

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Пекаревский Борис Владимирович  
Должность: Проректор по учебной и методической работе  
Дата подписания: 14.11.2023 16:29:05  
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  
« 28 » февраля 2022 г.

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

Направление подготовки  
**19.03.01 Биотехнология**

Направленность программы бакалавриата  
**Все направленности**

Квалификация  
**Бакалавр**

Форма обучения  
**Очная**

Факультет **химии веществ и материалов**  
Кафедра **аналитической химии**

Санкт-Петербург  
2022

## ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

| Должность разработчика | Подпись | Ученое звание, фамилия, инициалы |
|------------------------|---------|----------------------------------|
| Доцент                 |         | доцент Зарембо Д.В.              |

Рабочая программа дисциплины «Аналитическая химия и физико-химические методы анализа» обсуждена на заседании кафедры аналитической химии  
протокол от «25» января 2022 № 3  
Заведующий кафедрой

В.И.Зарембо

Одобрено учебно-методической комиссией факультета химии веществ и материалов  
протокол от «24» февраля 2022 № 5

Председатель

С.Г.Изотова

## СОГЛАСОВАНО

|  |  |                 |
|--|--|-----------------|
| Руководитель направления подготовки «Биотехнология»            |  | М.А.Пушкарев    |
| Директор библиотеки  |  | Т.Н.Старостенко |
| Начальник методического отдела учебно-методического управления |  | Т.И.Богданова   |
| Начальник учебно-методического управления                      |  | С.Н.Денисенко   |

## СОДЕРЖАНИЕ

|   |    |
|---|----|
| 1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы ..... | 04 |
| 2. Место дисциплины в структуре образовательной программы .....   | 05 |
| 3. Объем дисциплины .....   | 05 |
| 4. Содержание дисциплины  |    |
| 4.1. Разделы дисциплины и виды занятий .....  | 06 |
| 4.2. Формирование индикаторов достижения компетенций разделами дисциплины .....   | 06 |
| 4.3. Занятия лекционного типа .....   | 06 |
| 4.4. Занятия семинарского типа .....  | 09 |
| 4.4.1. Лабораторные занятия .....   | 09 |
| 4.5. Самостоятельная работа обучающихся .....   | 10 |
| 5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине .....                                       | 12 |
| 6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации .....   | 12 |
| 7. Перечень учебных изданий, необходимых для освоения дисциплины .....  | 13 |
| 8. Перечень электронных образовательных ресурсов, необходимых для освоения дисциплины .....   | 14 |
| 9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины .....   | 14 |
| 10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине .....                          | 14 |
| 10.1. Информационные технологии .....   | 14 |
| 10.2. Программное обеспечение .....   | 14 |
| 10.3. Базы данных и информационные справочные системы .....   | 15 |
| 11. Материально-техническое обеспечение освоения дисциплины в ходе реализации образовательной программы .....                                 | 15 |
| 12. Особенности освоения дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья .....  | 15 |
| Приложения: 1. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации .....   | 16 |

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

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

| Код и наименование компетенции  | Код и наименование индикатора достижения компетенции   | Планируемые результаты обучения (дескрипторы)   |
|---|--|---|
| <b>ОПК-1</b><br>Способен изучать, анализировать, использовать биологические объекты и процессы, основываясь на законах и закономерностях математических, физических, химических и биологических наук и их взаимосвязях. | <b>ОПК-1.3</b><br>Использование теоретических основ анализа веществ и материалов для применения методов идентификации, обнаружения, разделения и определения химических веществ. | <b>Знать:</b><br>- теоретические основы аналитической химии (ЗН-1);<br><b>Уметь:</b><br>- использовать фундаментальные представления аналитической химии для решения практических задач (У-1).<br><b>Владеть:</b><br>- методами химического и физико-химического анализа (Н-1). |

| Код и наименование компетенции  | Код и наименование индикатора достижения компетенции   | Планируемые результаты обучения (дескрипторы)   |
|---|--|---|
| <p><b>ОПК-7</b><br/>Способен проводить экспериментальные исследования и испытания по заданной методике, наблюдения и измерения, обрабатывать и интерпретировать экспериментальные данные, применяя математические, физические, физико-химические, химические, биологические, микробиологические методы.</p> | <p><b>ОПК-7.3</b><br/>Проведение стандартных операций для определения состава веществ и материалов на их основе.</p> | <p><b>Знать:</b><br/>- стандартные методики химического и физико-химического анализа (ЗН-1);</p> <p><b>Уметь:</b><br/>- выполнять стандартные операции в зависимости от вида анализа (У-1);</p> <p><b>Владеть:</b><br/>- навыками работы с аналитическим оборудованием (Н-1).</p> |

## 2. Место дисциплины в структуре образовательной программы.

Дисциплина относится к дисциплинам обязательной части образовательной программы бакалавриата (Б1.О.15) и изучается на 2 курсе в 3 семестре и на 4 курсе в 7 семестре.

В методическом плане дисциплина опирается на дисциплины «Общая и неорганическая химия», «Физика», «Органическая химия». Полученные в процессе изучения дисциплины «Аналитическая химия и физико-химические методы анализа» знания, умения и навыки могут быть использованы при прохождении преддипломной практики, а также при выполнении выпускной квалификационной работы.

## 3. Объем дисциплины.

| Вид учебной работы   | Всего,<br>ЗЕ/академ. часов |
|--|----------------------------|
| <b>Общая трудоемкость дисциплины</b><br>(зачетных единиц/ академических часов) | <b>4/144</b>               |
| <b>Контактная работа с преподавателем:</b>                                     | <b>112</b>                 |
| занятия лекционного типа   | 36                         |
| занятия семинарского типа, в т.ч.  | 72                         |
| семинары, практические занятия   | -                          |
| лабораторные работы  | 72                         |
| курсовое проектирование (КР или КП)  | -                          |
| КСР  | 10                         |
| другие виды контактной работы  | -                          |
| <b>Самостоятельная работа</b>  | <b>26</b>                  |
| <b>Форма текущего контроля</b>   | <b>Кр</b>                  |
| <b>Форма промежуточной аттестации</b>  | <b>2 зачета</b>            |

#### 4. Содержание дисциплины.

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

| № п/п | Наименование раздела дисциплины   | Занятия лекционного типа, академ. часы | Занятия семинарского типа, академ. часы |                     | Самостоятельная работа, академ. часы | Формируемые компетенции |
|-------|-----------------------------------|--|---|---------------------|--------------------------------------|-------------------------|
|       |                                   |  | Семинары и/или практические занятия     | Лабораторные работы |                                      |                         |
| 1.    | Аналитическая химия.              | 18                                     |   | 36                  | 12                                   | ОПК-1, ОПК-7            |
| 2.    | Физико-химические методы анализа. | 18                                     |   | 36                  | 14                                   | ОПК-1, ОПК-7            |

##### 4.2 Формирование индикаторов достижения компетенций разделами дисциплины

| № п/п | Код индикаторов достижения компетенции | Наименование раздела дисциплины   |
|-------|--|-----------------------------------|
| 1.    | ОПК-1.3<br>ОПК-7.3                     | Аналитическая химия.              |
| 2.    | ОПК-1.3<br>ОПК-7.3                     | Физико-химические методы анализа. |

##### 4.3. Занятия лекционного типа.

| № раздела дисциплины | Наименование темы и краткое содержание занятия  | Объем, академ. часы | Инновационная форма |
|----------------------|---|---------------------|---------------------|
| 1                    | <u>Введение.</u><br>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                   | ПЛ                  |

| № раздела дисциплины | Наименование темы и краткое содержание занятия   | Объем, акад. часы | Инновационная форма |
|----------------------|--|-------------------|---------------------|
| 1                    | <u>Метрологические основы аналитической химии.</u> Единицы количества вещества. Аналитический сигнал. Измерение. Аналитические характеристики. Метрологические характеристики. Пробоотбор и подготовка пробы к анализу.  | 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                 | ЛВ                  |
| 1                    | <u>Равновесие растворимости малорастворимых соединений.</u> Растворимость осадков. Термодинамическая, концентрационная, условная константы растворимости. Образование и свойства осадков.  | 2                 | -                   |
| 1                    | <u>Титриметрический анализ.</u> Сущность и краткая характеристика метода. Основные понятия. Кривая титрования как основа выбора и обоснования условий титрования. Методы регистрации конечной точки титрования. Индикаторы. Классификация титриметрических методов анализа по типу химических реакций и по технике титрования. Требования к реакциям, используемым в титриметрическом анализе. | 2                 | ЛВ                  |
| 1                    | <u>Кислотно-основное титрование.</u> Общая характеристика и возможности метода. Стандартные растворы для кислотно-основных титрований. Кислотно-основные индикаторы. Принципы их выбора. Кривые титрования сильных и слабых кислот и оснований.  | 2                 | ЛВ                  |
| 1                    | <u>Комплексометрическое титрование.</u> Общая характеристика, классификация и возможности метода. Равновесие реакций комплексообразования. Комплексоны, их свойства (комплексон II, комплексон III). Равновесия образования комплексонов металлов, концентрационная константа устойчивости комплексонов. Кривые титрования.  | 4                 | ЛВ                  |



| №<br>раздела<br>дисциплины | Наименование темы<br>и краткое содержание занятия   | Объем,<br>акад. часы | Инновационная<br>форма |
|----------------------------|---|----------------------|------------------------|
| 1                          | <u>Окислительно-восстановительное титрование.</u><br>Общая характеристика, классификация и возможности методов окислительно-восстановительного титрования. Окислительно-восстановительные реакции. Окислительно-восстановительный потенциал. Стандартный и формальный электродный потенциал Кривые титрования. Окислительно-восстановительные индикаторы. Классификация методов окислительно-восстановительного титрования.                                 | 4                    | -                      |
| 2                          | <u>Основы физико-химических методов анализа.</u><br>Основные понятия. Классификация физико-химических методов. Методы определения концентраций аналитов. Метрологические и аналитические характеристики.  | 1                    | ПЛ                     |
| 2                          | <u>Спектроскопические методы анализа.</u><br>Стационарные состояния системы. Понятие спектра. Способы выявления спектра состояний. Виды спектров. Использование спектров в аналитической химии. Классификация спектральных методов анализа.   | 1                    | ЛВ                     |
| 2                          | <u>Атомно-эмиссионная спектроскопия.</u><br>Теоретические основы эмиссионного спектрального анализа. Источники атомизации и возбуждения. Регистрация излучения. Качественный анализ. Количественный анализ.   | 1                    | ЛВ                     |
| 2                          | <u>Абсорбционная спектроскопия.</u> Сущность, классификация, назначение и применение метода. Теоретические основы абсорбционной спектроскопии. Идентификация соединений по спектрам поглощения. Основной закон светопоглощения (закон Бугера-Ламберта-Бера). Количественный анализ. Атомно-абсорбционный спектральный анализ. Резонансное излучение. Понятие плазмы. Методы количественного определения. Спектрофотометр для атомно-абсорбционного анализа. | 1                    | ЛВ                     |
| 2                          | <u>Фотометрические методы анализа.</u><br>Основы фотометрии. Методы определения концентрации растворов. Аппаратура и техника фотометрических измерений.   | 2                    | ЛВ                     |

| № раздела дисциплины | Наименование темы и краткое содержание занятия  | Объем, акад. часы | Иновационная форма |
|----------------------|---|-------------------|--------------------|
| 2                    | <u>Инфракрасная спектроскопия.</u> Идентификация соединений по ИК-спектрам. Количественный анализ. Аналитические и метрологические характеристики ИК-спектроскопии. Аппаратура и области применения ИК-спектроскопии.                           | 2                 | ЛВ                 |
| 2                    | <u>Люминесцентные методы анализа.</u> Основные понятия. Классификация, назначение и применение методов. Количественное флуориметрическое определение веществ. Аппаратура для люминесцентного анализа.   | 2                 | ЛВ                 |
| 2                    | <u>Радиометрические методы анализа.</u> Явление радиоактивности. Радиоактивное излучение. Свойства радиоактивных излучений. Качественный и количественный анализ. Приборы для радиометрических методов анализа. Метрологические характеристики. | 2                 | ЛВ                 |
| 2                    | <u>Электрохимические методы анализа.</u> Основные понятия. Потенциометрия. Вольтамперометрия. Амперометрическое титрование. Кулонометрия.   | 3                 | ЛВ                 |
| 2                    | <u>Хроматографические методы анализа.</u> Основные понятия. Классификация хроматографических методов анализа. Способы получения хроматограмм. Жидкостная хроматография. Газовая и газо-жидкостная хроматография.                                | 3                 | ЛВ                 |

#### 4.4. Занятия семинарского типа.

##### 4.4.1. Лабораторные занятия.

| № раздела дисциплины | Наименование темы и краткое содержание занятия   | Объем, акад. часы | Примечание |
|----------------------|--|-------------------|------------|
| 1                    | <u>Учебное взвешивание.</u><br>Аналитические весы и техника взвешивания.   | 2                 |            |
| 1                    | <u>Гравиметрический анализ.</u><br>Гравиметрическое определение бария.   | 14                |            |
| 1                    | <u>Методы кислотно-основного титрования.</u><br>Стандартизация раствора соляной кислоты.<br>Титрование смеси кислоты и щелочи. | 8                 |            |
| 1                    | <u>Комплексонометрия.</u><br>Комплексонометрическое определение магния.  | 4                 |            |

| № раздела дисциплины | Наименование темы и краткое содержание занятия  | Объем, акад. часы | Примечание |
|----------------------|---|-------------------|------------|
| 1                    | <u>Йодометрия.</u><br>Йодометрическое определение меди.   | 8                 |            |
| 2                    | <u>Атомно-эмиссионный спектральный анализ.</u><br>Визуальный качественный анализ с помощью стилоскопа.                    | 6                 |            |
| 2                    | <u>Фотометрические методы анализа.</u><br>Фотометрическое определение железа с сульфосалициловой кислотой.                | 6                 |            |
| 2                    | <u>Радиометрические методы анализа.</u><br>Радиометрическое определение примеси калия в натриевых солях.                  | 6                 |            |
| 2                    | <u>Инфракрасная спектроскопия.</u><br>Качественный анализ неорганических и органических веществ по ИК-спектрам.           | 6                 |            |
| 2                    | <u>Электрохимические методы анализа.</u><br>Кулонометрическое титрование раствора хлороводородной кислоты.                | 6                 |            |
| 2                    | <u>Хроматографические методы анализа.</u><br>Определение йодид - и бромид-ионов методом бумажной осадочной хроматографии. | 6                 |            |

#### 4.5. Самостоятельная работа обучающихся.

| № раздела дисциплины | Перечень вопросов для самостоятельного изучения  | Объем, акад. часы | Форма контроля |
|----------------------|--|-------------------|----------------|
| 1                    | Образование осадков и их свойства. Загрязнение осадков примесями. Принципиальные основы гравиметрического определения бария, железа, алюминия, магния, кальция, никеля, кремния, серы. | 2                 | зачет          |
| 1                    | Равновесие растворимости малорастворимых соединений. Влияние температуры и природы растворителя на растворимость.  | 2                 | Кр №1          |
| 1                    | Метод осадительного титрования. Аргентометрическое титрование. Сущность метода, способы индикации конечной точки титрования (Мора, Фольгарда, Фаянса).                                 | 4                 | Кр №2          |

| № раздела дисциплины | Перечень вопросов для самостоятельного изучения  | Объем, акад. часы | Форма контроля |
|----------------------|--|-------------------|----------------|
| 1                    | Основные способы повышения селективности комплексонометрических определений. Возможность последовательного титрования нескольких катионов. Методы комплексонометрического титрования.  | 2                 | зачет          |
| 1                    | Характеристика методов и расчеты результатов окислительно-восстановительного титрования (перманганатометрия, йодометрия, хроматометрия, броматометрия).  | 2                 | Кр №3          |
| 2                    | Атомно-эмиссионный спектральный анализ. Спектральные приборы для атомно-эмиссионного анализа. Оптические характеристики спектральных приборов: спектральная полоса пропускания; дисперсия, разрешающая способность, светосила. | 1                 | зачет          |
| 2                    | Атомно-абсорбционный спектральный анализ. Понятие плазмы. Оптические характеристики плазмы и их связь с концентрацией свободных атомов.  | 1                 | зачет          |
| 2                    | Люминесцентные методы анализа. Факторы, влияющие на чувствительность, точность и избирательность определения. Аппаратура для люминесцентного анализа.  | 2                 | зачет          |
| 2                    | Фотометрические методы анализа. Аппаратура и техника фотометрических измерений; монохроматоры, светофильтры, их назначение. Методы устранения мешающих ионов. Способы повышения чувствительности фотометрических методов.      | 2                 | зачет          |
| 2                    | Инфракрасная спектроскопия. Аппаратура ИК-спектроскопии. Аналитические и метрологические характеристики ИК-спектроскопии.  | 2                 | зачет          |
| 2                    | Электрохимические методы анализа. Электроды первого и второго рода, окислительно-восстановительные (редокс) электроды. Газовые, ионоселективные электроды, индикаторные электроды и электроды сравнения.                       | 2                 | зачет          |
| 2                    | Радиометрические методы анализа. Приборы для радиометрических методов анализа. Метрологические характеристики. Основные источники ошибок и способы их учета.   | 2                 | зачет          |

| № раздела дисциплины | Перечень вопросов для самостоятельного изучения   | Объем, акад. часы | Форма контроля |
|----------------------|---|-------------------|----------------|
| 2                    | Хроматографические методы анализа. Способы получения хроматограмм. Хроматографические параметры. Селективность и разрешение. Аппаратура и обработка хроматограмм. | 2                 | зачет          |

#### 4.5.1 Темы контрольных работ

**Кр №1** – Расчеты в гравиметрическом анализе.

**Кр №2** – Расчеты в кислотно-основном и комплексонометрическом титровании.

**Кр №3** – Расчеты в окислительно-восстановительном титровании.

#### 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: <http://media.technolog.edu.ru>

#### 6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в форме зачета по разделу «Аналитическая химия» в 3 семестре и по разделу «Физико-химические методы анализа» в 7 семестре.

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»:

|   |
|---|
| <p>Вариант № 1</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Способы отдельных навесок и пипетирования.</li> <li>2. Фильтрование осадков. Виды фильтров.</li> <li>3. Дихроматометрия. Определение <math>Fe(II)</math>.</li> </ol> |
|---|

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

Вариант № 1

1. Светофильтры. Назначение и правила их выбора.
2. Классификация методов люминесцентного анализа.
3. Газовый хроматограф и его основные узлы.

Фонд оценочных средств по дисциплине представлен в Приложении № 1

## **7. Перечень учебных изданий, необходимых для освоения дисциплины.**

### **а) печатные издания:**

1. Аналитическая химия : учебник для вузов в 3 т. / под ред. Л. Н. Москвина. – Москва : Издательский центр «Академия», 2008 - 2010. - ISBN 978-5-7695-3955-8.
2. Основы аналитической химии : учебник для вузов в 2 т. Т. 1. Т. А. Большова, Г. Д. Брыкина, А. В. Гармаш [и др.] / под ред. Ю. А. Золотова. - 5-е изд. – Москва : Академия, 2012. – 384 с. - ISBN 978-5-7695-9124-2.
3. Лурье, Ю. Ю. Справочник по аналитической химии / Ю. Ю. Лурье. – 7-е изд., перепеч. с изд. 1989 г. – Москва : Альянс, 2007. – 447 с. - ISBN 978-5-903034-26-0.
4. Булатов, М. И. Аналитическая химия. Физико-химические методы анализа: учебное пособие / М. И. Булатов, Т. Э. Маметнабиев, С. В. Харитонов ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет), Кафедра аналитической химии. – Санкт-Петербург : СПбГТИ(ТУ), 2010. – 207 с.
5. Аладжалова, Л. М. Аналитическая химия и физико-химические методы анализа. Раздел "Химические методы анализа" : учебное пособие / Л. М. Аладжалова, Д. В. Зарембо ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет), Кафедра аналитической химии. – Санкт-Петербург : СПбГТИ(ТУ), 2018. – 92 с.
6. Гравиметрический анализ. Примеры решения задач: учебное пособие / Л. М. Аладжалова, В. И. Зарембо, Д. В. Зарембо, А. А. Колесников ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет), Кафедра аналитической химии. – Санкт-Петербург : СПбГТИ(ТУ), 2013. – 85с.

### **б) электронные издания**

1. Аладжалова, Л.М. Аналитическая химия и физико-химические методы анализа. Раздел "Химические методы анализа": учебное пособие / Л. М. Аладжалова, Д. В. Зарембо; Министерство образования и науки Российской Федерации, Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет), Кафедра аналитической химии. - Санкт-Петербург : СПбГТИ(ТУ), 2018. – 92 с. // СПбГТИ. Электронная библиотека. - URL: <https://technolog.bibliotech.ru> (дата обращения 10.06.2020). - Режим доступа: для зарегистрир. пользователей.

2. Гравиметрический анализ. Примеры решения задач: учебное пособие / Л. М. Аладжалова, В. И. Зарембо, Д. В. Зарембо, А. А. Колесников ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Санкт-Петербургский государственный технологический

институт (технический университет), Кафедра аналитической химии. - Санкт-Петербург : СПбГТИ(ТУ), 2013. – 85 с. // СПбГТИ. Электронная библиотека. - URL: <https://technolog.bibliotech.ru> дата обращения (10.06.2020). - Режим доступа: для зарегистрир. пользователей.

## **8. Перечень электронных образовательных ресурсов, необходимых для освоения дисциплины.**

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

электронно-библиотечные системы:

С компьютеров института открыт доступ к:

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

Электронно-библиотечная система «Лань» <https://e.lanbook.com>

## **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:

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

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

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

СТО СПбГТИ(ТУ) 016-2015. КС УКДВ. Порядок организации и 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 приходить, имея знания 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;

взаимодействие с обучающимися посредством ЭИОС.

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

Для проведения занятий имеются персональные компьютеры с программным обеспечением:

- Windows,

- OpenOffice.

### **10.3. Базы данных и информационные справочные системы.**

Справочно-поисковая система «Консультант-Плюс»

### **11. Материально-техническое обеспечение освоения дисциплины в ходе реализации образовательной программы.**

Для чтения лекций в виде презентаций, демонстрации видео материалов используется мультимедийная техника.

Для проведения лабораторных работ используется следующее оборудование:

1. Лабораторная мебель (столы химические, шкафы вытяжные, мойки)
2. Технические весы ВЛКТ-2
3. Весы электронные аналитические AND WA-21
4. Весы аналитические ВЛР-200
5. Муфельные печи
6. Сушильные шкафы
7. Бюретки для титрования
8. Дистиллятор
9. Бидистиллятор
10. Газовые горелки
11. Химическая посуда: стаканы термостойкие химические, стеклянные воронки, стеклянные палочки, мерные колбы, пипетки Мора
12. Алундовые тигли
13. Эксикаторы
14. Газовый хроматограф «Хроматек - Кристалл 5000»
15. Фотокolorиметры КФК-2, КФК-2МП
16. Флуориметры «Квант-6»
17. рН-метры рН-340, рН-673, рН-673М
18. Стилоскопы «Спектр»
19. Пересчитывающие устройства ПСО-2
20. Кулонометры
21. Магнитные мешалки

### **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 28.08.2014.



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

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

| Индекс компетенции | Содержание   | Этап формирования |
|--------------------|--|-------------------|
| ОПК-1              | <b>Способен изучать, анализировать, использовать биологические объекты и процессы, основываясь на законах и закономерностях математических, физических, химических и биологических наук и их взаимосвязях.</b>   | промежуточный     |
| ОПК-7              | <b>Способен проводить экспериментальные исследования и испытания по заданной методике, наблюдения и измерения, обрабатывать и интерпретировать экспериментальные данные, применяя математические, физические, физико-химические, химические, биологические, микробиологические методы.</b> | промежуточный     |

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

| Код и наименование индикатора достижения компетенции   | Показатели сформированности (дескрипторы)   | Критерий оценивания  | УРОВНИ СФОРМИРОВАННОСТИ<br>(описание выраженности дескрипторов)                          |   |   |
|--|---|--|--|---|---|
|  |   |  | «удовлетворительно»<br>(пороговый)   | «хорошо»<br>(средний)   | «отлично»<br>(высокий)  |
| <b>ОПК-1.3</b><br>Использование теоретических основ химического анализа веществ и материалов для применения методов идентификации, обнаружения, разделения и определения химических веществ. | <b>Знает</b> теоретические основы аналитической химии (ЗН-1);   | <p>Ответы на вопросы № 3, 4-11, 17-19, 21, 24, 31, 36, 38-40, 43-48 к зачету по разделу 1.</p> <p>Ответы на вопросы № 1, 2, 6, 11, 12, 15, 16, 19, 21-28, 39-41, 47, 48, 61, 62 к зачету по разделу 2.</p> | Имеет представление об основных законах, правилах и закономерностях аналитической химии. | Формулирует основные законы, правила и закономерности аналитической химии.  | Знает основные законы, правила и закономерности аналитической химии, записывает формулы без ошибок. Может применить эти знания для решения аналитических задач. |
|  | <b>Умеет</b> использовать фундаментальные представления аналитической химии для решения практических задач (У-1). | <p>Ответы на вопросы № 2, 12, 23, 26, 28-30, 32 к зачету по разделу 1.</p> <p>Ответы на вопросы № 3, 4, 7-10, 29, 30, 31 к зачету по разделу 2.</p>  | Имеет представление о расчете результатов анализа веществ.                               | Рассчитывает результаты анализа, применяет знание фундаментальных представлений аналитической химии для объяснения результатов. | Самостоятельно рассчитывает результаты анализа, формулирует выводы. Учитывает факторы, влияющие на полученные результаты.                                       |

|  |  |  |   |  |   |
|--|--|--|---|--|---|
|  | <b>Владеет</b> методами химического и физико-химического анализа веществ (Н-1).    | <p>Ответы на вопросы № 1, 22, 25, 27, 33, 35, 42 к зачету по разделу 1.</p> <p>Ответы на вопросы № 5, 17, 18, 20, 32, 42-46, 49-52, 56, 57, 60, 63, 67, 68 к зачету по разделу 2.</p> <p>Отчеты по лабораторным работам.</p> | Имеет представление о существующих химических и физико-химических методах анализа.          | Владеет методами анализа веществ, способен выбрать метод анализа для решения поставленной задачи.                              | Способен выбрать метод и провести анализ исследуемого вещества, оценить точность и достоверность полученных результатов.  |
| <b>ОПК-7.3</b><br>Проведение стандартных операций для определения состава веществ и материалов на их основе. | <b>Знает</b> стандартные методики химического и физико-химического анализа (ЗН-2); | <p>Ответы на вопросы № 16, 34, 41, 49-57 к зачету по разделу 1.</p> <p>Ответы на вопросы № 58, 59, 64, 66 к зачету по разделу 2.</p>   | Имеет представление о стандартных методиках химических и физико-химических методах анализа. | Перечисляет основные методики химических и физико-химических методов анализа. Объясняет правила расчета и анализа результатов. | Уверенно ориентируется в стандартных методиках химических и физико-химических методах анализа. Выбирает методику для решения конкретной задачи. Рассказывает правила расчета результатов анализа. |
|  | <b>Умеет</b> выполнять стандартные операции в зависимости от вида анализа (У-2);   | <p>Ответы на вопросы № 13-15, 20, 37 к зачету по разделу 1.</p>  | Путает последовательность действий при проведении анализа веществ.                          | Выполняет анализ веществ под контролем преподавателя.  | Самостоятельно выполняет пробоподготовку и анализ веществ.  |

|  |   |   |  |  |   |
|--|---|---|--|--|---|
|  |   | Отчеты по лабораторным работам.                                     |  |  |   |
|  | <b>Владеет</b> навыками работы с аналитическим оборудованием (Н-2). | Ответы на вопросы № 13, 14, 33-38, 53-55, 65 к зачету по разделу 2. | Имеет слабые представления об устройстве и порядке работы на аналитических приборах. | Знает устройство и порядок работы на различных аналитических приборах, на практике допускает небольшие ошибки. | Знает устройство аналитических приборов и может их использовать с соблюдением техники безопасности. |

Шкала оценивания соответствует СТО СПбГТИ(ТУ):

По дисциплине промежуточная аттестация проводится в форме зачета, шкала оценивания – бинарная («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. Назначение и правила их выбора.
8. Выбор реагента для проведения фотометрического анализа. Критерии выбора.
9. Влияние pH 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. Характеристические частоты, от чего зависит их положение в ИК – спектре?
16. Что такое “область отпечатков пальцев”? Для чего она используется.
17. Качественный анализ методом ИК – спектроскопии. Как проводится определение качественного состава смеси веществ, идентификация чистого вещества?
18. Количественный анализ методом ИК- спектроскопии одного вещества и смесей веществ.
19. Понятие люминесценции.
20. Классификация методов люминесцентного анализа.
21. Сформулируйте правило Стокса – Ломмеля.
22. Связь между спектром поглощения и люминесценции молекулы. Правило зеркальной симметрии (правило Левшина).
23. Виды тушения люминесценции.
24. Квантовый выход люминесценции. Пути его повышения.
25. Определение концентрации вещества по его люминесценции.
26. Механизм возникновения атомных эмиссионных спектров.
27. Ширина спектральной линии. Виды уширения спектральной линии.

28. Аналитический сигнал для качественного и количественного спектрального анализа.
29. Спектральные помехи, влияющие на интенсивность спектральной линии. Пути их учета.
30. Физико-химические помехи, влияющие на интенсивность спектральной линии. Пути их устранения.
31. Способы определения концентрации в эмиссионном спектральном анализе.
32. Фотометрия пламени. Особенности и преимущества этого метода.
33. Атомизаторы. Их роль в атомно-эмиссионном анализе.
34. Пламя как источник возбуждения эмиссионных спектров, когда используется. Преимущества и недостатки.
35. Электрическая дуга и искра как источник возбуждения эмиссионных спектров, когда используются. Преимущества и недостатки.
36. Индуктивно- связанная плазма как источник возбуждения эмиссионных спектров, когда используется. Преимущества и недостатки.
37. Основные типы спектральных приборов, принцип их действия и назначение.
38. Методы регистрации спектров. Сравните их достоинства и недостатки.
39. Виды радиоактивного излучения и виды радиоактивного распада.
40. Закон радиоактивного распада. Дайте определение постоянной распада, периода полураспада.
41. На каких механизмах взаимодействия излучения с веществом основаны важнейшие методы регистрации излучения. Устройство и принцип действия счетчика Гейгера.
42. Количественное определение элементов по их естественной радиоактивности.
43. Методы, основанные на искусственной (наведенной) радиоактивности. Активационный анализ. Преимущества и недостатки метода.
44. Радиометрическое титрование. Сущность, преимущество и недостатки метода.
45. Метод изотопного разбавления. Особенности, преимущество и недостатки метода.
46. Способы классификации хроматографических методов анализа.
47. Виды хроматограмм. Способ их представления.
48. Хроматографические параметры, характеризующие поведение вещества.
49. Жидкостная распределительная хроматография и ее отличие от экстракции.
50. Сущность ионообменной хроматографии. Иониты и их физико-химические свойства.
51. Осадочная хроматография и ее варианты.
52. Сущность и виды газовой хроматографии. Механизмы разделения.
53. Газовый хроматограф и его основные узлы.
54. Детекторы, используемые в газовой хроматографии. Катарометр. Устройство и область применения.
55. Устройство и область применения плазменно-ионизационного детектора.
56. Применение газовой хроматографии для качественного и количественного анализа. Аналитические сигналы.
57. Классификация электрохимических методов анализа.
58. Прямая потенциометрия (ионометрия).
59. Потенциометрическое титрование. Способы нахождения конечной точки титрования.
60. Полярографический анализ. Вид полярографической кривой. Остаточный, диффузионный, предельный диффузионный токи.
61. Основа качественного полярографического анализа. Полярографический спектр.
62. Количественный полярографический анализ. Способы нахождения концентрации.
63. Виды современной полярографии (дифференциальная, разностная, инверсионная).
64. Амперометрическое титрование. Формы кривых титрования.
65. Основы кулонометрического анализа. Аппаратура для проведения кулонометрического анализа.



66. Прямая кулонометрия. Определение выхода по току.
67. Сущность кулонометрического титрования. Особенности и достоинства этого метода.
68. Метрологические и аналитические характеристики физико-химических методов.

#### 4. Задания для контрольных работ.

##### Контрольная работа №1.

###### Вариант 1.

1. Из образца технического сульфида натрия, массой 0,2135 г после ряда операций получено 0,4621 сульфата бария. Вычислить массовую долю сульфида натрия и серы в образце.
2. Какой катион будет осаждаться первым при постепенном прибавлении разбавленного раствора сульфата аммония к раствору, содержащему 20 мг/л ионов бария и 500 мг/л ионов свинца? При какой концентрации сульфат-ионов начнётся образование второго осадка? Для  $\text{BaSO}_4$   $\text{PP}^\circ = 1,1 \cdot 10^{-10}$ . Для  $\text{PbSO}_4$   $\text{PP}^\circ = 1,6 \cdot 10^{-8}$ .
3. Вычислить растворимость хромата бария ( $\text{BaCrO}_4$ ) при  $\text{pH} = 1$ . Сравнить с растворимостью в воде. Для  $\text{BaCrO}_4$   $\text{PP}^\circ = 1,2 \cdot 10^{-10}$ . Ступенчатые константы диссоциации хромовой кислоты ( $\text{H}_2\text{CrO}_4$ ):  $K_1 = 1,6 \cdot 10^{-1}$  и  $K_2 = 3,2 \cdot 10^{-7}$ .

###### Вариант 2.

1. Какой объем 0,2М раствора  $\text{H}_2\text{SO}_4$  требуется для осаждения бария из раствора, содержащего 2,5 г  $\text{BaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ?
2. Смешали 220 мл 0,001М раствора хлорида кальция и 130 мл 0,002М раствора оксалата аммония. Вычислить массу кальция в растворе. Для  $\text{CaC}_2\text{O}_4$   $\text{PP}^\circ = 2,3 \cdot 10^{-9}$ .
3. Вычислить растворимость осадка хлорида серебра в 0,01М растворе соляной кислоты с учётом образования хлоридных комплексов серебра. Для  $\text{AgCl}$   $\text{PP}^\circ = 1,8 \cdot 10^{-10}$ . Полные константы устойчивости комплексов:  $\beta_1 = 1,0 \cdot 10^3$  и  $\beta_2 = 1,0 \cdot 10^5$ .

###### Вариант 3.

1. 0,20 г сплава, содержащего по массе 20% серебра, растворили. Ионы серебра из полученного раствора осадил 0,30М раствором  $\text{KCl}$ . Какой объем осадителя потребуется для этой операции?
2. Какова будет потеря массы осадка сульфата свинца при промывании его 200 мл 0,003М раствора  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ ? Для  $\text{PbSO}_4$   $\text{PP}^\circ = 1,6 \cdot 10^{-8}$ .
3. Вычислить растворимость осадка  $\text{AgSCN}$  в 0,01М растворе  $\text{NH}_4\text{SCN}$  с учетом и без учета комплексообразования. Для  $\text{AgSCN}$   $\text{PP}^\circ = 1,0 \cdot 10^{-12}$ . Полные константы устойчивости роданидных комплексов серебра:  $\beta_1 = 5,6 \cdot 10^4$  и  $\beta_2 = 3,0 \cdot 10^8$ .

###### Вариант 4.

1. Вычислить массу навески силиката с массовой долей кремния 18%, которую нужно взять для получения 0,0724 г прокаленного осадка  $\text{SiO}_2$ .
2. При какой концентрации щелочи начнется осаждение гидроксида магния из  $1,2 \cdot 10^{-2}$ М раствора хлорида магния? Для  $\text{Mg}(\text{OH})_2$   $\text{PP}^\circ = 6,0 \cdot 10^{-10}$ .
3. Вычислить растворимость оксалата кальция ( $\text{CaC}_2\text{O}_4$ ), если раствор над осадком имеет  $\text{pH} = 3$  и избыточную концентрацию оксалат-ионов 0,01 моль/л. Для  $\text{CaC}_2\text{O}_4$   $\text{PP}^\circ = 2,3 \cdot 10^{-9}$ . Ступенчатые константы диссоциации щавелевой кислоты ( $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$ ):  $K_1 = 5,6 \cdot 10^{-2}$  и  $K_2 = 5,4 \cdot 10^{-5}$ .

###### Вариант 5.

1. Массовая доля серы в угле составляет 0,5%. Какую навеску угля необходимо взять для анализа, чтобы получить 0,19 г осадка сульфата бария?

2. 5,0 мл 0,05М раствора серной кислоты разбавили до 1,0 л и затратили 300 мл полученного раствора на промывание 0,40 г осадка сульфата бария. Вычислить массовую долю растворенного осадка, считая насыщение раствора полным. Для  $\text{BaSO}_4$   $\text{PP}^\circ = 1,1 \cdot 10^{-10}$ .
3. Вычислить растворимость сульфата бария: а) в воде; б) в 0,1М растворе  $\text{HCl}$  (учесть влияние рН). Для  $\text{BaSO}_4$   $\text{PP}^\circ = 1,1 \cdot 10^{-10}$ . Константа диссоциации  $\text{H}_2\text{SO}_4$   $K_2 = 1,2 \cdot 10^{-2}$ .

### Контрольная работа №2.

#### Вариант 1.

1. Какой объём раствора с массовой долей  $\text{NH}_3$  12% и плотностью 0,95 г/см<sup>3</sup> требуется для приготовления 8,0л 2,0М раствора? Какое значение имеет титр приготовленного раствора аммиака по хлороводородной кислоте ( $T_{\text{NH}_3/\text{HCl}}$ )?
2. К 20,00мл анализируемого раствора  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  прилили 30,00мл 0,2040М стандартного раствора  $\text{H}_2\text{SO}_4$  и удалили  $\text{CO}_2$  кипячением. На титрование остатка кислоты пошло 15,12мл стандартного раствора  $\text{NaOH}$ . Установлено, что 1,000мл раствора  $\text{NaOH}$  эквивалентен 1,010мл раствора  $\text{H}_2\text{SO}_4$ . Вычислить молярную концентрацию  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  в анализируемом растворе. Напишите уравнения реакций.
3. Рассчитать и построить кривую титрования 10мл 0,1М раствора  $\text{NH}_4\text{OH}$  (для  $\text{NH}_4\text{OH}$   $K=1,76 \cdot 10^{-5}$ ) 0,1М раствором  $\text{HCl}$ . Расчет выполнить для точек, когда добавлено 0; 99,9; 100; 100,1% титранта от эквивалентного количества. Выбрать индикатор. Какую окраску имеет индикатор в начальной и конечной точке титрования (КТТ)?

#### Вариант 2.

1. Какой объём воды нужно добавить к 1 л раствора с массовой долей  $\text{HNO}_3$  30%, чтобы получить 3% раствор?
2. Навеску смеси минеральных солей массой 0,9500 г внесли в раствор щёлочи и отогнали  $\text{NH}_3$ , пропустив его в 50,00мл 0,2060М раствора  $\text{HCl}$ . На титрование остатка кислоты пошло 6,25мл 0,2010М раствора  $\text{NaOH}$ . Вычислить массовую долю азота в смеси.
3. Построить кривую титрования 10 мл 0,1М раствора  $\text{HNO}_3$  0,1М раствором  $\text{NaOH}$ . Расчет выполнить для точек, когда добавлено 0; 99,9; 100; 100,1% титранта от эквивалентного количества. Выбрать индикатор. Какую окраску имеет индикатор в начальной и конечной точке титрования?

#### Вариант 3.

1. Какой объём 5М раствора  $\text{H}_2\text{SO}_4$  следует добавить к 5л 0,1М раствора, чтобы получить 0,3Н раствор?
2. К раствору  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$  добавили 25,00мл 0,1132М раствора  $\text{NaOH}$  и кипячением удалили  $\text{NH}_3$ . На титрование остатка  $\text{NaOH}$  пошло 5,70мл 0,1347М раствора  $\text{HCl}$ . Вычислить массу  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$  в растворе.
3. Построить кривую титрования 10 мл 0,1М раствора  $\text{HCl}$  1М раствором  $\text{NaOH}$ . Расчет выполнить для точек, когда добавлено 0; 99,9; 100; 100,1% титранта от эквивалентного количества. Выбрать индикатор. Какую окраску имеет индикатор в начальной и конечной точке титрования?

#### Вариант 4.

1. Какой объём воды нужно добавить к 0,11л 0,38М раствора  $\text{KOH}$ , чтобы получить раствор  $\text{KOH}$  с титром  $T(\text{KOH}) = 0,0056$  г/мл?
2. Провели реакцию 0,30г смеси с массовой долей  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  37% и  $\text{NaOH}$  42% с 25мл 0,24М раствором  $\text{HCl}$ . Какой объём 0,11М раствора  $\text{NaOH}$  пойдёт на титрование избытка кислоты?
3. Построить кривую титрования 10 мл 0,1М раствора  $\text{HCl}$  0,1М раствором  $\text{NaOH}$ . Расчет выполнить для точек, когда добавлено 0; 99,9; 100; 100,1% титранта от эквивалентного

количества. Выбрать индикатор. Какую окраску имеет индикатор в начальной и конечной точке титрования?

#### Вариант 5.

1. Какой объём раствора с массовой долей  $\text{H}_2\text{SO}_4$  4,9% и плотностью  $\rho=1,0 \text{ г/см}^3$  нужно добавить к 10л 0,1н. раствора  $\text{H}_2\text{SO}_4$ , чтобы получить 0,1М раствор?
2. Какой объём 0,10М раствора  $\text{HCl}$  требуется взять для нейтрализации аммиака, выделяемого из 0,5000г вещества с массовой долей азота 4%, чтобы на титрование избытка  $\text{HCl}$  пошло 5,0мл 0,11М раствора  $\text{NaOH}$ ?
3. Построить кривую титрования 0,1М  $\text{HNO}_3$  раствора 0,1М раствором  $\text{NaOH}$ . Расчет выполнить для точек, когда добавлено 0; 50; 99,9; 100; 100,1% титранта от эквивалентного количества. Выбрать индикатор.

### Контрольная работа №3.

#### Вариант 1.

1. К 0,2132 г руды с массовой долей  $\text{MnO}_2$  8,68% добавили серную кислоту и 19,65 мл 0,1215н. раствора  $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$ . Какой объём раствора  $\text{KMnO}_4$  пойдет на титрование избытка  $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$ , если по данным другого анализа на 25,00 мл раствора  $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$  идет 21,44 мл раствора  $\text{KMnO}_4$ ? Напишите уравнения реакций.
2. Рассчитать потенциал для степени оттитрованности  $\tau = 90\%$ ; 100% для титрования раствора щавелевой кислоты ( $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$ ) стандартным раствором перманганата калия ( $\text{KMnO}_4$ ).
3. Уравнение Нернста. Формальный потенциал. Влияние образования труднорастворимых соединений на значение потенциала (осадок образует восстановленная форма пары).

#### Вариант 2.

1. К раствору, содержащему 0,2268 г  $\text{KClO}_3$  добавили 48,35 мл 0,1980М раствора  $\text{FeSO}_4$ , на титрование избытка которого пошло 11,27 мл 0,1088н. раствора  $\text{KMnO}_4$ . Вычислить массовую долю  $\text{KClO}_3$  в смеси. Написать уравнения реакций.
2. Рассчитать потенциал в точке эквивалентности при титровании  $\text{FeSO}_4$  перманганатом калия  $\text{KMnO}_4$ .  $E^0_{\text{MnO}_4^-, \text{H}^+ / \text{Mn}^{2+}} = +1,51\text{В}$ .  $E^0_{\text{Fe}^{3+} / \text{Fe}^{2+}} = +0,77\text{В}$ .
3. Индикаторы в методе окислительно-восстановительного титрования: обратимые, необратимые, специфические. Привести примеры.

#### Вариант 3.

1. На титрование  $\text{Fe}^{2+}$  в анализируемом растворе, приготовленном из 0,2012 г руды, пошло 18,48 мл 0,1015н. раствора  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ . Вычислить массовую долю  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  в руде. Написать уравнение реакции.
2. Рассчитать потенциал в точке эквивалентности при титровании  $\text{Fe}^{2+}$  раствором  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ .  $E^0_{\text{Fe}^{3+} / \text{Fe}^{2+}} = +0,77\text{В}$ .  $E^0_{\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}, \text{H}^+ / \text{Cr}^{3+}} = +1,33\text{В}$ .
3. Обратимые окислительно-восстановительные индикаторы. Правило выбора. Привести примеры.

#### Вариант 4.

1. 0,2716 г стальной проволоки растворили в кислоте и на титрование раствора железа(II) затратили 41,75 мл 0,1131Н раствора  $\text{KMnO}_4$ . Вычислить массовую долю железа в образце проволоки. Написать уравнение реакции.
2. Рассчитать потенциал в точке эквивалентности при титровании раствора железа (II) перманганатом калия  $\text{KMnO}_4$ .  $E^0_{\text{Fe}^{3+} / \text{Fe}^{2+}} = +0,77\text{В}$ .  $E^0_{\text{MnO}_4^-, \text{H}^+ / \text{Mn}^{2+}} = +1,51\text{В}$ .

3. Уравнение Нернста. Формальный потенциал. Влияние образования труднорастворимых соединений на величину потенциала (осадок образует окисленная форма пары).

Вариант 5.

1. На титрование 0,1506 г щавелевой кислоты ( $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$ ) пошло 24,25 мл раствора перманганата калия. Вычислить нормальную концентрацию  $\text{KMnO}_4$ , титр  $\text{KMnO}_4$ . Написать уравнение реакции.

2. Рассчитать потенциал при степени оттитрованности  $\tau = 99\%$  для титрования раствора щавелевой кислоты ( $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$ ) перманганатом калия  $\text{KMnO}_4$ .  $E^0_{\text{MnO}_4^-, \text{H}^+ / \text{Mn}^{2+}} = +1,51\text{В}$ .

$E^0_{2\text{CO}_2 / \text{C}_2\text{O}_4^{2-}} = -0,49\text{В}$ .

3. Окислительно-восстановительные реакции и стандартный окислительно-восстановительный потенциал. Уравнение Нернста.

**5. Методические материалы для определения процедур оценивания знаний, умений и навыков, характеризующих этапы формирования компетенций.**

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в соответствии с требованиями СТО СПбГТИ(ТУ) 016-2015. КС УКДВ. Порядок организации и проведения зачетов и экзаменов.