

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Пекаревский Борис Владимирович  
Должность: Проректор по учебной и методической работе  
Дата подписания: 12.09.2021 20:48:44  
Уникальный программный ключ:  
3b89716a1076b80b2c167df0f27c09d01782ba84



МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования  
«Санкт-Петербургский государственный технологический институт  
(технический университет)»

УТВЕРЖДАЮ  
Проректор по учебной и методической работе

\_\_\_\_\_ Б.В.Пекаревский

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2016 г.

**Рабочая программа дисциплины**  
**АНАЛИТИЧЕСКАЯ ХИМИЯ**  
**И ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ АНАЛИЗА**

(Начало подготовки – 2017 год)

Направление подготовки

**18.03.01 Химическая технология**

Направленности программы бакалавриата

**Химическая технология неорганических веществ**  
**Химическая технология органических веществ**

Квалификация

**Бакалавр**

Форма обучения

**Заочная**

Факультет **химии веществ и материалов**

Кафедра **аналитической химии**

Санкт-Петербург

2016

Б1.Б.09

## ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Должность	Подпись	Ученое звание, фамилия, инициалы
Разработчик		Зарембо Д.В.

Рабочая программа дисциплины «Аналитическая химия и физико-химические методы анализа» обсуждена на заседании кафедры аналитической химии

Протокол от «25» ноября 2016 № 3

Заведующий кафедрой

В.И.Зарембо

Одобрено учебно-методической комиссией факультета химии веществ и материалов  
протокол от «15» декабря 2016 № 4

Председатель

С.Г.Изотова

## СОГЛАСОВАНО

Руководитель направления подготовки «Химическая технология»		А.А.Малыгин
Руководитель направления подготовки «Химическая технология»		В.И.Крутиков
Директор библиотеки		Т.Н.Старостенко
Начальник методического отдела учебно-методического управления		Т.И.Богданова
Начальник УМУ		С.Н.Денисенко

## СОДЕРЖАНИЕ

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы .....	04
2. Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы.....	05
3. Объем дисциплины .....	05
4. Содержание дисциплины	06
4.1. Разделы дисциплины и виды занятий.....	06
4.2. Занятия лекционного типа.....	06
4.3. Занятия семинарского типа.....	07
4.3.1. Лабораторные занятия.....	07
4.4. Самостоятельная работа.....	08
5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине .....	09
6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации.....	09
7. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины .....	10
8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины .....	11
9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.....	11
10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине	12
10.1. Информационные технологии.....	12
10.2. Программное обеспечение.....	12
10.3. Информационные справочные системы.....	12
11. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине.....	12
12. Особенности освоения дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья .....	12
Приложения: 1. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации.	13

**1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы.**

В результате освоения образовательной программы бакалавриата обучающийся должен овладеть следующими результатами обучения по дисциплине:

Коды компетенции	Результаты освоения ООП (содержание компетенций)	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине
<b>ОПК-1</b>	способностью и готовностью использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности	<p><b>Знать:</b> основные законы, лежащие в основе химических и физико-химических методов анализа</p> <p><b>Уметь:</b> ориентироваться в современной аналитической химии и осмысленно использовать полученные теоретические и практические знания</p> <p><b>Владеть:</b> основными химическими понятиями</p>
<b>ПК-10</b>	способностью проводить анализ сырья, материалов и готовой продукции, осуществлять оценку результатов анализа	<p><b>Знать:</b> теоретические основы химических и физико-химических методов</p> <p><b>Уметь:</b> обоснованно выбирать оптимальный метод анализа в зависимости от содержания определяемого количества, природы анализируемого объекта и от требований к метрологическим характеристикам</p> <p><b>Владеть:</b> навыками обработки результатов экспериментов с применением компьютерных технологий</p>
<b>ПК-17</b>	готовностью проводить стандартные и сертификационные испытания материалов, изделий и технологических процессов	<p><b>Знать:</b> стандартные методы исследования материалов, методы безопасного обращения с химическими веществами и аналитическими приборами</p> <p><b>Уметь:</b> выполнять стандартные операции в зависимости от вида анализа</p> <p><b>Владеть:</b> навыками анализа химических веществ с использованием аналитических приборов</p>

## 2. Место дисциплины в структуре образовательной программы<sup>1</sup>.

Дисциплина относится к дисциплинам базовой части (Б1.Б.09) и изучается на 1, 2 и 4 курсах.

В методическом плане дисциплина опирается на элементы компетенций, сформированные при изучении дисциплин «Математика», «Физика», «Общая и неорганическая химия», «Органическая химия».

Полученные в процессе изучения дисциплины «Аналитическая химия и физико-химические методы анализа» знания, умения и навыки могут быть использованы в научно-исследовательской работе и при выполнении выпускной квалификационной работы.

## 3. Объем дисциплины.

Вид учебной работы	Всего, академических часов
	Очная форма обучения
<b>Общая трудоемкость дисциплины</b> (зачетных единиц/ академических часов)	6/216
<b>Контактная работа с преподавателем:</b>	<b>24</b>
занятия лекционного типа	8
занятия семинарского типа, в т.ч.	-
семинары, практические занятия	-
лабораторные работы	16
курсовое проектирование (КР или КП)	-
КСР	-
другие виды контактной работы	-
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>184</b>
<b>Форма текущего контроля</b> (Кр, реферат, РГР, эссе)	<b>4 Кр</b>
<b>Форма промежуточной аттестации</b> (КР, КП, зачет, экзамен)	2 зачета (8)

<sup>1</sup> Место дисциплины будет учитываться при заполнении таблицы 1 в Приложении 1 (Фонд оценочных средств)

#### 4. Содержание дисциплины.

##### 4.1. Разделы дисциплины и виды занятий.

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Занятия лекционного типа, акад. часы	Занятия семинарского типа, акад. часы		Самостоятельная работа, акад. часы	Формируемые компетенции
			Семинары и/или практические занятия	Лабораторные работы		
1.	Аналитическая химия	4	-	8	92	ОПК-1, ПК-10, ПК-17
2.	Физико-химические методы анализа	4	-	8	92	ОПК-1, ПК-10, ПК-17

##### 4.2. Занятия лекционного типа.

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Инновационная форма
1	<u>Введение в аналитическую химию.</u> Предмет, цели, области применения, классификация видов и методов современной аналитической химии. Классификация по видам анализа: качественный и количественный; по природе обнаруживаемых или определяемых компонентов; по природе анализируемых объектов; по массе аналитической навески и диапазону определяемых содержаний.	1	-
1	<u>Гравиметрический анализ.</u> Сущность и основные этапы метода. Осаждаемая и гравиметрическая формы соединений, требования, предъявляемые к ним. Принцип вычисления результатов анализа. Применение гравиметрии.	2	-
1	<u>Титриметрический анализ.</u> Сущность и краткая характеристика метода. Основные понятия. Индикаторы. Классификация титриметрических методов анализа по типу химических реакций и по технике титрования. Требования к реакциям, используемым в титриметрическом анализе.	1	Видеоматериал

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Инновационная форма
2	<u>Основы физико-химических методов анализа.</u> Основные понятия. Классификация физико-химических методов. Методы определения концентраций аналитов. Метрологические и аналитические характеристики.	1	-
2	<u>Спектроскопические методы анализа.</u> Классификация спектральных методов анализа. Атомно-эмиссионная спектроскопия. Атомно-абсорбционный спектральный анализ. Фотометрические методы анализа. Инфракрасная спектроскопия. Люминесцентные методы анализа.	2	Слайд-презентация
2	<u>Хроматографические методы анализа.</u> Основные понятия. Классификация хроматографических методов анализа. Способы получения хроматограмм. Жидкостная хроматография. Газовая и газо-жидкостная хроматография.	1	Слайд-презентация

### 4.3. Занятия семинарского типа.

#### 4.3.1. Лабораторные занятия.

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Примечание
1	<u>Титриметрический анализ.</u> Градуировка бюретки весовым методом. Стандартизация раствора соляной кислоты.	8	
2	<u>Фотометрические методы анализа.</u> Фотометрическое определение железа с сульфосалициловой кислотой	4	
2	<u>Электрохимические методы анализа.</u> Кулонометрическое титрование раствора хлороводородной кислоты.	4	

#### 4.4. Самостоятельная работа обучающихся.

№ раздела дисциплины	Перечень вопросов для самостоятельного изучения	Объем, акад. часы	Форма контроля
1	Метрологические основы аналитической химии. Метрологические характеристики (диапазон определяемых содержаний, нижняя граница определяемых содержаний, предел обнаружения, воспроизводимость, правильность).	4	Зачет
1	Качественный анализ. Анализ мокрым и сухим путем.	8	Зачет
1	Гравиметрический анализ.	10	Контрольная работа
1	Равновесие растворимости малорастворимых соединений.	10	Контрольная работа
1	Кислотно-основное титрование.	14	Контрольная работа
1	Осадительное титрование. Классификация методов осадительного титрования. Аргентометрия. Общая характеристика и возможности. Сущность и возможности способов Мора. Фольгарда, Фаянса.	16	Контрольная работа
1	Комплексонометрическое титрование.	10	Контрольная работа
1	Окислительно-восстановительное титрование.	20	Контрольная работа
2	Атомно-эмиссионный спектральный анализ.	8	Контрольная работа
2	Атомно-абсорбционный спектральный анализ.	8	Контрольная работа
2	Люминесцентные методы анализа.	8	Контрольная работа
2	Фотометрические методы анализа	8	Контрольная работа
2	Инфракрасная спектроскопия.	10	Контрольная работа
2	Электрохимические методы анализа.	20	Контрольная работа
2	Радиометрические методы анализа.	10	Контрольная работа
2	Хроматографические методы анализа.	20	Контрольная работа

## 5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине.

Методические указания для обучающихся по организации самостоятельной работы по дисциплине, включая перечень тем самостоятельной работы, формы текущего контроля по дисциплине и требования к их выполнению размещены в электронной информационно-образовательной среде СПбГТИ(ТУ) на сайте Медиа: <http://media.technolog.edu.ru>

## 6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации

Своевременное выполнение обучающимся мероприятий текущего контроля позволяет превысить (достигнуть) пороговый уровень («удовлетворительно») освоения предусмотренных элементов компетенций.

Результаты дисциплины считаются достигнутыми, если для всех элементов компетенций превышен (достигнут) пороговый уровень освоения компетенции на данном этапе.

Студенты выполняют две контрольные работы по разделу «Аналитическая химия» и две контрольные работы по разделу «Физико-химические методы анализа».

### Пример контрольной работы по разделу «Аналитическая химия»:

1. Определение кальция. Обоснуйте выбор условий осаждения и промывания осадка. Выведите формулу для расчета массовой доли кальция в пробе мела по результатам анализа.
2. При какой концентрации гидроксида калия начнется осаждение гидроксида магния из  $1,2 \cdot 10^{-3}$  М раствора хлорида магния?
3. Определение окислителей методом обратного перманганатометрического титрования (на примере определения  $MnO_2$ ). Напишите уравнения реакций и выведите формулу для расчета массы  $MnO_2$  по результатам титрования.
4. Какая масса ртути (II) ( $Hg^{2+}$ ) содержалась в 250,0 мл раствора, если после прибавления к 50,0 мл этого раствора 25,00 мл 0,01000М раствора ЭДТА, остаток последнего оттитровали 10,50 мл 0,01000М раствора сульфата магния ( $MgSO_4$ )?

### Пример контрольной работы по разделу «Физико-химические методы анализа»:

1. Количественное определение элементов методом твердого (постоянного) графика на спектрографе.
2. Сущность и назначение метода (способа) базисных линий в количественной инфракрасной спектроскопии.
3. Чему равно светопропускание раствора, оптическая плотность которого составляет 2,0?
4. Люминесцентный реагент  $HR$  является слабой кислотой с константой кислотной диссоциации  $K_a=1 \cdot 10^{-4}$ . Какая должна быть концентрация реагента в растворе, чтобы при  $pH=4$  обеспечить 100%-ый избыток его реакционной формы  $R^-$ ? Максимальная ожидаемая концентрация определяемого иона металла составляет  $1 \cdot 10^{-7}$  моль/л.
5. Как проводят графическое определение высоты полярографической волны?
6. Какой количественной характеристикой является число Фарадея (96500 кулонов)?
7. Какие аналитические сигналы используют в газовой хроматографии для качественной идентификации и количественного определения веществ?

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в форме зачета по разделу «Аналитическая химия» на 2 курсе и зачета по разделу «Физико-химические методы анализа» на 4 курсе.

К сдаче зачета допускаются студенты, выполнившие все формы текущего контроля.

Зачет предусматривают выборочную проверку освоения предусмотренных элементов компетенций.

При сдаче зачета, студент получает три вопроса из перечня вопросов, время подготовки студента к устному ответу - до 30 мин.

Пример варианта вопросов на зачете по разделу «Аналитическая химия»:

**Вариант № 1**

1. Осаждаемая и гравиметрическая формы осадка. Требования, предъявляемые к ним.
2. Способы выражения концентрации стандартных растворов.
3. Скачок титрования в методе окислительно-восстановительного титрования и факторы, влияющие на его величину.

Пример варианта вопросов на зачете по разделу «Физико-химические методы анализа»:

**Вариант № 1**

1. Светофильтры и их назначение и правила их выбора.
2. Способы классификации хроматографических методов анализа.
3. Прямая кулонометрия. Определение выхода по току.

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

**а) основная литература:**

1. Аналитическая химия: учебник для студ. высш. учеб. заведений: в 3 т. / под ред. Л.Н. Москвина. – М.: Издательский центр «Академия», 2008 - 2010. – 3 т.
2. Основы аналитической химии: Учебник в 2 т. Т. 1. Большова Т.А., Брыкина Г.Д., Гармаш А.В., Золотов Ю.А. и др. / Под ред. Ю.А. Золотова. - 5-е изд. – М.: Академия, 2012. – 384с.
3. Основы аналитической химии: Учебник в 2 т. Т. 2. Алов Н.В., Барбалат Ю.А., Борзенко А.Г., Гармаш А.В., Золотов Ю.А. и др. / Под ред. Ю.А. Золотова. - 5-е изд. – М.: Академия, 2012. – 408с.
4. Булатов, М.И. Аналитическая химия. Физико-химические методы анализа: учеб. пособие / М.И. Булатов, Т.Э. Маметнабиев, С.В. Харитонов; СПбГТИ(ТУ). Каф. аналит. химии. – СПб., 2010. – 208с. + 2009 ЭБ
5. Калинин, И.П. Титриметрические методы анализа. Примеры решения задач: учеб. пособие / И.П. Калинин, Т.Э. Маметнабиев. – 3-е изд., перераб. и доп.; СПбГТИ(ТУ). Каф. аналит. химии. – СПб., 2013. – 85с. + ЭБ
6. Гравиметрический анализ. Примеры решения задач: учеб. пособие / Л.М. Аладжалова, В.И. Зарембо, Д.В. Зарембо, А.А. Колесников; СПбГТИ(ТУ). Каф. аналит. химии. – СПб., 2013. – 85с. + ЭБ

**б) дополнительная литература:**

1. Абовская, Н.В. Пробоотбор и подготовка пробы к анализу: метод. указания / Н.В. Абовская, Л.М. Аладжалова, В.И. Зарембо; СПбГТИ(ТУ). Каф. аналит. химии. – СПб., 2011. – 17с. + ЭБ + 2013 ЭБ
2. Колесников, А.А. Элементарные методы обработки результатов эксперимента: метод. указания / А.А. Колесников; СПбГТИ(ТУ). Каф. аналит. химии. – СПб., 2010. – 22с. + ЭБ + 2013 ЭБ

**в) вспомогательная литература:**

1. Пупышев, А.А. Атомно-абсорбционный спектральный анализ / А.А. Пупышев. – М.: Техносфера, 2009. – 784с.
2. Бёккер, Ю. Спектроскопия / Ю. Беккер; пер. с нем. Л.Н. Казанцевой, под ред. А.А. Пупышева, М.В. Поляковой. – М.: Техносфера, 2009. – 527с.
3. Мак-Махон, Дж. Аналитические приборы / Дж. Мак-Махон. – СПб.: Профессия, 2009. – 351с.
4. Аналитическая химия и физико-химические методы анализа: В 2т. Т.1. Глубоков Ю.М., Головачева В.А., Дворкин В.И. / Под ред. А.А. Ищенко. – М.: Академия, 2010. – 352с.
5. Аналитическая химия и физико-химические методы анализа: В 2т. Т.2. Алов Н.В., Василенко И.А., Гольдштрах М.А. / Под ред. А.А. Ищенко. – М.: Академия, 2010. – 412с.

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

учебный план, РПД и учебно-методические материалы:  
<http://media.technolog.edu.ru>

электронно-библиотечные системы:

«Электронный читальный зал – БиблиоТех» <https://technolog.bibliotech.ru/>;

ЭБС «Лань» <https://e.lanbook.com/books/>

**9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.**

Все виды занятий по дисциплине «Аналитическая химия и физико-химические методы анализа» проводятся в соответствии с требованиями следующих СТП:

СТО СПбГТИ 020-2011. КС УКДВ. Виды учебных занятий. Лабораторные занятия. Общие требования к организации и проведению.

СТП СПбГТИ 040-02. КС УКДВ. Виды учебных занятий. Лекция. Общие требования;

СТП СПбГТИ 048-2009. КС УКВД. Виды учебных занятий. Самостоятельная планируемая работа студентов. Общие требования к организации и проведению.

СТП СПбГТИ 016-2015. КС УКВД. Порядок проведения зачетов и экзаменов.

Планирование времени, необходимого на изучение данной дисциплины, лучше всего осуществлять на весь семестр, предусматривая при этом регулярное повторение пройденного материала.

Основными условиями правильной организации учебного процесса для студентов является:

- плановость в организации учебной работы;
- серьезное отношение к изучению материала;
- постоянный самоконтроль.

На занятия студент должен приходиться, имея багаж знаний и вопросов по уже изученному материалу.

## **10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.**

### **10.1. Информационные технологии.**

В учебном процессе по данной дисциплине предусмотрено использование информационных технологий:

чтение лекций с использованием слайд-презентаций;  
видеоматериалы.

### **10.2. Программное обеспечение.**

OpenOffice – свободный пакет офисных приложений.

### **10.3. Информационные справочные системы.**

Справочно-поисковая система «Консультант-Плюс».

## **11. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине.**

Для ведения лекционных занятий используется аудитория, оборудованная средствами оргтехники, на 40 посадочных мест.

Для проведения лабораторных занятий используются лаборатория химических методов анализа, оснащенная аналитическими весами, химической посудой, сушильными шкафами, муфельными печами, бюретками, и лаборатория физико-химических методов анализа, оборудованная фотоколориметрами, пересчетными системами, флуориметрами, стилоскопами, рН-метрами, фотометрами пламенными, хроматографами, кулонометрами, а также компьютерный класс с персональными компьютерами.

## **12. Особенности освоения дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья.**

Для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями учебные процесс осуществляется в соответствии с Положением об организации учебного процесса для обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья СПбГТИ(ТУ), утвержденным ректором 28.08.2014г.

**Фонд оценочных средств  
для проведения промежуточной аттестации по  
дисциплине «Аналитическая химия и физико-химические методы анализа»**

**1. Перечень компетенций и этапов их формирования.**

<b>Компетенции</b>		
<b>Индекс</b>	<b>Формулировка<sup>2</sup></b>	<b>Этап формирования<sup>3</sup></b>
ОПК-1	<b>способностью и готовностью использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности</b>	промежуточный
ПК-10	<b>способностью проводить анализ сырья, материалов и готовой продукции, осуществлять оценку результатов анализа</b>	промежуточный
ПК-17	<b>готовностью проводить стандартные и сертификационные испытания материалов, изделий и технологических процессов</b>	промежуточный

**2. Показатели и критерии оценивания компетенций на различных этапах их формирования, шкала оценивания.**

<b>Показатели оценки результатов освоения дисциплины</b>	<b>Планируемые результаты</b>	<b>Критерий оценивания</b>	<b>Компетенции</b>
Освоение раздела № 1	Знает сущность основных химических методов анализа	Правильные ответы на вопросы № 1-9, 12, 17-22, 24-36, 38-40, 42-48 раздела 1 к зачету	ОПК-1
	Умеет выбирать и применять стандартные методики химического анализа для количественного определения веществ	Правильные ответы на вопросы № 16, 37, 49-57 раздела 1 к зачету	ПК-10, ПК-17
	Владеет навыками проведения гравиметрического и титриметрического анализа	Правильные ответы на вопросы № 10, 11, 13-15, 23, 37, 41 раздела 1 к зачету	ПК-17

<sup>2</sup> **жирным шрифтом** выделена та часть компетенции, которая формируется в ходе изучения данной дисциплины (если компетенция осваивается полностью, то фрагменты)

<sup>3</sup> этап формирования компетенции выбирается по п.2 РПД и учебному плану (начальный – если нет предшествующих дисциплин, итоговый – если нет последующих дисциплин (или компетенция не формируется в ходе практики или ГИА), промежуточный - все другие.)

Показатели оценки результатов освоения дисциплины	Планируемые результаты	Критерий оценивания	Компетенции
Освоение раздела № 2	Знает сущность основных физико-химических методов анализа	Правильные ответы на вопросы № 4, 11-12, 14-19, 21-30, 33, 40-44, 48-50, 60-66, 68, 69 раздела 2 к зачету	ОПК-1
	Умеет обосновать выбор метода анализа в зависимости от содержания определяемого вещества, природы анализируемого объекта.	Правильные ответы на вопросы № 5, 20, 45-47, 51-54, 58, 59 раздела 2 к зачету	ПК-10
	Умеет прогнозировать оптимальные условия проведения анализа	Правильные ответы на вопросы № 1-3, 6, 8-10 раздела 2 к зачету	ПК-10, ПК-17
	Умеет оценивать метрологические характеристики результатов анализа	Правильные ответы на вопросы № 31-32, 70 раздела 2 к зачету	ПК-10
	Владеет навыками работы с оборудованием для проведения физико-химических методов анализа.	Правильные ответы на вопросы № 7, 13, 34-39, 43, 55-57, 67 раздела 2 к зачету	ПК-10, ПК-17

Шкала оценивания соответствует СТО СПбГТИ(ТУ):  
по дисциплине промежуточная аттестация проводится в форме зачета, результат оценивания – «зачтено», «не зачтено».

### 3. Типовые контрольные задания для проведения промежуточной аттестации.

#### 3.1 Вопросы к зачету

##### Раздел 1. «Аналитическая химия»

1. Сущность гравиметрического анализа. Методы отгонки и осаждения. Краткая характеристика основных стадий в методе осаждения.
2. Принцип вычисления результатов гравиметрического анализа. Понятие о гравиметрическом факторе.
3. Осаждаемая и гравиметрическая формы осадка. Требования, предъявляемые к ним.
4. Термодинамическая и концентрационная константа растворимости (произведение растворимости). Растворимость осадка.
5. Условие образования и растворения осадка. Условие количественного осаждения определяемого иона.

6. Растворимость осадка в его насыщенном растворе при отсутствии избытка осадителя и при избытке осадителя.
7. Влияние посторонних электролитов (ионной силы раствора) на растворимость осадка. «Солевой эффект».
8. Влияние температуры и природы осадителя на растворимость осадка.
9. Влияние pH и конкурирующих реакций комплексообразования на растворимость осадка (качественный аспект).
10. Условия получения кристаллических осадков. Способы укрупнения частиц. Старение (созревание) кристаллических осадков. Осаждение из гомогенных растворов.
11. Условия получения аморфных осадков. Образование и коагуляция коллоидных растворов. Пептизация осадка.
12. Загрязнение осадков примесями. Виды соосаждения: адсорбция, окклюзия, изоморфизм. Послеосаждение. Способы уменьшения соосаждения.
13. Фильтрация осадков. Виды фильтров.
14. Промывание осадков. Требования, предъявляемые к жидкости для промывания кристаллических и аморфных осадков.
15. Высушивание и прокаливание осадков.
16. Принципиальные основы методов гравиметрического определения. Схема анализа, уравнение реакций, структура осадка, обоснование условий получения осаждаемой и гравиметрической форм осадка (численные значения рецептуры не запоминать), принципы загрязнения осадка и меры по его устранению, выбор промывной жидкости, вычисление результатов анализа при определении следующих веществ:
  - а) бария в виде сульфата бария;
  - б) серы в растворимых сульфатах;
  - в) кальция оксалатным методом;
  - г) магния фосфатным методом;
  - д) кальция и магния при совместном присутствии;
  - е) никеля в стали;
  - ж) алюминия (осадитель – гидроксид аммония; 8-окихинолин);
  - з) железа в соли Мора (осадитель – гидроксид аммония);
  - и) хлора в растворимых хлоридах.
17. Сущность титриметрического анализа (ТА).
18. Требования к реакциям, используемым в ТА.
19. Основные понятия ТА: титрование, стандартный раствор, титрант, точка эквивалентности, конечная точка титрования, индикатор, эквивалент, число и фактор эквивалентности.
20. Способы приготовления стандартных растворов. Расчеты, связанные с приготовлением стандартных растворов.
21. Первичные стандарты (установочные вещества) и требования, предъявляемые к ним. Вторичные стандарты, фиксаналы (стандарт-титры).
22. Способы отдельных навесок и пипетирования.
23. Способы выражения концентрации стандартных растворов.
24. Классификация титриметрических методов по типу реакции титрования и по технике титрования.
25. Сущность прямого, обратного титрования и титрования заместителя.
26. Расчет результатов прямого, обратного титрования и титрования заместителя. Принцип эквивалентности (закон эквивалентов).
27. Сущность метода кислотно-основного титрования.
28. Расчет и построение кривой титрования сильной кислоты (основания) стандартным раствором сильного основания (кислоты).
29. Расчет и построение кривой титрования слабой кислоты (основания) стандартным раствором сильного основания (кислоты).

30. Скачок титрования и факторы, влияющие на его величину. Расчет скачка титрования при заданной допустимой погрешности титрования.
31. Кислотно-основные индикаторы. Ионная теория индикаторов.
32. Интервал перехода окраски двухцветных индикаторов и показатель титрования. Принцип выбора кислотно-основного индикатора.
33. Сущность метода осадительного титрования на примере аргентометрического титрования.
34. Определение хлорид-ионов методом аргентометрического титрования по способу Мора, Фольгарда и Фаянса.
35. Сущность метода комплексонометрического титрования.
36. Комплексон II (ЭДТУК) комплексон III (ЭДТА) и их свойства. Формы ионного состояния ЭДТА в зависимости от pH раствора.
37. Приготовление и стандартизация раствора ЭДТА, установочные вещества.
38. Реакции комплексообразования ионов металлов разного заряда с ЭДТА. Строение комплексонов металлов.
39. Факторы, влияющие на устойчивость комплексонов металлов.
40. Металлохромные индикаторы и принцип их действия на примере эриохромового черного Т.
41. Техника комплексонометрического титрования: прямое обратное, косвенное титрование, титрование заместителя. Примеры и расчет результатов таких способов титрования (определение ионов цинка, магния, анионов, органических соединений, жесткости воды).
42. Сущность метода окислительно-восстановительного титрования.
43. Окислительно-восстановительные реакции и окислительно-восстановительный потенциал (ОВП). Уравнение Нернста.
44. Стандартный, нормальный и условный (формальный, реальный) ОВП.
45. Факторы, влияющие на величину ОВП (pH раствора, образование малорастворимых соединений и др.).
46. Расчет и построение кривых окислительно-восстановительного титрования.
47. Скачок титрования в методе окислительно-восстановительного титрования и факторы, влияющие на его величину.
48. Индикаторы в методе окислительно-восстановительного титрования: обратимые, необратимые, специфические.
49. Перманганатометрия. Стандартный раствор  $KMnO_4$ , его приготовление, стандартизация и хранение.
50. Определение восстановителей методом прямого перманганатометрического титрования (на примере  $Fe(II)$ ).
51. Определение окислителей методом обратного перманганатометрического титрования (на примере  $MnO_2$ ).
52. Перманганатометрическое определение ионов металлов, образующих малорастворимые оксалаты, методом титрования заместителя (на примере  $Ca(II)$ ).
53. Йодометрия. Стандартный раствор иода ( $I_2$ ), приготовление, стандартизация.
54. Йодометрическое определение восстановителей (на примере  $As(III)$ ).
55. Йодометрия. Стандартный раствор тиосульфата натрия ( $Na_2S_2O_3$ ), его приготовление, стандартизация и хранение.
56. Йодометрическое определение окислителей способом титрования заместителя (на примере  $As(V)$ ,  $Cu(II)$ ; сильных кислот; ионов металлов ( $Ba(II)$ ,  $Pb(II)$ ), образующих малорастворимые хроматы).
57. Дихроматометрия. Определение  $Fe(II)$ .

## Раздел 2. «Физико-химические методы анализа»

1. Электронные спектры поглощения молекул

2. Основной закон светопоглощения. Оптическая плотность. Правило аддитивности оптических плотностей.
3. Прочность окрашенных соединений и ее влияние на чувствительность и точность фотометрических определений
4. Постоянство состава окрашенных соединений. Причины нарушения состава и условия фотометрирования, обеспечивающие относительное постоянство состава окрашенных соединений.
5. Спектрофотометрический и фотоколориметрический анализы. Различие. Преимущество.
6. Спектральная область, в которой необходимо проводить фотометрическое определение. Возможные варианты.
7. Светофильтры и их назначение и правила их выбора.
8. Выбор реагента для проведения фотометрического анализа. Критерии выбора.
9. Влияние рН раствора на результаты фотометрического определения.
10. Выбор оптимальных условий проведения фотометрического анализа.
11. Механизм возникновения ИК-спектров.
12. Какие типы колебаний могут присутствовать в молекуле? Какие колебания атомов в молекуле проявляются в ИК- спектре.
13. Устройство и принцип действия ИК- спектрометра
14. Охарактеризуйте источники ИК – излучения. Какие требования к ним предъявляются.
15. Что такое характеристические частоты и от чего зависит их положение в ИК – спектре?
16. Что такое “область отпечатков пальцев”? Для чего она используется.
17. На чем основан качественный анализ методом ИК – спектроскопии? Как проводится определение качественного состава смеси веществ, идентификация чистого вещества.
18. На чем основан количественный анализ методом ИК- спектроскопии одного вещества и смесей веществ.
19. Понятие люминесценции.
20. Какова классификация методов люминесценции спектроскопии
21. Какой вид имеют спектры люминесценции молекул.
22. Сформулируйте правило Стокса - Ломмеля
23. Какова связь между спектром поглощения и люминесценции молекулы. Правило зеркальной симметрии (правило Левшина)
24. Виды тушения люминесценции.
25. Что такое квантовый выход люминесценции. Пути его повышения.
26. Как определяют концентрацию вещества по его люминесценции?
27. Каков механизм возникновения атомных эмиссионных спектров
28. Что такое ширина спектральной линии. Какие виды уширения спектральной линии Вы знаете.
29. Что является аналитическим сигналом для качественного и количественного спектрального анализа
30. Выбор линии для количественного определения элемента
31. Спектральные помехи влияющие на интенсивность спектральной линии. Пути их учета
32. Физико-химические помехи, влияющие на интенсивность спектральной линии. Пути их устранения.
33. Способы определения концентрации в эмиссионном спектральном анализе
34. Фотометрия пламени. Особенности и преимущества этого метода
35. Что такое атомизатор. Его роль в атомно-эмиссионном анализе

36. Пламя как источник возбуждения эмиссионных спектров, когда используется. Преимущества и недостатки.
37. Электрическая дуга и искра как источник возбуждения эмиссионных спектров, когда используются. Преимущества и недостатки.
38. Индуктивно- связанная плазма как источник возбуждения эмиссионных спектров, когда используется. Преимущества и недостатки.
39. Основные типы спектральных приборов, принцип их действия и назначение
40. Методы регистрации спектров. Сравните их достоинства и недостатки
41. Виды радиоактивного излучения и виды радиоактивного распада
42. Закон радиоактивного распада. Дайте определение постоянной распада, периода полураспада.
43. На каких механизмах взаимодействия излучения с веществом основаны важнейшие методы регистрации излучения. Устройство и принцип действия счетчика Гейгера.
44. Количественное определение элементов по их естественной радиоактивности
45. Методы, основанные на искусственной (наведенной) радиоактивности. Активационный анализ. Преимущества и недостатки метода.
46. Радиометрическое титрование. Сущность, преимущество и недостатки метода.
47. Метод изотопного разбавления. Особенности, преимущество и недостатки метода.
48. Способы классификации хроматографических методов анализа
49. Виды хроматограмм. Способ их представления
50. Хроматографические параметры, характеризующие поведение вещества
51. Жидкостная распределительная хроматография и ее отличие от экстракции.
52. Сущность ионообменной хроматографии. Иониты и их физико-химические свойства.
53. Осадочная хроматография и ее варианты.
54. Сущность и виды газовой хроматографии. Механизмы разделения.
55. Газовый хроматограф и его основные узлы.
56. Детекторы, используемые в газовой хроматографии. Катарометр. Устройство и область применения.
57. Устройство и область применения плазменно-ионизационного детектора.
58. Применение газовой хроматографии для качественного и количественного анализа. Аналитические сигналы.
59. Классификация электрохимических методов анализа.
60. Прямая потенциометрия (ионометрия).
61. Потенциометрическое титрование. Способы нахождения конечной точки титрования.
62. Полярографический анализ. Вид полярографической кривой. Остаточный, диффузионный, предельный диффузионный токи.
63. Что является основой качественного полярографического анализа. Полярографический спектр.
64. Количественный полярографический анализ. Способы нахождения концентрации.
65. Виды современной полярографии (дифференциальная, разностная, инверсионная).
66. Амперометрическое титрование. Формы кривых титрования.
67. На чем основан кулонометрический анализ. Аппаратура для проведения кулонометрического анализа.
68. Прямая кулонометрия. Определение выхода по току.
69. Сущность кулонометрического титрования. Особенности и достоинства этого метода.
70. Метрологические и аналитические характеристики физико-химических методов.

#### 4. Темы курсовых работ или проектов, контрольные работы, задачи.

##### 4.1 Контрольная работа №1 по разделу «Аналитическая химия».

###### Вариант 1

- 1 Определение магния в присутствии кальция. Почему перед осаждением магния после отделения кальция необходимо удалить соли аммония? Выведите формулу для вычисления массовой доли карбоната магния в минерале по результатам анализа.
- 2 Вычислите молярную концентрацию  $(NH_4)_2C_2O_4$ , отвечающую началу образования осадка  $CaC_2O_4$  из  $3 \cdot 10^{-4} M$  раствора хлорида кальция.
- 3 Приготовление и стандартизация раствора гидроксида натрия. Выведите формулу для расчета молярной концентрации  $NaOH$  и титра  $NaOH$  по серной кислоте ( $T(NaOH / H_2SO_4)$ ).
- 4 Какой объем воды следует добавить к 200,0 мл 0,1000н. ( $f_{эkv.} = \frac{1}{6}$ ) раствора дихромата калия ( $K_2Cr_2O_7$ ) для получения раствора с титром по железу ( $T(K_2Cr_2O_7 / Fe)$ ), равным 0,005000 г/мл?

###### Вариант 2

- 1 Как влияют температура и природа растворителя на растворимость осадка?
- 2 Массовая доля серы в угле составляет 0,6%. Рассчитайте массу навески угля, которую надо взять для получения 0,15 г осадка  $BaSO_4$ ?
- 3 Как проводится определение анионов методом косвенного комплексонометрического титрования? Рассмотрите на примере определения сульфат-ионов.
- 4 Вычислите массовую долю карбоната кальция ( $CaCO_3$ ) и карбоната магния ( $MgCO_3$ ) в известняке, если после растворения 1,000 г пробы и соответствующей обработки объем раствора довели водой до 100,0 мл. На титрование 20,00 мл этого раствора для определения суммарного содержания  $Ca^{2+}$  и  $Mg^{2+}$  израсходовали 19,25 мл 0,05140M раствора ЭДТА, а на титрование 20,00 мл раствора для определения содержания только  $Ca^{2+}$  израсходовали 6,35 мл раствора ЭДТА.

###### Вариант 3

- 1 Объясните влияние кислотности раствора (рН) на растворимость осадков, образованных анионами слабых и сильных кислот.
- 2 Препарат с массовой долей  $Al_2(SO_4)_3 \cdot 18H_2O$  80% содержит также инертные примеси. Какую навеску препарата надо взять для анализа, чтобы получить не более 0,11 г прокаленного осадка  $Al_2O_3$ ?
- 3 Дихроматометрическое определение железа. Напишите уравнения реакций и выведите формулу для расчета массы железа по результатам титрования.
- 4 При анализе пробы производственных сточных вод объемом 100,0 мл сульфат-ионы ( $SO_4^{2-}$ ) осадили раствором хлорида бария. Осадок сульфата бария отфильтровали, промыли и растворили в 30,00 мл 0,02503M раствора ЭДТА. Остаток ЭДТА оттитровали 15,60 мл 0,02497M раствора хлорида магния. Определите массовую концентрацию  $SO_4^{2-}$  в сточной воде.

###### Вариант 4

- 1 Выразите гравиметрические факторы при определении  $P_2O_5$ , если гравиметрической формой служили следующие соединения:  $Ca_3(PO_4)_2$ ;  $Mg_2P_2O_7$ ;  $(NH_4)_3PO_4 \cdot 12MoO_3$ .
- 2 Смешали 100 мл 0,05M раствора хлорида бария и 150 мл 0,04M раствора серной кислоты. Выпал осадок. Вычислите массу бария в растворе над осадком.

- 3 В чем сущность метода пипетирования и метода отдельных навесок? Преимущества и недостатки каждого из них.
- 4 Какой объем 11,7% раствора уксусной ( $CH_3COOH$ ) кислоты требуется для приготовления 12 л 1% раствора?

#### Вариант 5

- 1 Какова роль разбавления, перемешивания, регулирования температуры, скорости добавления осадителя при получении кристаллических и аморфных осадков?
- 2 Будет ли наблюдаться помутнение раствора после смешивания равных объемов растворов сульфата кальция с массовой концентрацией 0,2 г/л и оксалата аммония с массовой концентрацией 0,26 г/л?
- 3 Рассчитайте скачок титрования 10 мл 0,1М раствора  $NaOH$  0,1М раствором  $HCl$  при допустимой погрешности  $\pm 0,1\%$ . Выберите индикатор для данного титрования.
- 4 Рассчитайте массу навески соли  $K_2Cr_2O_7$ , необходимую для приготовления 2 л раствора дихромата калия с титром по железу ( $T(K_2Cr_2O_7 / Fe)$ ), равным 0,002792 г/мл?

#### Вариант 6

- 1 Выразите и рассчитайте гравиметрические факторы при определении:
  - а)  $Ag$  в виде  $Ag_2CrO_4$ ;
  - б)  $Al$  в виде  $Al_2O_3$ ;
  - в)  $K_2O$  в виде  $K_2[PtCl_6]$ ;
  - г)  $FeO$  в виде  $Fe_2O_3$ .
- 2 При анализе 0,1726 г препарата получено 0,5341 г  $(NH_4)_3PO_4 \cdot 12MoO_3$ . Какова массовая доля  $P_2O_5$  в препарате?
- 3 Определение хлорид-ионов ( $Cl^-$ ) методом Фаянса. Поясните принцип действия адсорбционных индикаторов. Выведите формулу для расчета массы  $Cl^-$  по результатам титрования.
- 4 Из навески 1,200 г образца, содержащего хромат калия ( $K_2CrO_4$ ), приготовили раствор в мерной колбе вместимостью 100,0 мл. К 25,00 мл полученного раствора добавили избыток раствора нитрата свинца ( $Pb(NO_3)_2$ ). Полученный осадок хромата свинца ( $PbCrO_4$ ) отфильтровали, промыли, перевели в раствор и обработали 10,00 мл 0,1000М раствора ЭДТА. Остаток ЭДТА оттитровали 8,00 мл 0,05109М раствора сульфата цинка ( $ZnSO_4$ ). Рассчитайте массовую долю хромат-ионов ( $CrO_4^{2-}$ ) в образце.

#### Вариант 7

- 1 Какие факторы влияют на растворимость осадка (качественный аспект)?
- 2 Какую навеску руды с массовой долей железа 60% нужно взять для анализа, чтобы получить 1,16 г  $Fe_2O_3$ ?
- 3 Титрование ионов железа (III) стандартным раствором восстановителя закончили при потенциале 0,59В. Используя уравнение Нернста, вычислите соотношение концентраций ионов железа (III) и железа (II) ( $\frac{[Fe^{3+}]}{[Fe^{2+}]}$ ) в конце титрования.
- 4 К 10,00 мл раствора хлорида никеля ( $NiCl_2$ ) добавили дистиллированную воду, аммиачный буферный раствор и 20,00 мл 0,01080М раствора ЭДТА. Остаток ЭДТА оттитровали 5,47 мл 0,01292М раствора хлорида магния ( $MgCl_2$ ). Рассчитайте молярную концентрацию  $NiCl_2$ .

### Вариант 8

- 1 Почему осаждение кальция в виде оксалата кальция выгоднее вести из кислого раствора, постепенно нейтрализуя кислоту аммиаком?
- 2 Какова будет потеря массы осадка  $PbSO_4$  при промывании его 250 мл  $3 \cdot 10^{-3}M$  раствора  $(NH_4)_2SO_4$ ?
- 3 Смешали 10 мл 0,30M раствора  $HCl$  и 20 мл 0,20M раствора  $NaOH$ . Какую окраску будет иметь индикатор метиловый оранжевый в полученном растворе?
- 4 Какой объем 10% раствора соды ( $Na_2CO_3$ ) плотностью  $1,105 \text{ г/см}^3$  надо взять для приготовления 1 л раствора с титром  $Na_2CO_3$ , равным  $0,0050 \text{ г/мл}$ ?

### Вариант 9

- 1 Перечислите требования, предъявляемые к осаждаемой форме осадка.
- 2 Какова должна быть молярная концентрация оксалата аммония в промывной жидкости, чтобы в 250 мл ее при промывании осадка оксалата кальция растворилось не более 0,2% осадка?
- 3 На титрование 0,1M раствора уксусной кислоты ( $CH_3COOH$ ) израсходовали эквивалентное количество 0,1M раствора  $NaOH$  в присутствии индикатора фенолфталеина. Какую окраску имел при этом раствор?
- 4 Какой объем раствора с массовой долей аммиака ( $NH_3$ ) 12% и плотностью  $0,95 \text{ г/см}^3$  требуется для приготовления 8,0 л 2,0M раствора?

### Вариант 10

- 1 В чем сущность осаждения из гомогенного раствора? Приведите примеры осаждения из гомогенного раствора:
  - а) регулированием pH среды;
  - б) путем синтеза осадителя в растворе.
- 2 При анализе 0,6528 г сплава получено 0,1215 г  $AgCl$ . Вычислите массовую долю серебра в сплаве.
- 3 Какое практическое значение имеет величина скачка титрования? Вычислите величину скачка титрования раствора сульфата железа (II) ( $FeSO_4$ ) стандартным раствором сульфата церия (IV) ( $Ce(SO_4)_2$ ) для допустимой погрешности титрования  $\pm 0,1\%$ .  
 $E^0_{Fe^{3+}/Fe^{2+}} = 0,77V$ ;  $E^0_{Ce^{4+}/Ce^{3+}} = 1,44V$ .
- 4 Рассчитайте массовую долю цинка в руде, если на титрование раствора, приготовленного из навески руды массой 0,9003 г израсходовано 19,51 мл 0,1015M раствора ЭДТА.

## Контрольная работа №2 по разделу «Аналитическая химия».

### Вариант 1

- 1 Перечислите требования, предъявляемые к гравиметрической форме осадка.
- 2 При анализе 0,2215 г глины влажностью 2,45% получено 0,1096 г диоксида кремния. Вычислите массовую долю кремния в сухой глине.
- 3 Каков принцип действия металлохромных индикаторов в комплексонометрии? Рассмотрите на примере индикатора эриохромового черного Т.
- 4 К анализируемому раствору сульфита натрия ( $Na_2SO_3$ ) прибавили 24,74 мл 0,1158M раствора иода ( $I_2$ ). На титрование остатка  $I_2$  затратили 19,34 мл 0,1146M раствора тиосульфата натрия ( $Na_2S_2O_3$ ). Рассчитайте массу  $Na_2SO_3$  в анализируемом растворе.

### Вариант 2

- 1 Почему при определении кальция в присутствии магния необходимо прибегать к переосаждению  $CaC_2O_4$ ? Почему при вторичном осаждении осадок получается более чистым, чем при первом осаждении?
- 2 Смешали 220 мл  $1,0 \cdot 10^{-3}M$  хлорида кальция и 130 мл  $2,0 \cdot 10^{-3}M$  раствора оксалата аммония. Вычислите массу кальция в растворе.
- 3 Приготовление и стандартизация раствора хлороводородной кислоты ( $HCl$ ). Выведите формулу для расчета молярной концентрации и титра раствора  $HCl$  по результатам титрования.
- 4 Рассчитайте массу хлорида калия, содержащегося в 250 мл его раствора, если на титрование 25,00 мл этого раствора израсходовали 34,00 мл  $0,1050M$  раствора нитрата серебра ( $AgNO_3$ )?

### Вариант 3

- 1 Определение никеля. Обоснуйте выбор условий осаждения и выведите формулу для вычисления массовой доли никеля в стали по результатам анализа.
- 2 Во сколько раз растворимость хромата бария в воде больше, чем в  $0,010M$  растворе  $K_2CrO_4$ ?
- 3 Поясните, почему кислотно-основные индикаторы изменяют окраску при изменении pH раствора. Основные характеристики кислотно-основных индикаторов (интервал перехода окраски; показатель титрования).
- 4 Рассчитайте массу хлорида бария ( $BaCl_2$ ), содержащегося в 250 мл его раствора, если после добавления к 25,00 мл этого раствора 40,00 мл  $0,1020M$  раствора нитрата серебра остаток  $AgNO_3$  оттитровали 15,00 мл  $0,09800M$  раствора тиоцианата аммония ( $NH_4SCN$ ).

### Вариант 4

- 1 Загрязнение осадков путем последующего осаждения (послеосаждения). Как избежать такого загрязнения осадка?
- 2 При анализе 0,5628 г минерала получено 0,1097 г  $Mg_2P_2O_7$ . Вычислите массовую долю  $MgO$  в минерале.
- 3 Поясните, как влияет образование малорастворимого соединения одного из компонентов окислительно-восстановительной системы на величину окислительно-восстановительного потенциала. Рассмотрите на примере системы  $Cu^{2+} / Cu^+$ , если  $[Cu^{2+}] = 0,02$  моль/л;  $[I^-] = 0,5$  моль/л.  $E^0_{Cu^{2+}/Cu^+} = 0,15V$ .
- 4 Рассчитайте молярную концентрацию цинка ( $Zn^{2+}$ ) в растворе, если на титрование 20,15 мл этого раствора израсходовали 9,35 мл  $0,05000M$  раствора ЭДТА.

### Вариант 5

- 1 Чем соосаждение отличается от совместного и последующего осаждения? Почему  $CaCO_3$  является более удобной гравиметрической формой осадка, чем  $CaO$ ?
- 2 При анализе 0,5335 г силиката влажностью 1,23% получено 0,0963 г  $Mg_2P_2O_7$ . Вычислите массовую долю  $MgO$  в сухом силикате.
- 3 Определение хлорид-ионов ( $Cl^-$ ) методом Мора. Напишите уравнения реакций и выведите формулу для расчета молярной концентрации хлорид-ионов.
- 4 Рассчитайте молярную концентрацию, титр и титр ЭДТА по оксиду кальция, если на титрование 0,1035 г карбоната кальция израсходовали 20,15 мл раствора ЭДТА.

### Вариант 6

- 1 Выразите гравиметрические факторы при определении кальция, если в качестве гравиметрической формы использованы следующие соединения:

- а)  $CaO$ ;
- б)  $CaCO_3$ .
- 2 Вычислите массу ионов серебра, оставшегося в растворе, если к 53 мл раствора, содержащего 85 мг  $AgNO_3$ , прибавили 47 мл 0,010М раствора карбоната натрия.
- 3 10 мл анализируемого 0,20М раствора  $HCl$  титруют стандартным 0,20М раствором  $NaOH$ . Вычислите скачок титрования при недостатке и избытке щелочи в 0,1% от эквивалентного количества.
- 4 Рассчитайте массу навески соли  $K_2Cr_2O_7$ , необходимую для приготовления 2 л 0,1500н. ( $f_{эkv.} = \frac{1}{6}$ ) раствора дихромата калия.

#### Вариант 7

- 1 Почему осадок  $MgNH_4PO_4$  промывают не чистой водой, а разбавленным водным раствором аммиака? Почему осаждение  $Mg^{2+}$  в виде  $MgNH_4PO_4$  ведут в присутствии  $NH_4Cl$ ?
- 2 Вычислите массу потери осадка сульфата свинца при его промывании:
  - а) 200 мл воды
  - б) 200 мл 0,001М раствора  $H_2SO_4$
- 3 Требования к реакциям, используемым в титриметрическом анализе. Классификация титриметрических методов анализа по типу используемой реакции.
- 4 Какой объем воды необходимо добавить к 1,0 л 0,24М раствора  $HCl$ , чтобы приготовить 0,20М раствор. Чему равен титр исходного раствора?

#### Вариант 8

- 1 Каковы причины адсорбции ионов на поверхности осадка? Какие ионы адсорбируются осадком в первую очередь? Способы устранения мешающего влияния адсорбции.
- 2 Из 25,00 мл раствора сульфата меди получен осадок тиоцианата меди  $CuSCN$  массой 0,2144 г. Вычислите массовую концентрацию меди в растворе.
- 3 Приготовление и стандартизация раствора перманганата калия ( $KMnO_4$ ). Напишите уравнения реакций и выведите формулу для расчета нормальной концентрации  $KMnO_4$  ( $f_{эkv.} = \frac{1}{5}$ ) по результатам титрования.
- 4 На титрование раствора магния, приготовленного растворением навески  $MgSO_4$  массой 0,1250 г, израсходовали 21,10 мл раствора  $ЭДТА$ . Рассчитайте молярную концентрацию раствора  $ЭДТА$  и его титр.

#### Вариант 9

- 1 Какие условия необходимо создавать при получении аморфных осадков?
- 2 Рассчитайте массовую долю железа в руде, если из навески руды массой 0,7020 г получено 0,4344 г  $Fe_2O_3$ .
- 3 В каких случаях применяют способ титрования заместителя (вытеснительное титрование) в комплексонометрии и как он осуществляется? Приведите примеры.
- 4 К навеске дихромата калия ( $K_2Cr_2O_7$ ) массой 0,1100 г добавили избыток иодида калия и хлороводородную кислоту. Выделившийся иод ( $I_2$ ) оттитровали 20,00 мл раствора тиосульфата натрия ( $Na_2S_2O_3$ ). Вычислите молярную концентрацию раствора  $Na_2S_2O_3$  и титр  $Na_2S_2O_3$  по иоду ( $T(Na_2S_2O_3 / I_2)$ ).

#### Вариант 10

- 1 Обоснуйте условия осаждения  $SO_4^{2-}$  раствором  $BaCl_2$ . Почему это осаждение ведут в присутствии  $HCl$  и из горячего раствора? Выведите формулу для вычисления массы  $SO_4^{2-}$  по результатам анализа.
- 2 Вычислите растворимость  $AgCl$  в 0,01М растворе  $MgCl_2$ .
- 3 В чем состоит сущность титриметрического анализа? Что такое точка эквивалентности и конечная точка титрования? Как рассчитывают результат титриметрического анализа?
- 4 Рассчитайте массу навески соли  $AgNO_3$ , необходимую для приготовления 800 мл 0,0500М раствора нитрата серебра.

### Контрольная работа №1 по разделу «Физико-химические методы анализа».

#### Вариант 1

1. Источники возбуждения, применяемые в атомно-эмиссионном спектральном анализе. Их характеристика.
2. Назначение и правила выбора светофильтров в фотометрических методах анализа.
3. В каком интервале длин волн проводят анализ по инфракрасным спектрам?
4. Найти концентрацию фотометрического реагента  $R$ , необходимую для связывания определяемого иона  $M$  в окрашенный комплекс  $MR$  на 99,5%. Общая концентрация иона  $M$  равна  $c(M)$ .
5. В чем сущность кулонометрического титрования при постоянном токе?
6. При прямом кулонометрическом определении меди на медном кулонометре было выделено 3,293г меди. Определить какое количество электричества было затрачено на выделение этой массы меди из раствора медного купороса?
7. Тонкослойная хроматография. Сущность и назначение.

#### Вариант 2

1. Понятие о гомологической (аналитической) паре спектральных линий. Характеристика этих линий.
2. Возможности использования инфракрасной спектроскопии для идентификации неорганических соединений.
3. Сущность явления люминесценции, виды люминесценции. Краткая характеристика.
4. Чему равна оптическая плотность раствора, светопоглощение которого составляет 50%?
5. Назовите методы индикации конечной точки потенциометрического титрования и их назначение
6. В чем сущность амперометрического титрования без индикатора. Кривые титрования.
7. Сущность хроматографии и классификация хроматографических методов.

#### Вариант 3

1. Выполнение качественного анализа по спектрам сравнения элементов на спектрографе.
2. Краткая характеристика инфракрасных спектров поглощения. Их отличие от электронных спектров поглощения.
3. Чем отличается фотоколориметрия от спектрофотометрии?
4. При фотометрическом определении железа были получены параллельные значения массы (в мг): 0,30; 0,33; 0,27; 0,29; и 0,31. Вычислить относительное стандартное отклонение  $s_r$  найденной массы железа  $m(Fe)$ .

$$s_r = \frac{s_{m(Fe)}}{\bar{m}(Fe)},$$

где  $s_{m(Fe)}$  - стандартное отклонение;  
 $\bar{m}(Fe)$  - среднее значение массы железа.

5. В чем сущность потенциометрического титрования малых концентраций веществ по методу Грана?
6. В чем сущность амперометрического титрования с электроактивным индикатором, взаимодействующим с титруемым компонентом? Кривая титрования.
7. Колоночная хроматография. Сущность и назначение. Характеристика хроматографической колонки с помощью теории «теоретических тарелок».

#### Вариант 4

1. Принципиальная схема измерения аналитического сигнала в атомно-абсорбционном анализе.
2. Принципиальная схема измерения оптической плотности раствора.
3. Прямые люминесцентные методы анализа. Сущность методов.
4. В чем проявляется преимущество ртутного капающего электрода?
5. В чем сущность кулонометрического титрования веществ при постоянном (контролируемом) потенциале.
6. При кулонометрическом амперостатическом титровании раствора  $K_2Cr_2O_7$  электрохимически генерируемым  $Fe(II)$ , на восстановление ионов  $Cr_2O_7^{2-}$  понадобилось 25 минут при силе тока 200 мА. Определить массовое содержание  $K_2Cr_2O_7$  в растворе.
7. Графическое (на хроматограмме) время удерживания компонентов составило, соответственно, 3, 5, и 8 см. Высота всех пиков на хроматограмме одинаковая. Найти относительное содержание каждого из компонентов смеси.

#### Вариант 5

1. Теоретическая основа атомно-эмиссионного спектрального анализа.
2. Применение органических растворителей в фотометрическом анализе, их назначение.
3. Почему в инфракрасных спектрах поглощения реализуются только колебательные и вращательные движения групп атомов?
4. Косвенные методы люминесцентного определения веществ.
5. Характеристика полярографической волны (полярограммы).
6. При кулонометрическом титровании раствора  $KMnO_4$  электрохимически генерируемыми ионами  $Fe(II)$  при постоянном напряжении первоначальный ток 150 мА линейно уменьшался во времени и через 120 сек. достигал нуля. Рассчитать концентрацию раствора  $KMnO_4$ , если для титрования было взято 3,5 мл анализируемого раствора.
7. При разделении 2-х компонентов приведенное время удерживания на хроматограмме первого компонента составило 5 см. Коэффициенты распределения для первого и второго компонентов равны, соответственно 20 и 30. Найти приведенное время удерживания второго компонента.

#### Вариант 6

1. Источники инфракрасного излучения.
2. При какой кислотности раствора целесообразно проводить фотометрические реакции ионов металлов с анионами сильных кислот? Ответ аргументировать.
3. Рассчитать определяемый минимум фотометрического определения  $Fe(III)$  с сульфосалициловой кислотой в аммиачной среде. Толщина поглощающего слоя 5 см. Минимальный объем приготовленного окрашенного раствора составляет 25 мл, минимальное значение оптической плотности, измеряемое фотоколориметром  $A_{\min} = 0,01$ . Среднее значение молярного коэффициента поглощения  $\epsilon_\lambda$  окрашенного соединения равно  $4 \cdot 10^3$  л/моль·см.
4. Как проводят потенциометрическое определение малых содержаний веществ прямой потенциометрией?
5. Какие требования предъявляют к химической реакции, используемой в кулонометрическом титровании?

6. Определение абсолютного содержания веществ методом газовой хроматографии.
7. При разделении 2-х компонентов приведенное время удерживания на хроматограмме первого компонента составило 5см. Коэффициенты распределения для первого и второго компонентов равны, соответственно 20 и 30. Найти приведенное время удерживания второго компонента.

### Вариант 7

1. Чем характеризуют количественно интенсивность спектральных линий?
2. Приемники инфракрасного излучения.
3. При фотометрическом определении железа были получены параллельные значения массы (в мг): 0,30; 0,33; 0,27; 0,29; и 0,31. Найти по этим данным доверительный интервал среднего значения массы  $Fe$  при доверительной вероятности 0,95. Коэффициент нормированных отклонений (квантиль Стьюдента) для 5-и параллельных определений  $t_{p,f} = 2,78$ .
4. Значение интенсивности люминесценции вещества, регистрируемое прибором, с учетом квантового выхода, составляет 0,1% от интенсивности возбуждающего света. Найти количество этого вещества, содержащееся в кювете объемом 10мл и толщиной слоя 1см. Молярный показатель поглощения возбуждающего света ( $\varepsilon_\lambda$ ) составляет  $5 \cdot 10^4$  л·моль<sup>-1</sup>·см<sup>-1</sup>.
5. В чем сущность потенциометрического титрования?
6. Какие типы химических реакций используют в амперометрическом титровании?
7. Ионообменная хроматография. Характеристика химических и сорбционных свойств ионитов, применяемых в ионообменной хроматографии.

### Вариант 8

1. Одновременное спектрофотометрическое определение 2-х компонентов при их совместном присутствии. Спектры перекрываются полностью.
2. Минимальная определяемая концентрация прямого люминесцентного метода и влияние на нее различных факторов.
3. Рассчитать условный коэффициент чувствительности (коэффициент Сендела)  $m_s$  для соединения  $Cu_2R$ , имеющего молярный коэффициент поглощения  $4 \cdot 10^4$  л/моль·см.
4. Какие электроды применяются в полярографии?
5. На чем основано кулонометрическое титрование? Какое условие должно обязательно соблюдаться, чтобы при определении массы анализируемого вещества (иона) можно было использовать закон Фарадея?
6. При кулонометрическом титровании  $1 \cdot 10^{-3}$ М раствора  $HCl$  конечная точка титрования была зафиксирована при  $pH=4$ . С какой погрешностью проведено титрование?
7. Приведенное время удерживания стандартных веществ  $A$ ,  $B$ , и  $C$  на хроматограмме составляет, соответственно, 6, 12 и 18см. При анализе пробы время выхода индифферентного компонента на хроматограмме составило 6см, а компонента пробы – 18см. Какой компонент содержится в пробе?

### Вариант 9

1. Методы определения концентрации в атомно-абсорбционном анализе.
2. Основной закон светопоглощения и его применение в фотометрическом анализе.
3. От каких факторов зависит молярный коэффициент поглощения света?
4. Каким значением молярного коэффициента поглощения  $\varepsilon_\lambda$  должно обладать фотометрируемое соединение, чтобы оптическая плотность раствора в кювете с толщиной слоя  $l=1$ см при концентрации  $1 \cdot 10^{-4}$  моль/л составила 0,3?
5. В каком режиме работы используется электрохимическая ячейка при потенциометрическом титровании?

6. При полярографическом определении методом добавок значения предельного диффузионного тока для исследуемого раствора и того же раствора с добавкой составили 1,05 и 1,25мкА, соответственно. Определить концентрацию исследуемого раствора, если концентрация добавки в растворе равна 2мг/мл.
7. Время выхода компонентов, регистрируемое на хроматограмме составляет, соответственно, 3, 6, и 10см. Высоты пиков первых 2-х компонентов одинаковы и в 2 раза больше, чем третьего. Найти относительное содержание компонентов в анализируемой смеси.

### Вариант 10

1. Принципиальная схема измерения интенсивности спектральных линий с помощью микрофотометра.
2. Спектрометрические методы определения концентрации органических веществ в инфракрасной области.
3. Квантовый и энергетический выход люминесценции, их взаимосвязь.
4. Относительная интенсивность люминесценции исследуемого раствора в единицах шкалы регистрирующего прибора равна 50 единицам. При добавлении в этот раствор 0,1мкг/мл определяемого вещества суммарная концентрация показала в тех же условиях относительную интенсивность в 75 единиц. Найти концентрацию исследуемого раствора.
5. Почему нельзя проводить кулонометрическое титрование в ячейке с неразделенной катодной и анодной частями?
6. Какие индикаторные электроды применяют в амперометрическом титровании?
7. Определение относительного содержания веществ в анализируемой смеси методом газовой хроматографии.

### Контрольная работа №2 по разделу «Физико-химические методы анализа».

#### Вариант 1

1. Объясните, почему в атомно-эмиссионном спектральном анализе интенсивность аналитической линии измеряют, как правило, относительно некоторой линии сравнения?
2. Качественная идентификация органических веществ по инфракрасным спектрам поглощения.
3. Чувствительность люминесцентных методов анализа и факторы ее определяющие.
4. Способный к флуоресценции хелатный комплекс металла ( $M^{2+}$ ) образуется по реакции:  

$$M^{2+} + 2HR + 2H_2O \rightleftharpoons MR_2 + 2H_3O^+$$
 При каком минимальном значении рН раствора эта реакция протекает количественно (на 99,9%), если равновесная концентрация реагента  $HR$  составляет  $1 \cdot 10^{-5}$  моль/л? (Конкурирующие реакции отсутствуют).
5. В каком режиме работы используется электрохимическая ячейка при кулонометрическом титровании?
6. В чем преимущество амперометрического титрования перед титрованием с визуальным индикатором?
7. Дифференциальная хроматограмма и ее характеристика.

#### Вариант 2

1. Выполнение качественного анализа на стилоскопе.
2. Правило Стокса-Ломмеля.
3. Условный коэффициент чувствительности (коэффициент Сендела)  $m_s$  для светопоглощающего соединения  $Fe_2R$  составляет 0,002мкг/см<sup>2</sup>. Найти для этого соединения величину кажущегося молярного коэффициента поглощения  $\epsilon_\lambda$  фотометрируемого соединения.

- Объясните назначение полярографического фона.
- В каких координатах строят кривую протолитического титрования по методу Грана?
- Значения предельного диффузионного тока исследуемого раствора и раствора сравнения при одинаковых условиях полярографирования составили, соответственно 1,0 и 1,2мкА. Концентрация раствора сравнения 1,2мг/мл. Чему равна концентрация исследуемого раствора, если объемы растворов одинаковые?
- При количественном определении в газовой хроматографии были использованы внешние стандарты, содержащие 3мг/л и 7мг/л определяемого вещества, площадь пиков которых на хроматограмме составила, соответственно, 9 и 22см<sup>2</sup>. Определить концентрацию этого вещества в анализируемой пробе, если при том же объеме введения пробы в испаритель хроматографа площадь пика составила 18см<sup>2</sup>.

### Вариант 3

- Способы атомизации элементов в атомно-абсорбционном анализе и их краткая характеристика.
- Определение концентрации веществ методом добавок. Сущность метода и его назначение. Аналитический и графический варианты.
- Закон Вавилова.
- Раствор, содержащий светопоглощающие комплексные соединения *Cu* и *Ni* фотометрируют при двух длинах волн  $\lambda_1$  и  $\lambda_2$ . Оптические плотности раствора при этих длинах волн в кювете с толщиной слоя 1см равны, соответственно:  $A_{\lambda_1}=0,45$  и  $A_{\lambda_2}=0,25$ . Молярные коэффициенты поглощения комплексов равны:  $\epsilon_{Cu(\lambda_1)}=2 \cdot 10^4$  л/моль·см;  $\epsilon_{Cu(\lambda_2)}=1 \cdot 10^3$  л/моль·см;  $\epsilon_{Ni(\lambda_1)}=5 \cdot 10^3$  л/моль·см; и  $\epsilon_{Ni(\lambda_2)}=1 \cdot 10^4$  л/моль·см. Рассчитать по этим данным концентрации *Cu* и *Ni* в фотометрируемом растворе.
- Потенциал полуволны в полярографии и его практическое использование.
- При потенциометрическом титровании раствора  $Na_2CO_3$  эквивалентный объем 0,01М раствора *HCl* составил 5мл. Определить массовое содержание  $Na_2CO_3$  в титруемом растворе.
- Коэффициент селективности  $\alpha$  двух разделяемых компонентов *A* и *B* равен 3 ( $\alpha = D_A/D_B = 3$ ). Приведенное время удерживания компонента *A*, регистрируемое графически на хроматограмме, составляет 9см. Найти приведенное время удерживания на хроматограмме компонента *B*.

### Вариант 4

- Количественное определение элементов методом твердого (постоянного) графика на спектрографе.
- Сущность и назначение метода (способа) базисных линий в количественной инфракрасной спектроскопии.
- Чему равно светопропускание раствора, оптическая плотность которого составляет 2,0?
- Люминесцентный реагент *HR* является слабой кислотой с константой кислотной диссоциации  $\kappa_a=1 \cdot 10^{-4}$ . Какая должна быть концентрация реагента в растворе, чтобы при pH=4 обеспечить 100%-ый избыток его реакционной формы *R*? Максимальная ожидаемая концентрация определяемого иона металла составляет  $1 \cdot 10^{-7}$  моль/л.
- Как проводят графическое определение высоты полярографической волны?
- Какой количественной характеристикой является число Фарадея (96500 кулонов)?
- Какие аналитические сигналы используют в газовой хроматографии для качественной идентификации и количественного определения веществ?

### Вариант 5

- Какие приемники (детекторы) используют при регистрации излучения?
- Материалы, используемые в инфракрасных спектрометрах (оптика, кюветы).

3. Возможности использования люминесценции для качественной идентификации веществ.
4. При косвенном определении вещества по тушению люминесценции вспомогательного соединения его интенсивность уменьшилась в 2 и 4 раза по сравнению с первоначальной при концентрациях определяемого вещества 0,1мкг/мл и 0,2мкг/мл, соответственно. Найти неизвестную концентрацию этого вещества в исследуемом растворе, если интенсивность люминесценции при тех же условиях уменьшилась в 2,5 раза?
5. В каком случае используют неактивные (инертные) металлические электроды?
6. Почему при кулонометрическом титровании катодная и анодная части электролитической ячейки должны быть разделены полупроницаемой перегородкой или электролитическим мостиком?
7. Элюэнтная (проявительная) хроматография. Сущность и назначение. Понятие о ступенчатом (селективном) элюировании.

### Вариант 6

1. Построение дисперсионных кривых стилоскопа и спектрографа и их назначение.
2. Причины отклонений от основного закона светопоглощения.
3. Рассчитать массовое содержание *Pb* и *Bi* в смеси по светопоглощению водных растворов комплексонатов этих металлов при 240 и 365нм. Значения оптической плотности раствора смеси комплексонатов (*Pb-ЭДТА* и *Ni-ЭДТА*), измеренные в кювете с толщиной слоя 3см, составили, соответственно,  $A_{240}=0,87$  и  $A_{365}=1,24$ . Общий объем фотометрируемого раствора 50мл, значения молярных коэффициентов поглощения (в л/моль·см) равны:

	$\epsilon_{Pb-ЭДТА}$	$\epsilon_{Bi-ЭДТА}$
$\lambda=240\text{нм}$	8900	2800
$\lambda=365\text{нм}$	900	9900

4. Что характеризует высота полярографической волны?
5. Как устраняют мешающее влияние растворенного в воде кислорода в полярографии?
6. Раствор ионов *Fe(II)* оттитрован потенциометрически раствором *KMnO<sub>4</sub>* до потенциала 0,77В. Какова степень оттитрованности (или % оттитрованности) ионов *Fe(II)*, если стандартный электродный потенциал системы *Fe(III)/Fe(II)* при этих же условиях равен 0,77В?
7. Графическое время удержания компонентов, регистрируемое на хроматограмме составило, соответственно 2; 5 и 9см. Высоты пиков первых двух компонентов были одинаковыми, а последнего – в 3 раза больше первых. Найти относительное содержание компонентов в анализируемой смеси.

### Вариант 7

1. Атомно-абсорбционный анализ. Сущность метода.
2. Экстракционно-фотометрический метод определения концентрации веществ. Основные количественные характеристики экстракции и их назначение.
3. Спектры поглощения фотометрируемого соединения *MR* и добавленного в избытке фотометрического реагента *R* перекрываются. Объясните, при какой эффективной длине волны света необходимо проводить фотометрическое определение.
4. Количественная основа прямых люминесцентных методов анализа. Вывод уравнения линейной зависимости:  $I_{\text{люм}} = k \cdot c$ .
5. Почему концентрация полярографического фона должна значительно превышать концентрацию определяемого иона?
6. Раствор *Fe(II)* потенциометрическим методом оттитрован раствором *Ce(IV)* до потенциала 0,83В. Сколько процентов *Fe(II)* осталось неоттитровано, если стандартный потенциал системы *Fe(III)/Fe(II)* равен 0,77В.

7. Графическое (на хроматограмме) время удерживания компонентов составило, соответственно, 3, 5, и 8 см. Высота всех пиков на хроматограмме одинаковая. Найти относительное содержание каждого из компонентов смеси.

### Вариант 8

1. Полуколичественная оценка содержания элементов с помощью стилоскопа и спектрографа.
2. Виды колебаний в инфракрасной области и их характеристика.
3. Люминесцентное определение концентрации веществ методом сравнения. Ограничения метода.
4. Измерения оптической плотности раствора в кюветах с толщиной слоя 2 см и 5 см составили, соответственно, 0,2 и 0,5. Какой вывод из этих данных можно сделать относительно соблюдения основного закона светопоглощения?
5. Охарактеризуйте электроды 1-го и 2-го рода. Как рассчитывают величину окислительно-восстановительного потенциала таких электродов?
6. Почему при прямых и косвенных кулонометрических определениях необходим 100%-ный выход по току?
7. Газовая и газо-жидкостная хроматография. Сущность и назначение.

### Вариант 9

1. Фактор (коэффициент) контрастности фотопластинки, его назначение и экспериментальное определение.
2. В каком случае при количественном определении в инфракрасной спектроскопии применение метода базисных линий не обязательно?
3. Что представляет собой резонансная люминесценция? Чем обусловлено антистоксово свечение?
4. Относительная интенсивность люминесценции стандартного раствора при концентрации 0,02 мг/мл равна 100 единицам по шкале регистрирующего прибора. Какую концентрацию имеет исследуемый раствор, если при тех же условиях измерения его относительная интенсивность люминесценции составила 80 единиц?
5. Каким функциональным уравнением связаны предельный диффузионный ток и концентрация деполяризатора в полярографии?
6. Почему возможности прямой кулонометрии имеют ограничения?
7. Бумажная осадочная хроматография. Сущность и назначение.

### Вариант 10

1. Основные приборы, применяемые в атомно-эмиссионном анализе и их назначение.
2. Понятие о характеристических частотах в инфракрасных спектрах поглощения.
3. С какой целью измеряют оптическую плотность раствора в кюветах с различной толщиной поглощающего слоя?
4. Измерения оптической плотности раствора в кюветах с толщиной слоя 2 см и 5 см составили, соответственно, 0,4 и 0,6. Какой вывод из этих данных можно сделать относительно соблюдения основного закона светопоглощения?
5. К какому типу электродов относится платина, погруженная в раствор, содержащий  $Fe(II)$  и  $Fe(III)$ ?
6. В каких реакциях стеклянный электрод является индикаторным?
7. Как рассчитывают условную площадь хроматографического пика на хроматограмме в газовой хроматографии?

**5. Методические материалы для определения процедур оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций.**

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в соответствии с требованиями СПб

СТО СПбГТИ(ТУ) 016-2015. КС УКВД. Порядок проведения зачетов и экзаменов.