

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

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

(ТГПУ)



Утверждаю

декан факультета/
директор института

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

1. Цель изучения дисциплины:

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

2. Место учебной дисциплины 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.

3. Требования к уровню освоения дисциплины.

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование и развитие **профессиональных компетенций:**

понимать сущность и социальную значимость профессии, основных перспектив и проблем, определяющих конкретную область деятельности (ПК-1),

владеть основами теории фундаментальных разделов химии (прежде всего неорганической, аналитической, органической, физической, химии высокомолекулярных соединений, химии биологических объектов, химической технологии) (ПК-2),

обладать способностью применять основные законы химии при обсуждении полученных результатов, в том числе с привлечением информационных баз данных (ПК-3),

владеть навыками химического эксперимента, основными синтетическими и аналитическими методами получения и исследования химических веществ и реакций (ПК-4),

владеть навыками работы на современной учебно-научной аппаратуре при проведении химических экспериментов (ПК-6),

иметь опыт работы на серийной аппаратуре, применяемой в аналитических и физико-химических исследованиях (ПК-7),

владеть методами регистрации и обработки результатов химических экспериментов (ПК-8),

владеть методами безопасного обращения с химическими материалами с учетом их физических и химических свойств, способностью проводить оценку возможных рисков (ПК-9),

владеть методами отбора материала для теоретических занятий и лабораторных работ (ПК-11),

общекультурных компетенций:

понимать и соблюдать базовые ценности культуры, обладать гражданственностью и гуманизмом (ОК-4),

уметь логически верно, аргументировано и ясно строить устную и письменную речь (ОК-5),

использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования (ОК-6),

уметь работать с компьютером на уровне пользователя и применять навыки работ с компьютером как в социальной сфере, так и в области познавательной деятельности (ОК-7),

понимать сущность и значение информации в развитии современного информационного общества, сознавать опасности и угрозы, возникающие в этом процессе, соблюдать основные требования информационной безопасности, в том числе защиты государственной тайны (ОК-8),

владеть основными методами, способами и средствами получения, хранения, переработки информации, иметь навыки работы с компьютером как средством управления информацией (ОК-9),

обладать способностью работать с информацией в глобальных компьютерных сетях (ОК-10),

уметь работать в коллективе, быть готовым к сотрудничеству с коллегами, способным к разрешению конфликтов и социальной адаптации (ОК-14),

обладать способностью в условиях развития науки и техники к критической переоценке накопленного опыта и творческому анализу своих возможностей (ОК-15),

владеть основными методами защиты производственного персонала и населения от возможных последствий аварий, катастроф и стихийных бедствий (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.
-

4. Общая трудоемкость дисциплины 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	72	114
Лекции	74	36	38
Практические занятия	-	-	-
Семинары	-	-	-
Лабораторные работы	112	36	76
Другие виды аудиторных работ: занятия в интерактивной форме	56	28	28
Другие виды работ: экзамен	54	26	28
Самостоятельная работа	120	58	62
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.

5.1. Разделы учебной дисциплины.

2 семестр

№ п/ п	Наименование раздела дисциплины (темы)	Аудиторные часы					Самостоя- тельная работа (час)
		всего	лекции	практи- ческие (семина- ры)	лабора- торные	В т.ч. интерактив- ные формы обучения	
1	Введение		2		4	2	2
2	Качественный химический анализ		4		18	4	8
3	Общая схема аналитического определения		6			6	14
4	Типы реакций и процессов в аналитической химии		20		8	8	26

№ п/п	Наименование раздела дисциплины (темы)	Аудиторные часы					Самостоятельная работа (час)
		всего	лекции	практические (семинары)	лабораторные	В т.ч. интерактивные формы обучения	
5	Методы маскирования, разделения и концентрирования		4		6	8	8
	Итого:	72/2	36		36	28/39%	58

3 семестр

№ п/п	Наименование раздела дисциплины (темы)	Аудиторные часы					Самостоятельная работа (час)
		всего	лекции	практические (семинары)	лабораторные	В т.ч. интерактивные формы обучения	
1	Гравиметрический анализ		4		12	2	8
2	Титриметрический анализ		12		22	4	18
3	Хроматографические методы анализа		6		12	6	10
4	Электрохимические методы анализа		6		12	6	10
5	Спектроскопические методы анализа		6		12	6	10
6	Кинетические методы анализа		2		6	2	4
7	Особенности анализа конкретных объектов		2			2	2
	Итого:	114/3,2	38		76	28/24,6%	62

5.2. Содержание разделов дисциплины:

(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 электронейтральности.

Кислотно-основное равновесие. Основные положения теории кислот и оснований. Автопротолиз воды. Ионное произведение воды. Водородный показатель. Взаимосвязь констант диссоциации кислот, оснований с константой автопротолиза. Расчет pH кислот и оснований при $c < 1 \cdot 10^{-5} \text{M}$ и слабых кислот и оснований при $h < 5\%$ и $c \leq 1 \cdot 10^{-4} \text{M}$. Расчет pH 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. Фильтрование 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. Ионообменное 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
2 семестр		
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.
3 семестр		
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 $Na_2B_4O_7$. Стандартизация раствора HCl по $Na_2B_4O_7$. 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 ПДЮЕ 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.su/> - 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.

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 Na_2CO_3 , H_3PO_4 , индикаторы, применение для титрования.
17. Расчет содержания NaOH и Na_2CO_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. Фотоколориметрия 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:

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 аппаратурному 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 Ломакина-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.

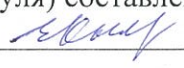
62. Особенности анализа металлов и сплавов, высокочистых веществ, геологических объектов, объектов окружающей среды, органических и биологических объектов.

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)