадительного титрования.
28. Сущность хроматографического анализа. Классификация методов хроматографии (по агрегатному состоянию фаз, по природе элементарного акта, по способу относительного перемещения фаз, по аппаратному оформлению процесса).
29. Газо-адсорбционная хроматография. Теории хроматографической колонки (кинетическая, теория тарелок).
30. Выбор условий опыта (адсорбент, материал, размеры и форма колонки, газ-носитель, его скорость, количество вводимой пробы, температура).
31. Типы и основные параметры детекторов.

32. Хроматографический пик и элюционные характеристики (время удерживания, удерживаемый объем, коэффициент удерживания, коэффициент распределения, критерий разделения, коэффициент селективности, степень разделения).
33. Качественный и количественный анализ. Методы калибровки детекторов.
34. Ионообменная хроматография. Ионообменное равновесие. Константа равновесия реакций ионного обмена. Динамика ионного обмена.
35. ПДОЕ.
36. Иониты, их характеристика.
37. Тонкослойная хроматография.
38. Бумажная хроматография.
39. Классификация электрохимических методов анализа.
40. Основы электрохимического анализа. Ячейки и электроды для электрохимического анализа, электролиты для ячеек.
41. Равновесные методы электрохимического анализа. Потенциометрия. Уравнение Нернста. Индикаторные электроды. Применение метода.
42. Ионметрия. Ионоселективные электроды. Стеклоэлектрод.
43. Потенциометрическое титрование. S-, T-, R-титрование. Типы реакций, используемые для потенциометрического титрования. Титрование с неполяризованными электродами. Титрование с поляризованными электродами.
44. Графические способы нахождения конечной точки титрования.
45. Вольтамперометрический (полярографический) анализ. Классификация методов анализа и их краткая характеристика.
46. Классическая вольтамперометрия.
47. Инверсионная вольтамперометрия. Качественный и количественный анализ.
48. Амперометрия. Амперометрическое титрование с одним поляризованным электродом. Амперометрическое титрование с двумя поляризованными электродами.
49. Кулонометрия и кулонометрическое титрование. Законы Фарадея. Варианты кулонометрии. Условия проведения прямых и косвенных кулонометрических определений.
50. Прямая кондуктометрия. Ячейки для измерения электропроводности. Константы кондуктометрических ячеек. Кондуктометрическое титрование. Типы реакций, используемые для кондуктометрического титрования.
51. Сущность спектроскопических методов анализа. Природа электромагнитного излучения. Происхождение атомных и молекулярных спектров. Классификация спектроскопических методов анализа.
52. Атомная спектроскопия. Атомно-эмиссионный спектральный анализ. Уравнение Ломаякина-Шайбе. Источники возбуждения спектров. Диспергирующие элементы. Приемники света. Способы регистрации спектров. Качественный, полуколичественный и количественный спектральный анализ.
53. Эмиссионная фотометрия пламени. Процессы в пламени. Пламенные фотометры. Способы определения концентрации. Факторы, влияющие на аналитический сигнал (помехи).
54. Атомно-абсорбционная спектроскопия. Источники излучения в методе ААС. Схема прибора для ААС. Способы определения концентрации.
55. Молекулярная спектроскопия. Фотометрические методы анализа (фотоколориметрия и спектрофотометрия). Закон светопоглощения Бугера-Ламберта-Бера. Причины отклонения от закона.
56. Оптическая плотность, пропускание, молярный коэффициент поглощения. Зависимость оптической плотности от различных факторов.
57. Выбор спектральной области для фотометрических измерений. Светофильтры.
58. Метрологические характеристики фотометрического анализа.
59. Абсолютные фотометрические методы определения веществ.

60. Характеристика кинетических методов анализа. Уравнение зависимости скорости реакции от концентрации реагирующих веществ и катализатора. Индикаторные реакции и требования предъявляемые к ним.

61. Количественные определения: построение кинетических кривых (способ тангенсов), способ фиксированного времени, способ фиксированной концентрации. Применение метода.

62. Особенности анализа металлов и сплавов, высокочистых веществ, геологических объектов, объектов окружающей среды, органических и биологических объектов.

**8.6. Темы для написания курсовой работы (представляются на выбор обучающегося, если предусмотрено рабочим планом):**

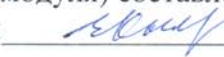
1. Тест-методы определения микроэлементов в продуктах питания.
2. Вольтамперометрическое определение мышьяка в природных водах.
3. Вольтамперометрическое определение токсичных металлов в молочных продуктах.
4. Методы модифицирования поверхности твердых электродов.

**8.7. Формы контроля самостоятельной работы:** Формами контроля самостоятельной работы студентов являются коллоквиумы, индивидуальные задания, промежуточное тестирование, подготовка и выступление с докладами.

Рабочая программа учебной дисциплины составлена в соответствии с учебным планом, федеральным государственным образовательным стандартом высшего профессионального образования по направлению подготовки

020100.62 Химия. Профиль: Физическая химия

(указывается код и наименование направления подготовки)

Рабочая программа учебной дисциплины (модуля) составлена:  
к.х.н., доцент кафедры неорганической химии  Князева Е.П.

Рабочая программа учебной дисциплины (модуля) утверждена на заседании кафедры неорганической химии  
протокол № 1 от 30.08 2011 года.

Зав. кафедрой  Ковалева С.В..  
(подпись)

Рабочая программа учебной дисциплины (модуля) одобрена методической комиссией биолого-химического факультета  
протокол № 4 от 2.09 2011 года.

Председатель методической комиссии  Князева Е.П.  
(подпись)