

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Наумова Наталия Александровна

Должность: Ректор

Дата подписания: 24.10.2024 14:11:41

Уникальный идентификатор документа: 6b5279da4e034bffa79172803da5b785b0c8e9

МИНИСТЕРСТВО ПРОСВЕЩЕНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования  
«ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ПРОСВЕЩЕНИЯ»

(ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ПРОСВЕЩЕНИЯ)

Факультет естественных наук

Кафедра теоретической и прикладной химии

Согласовано

и.о. декана факультета

« 02 » 06 2023 г.

/Алексеев А. Г./

## Рабочая программа дисциплины

Аналитическая химия

Направление подготовки

06.03.01 Биология

Профиль:

Генетика, микробиология и биотехнология

Квалификация

Бакалавр

Форма обучения

Очная

Согласовано учебно-методической комиссией  
Факультета естественных наук

Протокол «02» 06 2023 г. № 6

Председатель УМКом  
/Лялина И. Ю./

Рекомендовано кафедрой теоретической  
и прикладной химии

Протокол от «31» 05 2023 г. № 14

Зав. кафедрой  
/Васильев Н. В./

Мытищи

2023

Авторы-составители:

Радугина Ольга Георгиевна, кандидат химических наук, доцент

Петренко Дмитрий Борисович, кандидат химических наук, доцент

Рабочая программа дисциплины «Аналитическая химия» составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 06.03.01 Биология, утвержденного приказом МИНОБРНАУКИ от 07.08. 2020 г., № 920

Дисциплина входит в обязательную часть Блока 1 «Дисциплины (модули)» и является обязательной для изучения.

Год начала подготовки (по учебному плану) 2023

|                                                                                                                 |                                 |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------|
| СОДЕРЖАНИЕ.....                                                                                                 | Ошибка! Закладка не определена. |
| 1. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ .....                                                                        | 4                               |
| 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ .....                                                 | 4                               |
| <a href="#">3.</a> ОБЪЕМ И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ .....                                                          | 5                               |
| <a href="#">4.</a> УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ .....                     | 5                               |
| 5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ<br>ПО ДИСЦИПЛИНЕ .....              | 10                              |
| <a href="#">6.</a> УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И РЕСУРСНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ .....                                 | 29                              |
| <a href="#">7.</a> МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ .....                                           | 30                              |
| <a href="#">8.</a> ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО<br>ДИСЦИПЛИНЕ ..... | 30                              |
| 9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ .....                                                         | 30                              |

## **1. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ**

### **1.1. Цели и задачи дисциплины**

**Цель освоения дисциплины** - формирование четких представлений: об аналитической химии как науке; теоретических основах классических методов анализа и относительных возможностях изучаемых методов.

#### **Задачи дисциплины:**

- прочное усвоение теоретических знаний и практических навыков в области классических (гравиметрического и титриметрического) методов анализа;
- углубление и расширение теоретической, химической и методической подготовки обучающихся;
- формирование знаний в области метрологии химического анализа, навыков в сопоставлении методик анализа и подходов к их выбору при решении конкретных задач;
- формирование представлений о теории пробоотбора;
- подготовка к выполнению выпускных квалификационных (дипломных) работ в областях, связанных с исследованием объектов окружающей среды.

### **1.2. Планируемые результаты обучения**

В результате освоения данной дисциплины у обучающихся формируются следующие компетенции:

ОПК-6. Способен использовать в профессиональной деятельности основные законы физики, химии, наук о Земле и биологии, применять методы математического анализа и моделирования, теоретических и экспериментальных исследований, приобретать новые математические и естественнонаучные знания, используя современные образовательные и информационные технологии

## **2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ**

Дисциплина входит в обязательную часть Блока 1 «Дисциплины (модули)» и является обязательной для изучения.

Для освоения дисциплины «Аналитическая химия» обучающиеся используют знания и умения, сформированные в ходе изучения дисциплин математики, физики, химии, органической химии, техники химического эксперимента, биофизики и почвоведения.

Дисциплина «Аналитическая химия» является базовой для последующего изучения таких дисциплин, как дисциплин геохимия и геофизика биосферы, химическая экология и основы экологической экспертизы, охрана природы и природопользование, экологический мониторинг, а также написания курсовых и выпускных квалификационных работ.

### 3. ОБЪЕМ И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

#### 3.1. Объем дисциплины

| Показатель объема дисциплины                 | Очная форма обучения |
|----------------------------------------------|----------------------|
| Объем дисциплины в зачетных единицах         | 4                    |
| Объем дисциплины в часах                     | 144                  |
| Контактная работа                            | 44,3                 |
| Лекции                                       | 14                   |
| Лабораторные занятия:                        | 28                   |
| из них в форме практической подготовки       | 28                   |
| Контактные часы на промежуточную аттестацию: | 2,3                  |
| Экзамен                                      | 0,3                  |
| Предэкзаменационная консультация             | 2                    |
| Самостоятельная работа                       | 90                   |
| Контроль                                     | 9,7                  |

Форма промежуточной аттестации - экзамен в 3-ом семестре

#### 3.2.Содержание дисциплины

| Наименование разделов (тем)<br>Дисциплины с кратким содержанием                                                                                                                                                                            | Количество часов |                      |                                         |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|----------------------|-----------------------------------------|
|                                                                                                                                                                                                                                            | Лекции           | Лабораторные занятия |                                         |
|                                                                                                                                                                                                                                            |                  | Общее кол-во         | из них, в форме практической подготовки |
| Тема 1. Введение в аналитическую химию. Качественный анализ катионов и анионов. Систематический и дробный анализ. Частные реакции и ход анализа смеси катионов и анионов.                                                                  | 2                | 6                    | 6                                       |
| Тема 2. Закон действия масс. Химическое равновесие. Степень электролитической диссоциации. Константа диссоциации.                                                                                                                          | 2                | 2                    | 2                                       |
| Тема 3. Состояние сильных электролитов в растворе. Диссоциация воды. Вычисление pH различных растворов. Гидролиз солей в химическом анализе. Буферные растворы.                                                                            | 2                | 2                    | 2                                       |
| Тема 4. Растворимость и константа растворимости (произведение растворимости). Последовательность образования осадков. Условия образования и растворения осадков. Влияние на растворимость осадков ионной силы раствора, одноименных ионов. | 2                | 2                    | 2                                       |
| Тема 5. Титриметрические методы анализа. Основные понятия титриметрии. Стандартные растворы и стандартные вещества. Расчеты, связанные с приготовлением                                                                                    | 2                | 6                    | 6                                       |

|                                                                                                                                                        |           |           |           |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|-----------|-----------|
| растворов и титрованием.                                                                                                                               |           |           |           |
| Тема 6. Кислотно-основное титрование в водной среде. Кривые титрования. Окислительно-восстановительное титрование. Перманганатометрическое титрование. | 2         | 8         | 8         |
| Тема 7. Гравиметрические методы анализа.                                                                                                               | 2         | 2         | 2         |
| <b>Итого:</b>                                                                                                                                          | <b>14</b> | <b>28</b> | <b>28</b> |

## ПРАКТИЧЕСКАЯ ПОДГОТОВКА

| Тема | Задание на практическую подготовку | Количество часов |
|------|------------------------------------|------------------|
|------|------------------------------------|------------------|

|                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |   |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|
| Тема 1. Введение в аналитическую химию. Качественный анализ катионов и анионов. Систематический и дробный анализ. Частные реакции и ход анализа смеси катионов и анионов.                                                                  | Освоение безопасных приемов работы в аналитической лаборатории полумикрометодом. Выполнение качественных реакций катионов I аналитической группы дробным методом. Маскирование катиона аммония. Использование метода пламенной фотометрии в качественном анализе.<br>Выполнение качественных реакций катионов II-III аналитических групп дробным методом.<br>Выполнение качественных реакций катионов IV аналитической группы. Использование амфотерности катионов IV аналитической группы в систематическом анализе катионов. Качественный анализ катионов V – VI аналитических групп. Применение ОВР и комплексообразования в химическом анализе. Частные реакции анионов дробным методом.<br>Решение индивидуальной экспериментальной контрольной задачи «Анализ смеси сухих солей». | 6 |
| Тема 2. Закон действия масс. Химическое равновесие. Степень электролитической диссоциации. Константа диссоциации.                                                                                                                          | Приготовление растворов кислот и щелочей для аналитических работ. Освоение техники пипетирования и титрования.<br>Выполнение экспериментальной работы «Построение кривых титрования сильной кислоты щелочью и наоборот»                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 2 |
| Тема 3. Состояние сильных электролитов в растворе. Диссоциация воды. Вычисление pH различных растворов. Гидролиз солей в химическом анализе. Буферные растворы.                                                                            | Расчет и анализ кривых титрования соляной кислоты гидроксидом натрия и самостоятельный расчет кривой титрования гидроксида натрия соляной кислотой. Вычисление pH раствора в точке эквивалентности                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 2 |
| Тема 4. Растворимость и константа растворимости (произведение растворимости). Последовательность образования осадков. Условия образования и растворения осадков. Влияние на растворимость осадков ионной силы раствора, одноименных ионов. | Приготовление и стандартизация растворов для аналитических работ. Стандартизация раствора соляной кислоты по тетраборату натрия. Техника работы с индикатором метиловым оранжевым. Освоение техники стандартизации сильных кислот.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 2 |

|                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                    |   |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|
| Тема 5. Титриметрические методы анализа. Основные понятия титриметрии. Стандартные растворы и стандартные вещества. Расчеты, связанные с приготовлением растворов и титрованием. | Выполнение контрольной задачи «Определение гидроксида натрия в растворе неизвестной концентрации». Метрологическая обработка результатов анализа.                                                                                                                  | 6 |
| Тема 6. Кислотно-основное титрование в водной среде. Кривые титрования. Окислительно-восстановительное титрование. Перманганатометрическое титрование.                           | Выполнения химического анализа - определение кислотности молока, кефира, хлебо-булочных изделий, муки. Стандартизация раствора гидроксида натрия по щавелевой кислоте. Приготовление и стандартизация раствора перманганата калия. Определение железа в соли Мора. | 8 |
| Тема 7. Гравиметрические методы анализа.                                                                                                                                         | Выполнение гравиметрического анализа «Определение кристаллизационной воды в кристаллогидрате хлорида бария».                                                                                                                                                       | 2 |

#### 4. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ

| Темы для самостоятельного изучения                                                                                                                                       | Изучаемые вопросы                                                                                                                                                                                                                                                                                | Количество часов | Формы самостоятельной работы                                                                   | Методическое обеспечение                                | Формы отчетности                      |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------|---------------------------------------|
| Тема 1. Введение в аналитическую химию. Качественный анализ катионов и анионов. Систематический и дробный анализ. Частные реакции и ход анализа смеси катионов и анионов | 1. Основные этапы развития аналитической химии.<br>2. Характеристика современного этапа развития аналитической химии.<br>3. Напишите качественные реакции, используемые в качественном анализе для обнаружения 1-6 аналитических групп катионов и 1-3 групп анионов                              | 12               | Конспект в тетради, оформление лабораторной работы, написание уравнений реакций, решение задач | Основная и дополнительная литература и интернет-ресурсы | опрос, оформление лабораторной работы |
| Тема 2. Закон действия масс. Химическое равновесие. Степень электролитической диссоциации. Константа диссоциации.                                                        | 1. Закон действия масс, его применение в аналитических расчетах<br>2. Химическое равновесие в растворах слабых электролитов.<br>3. Степень электролитической диссоциации. Вычисление степени электролитической диссоциации.<br>4. Константа диссоциации, ее применение в аналитических расчетах. | 13               | Решение задач, оформление лабораторной тетради                                                 | Основная и дополнительная литература и интернет-ресурсы | опрос, оформление лабораторной работы |

|                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |    |                                                                                |                                                         |                                                |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|--------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------|------------------------------------------------|
| Тема 3. Состояние сильных электролитов в растворе. Диссоциация воды. Вычисление pH различных растворов. Гидролиз солей в химическом анализе. Буферные растворы.                                                                            | 1.Протолитические равновесия.<br>2.Растворы протолитов.<br>3.Ионное произведение воды. Водородный показатель (pH). Шкала pH. Протяженность шкалы pH.<br>4.Вычисление pH растворов сильных и слабых электролитов<br>5. Определение pH растворов сильных и слабых кислот и оснований; растворов гидролизующихся солей.<br>6. Гидролиз солей, значение гидролиза в химическом анализе.<br>7. Буферные системы, их значение в химическом анализе.                            | 13 | Решение задач, оформление лабораторной тетради, подготовка реферата            | Основная и дополнительная литература и интернет-ресурсы | опрос, оформление лабораторной работы, реферат |
| Тема 4. Растворимость и константа растворимости (произведение растворимости). Последовательность образования осадков. Условия образования и растворения осадков. Влияние на растворимость осадков ионной силы раствора, одноименных ионов. | 1.Произведение растворимости (константа растворимости). Применение правила произведения растворимости в анализе.<br>2. Условия выпадения и растворения осадков и получения чистых осадков строго определенного состава.<br>3. Влияние одноименных ионов на растворимость малорастворимых электролитов.<br>4. Влияние ионной силы раствора на растворимость малорастворимых электролитов.<br>5. Приведите примеры превращения одних малорастворимых электролитов в другие | 13 | Решение задач, оформление лабораторной работы                                  | Основная и дополнительная литература и интернет-ресурсы | опрос, оформление лабораторной работы          |
| Тема 5. Титриметрические методы анализа. Основные понятия титриметрии. Стандартные растворы и стандартные вещества. Расчеты, связанные с приготовлением растворов и титрованием.                                                           | 1.Закон эквивалентов.<br>2. Способы выражения концентраций растворов: молярная, молярная концентрация эквивалента, массовая доля.<br>3.Вычисление массы навески для приготовления растворов для титриметрического анализа.<br>4.Способы стандартизации растворов для титриметрического анализа.                                                                                                                                                                          | 13 | Решение расчетных задач, индивидуальное задание, оформление лабораторных работ | Основная и дополнительная литература и интернет-ресурсы | опрос, оформление лабораторной работы          |
| Тема 6. Кислотно-основное титрование в водной среде. Кривые титрования. Окислительно-восстановительное                                                                                                                                     | 1. Что определяет выбор способа титрования?<br>2. Какова роль кривых титрования?<br>3. Рассчитайте и постройте                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | 13 | Решение расчетных задач, индивидуальное задание,                               | Основная и дополнительная литература и интернет-ресурсы | опрос, оформление лабораторной работы          |

|                                                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |           |                                                                                |                                                         |                                       |
|-------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|--------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------|---------------------------------------|
| титрование. Перманганатометрическое титрование. | те кривую титрования 0,1 М раствора уксусной кислоты 0,1 М раствором гидроксида натрия. Укажите точку эквивалентности, скачок титрования, и выберите индикатор для фиксации точки эквивалентности.<br>4. Приведите примеры стандартизации растворов в кислотно-основном, комплексонометрическом, осадительном и окислительно-восстановительном титровании. |           | оформление лабораторных работ                                                  |                                                         |                                       |
| Тема 7. Гравиметрические методы анализа.        | 1. Какие свойства осадка определяют его пригодность в качестве осаждаемой формы?<br>2. Чем отличается осаждаемая форма осадка от его гравиметрической формы?<br>3. Перечислите наиболее эффективные приемы очистки осадков от примесей.<br>4. Назовите наиболее эффективные приемы получения крупнокристаллического осадка сульфата бария.                 | 13        | Решение расчетных задач, индивидуальное задание, оформление лабораторных работ | Основная и дополнительная литература и интернет-ресурсы | опрос, оформление лабораторной работы |
| <b>Итого</b>                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | <b>90</b> |                                                                                |                                                         |                                       |

## 5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

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

| Код и наименование компетенции                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | Этапы формирования                                         |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------|
| ОПК-6 . Способен использовать в профессиональной деятельности основные законы физики, химии, наук о Земле и биологии, применять методы математического анализа и моделирования, теоретических и экспериментальных исследований, приобретать новые математические и естественнонаучные знания, используя современные образовательные и информационные технологии | 1. Работа на учебных занятиях<br>2. Самостоятельная работа |

## 5.2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

| Оцениваемые компетенции | Уровень сформированности | Этап формирования                                          | Описание показателей                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | Критерии оценивания                                                                                                       | Шкала оценивания                                                                                                                                                     |
|-------------------------|--------------------------|------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ОПК-6                   | Пороговый                | 1. Работа на учебных занятиях<br>2. Самостоятельная работа | <i>Знать:</i><br>- основные концепции и методы, современные направления математики, физики, химии и наук о Земле,<br>- основы аналитической химии и химических методов анализа<br><i>Уметь:</i><br>- использовать методы математического анализа и моделирования, теоретические и экспериментальные исследования<br>- использовать методы пробоотбора и подготовки проб для биогеохимического анализа | Опрос, тестирование, реферат. Защита выполненных лабораторных работ в форме практической подготовки                       | Шкала оценивания опроса, Шкала оценивания тестирования, Шкала оценивания реферата<br>Шкала оценивания выполнения лабораторной работы в форме практической подготовки |
|                         | Продвинутый              | 1. Работа на учебных занятиях<br>2. Самостоятельная работа | <i>Знать:</i><br>- основы классических методов анализа веществ;<br><i>Уметь:</i><br>- создавать модели и реализовывать теоретические и экспериментальные исследования для решения задач профессиональной деятельности<br>- выполнять качественный анализ смесей неорганических веществ;<br>- выполнять титриметри-                                                                                    | Опрос, тестирование, реферат, контрольная работа<br>Защита выполненных лабораторных работ в форме практической подготовки | Шкала оценивания опроса, Шкала оценивания тестирования, Шкала оценивания контрольной работы<br>Шкала оценивания                                                      |

|  |  |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |  |                                                                                                            |
|--|--|--|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  |  |  | <p>ческий анализ: алкалиметрию и ацидиметрию и окислительно-восстановительное титрование;</p> <p>-выполнять гравиметрический анализ;</p> <p><i>Владеть:</i></p> <p>- приемами проведения простейшего гидрохимического анализа;</p> <p>- приемами проведения метрологической обработки результатов анализа;</p> |  | <p>ния реферата</p> <p>Шкала оценивания выполнения лабораторной работы в форме практической подготовки</p> |
|--|--|--|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

### Шкала оценивания опроса

(По 2 балла за каждый опрос, макс. 10 баллов)

| Показатель                                                                                                                                                                                                             | Балл |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| Ответ полный и содержательный, соответствует теме; студент умеет аргументировано отстаивать свою точку зрения, демонстрирует знание терминологии дисциплины                                                            | 2    |
| Ответ в целом соответствует теме (не отражены некоторые аспекты); студент умеет отстаивать свою точку (хотя аргументация не всегда на должном уровне); демонстрирует удовлетворительное знание терминологии дисциплины | 1    |
| Ответ неполный как по объему, так и по содержанию (хотя и соответствует теме); аргументация не на соответствующем уровне, некоторые проблемы с употреблением терминологии дисциплины                                   | 0    |

### Шкала оценивания выполнения лабораторной работы в форме практической подготовки

Максимальное количество баллов - 28 (по 2 балла за работу)

| Критерии оценивания                                             | Кол-во баллов |
|-----------------------------------------------------------------|---------------|
| Работа выполнена полностью по плану и сделаны правильные выводы | 2             |
| Работа выполнена не полностью                                   | 1             |
| Работа не выполнена                                             | 0             |

### Шкала оценивания контрольной работы

(Макс. 10 баллов)

| Показатель                                                    | Балл |
|---------------------------------------------------------------|------|
| Работа выполнена полностью и без существенных ошибок          | 10   |
| Работа выполнена частично (40-80%)                            | 8    |
| Работа выполнена менее, чем на 40% или содержит грубые ошибки | 4    |
| Работа не выполнена                                           | 0    |

### Шкала оценивания реферата

Максимальное количество баллов – 6 (по 3 балла за реферат)

| Показатель                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | Балл |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| Содержание соответствует поставленным цели и задачам, изложение материала отличается логичностью и смысловой завершенностью, студент показал владение материалом, умение четко, аргументировано и корректно отвечать на поставленные вопросы, отстаивать собственную точку зрения.                                                                                                                                                                     | 3    |
| Содержание недостаточно полно соответствует поставленным цели и задачам исследования, работа выполнена на недостаточно широкой источниковой базе и не учитывает новейшие достижения, изложение материала носит преимущественно описательный характер, студент показал достаточно уверенное владение материалом, однако недостаточное умение четко, аргументировано и корректно отвечать на поставленные вопросы и отстаивать собственную точку зрения. | 2    |
| Содержание не отражает особенности проблематики избранной темы, - содержание работы не полностью соответствует поставленным задачам, источниковая база является фрагментарной и не позволяет качественно решить все поставленные в работе задачи, работа не учитывает новейшие достижения историографии темы, студент показал неуверенное владение материалом, неумение отстаивать собственную позицию и отвечать на вопросы                           | 1    |

**Шкала оценивания тестирования**  
(Макс. 10 баллов)

| Процент правильных ответов | Баллы |
|----------------------------|-------|
| 81-100%                    | 10    |
| 61-80%                     | 8     |
| 41-60%                     | 5-6   |
| 21-40%                     | 2     |
| 0-20%                      | 0     |

**5.3. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы**

**Примерная тематика лабораторных работ в форме практической подготовки**

1. Техника безопасности и приемы работы в аналитической лаборатории. Приемы работы полумикрометодом.
2. Качественные реакции катионов I аналитической группы дробным методом.
3. Качественные реакции катионов II аналитической группы дробным методом.
4. Качественные реакции катионов IV аналитической группы дробным методом.
5. Качественный анализ катионов V – VI аналитических групп дробным методом.
6. Качественный анализ анионов дробным методом.
7. Качественный анализ смеси сухих солей.
8. Построение кривых титрования сильной кислоты щелочью и наоборот. Освоение техники пипетирования и титрования.
9. Расчет и анализ кривой титрования соляной кислоты гидроксидом натрия.
10. Приготовление и стандартизация растворов для аналитических работ. Стандартизация

раствора соляной кислоты по тетраборату натрия.

11. Контрольная задача. Определение гидроксида натрия в растворе неизвестной концентрации.
12. Стандартизация раствора гидроксида натрия. Определение кислотности пищевых продуктов.
13. Приготовление и стандартизация раствора перманганата калия. Определение железа в соли Мора.
14. Определение кристаллизационной воды в кристаллогидрате хлорида бария.

### Примерные вопросы для текущего контроля (опроса)

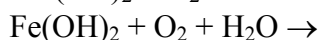
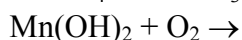
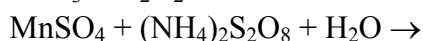
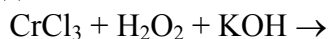
#### Тема 1. Качественный анализ катионов и анионов

1. Опишите ход анализа следующих смесей ионов, доказжите отсутствие в смеси других катионов и анионов из перечня, приведенного ниже. Напишите уравнения реакций, укажите эффект реакций. В составе контрольной задачи могут содержаться  $\text{NH}_4^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Na}^+$ ,  $\text{Pb}^{2+}$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Al}^{3+}$ ,  $\text{Zn}^{2+}$ ,  $\text{Sn}^{2+}$ ,  $\text{Cr}^{3+}$ ,  $\text{Fe}^{2+}$ ,  $\text{Fe}^{3+}$ ,  $\text{Mn}^{2+}$ ,  $\text{Cu}^{2+}$ ,  $\text{Co}^{2+}$ ,  $\text{Ni}^{2+}$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{NO}_3^-$ .

|                                                                               |                                                                            |                                                                            |
|-------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------|
| 1. $\text{K}^+$ , $\text{Ca}^{2+}$ , $\text{SO}_4^{2-}$                       | 2. $\text{Fe}^{2+}$ , $\text{Fe}^{3+}$ , $\text{Mn}^{2+}$ , $\text{Cl}^-$  | 3. $\text{Na}^+$ , $\text{NH}_4^+$ , $\text{Ca}^{2+}$ , $\text{Cl}^-$      |
| 4. $\text{NH}_4^+$ , $\text{Pb}^{2+}$ , $\text{Ca}^{2+}$ , $\text{SO}_4^{2-}$ | 5. $\text{NH}_4^+$ , $\text{Mn}^{2+}$ , $\text{NO}_3^-$                    | 6. $\text{K}^+$ , $\text{Ni}^{2+}$ , $\text{NO}_3^-$                       |
| 7. $\text{Na}^+$ , $\text{Zn}^{2+}$ , $\text{Ca}^{2+}$ , $\text{Cl}^-$        | 8. $\text{Co}^{2+}$ , $\text{Ca}^{2+}$ , $\text{Cl}^-$ , $\text{NO}_3^-$   | 9. $\text{NH}_4^+$ , $\text{Cu}^{2+}$ , $\text{NO}_3^-$                    |
| 10. $\text{Na}^+$ , $\text{Ca}^{2+}$ , $\text{NO}_3^-$ , $\text{Cl}^-$        | 11. $\text{Al}^{3+}$ , $\text{Co}^{2+}$ , $\text{Ca}^{2+}$ , $\text{Cl}^-$ | 12. $\text{K}^+$ , $\text{Ca}^{2+}$ , $\text{SO}_4^{2-}$ , $\text{NO}_3^-$ |
| 13. $\text{K}^+$ , $\text{NH}_4^+$ , $\text{Ca}^{2+}$ , $\text{SO}_4^{2-}$    | 14. $\text{Na}^+$ , $\text{Cu}^{2+}$ , $\text{NH}_4^+$ , $\text{NO}_3^-$   | 15. $\text{Na}^+$ , $\text{Mn}^{2+}$ , $\text{Ca}^{2+}$ , $\text{NO}_3^-$  |

2. Напишите в молекулярном и ионном видах уравнения реакций применяемые в качественном анализе для обнаружения ионов  $\text{NH}_4^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Na}^+$ ,  $\text{Pb}^{2+}$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Al}^{3+}$ ,  $\text{Zn}^{2+}$ ,  $\text{Sn}^{2+}$ ,  $\text{Cr}^{3+}$ ,  $\text{Fe}^{2+}$ ,  $\text{Fe}^{3+}$ ,  $\text{Mn}^{2+}$ ,  $\text{Cu}^{2+}$ ,  $\text{Co}^{2+}$ ,  $\text{Ni}^{2+}$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{NO}_3^-$ , указав при этом:

- а) Какие реакции являются обратимыми и необратимыми,
- б) Какие из исходных и полученных соединений являются хорошо растворимыми, мало растворимыми, сильными и слабыми электролитами.
3. Составьте уравнения окислительно-восстановительных реакций в ионно-электронном виде. Укажите окислитель и восстановитель:



4. Составьте уравнения реакций, идущих с разрушением комплексных ионов, между следующими веществами:



5. Определите величину и знак заряда комплексообразователей и комплексных ионов в следующих комплексных солях, назовите их:  $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ ,  $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ ,  $\text{K}_3[\text{Co}(\text{NO}_2)_6]$ ,  $[\text{Cr}(\text{H}_2\text{O})_6]\text{Cl}_3$ .
6. Амфотерность. Какие из перечисленных гидроксидов взаимодействуют со щелочами:  $\text{Cu}(\text{OH})_2$ ,  $\text{Cr}(\text{OH})_3$ ,  $\text{Sn}(\text{OH})_2$ ,  $\text{Bi}(\text{OH})_3$ ,  $\text{Al}(\text{OH})_3$ ? Напишите молекулярные и ионные уравнения реакций.
7. Какова реакция среды водных растворов следующих солей:  $\text{KI}$ ;  $\text{Na}_2\text{S}$ ;  $\text{NH}_4\text{Cl}$ ;  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ;  $\text{ZnSO}_4$ . Укажите способы усиления и подавления гидролиза. Ответ поясните уравнениями реакций.

#### Тема 2. Закон действия масс. Химическое равновесие. Степень электролитической

**диссоциации. Константа диссоциации**  
**Вопросы к устному ответу и собеседованию**

1. Единицы количества вещества. Моль. Молярная масса. Молярный объем.
2. Способы выражения концентрации: молярная концентрация; массовая концентрация; объемная концентрация; доли и процентная концентрация.
3. Эквивалент, фактор эквивалентности, молярная концентрация эквивалента.
4. Скорость химической реакции. Закон действия масс.
5. Закон эквивалентов. Законы эквивалентов и действия масс как теоретическая основа химических методов анализа.
6. Равновесные системы. Закон действия масс в применении к равновесным системам.
7. Константа равновесия. Степень диссоциации. Условия смещения ионных равновесий.
8. Влияние одноименного иона.
9. Границы применимости закона действующих масс.

**Контрольно-тренировочные задания**

1. Рассчитайте pH и pOH 0,02 М раствора  $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$  ( $K_{\text{д}}(\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}) = 1,8 \cdot 10^{-5}$ ).
2. 100 см<sup>3</sup> 1 М раствора  $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$  разбавлено до 2,5 дм<sup>3</sup>. Вычислите pH полученного раствора.  $K_{\text{д}}(\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}) = 1,8 \cdot 10^{-5}$ .
3. Вычислите pH и pOH 0,01 М раствора уксусной кислоты  $K_{\text{д}}(\text{CH}_3\text{COOH}) = 1,8 \cdot 10^{-5}$ .
4. Как изменится pH чистой воды, если в 0,5 дм<sup>3</sup> ее растворить 0,002 моль NaOH.
5. Какой объем раствора карбоната натрия с массовой долей 15 % ( $\rho = 1,16 \text{ г/см}^3$ ) потребуется для приготовления 250 см<sup>3</sup> 0,45 М раствора  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ?
6. К 100 см<sup>3</sup> 0,2 М раствора муравьиной кислоты прибавили 50 см<sup>3</sup> формиата натрия  $\text{HCOONa}$  с концентрацией 0,05 моль/дм<sup>3</sup>. Рассчитайте pH буферного раствора. ( $K(\text{HCOOH}) = 1,8 \cdot 10^{-4}$ ).
7. Вычислите концентрацию ионов  $\text{H}^+$  и  $\text{CN}^-$  с 0,01 М растворе, если  $K_{\text{д}}(\text{HCN}) = 7,2 \cdot 10^{-7}$ .
8. Концентрация ионов водорода в растворе равна  $4 \cdot 10^{-4}$  моль/дм<sup>3</sup>. Вычислите pH и pOH раствора.
9. Вычислите pH 0,003 М раствора соляной кислоты.
10. Вычислите pH 0,05 М раствора соляной кислоты с учетом влияния ионной силы раствора.

**Тема 3. Состояние сильных электролитов в растворе. Диссоциация воды. Вычисление pH различных растворов. Гидролиз солей в химическом анализе. Буферные растворы.**

**Вопросы к устному ответу и собеседованию**

1. Равновесия в гомогенных системах. Растворы. Водные растворы.
2. Строение молекулы воды и продуктов гидратации растворенных веществ.
3. Современные представления о природе кислот и оснований.
4. Ионное произведение воды. Водородный показатель (pH).
5. Шкала pH. Протяженность шкалы pH.
6. Вычисление pH в растворах сильных кислот и сильных оснований.
7. Вычисление pH в растворах слабых кислот и оснований.
8. Вычисление pH в растворах гидролизующихся солей.
9. Вычисление pH в буферных растворах.
10. Гидролиз солей в химическом анализе.
11. Буферные системы и их использование в аналитической химии. Буферные системы в природе. Вычисление pH буферных растворов.
12. Протолитические равновесия. Важнейшие теории кислот и оснований.
13. Кислотно-основные свойства растворителей.
14. Константа автопротолиза. Амфолиты. Автопротолиз.
15. Протолитическое равновесие.

16. Ионная сила раствора. Коэффициент активности и его роль в представлении количественных отношений в аналитических системах.

### ***Контрольно-тренировочные задания***

1. Чему равны ионная сила, активные концентрации и коэффициенты активности ионов  $\text{Al}^{3+}$  и  $\text{Cl}^-$  в 0,0001 М растворе хлорида алюминия?
2. Чему равна активная концентрация иона водорода в растворе, содержащем в 1 дм<sup>3</sup> 0,1 моль  $\text{CH}_3\text{COOH}$  и 0,5 моль  $\text{CH}_3\text{COONa}$ ?
3. Рассчитайте pH раствора  $\text{H}_2\text{SO}_4$  с массовой долей: 0,05%.
4. Рассчитайте pH раствора  $\text{CH}_3\text{COOH}$  с массовой долей 1%; 15% и 40%.
5. Рассчитайте pH раствора аммиака с массовой долей 15 %.
6. Рассчитайте pH 0,01 М аммиачной буферной смеси, содержащей 50% аммиака.
7. В 250 см<sup>3</sup> 0,05 М раствора  $\text{HCOOH}$  растворили 1,7 г безводного формиата натрия. Рассчитайте pH буферной смеси.
8. В 400 см<sup>3</sup> 0,1 М раствора уксусной кислоты содержится 3,28 г безводного ацетата натрия. Рассчитайте pH раствора?
9. Рассчитайте pH 0,01 М ацетатных буферных смесей, содержащих равные количества ацетата натрия и уксусной кислоты и 33 % уксусной кислоты и 67 % ацетата натрия.
10. В 200 см<sup>3</sup> 0,1 М раствора уксусной кислоты содержится 1,64 г безводного ацетата натрия. Рассчитайте pH буферного раствора ( $K(\text{CH}_3\text{COOH}) = 1,8 \cdot 10^{-5}$ ).

**Тема 4. Растворимость и константа растворимости (произведение растворимости). Последовательность образования осадков. Условия образования и растворения осадков. Влияние на растворимость осадков ионной силы раствора, одноименных ионов.**

### ***Вопросы к устному ответу и собеседованию***

1. Равновесия в гетерогенной системе. Константа растворимости (произведение растворимости).
2. Вычисление растворимости малорастворимых соединений в воде в отсутствие конкурирующих процессов.
3. Влияние электролитов на растворимость малорастворимых соединений: солевой эффект,
4. Влияние электролитов на растворимость малорастворимого электролита: влияние одноименного иона.
5. Влияние конкурирующих реакций на растворимость осадков (протолитические реакции, гидролиз, комплексообразование).
6. Зависимость процесса растворения от внешних факторов: температуры, давления.
7. Зависимость растворимости от свойств растворителя. Время достижения равновесия.
8. Применение правила произведения растворимости в анализе и его ограничения.
9. Осаждение. Образование, модификация и превращение осадков.
10. Условия выпадения осадков. Совместное осаждение.
11. Причины загрязнения осадков: адсорбция, окклюзия, сокристаллизация, изоморфное замещение. Факторы, влияющие на полноту осаждения. Коллоидные растворы. Коагуляция и пептизация.

### ***Контрольно-тренировочные задания***

1. Рассчитайте растворимость сульфата бария в дистиллированной воде и в 0,01 М растворе сульфата натрия.
2. Образуется ли осадок  $\text{CdS}$ , если к 0,01 М раствору соли состава  $[\text{Cd}(\text{NH}_3)_4]\text{Cl}_2$  добавить равный объем 0,1 М раствора сульфида натрия?

3. Вычислите потерю массы и относительную погрешность за счет растворимости осадка оксалата кальция, если к 20 см<sup>3</sup> 0,1 М раствора CaCl<sub>2</sub> добавить 60 см<sup>3</sup> 0,1 М раствора оксалата аммония.
4. Вычислите интервал значений pH, при котором обеспечивается количественное разделение ионов Fe<sup>3+</sup> и Mg<sup>2+</sup> в виде гидроксидов.
5. Рассчитайте растворимость оксалата кальция в 0,01 М растворе оксалата натрия без учета и с учетом ионной силы раствора.
6. Рассчитайте концентрацию ионов [Hg<sub>2</sub>]<sup>2+</sup> в насыщенном растворе Hg<sub>2</sub>Cl<sub>2</sub>.
7. Вычислите константу растворимости (произведение растворимости) иодида серебра AgI, если растворимость этой соли при 25°C равна 2,865·10<sup>-6</sup> г/дм<sup>3</sup>.
8. Вычислите растворимость оксалата кальция, если K<sub>S</sub><sup>o</sup>(CaC<sub>2</sub>O<sub>4</sub>) = 2,57·10<sup>-9</sup>.
9. Пользуясь произведением растворимости AgCl и AgBr, определите, в каком из насыщенных растворов солей содержится больше ионов серебра. Ответ подтвердите расчетом.
10. Образуется ли осадок CaSO<sub>4</sub>, если смешать равные объемы 0,2 н. раствора нитрата кальция и 0,02 н. раствора сульфата калия?
11. Выпадет ли осадок хлорида свинца при смешивании равных объемов 0,1 М растворов нитрата свинца и хлорида натрия?
12. На раствор, содержащий 0,1 моль/дм<sup>3</sup> ионов Ba<sup>2+</sup> и 0,01 моль/дм<sup>3</sup> ионов Ca<sup>2+</sup>, подействовали оксалатом аммония. Какой из катионов будет осаждаться первым?
13. К раствору, содержащему ионы Cl<sup>-</sup> и CrO<sub>4</sub><sup>2-</sup>, концентрации которых равны 0,1 моль/дм<sup>3</sup>, прибавили по каплям раствор нитрата серебра. Какой осадок будет выпадать первым? Ответ подтвердите расчетом.

#### **Тема 5. Титриметрические методы анализа. Основные понятия титриметрии.**

##### **Стандартные растворы и стандартные вещества. Расчеты, связанные**

##### **с приготовлением растворов и титрованием**

##### **Вопросы к устному ответу и собеседованию**

1. Предмет и задачи количественного анализа.
2. Количественное выражение химических законов, закономерностей и правил.
3. Основные понятия титриметрии. Стандартные растворы и стандартные вещества.
4. Расчеты, связанные с приготовлением растворов и титрованием. Молярная концентрация и молярная концентрация эквивалента (нормальность). Вычисление массы навески для приготовления раствора.
5. Сущность титриметрического метода анализа.
6. Виды титрования: прямое, обратное, косвенное.
7. Методы титриметрического анализа: кислотно-основное, комплексо- и комплексонометрическое, осадительное и окислительно-восстановительное титрование.

#### **Контрольно-тренировочные задания**

1. Как определить точную концентрацию раствора, приготовленного растворением 8 г гидроксида натрия в воде в мерной колбе вместимостью 0,5 дм<sup>3</sup>.
2. Как приготовить 0,5 дм<sup>3</sup> 0,2 н. раствора серной кислоты из концентрированной кислоты C(1/2H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) = 18 моль/дм<sup>3</sup> и определить ее точную концентрацию.
3. Рассчитайте pH раствора CH<sub>3</sub>COOH с массовой долей 9% (ρ = 1,01 г/см<sup>3</sup>).
4. Рассчитайте массу навески Na<sub>2</sub>B<sub>4</sub>O<sub>7</sub>·10H<sub>2</sub>O, необходимую для приготовления 250 см<sup>3</sup> стандартного 0,02 н. раствора.
5. На титрование 20,0 см<sup>3</sup> 0,100 н. раствора тетрабората натрия израсходовано 15,55 см<sup>3</sup> раствора соляной кислоты. Какова ее молярная концентрация.
6. На титрование 10,0 см<sup>3</sup> 0,01 н. раствора щавелевой кислоты ушло 12,00 см<sup>3</sup> раствора перманганата калия. Рассчитайте молярную концентрацию эквивалента этого раствора.

## **Тема 6. Кислотно-основное титрование в водной среде. Кривые титрования. Окислительно-восстановительное титрование. Перманганатометрическое титрование.**

### ***Вопросы к устному ответу и собеседованию***

1. Кислотно-основное титрование. Ацидометрия и алкалиметрия.
2. Вещества, применяемые для стандартизации раствора титранта.
3. Кривые титрования. Скачок титрования. Определение точки эквивалентности.
4. Техника титрования. Методы пипетирования и отдельных навесок.
5. Кислотно-основные индикаторы. Механизмы их действия. Интервал перехода.
6. Кривые титрования сильной кислоты сильным основанием и сильного основания сильной кислотой.
7. Кривые титрования слабой кислоты сильным основанием и слабого основания сильной кислотой.
8. Способы приготовления стандартных растворов. Фиксаналы.
9. Особенности титриметрии как метода анализа.
10. Погрешности титрования.
11. Кислотно-основные индикаторы. Механизмы их действия. Интервал перехода. Индикаторные погрешности.

### ***Контрольно-тренировочные задания по теме***

1. Рассчитайте кривую титрования 0,1 М раствора NaOH 0,1 М раствором HCl.
2. Рассчитайте кривую титрования слабой кислоты ( $\text{CH}_3\text{COOH}$ ) сильным основанием (NaOH). Концентрации кислоты и щелочи 0,1 М.
3. Что такое точка эквивалентности? В какой области pH (кислой, щелочной, нейтральной) лежит точка эквивалентности при титровании раствора: а) сильной кислоты сильным основанием; б) слабой кислоты сильным основанием? Приведите примеры.
4. Что называется кривой титрования? Для какой цели строят кривые титрования? Приведите примеры.
5. Рассчитайте погрешность титрования 0,1 М раствора уксусной кислоты 0,1 М раствором гидроксида натрия по метиловому красному (pT 5,2) и фенолфталеину (pT 9).
6. Из навески гидроксида натрия массой 8,5 г, содержащего, кроме NaOH, 4,00%  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  и 8,00%  $\text{H}_2\text{O}$ , приготовили 1 л раствора. Определите молярную концентрацию эквивалента полученного раствора, если  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  нейтрализуется до  $\text{NaHCO}_3$ .
7. Навеску  $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  массой 0,6000 г растворили в мерной колбе вместимостью 100,0 мл. На титрование 20,00 мл полученного раствора израсходовали 18,34 мл NaOH. Определите молярную концентрацию раствора NaOH.
8. Какой объем раствора серной кислоты с массовой долей 9,3 % ( $\rho = 1,05 \text{ г/см}^3$ ) потребуется для приготовления 400 мл 0,035 М раствора  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ? Рассчитайте pH полученного раствора?
9. В 500 мл 0,1 М раствора уксусной кислоты содержится 1,64 г безводного ацетата натрия. Рассчитайте pH буферного раствора ( $K\text{CH}_3\text{COOH} = 1,8 \cdot 10^{-5}$ ).
10. Какой объем раствора карбоната натрия с массовой долей 15 % ( $\rho = 1,16 \text{ г/см}^3$ ) потребуется для приготовления 250 мл 0,45 М раствора  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ?
11. К 100 мл 0,2 М раствора муравьиной кислоты прибавили 50 мл 0,05 М раствора формата натрия. Рассчитайте pH буферного раствора.

## **Тема 7. Гравиметрические методы анализа. Общая характеристика гравиметрии.**

### ***Виды гравиметрических определений.***

### ***Вопросы к устному ответу и собеседованию***

1. Гравиметрия. Сущность метода.
2. Взвешивание. Аналитические весы.
3. Осаждаемая и гравиметрическая формы. Условия выпадения осадков и получения чистых осадков строго определенного состава.

4. Фильтрование, промывание, высушивание и прокаливание осадка.
5. Реагенты для гравиметрии.
6. Понятие о методе отгонки.
7. Особенности гравиметрии как метода анализа.
8. Аналитическая сервисная служба. Технический контроль.
9. Пробоотбор. Пробоподготовка. Отбор проб различных веществ.
10. Получение лабораторной пробы.
11. Потери определяемого вещества и загрязнение пробы в процессе ее отбора и хранения.
12. Разложение пробы. «Мокрые» способы разложения пробы.
13. «Сухие» способы разложения пробы.
14. Применение МВИ в процессах пробоподготовки.
15. Причины погрешностей при разложении пробы.

### **Контрольно-тренировочные задания по теме**

1. Из раствора бромида натрия осадил бром в виде бромида серебра. После высушивания масса осадка была 0,5020 г. Вычислите содержание бромида натрия в растворе.
2. Вычислите массовую долю NaCl в техническом хлориде натрия, если из навески 0,4500 г получили осадок хлорида серебра массой 0,6280 г.
3. В навеске 0,1341 г хлорида калия, загрязненного хлоридом натрия, определяли содержание калия, осаждением в виде  $KClO_4$ , масса которого оказалась равна 0,2206 г. Вычислите процентное содержание KCl в исследуемом образце хлорида калия.
4. Какой объем ( $cm^3$ ) 0,25 М раствора оксалата аммония потребуется для осаждения  $Ca^{2+}$  из раствора, полученного растворением 0,7 г  $CaCO_3$ ?

### **Примерные варианты контрольной работы по дисциплине**

#### **Вариант 1**

1. В 500 мл раствора содержится 2,6578 г  $Na_2CO_3$ . Вычислить молярную концентрацию эквивалента раствора  $Na_2CO_3$ , если при его нейтрализации образуется  $CO_2$ .
2. Какой объем раствора серной кислоты с массовой долей 9,3 % ( $\rho = 1,05 \text{ г/см}^3$ ) потребуется для приготовления 40 мл 0,35 М раствора  $H_2SO_4$ ?
3. Рассчитать pH и pOH 0,03 М раствора  $NH_3 \cdot H_2O$  ( $K(NH_3 \cdot H_2O) = 1,8 \cdot 10^{-5}$ ).
4. Что такое точка эквивалентности? В какой области pH (кислой, щелочной, нейтральной) лежит точка эквивалентности при титровании раствора:
  - а) сильной кислоты сильным основанием;
  - б) слабой кислоты сильным основанием? Приведите примеры.
5. В 200 мл 0,1 М раствора уксусной кислоты содержится 1,64 г безводного ацетата натрия. Рассчитайте pH буферного раствора ( $K(CH_3COOH) = 1,8 \cdot 10^{-5}$ ).

#### **Вариант 2**

1. Навеску  $H_2C_2O_4 \cdot 2H_2O$  массой 0,6000 г растворили в мерной колбе вместимостью 100,0 мл. Вычислите молярную концентрацию эквивалента полученного раствора.
2. Какой объем раствора карбоната натрия с массовой долей 15 % ( $\rho = 1,16 \text{ г/см}^3$ ) потребуется для приготовления 250 мл 0,45 М раствора  $Na_2CO_3$ ?
3. Рассчитайте  $[H^+]$  и pH 0,002 М раствора муравьиной кислоты  $HCOOH$  ( $K(HCOOH) = 1,8 \cdot 10^{-4}$ ).
4. Что называется кривой титрования? Для какой цели строят кривые титрования?
5. К 100 мл 0,2 М раствора муравьиной кислоты прибавили 50 мл формиата натрия  $HCOONa$  с концентрацией 0,05 моль/л. Рассчитайте pH буферного раствора. ( $K(HCOOH) = 1,8 \cdot 10^{-4}$ ).

#### **Вариант 3**

1. Рассчитайте массу навески  $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ , необходимую для приготовления 250,0 мл 0,15 н. раствора.
2. Для приготовления 500 мл раствора было взято 20,00 мл хлороводородной кислоты с  $\omega = 36\%$ ,  $\rho = 1,19 \text{ г/см}^3$ . Вычислите молярную концентрацию полученного раствора.
3. Рассчитайте  $[\text{H}^+]$  и pH 0,2 М раствора уксусной кислоты  $\text{CH}_3\text{COOH}$  ( $K(\text{CH}_3\text{COOH}) = 1,8 \cdot 10^{-5}$ ).
4. Почему при кислотно-основном титровании pH в точке эквивалентности не всегда равен 7? Приведите примеры.
5. К 50 мл 0,1 М раствора уксусной кислоты прибавили 50 мл 0,5 М раствора ацетата натрия. Рассчитайте pH буферного раствора. ( $K(\text{CH}_3\text{COOH}) = 1,8 \cdot 10^{-5}$ ).

#### Вариант 4

1. Навеску щелочи массой 0,5341 г, содержащей 92 % NaOH и 8 % индифферентных примесей, растворили и довели до метки в мерной колбе вместимостью 100,0 мл. Вычислите молярную концентрацию полученного раствора.
2. Как приготовить 1000 мл 0,05 М раствора уксусной кислоты из ее 45 %-ного раствора ( $\rho = 1,03 \text{ г/см}^3$ ).
3. Рассчитайте  $[\text{H}^+]$  и pH 0,005 М раствора ацетата натрия  $\text{CH}_3\text{COONa}$  ( $K(\text{CH}_3\text{COOH}) = 1,8 \cdot 10^{-5}$ ).
4. Какими способами подбирают индикаторы при кислотно-основном титровании?
5. В 500 мл 0,02 М раствора  $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$  растворено 3,36 г хлорида аммония. Рассчитайте pH буферного раствора. ( $K(\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}) = 1,8 \cdot 10^{-5}$ ).

#### Примерные тестовые задания по дисциплине

##### Вариант 1. (знаком «\*» отмечен правильный ответ)

1. Закончите предложение: катионы натрия окрашивают пламя газовой горелки в...  
 1) изумрудно-зелёный цвет                      2) голубой цвет  
 3) карминово-красный цвет                      \*4) интенсивно жёлтый цвет
2. Закончите предложение: Открытию иона калия при помощи  $\text{Na}_3[\text{Co}(\text{NO}_2)_6]$  не мешает...  
 \*1)  $\text{Na}_2\text{SO}_4$     2)  $\text{NH}_4\text{Cl}$     3)  $\text{H}_2\text{SO}_4$     4) NaOH
3. Соль белого цвета, хорошо растворяется в воде, не окрашивает пламя газовой горелки. При добавлении к раствору этой соли раствора нитрата серебра выпадает белый творожистый осадок, растворимый в конц.  $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ ; при добавлении к соли раствора гидроксида калия выделяется газ с неприятным запахом, под воздействием которого влажная универсальная индикаторная бумажка окрашивается в цвет, соответствующий pH ~ 9. Формула соли...  
 1) KCl    2)  $\text{NH}_4\text{NO}_3$     \*3)  $\text{NH}_4\text{Cl}$     4) NaCl.
4. 500  $\text{см}^3$  раствора серной кислоты с концентрацией 0,10 моль/дм<sup>3</sup> следует готовить в \_\_\_\_\_  
 1) химическом стакане вместимостью > 500  $\text{см}^3$ ;  
 2) мерном цилиндре;  
 \*3) мерной колбе вместимостью 500  $\text{см}^3$ ;  
 4) большой мензурке
5. Перед выполнением титриметрического определения титрантом следует ополоснуть \_\_\_\_\_..  
 1) коническую колбу для титрования;  
 2) \*бюретку;  
 3) мерную колбу;  
 4) мерную пипетку.

6. Какое уравнение является математическим выражением константы равновесия для реакции:  $3\text{NH}_4\text{SCN} + \text{FeCl}_3 \rightleftharpoons \text{Fe}(\text{SCN})_3 + 3\text{NH}_4\text{Cl}$

$$*1) K = \frac{[\text{Fe}(\text{SCN})_3][\text{NH}_4\text{Cl}]^3}{[\text{NH}_4\text{SCN}]^3[\text{FeCl}_3]}$$

$$2) K = \frac{[\text{Fe}(\text{SCN})_3][3\text{NH}_4\text{Cl}]}{[3\text{NH}_4\text{SCN}][\text{FeCl}_3]}$$

$$3) K = \frac{[\text{NH}_4\text{SCN}]^3[\text{FeCl}_3]}{[\text{Fe}(\text{SCN})_3][\text{NH}_4\text{Cl}]^3}$$

$$4) K = \frac{[3\text{NH}_4\text{SCN}][\text{FeCl}_3]}{[\text{Fe}(\text{SCN})_3][3\text{NH}_4\text{Cl}]}$$

7. Найдите соответствие между формулами, по которым вычисляется концентрация ионов водорода в растворе, и веществами:

\*\*1) NaOH; \*2)  $\text{CH}_3\text{COOH}$ ; \*\*\*3)  $\text{CH}_3\text{COONa}$ ;

\*\*\*\*4)  $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O} + \text{NH}_4\text{Cl}$

$$*a) [\text{H}^+] = \sqrt{K_a \cdot C(\text{кисл.})}; \quad ***б) [\text{H}^+] = \sqrt{\frac{10^{-14} \cdot K_a}{C(\text{соли})}}; \quad **в) [\text{H}^+] = \frac{10^{-14}}{C(\text{осн.})};$$

$$*****г) [\text{H}^+] = \frac{10^{-14} \cdot C(\text{соли})}{K_b \cdot C(\text{осн.})}$$

8. 9,77 г гидроксида калия, содержащего 14% индифферентных примесей, растворили в воде и разбавили в мерной колбе до  $100 \text{ см}^3$ . Молярная концентрация полученного раствора:

\*1.  $1,5 \text{ моль/дм}^3$ ; 2.  $1,8 \text{ моль/дм}^3$ ; 3.  $15 \text{ моль/дм}^3$ ; 4.  $18 \text{ моль/дм}^3$ .

9. Какой объём ( $\text{см}^3$ ) серной кислоты с концентрацией  $0,1 \text{ моль/дм}^3$  необходим для нейтрализации  $50,0 \text{ см}^3$  раствора гидроксида калия с концентрацией  $0,05 \text{ моль/дм}^3$ ? \_\_\_\_\_

1) 50,0 2) 25,0 3) 37,5 \*4) 12,5

10. Установите соответствие между математической формулой и её названием

$$*1) E = E_0 + \frac{RT}{nF} \cdot \lg \frac{[\text{окс}]}{[\text{ред}]};$$

$$**2) \lg f = -AZ^2 \frac{\sqrt{\mu}}{1 + \sqrt{\mu}};$$

$$***3) \alpha = \sqrt{\frac{K}{C}};$$

$$****4) K = \frac{[\text{C}]^p \cdot [\text{D}]^q}{[\text{A}]^m \cdot [\text{B}]^n}$$

\*\*а) Формула Дебая – Хюккеля

\*\*\* б) Закон разбавления Оствальда

\*\*\*\*в) Закон действия масс

\*г) Формула Нернста

11. Какая концентрация сульфат-иона в растворе обеспечит образование осадка сульфата бария при концентрации  $\text{Ba}^{2+} 1 \cdot 10^{-4} \text{ моль/дм}^3$ .  $K_s(\text{BaSO}_4) = 1 \cdot 10^{-10}$ ?

1)  $1 \cdot 10^{-10}$

2)  $1 \cdot 10^{-8}$

\*3)  $1 \cdot 10^{-6}$

4) Осадок образуется при любой концентрации сульфат-иона, так как сульфат бария малорастворимое вещество

12. Как влияет на растворимость  $\text{AgCl}$   $0,2 \text{ М}$  раствор  $\text{KNO}_3$ ? \_\_\_\_\_

\*1) Растворимость малорастворимого вещества в присутствии сильного электролита увеличивается ~ в 1,5 раза;

2) Растворимость малорастворимого вещества в присутствии сильного электролита уменьшается ~ в 1,5 раза;

3) Присутствие сильного электролита не влияет на растворимость малорастворимого вещества;

4) Растворимость малорастворимого вещества не изменяется, так как является постоянной величиной

13. При добавлении к раствору муравьиной кислоты формиата натрия: \_\_\_\_\_

- 1) усиливается диссоциация кислоты;      2) усиливается диссоциация соли;  
\*3) подавляется диссоциация кислоты;      4) подавляется диссоциация соли.

14. В какой из приведенных реакций железо является восстановителем: \_\_\_\_\_

- 1)  $2\text{Fe}^{3+} + \text{Sn}^{2+} = 2\text{Fe}^{2+} + \text{Sn}^{4+}$ ;  
2)  $2\text{Fe}^{3+} + 2\text{I}^- = 2\text{Fe}^{2+} + \text{I}_2$ ;  
3)  $2\text{Fe}^{3+} + \text{H}_2 = 2\text{H}^+ + 2\text{Fe}^{2+}$ ;  
\*4)  $\text{MnO}_4^- + 5\text{Fe}^{2+} + 8\text{H}^+ = \text{Mn}^{2+} + 5\text{Fe}^{3+} + 4\text{H}_2\text{O}$ .

15. Для реакции  $\text{MnO}_4^- + 8\text{H}^+ + 5\text{e}^- = \text{Mn}^{2+} + 4\text{H}_2\text{O}$  уравнение Нернста имеет вид:

- 1)  $E = E_0 + \frac{0,058}{5} \lg \frac{[\text{MnO}_4^-]}{[\text{Mn}^{2+}] \cdot [\text{H}^+]^8}$       \*2)  $E = E_0 + \frac{0,058}{5} \lg \frac{[\text{MnO}_4^-] \cdot [\text{H}^+]^8}{[\text{Mn}^{2+}]}$   
3)  $E = E_0 + \frac{0,058}{5} \lg \frac{[\text{MnO}_4^-]}{[\text{Mn}^{2+}]}$       4)  $E = E_0 + \frac{0,058}{5} \lg \frac{[\text{Mn}^{2+}] \cdot [\text{H}^+]^8}{[\text{MnO}_4^-]}$

16. Для фиксации точки эквивалентности при титровании раствора  $\text{CH}_3\text{COOH}$  раствором  $\text{NaOH}$  \_\_\_\_\_.

- \*1) следует использовать фенолфталеин;  
2) следует использовать метиловый оранжевый;  
3) можно использовать оба индикатора;  
4) нельзя использовать фенолфталеин.

17. При 4 измерениях объема раствора по бюретке получено среднее арифметическое значение  $9,15452 \text{ см}^3$ . Результат должен быть представлен следующим образом: \_\_\_\_\_  $\text{см}^3$

- 1) 9,1545      2) 9,155      \*3) 9,15      4) 9,2

18. В арбитражном анализе доверительную вероятность ( $P$ ) принимают равной \_\_\_\_\_

- 1) 0,90      2) 0,95      \*3) 0,99      4) 1,00

19. При определении содержания хрома(VI) в растворе получены следующие значения (%):  $x_1 = 4,61$ ;  $x_2 = 4,84$ ;  $x_3 = 4,64$  и  $x_4 = 4,80$ . Результат определения: \_\_\_\_\_

- 1) 4,7225      2) 4,723      3) 4,72      \*4)  $4,72 \pm 0,18$

20. Какое количество (моль)  $\text{Ca}^{2+}$  содержится в растворе, на титрование которого расходуется  $5,80 \text{ см}^3$   $0,05 \text{ моль/дм}^3$  раствора ЭДТА?

- 1)  $11,6 \cdot 10^{-3}$       2)  $2,9 \cdot 10^{-1}$       3)  $5,8 \cdot 10^{-3}$       \*4)  $2,9 \cdot 10^{-4}$

## Вариант 2

1. Укажите вещество, из которого можно приготовить стандартный раствор.

- 1) Уксусная кислота      2) Молочная кислота  
\*3) Тетраборат натрия      4) Гидроксид натрия

2. Вычислите молярную концентрацию раствора уксусной кислоты, в  $100 \text{ см}^3$  которого содержится  $0,12 \text{ г}$  кислоты.

- 1) 0,20      2) 2,00      3) 0,010      \*4) 0,020

3. Какая посуда не относится к точной мерной посуде?

- 1) Пипетка Мора      2) Бюретка      \*3) Мерный цилиндр      4) Мерная колба

4. Какая реакция находится в основе методов кислотно-основного титрования?

- 1)  $2\Gamma - 2e \rightarrow I_2$       2)  $Ag^+ + Cl^- \rightarrow AgCl$   
3)  $Cu^{2+} + 4NH_3 \rightarrow [Cu(NH_3)_4]^{2+}$       \*4)  $H^+ + OH^- \rightarrow H_2O$

5. Укажите систему, для которой точка эквивалентности находится в кислой среде.

- \*1)  $NH_3 \cdot H_2O + HCl$       2)  $HCl + NaOH$   
3)  $KOH + H_2SO_4$       4)  $NaOH + CH_3COOH$

6. Укажите интервал перехода индикатора ализаринового желтого, константа ионизации которого  $K = 1 \cdot 10^{-11}$ .

- 1) 10 - 13      2) 11 - 12      \*3) 10 - 12      4) 10 11

7. В чем состоит действие ауксохромных групп?

- 1) Ослабляют окраску      \*2) Усиливают окраску  
3) Стабилизируют окраску      4) Сообщают окраску

8. Навеска янтарной кислоты  $(CH_2)_2(COOH)_2$  массой 0,0505 г оттитрована 0,1050 М раствором KOH. Вычислите израсходованный объем титранта ( $cm^3$ ).

- \*1) 8,15      2) 4,10      3) 10,20      4) 20,38

9. Укажите стехиометрический коэффициент перед окислителем в реакции



- 1) 2      2) 1      3) 5      \*4) 10

10. На титрование  $20,00 cm^3$  раствора щавелевой кислоты с концентрацией 0,100 н. затрачено  $25,00 cm^3$  раствора  $KMnO_4$ . Вычислите молярную концентрацию раствора перманганата калия.

- 1) 0,064      \*2) 0,080      3) 0,032      4) 0,010

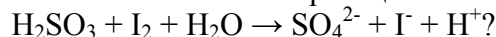
11. Укажите в каком объеме ( $cm^3$ ) следует растворить содержимое ампулы фиксанала перманганата калия, содержащего 0,10 моль эквивалента вещества для получения 0,02 н. раствора

- 1) 1000      2) 2000      \*3) 5000      4) 500

12. Какой ион можно окислить дихроматом в кислой среде?  $E^\circ_{Cr_2O_7^{2-}/2Cr^{3+}} = +1,33 V$

- \*1)  $\Gamma^-$ ;  $E^\circ_{I_2/2\Gamma} = +0,54 V$       2)  $Mn^{2+}$ ;  $E^\circ_{MnO_4^-/Mn^{2+}} = +1,51 V$   
3)  $Cl^-$ ;  $E^\circ_{Cl_2/2Cl^-} = +1,36 V$       4)  $Br^-$ ;  $E^\circ_{BrO_3^-/Br^-} = +1,45 V$

13. Сколько электронов принимает окислитель в реакции



- 1) 3      2) 5      3) 1      \*4) 2

14. Укажите металлоиндикаторы.

- 1) Крахмал, лакмус      \*2) Эриохромовый черный Т, мурексид  
3) Дифениламин, фенолфталеин      4) Флуоресцеин, эозин

15. Укажите среду, в которой возможно комплексометрическое определение  $Ca^{2+}$  и  $Mg^{2+}$ .

- 1) Кислая      2) Слабокислая      \*3) Щелочная      4) Нейтральная

16. Какой состав характерен для комплексов металлов с ЭДТА (Трилоном Б)?

- \*1) 1 : 2      2) 1 : 1      3) 1 : 3      4) 1 : 4

17. Какой вместимости (см<sup>3</sup>) должна быть мерная колба для приготовления раствора ЭДТА с концентрацией 0,05 моль/дм<sup>3</sup> из фиксанала, содержащего 0,1 моль вещества?

- 1) 1000      2) 500      3) 250      \*4) 2000

18. В какой цвет окрашивают пламя газовой горелки катионы летучих солей калия?

- 1) Изумрудно-зеленый      \*2) Бледно фиолетовый  
3) Интенсивно желтый      4) Голубой

19. Какие из приведенных соединений не мешают обнаружению катиона калия с помощью реактива Na<sub>3</sub>[Co(NO<sub>2</sub>)<sub>6</sub>] при выполнении систематического анализа катионов первой аналитической группы?

- \*1) Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>      2) H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>      3) NH<sub>4</sub>Cl      4) NaOH

20. При анализе стандартного образца, содержащего 1,48% серебра, был получен результат  $y = 1,36 \pm 0,09(\%)$ . Сделайте вывод о правильности проведенного анализа

- 1) Получен правильный результат      \*2) Результат занижен  
3) Результат завышен      4) Систематической погрешности нет

#### **Примерные темы рефератов по дисциплине**

1. Тест-методы в экологическом анализе.
2. Спектрофотометрические методы анализа.
3. Органические реагенты в аналитической химии.
4. Тонкослойная хроматография как метод анализа.
5. ААС и её применение для определения тяжёлых металлов.
6. Ионметрический метод анализа.
7. Бумажная хроматография как метод анализа.
8. Масс-спектрометрия органических соединений.
9. Методы определения сульфат-иона.
10. Ионметрические методы анализа.
11. Методы определения нитрит-иона.
12. Индикаторы в кислотно-основном титровании и механизмы их действия.
13. Индикаторы в титриметрических методах определения металлов и механизмы их действия.
14. Случайные погрешности результата на примере гравиметрического и титриметрического методов анализа.
15. ТСХ как метод определения ионов и веществ.
16. СПАВ и методы их определения.
17. Методы обнаружения и определения алюминия.
18. Маскирование как метод повышения селективности анализа.
19. Микроволновое излучение в неорганическом анализе.
20. Газо-жидкостная хроматография.
21. Методы анализа природной воды.
22. Методы анализа пищевых продуктов.
23. Методы определения тяжелых металлов в окружающей среде.
24. Жидкостная распределительная хроматография.
25. Методы анализа сточных вод.

*Форма отчетности: защита реферата*

**Примерные контрольные вопросы и задачи к экзамену по дисциплине  
«Аналитическая химия»**

1. Аналитическая химия как наука. Значение аналитической химии для развития науки и техники. Химический анализ. Объекты анализа. Качественный и количественный анализ. Предмет и задачи качественного и количественного анализа.
2. Способы выражения концентрации растворов: молярная концентрация; молярная концентрация эквивалента; массовая доля (процентная концентрация). Эквивалент. Молярная масса эквивалента. Фактор эквивалентности.
3. Закон эквивалентов и его применение в химическом анализе.
4. Закон действия масс как теоретическая основа химических методов анализа. Скорость химической реакции. Равновесные системы. Константа равновесия.
5. Слабые электролиты. Степень электролитической диссоциации. Закон разбавления Оствальда. Условия смещения ионных равновесий. Вычисление pH в растворах слабых кислот и оснований.
6. Водные растворы сильных электролитов. Ионная сила раствора. Активность. Коэффициент активности и его роль в представлении количественных отношений в аналитических системах. Расчет величин коэффициентов активности.
7. Ионное произведение воды. Водородный показатель pH. Шкала pH. Протяженность шкалы pH. Вычисление pH различных растворов.
8. Гидролиз солей. Буферные системы и их значение в аналитической химии. Расчет pH буферных систем: теория, примеры. Буферные системы в природе.
9. Равновесие в гетерогенной системе. Константа растворимости. Правило произведения растворимости. Растворимость малорастворимых соединений в воде в отсутствие конкурирующих процессов. Условия образования и растворения осадков.
10. Равновесие в гетерогенной системе. Константа растворимости. Правило произведения растворимости. Влияние одноименного иона на растворимость малорастворимого электролита. Приведите примеры.
11. Равновесие в гетерогенной системе. Константа растворимости. Правило произведения растворимости. Влияние сильных электролитов на растворимость малорастворимых соединений (солевой эффект). Приведите примеры.
12. Качественный анализ. Задачи качественного анализа. Методы выполнения качественного анализа: химические, физико-химические и физические. Виды качественного анализа: макро-, полумикро-, микро- и ультрамикрометоды, сухой и мокрый виды анализа, микрористаллоскопия, капельный и хроматографический анализ, систематический и подробный анализ.
13. Кислотно-основная схема систематического качественного анализа катионов. Свойства катионов, используемые в качественном анализе. Приведите примеры.
14. Хлорид-сульфатная схема систематического анализа анионов. Аналитические группы анионов. Групповые реагенты. Частные реакции анионов. Приведите примеры.
15. Титриметрический анализ. Сущность метода. Виды титрования: прямое, обратное, титрование заместителя. Методы титриметрического анализа: кислотно-основное, комплексонометрическое, осадительное, окислительно-восстановительное.
16. Кислотно-основное титрование. Точка эквивалентности. Индикаторы кислотно-основного титрования.
17. Кривая титрования сильной кислоты щелочью. Точка эквивалентности. Скачок титрования. Выбор индикатора для фиксации точки эквивалентности.
18. Кривая титрования щелочи сильной кислотой. Точка эквивалентности. Скачок титрования. Выбор индикатора для фиксации точки эквивалентности.
19. Вычисления в титриметрическом анализе. Стандартные растворы. Измерительная посуда для титриметрического анализа.
20. Способы определения точной концентрации кислот.
21. Способы определения точной концентрации щелочей.

22. Окислительно-восстановительные процессы в аналитической химии. Уравнение Нернста. Перманганатометрическое титрование.
23. Комплексонометрическое титрование. Применение комплексонометрического титрования в анализе объектов окружающей среды.
24. Гравиметрия. Сущность метода. Понятие о методах отгонки осаждения. Осаждаемая и гравиметрическая формы. Условия выпадения осадков и получения чистых осадков строго определенного состава. Особенности гравиметрии как метода анализа.
25. Пробоотбор и пробоподготовка.

### Задачи. Качественный анализ.

Предложите ход анализа смесей сухих солей, содержащих перечисленные ниже катионы и анионы. Изложите ход анализа, опишите наблюдаемые эффекты и **напишите уравнения реакций**, с помощью которых можно определить катионы и анионы, содержащиеся в смеси:

- |                                        |                                    |
|----------------------------------------|------------------------------------|
| 1) нитрат, хлорид и сульфат аммония;   | 2) нитраты натрия и цинка;         |
| 3) сульфаты натрия и алюминия;         | 4) сульфаты аммония и железа(II);  |
| 5) хлориды аммония и марганца;         | 6) хлориды никеля и кальция;       |
| 7) нитраты аммония и меди;             | 8) нитраты свинца и кобальта;      |
| 9) сульфаты аммония и железа(III);     | 10) сульфаты алюминия и меди;      |
| 11) сульфаты железа(II) и железа(III); | 12) хлориды аммония и меди;        |
| 13) сульфаты марганца и цинка;         | 14) сульфаты марганца и меди;      |
| 15) хлориды натрия и никеля;           | 16) нитраты хрома и меди;          |
| 17) нитраты аммония и алюминия;        | 18) сульфаты калия и алюминия;     |
| 19) хлориды натрия и меди;             | 20) нитраты аммония и свинца;      |
| 21) сульфаты натрия и никеля;          | 22) хлориды аммония и алюминия;    |
| 23) хлориды кобальта и калия;          | 24) хлорид натрия и сульфат цинка; |
| 25) нитраты аммония, натрия и калия.   |                                    |

Докажите, что в составе смеси не содержатся другие катионы и анионы из перечня: (катионы):  $\text{NH}_4^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Na}^+$ ,  $\text{Pb}^{2+}$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Al}^{3+}$ ,  $\text{Zn}^{2+}$ ,  $\text{Sn}^{2+}$ ,  $\text{Cr}^{3+}$ ,  $\text{Fe}^{2+}$ ,  $\text{Fe}^{3+}$ ,  $\text{Mn}^{2+}$ ,  $\text{Cu}^{2+}$ ,  $\text{Co}^{2+}$ ,  $\text{Ni}^{2+}$  и (анионы):  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{NO}_3^-$ . Для доказательства используются цвет кристаллов и растворов, реакции окрашивания пламени, групповые реагенты.

### Задачи. Количественный анализ.

1. Определите массу  $\text{H}_2\text{SO}_4$ , содержащуюся в  $500 \text{ см}^3$  0,2 н. раствора кислоты.
2. Рассчитайте массу гидроксида калия, необходимую для приготовления  $500 \text{ см}^3$  0,5 М раствора.
3. Определите молярную концентрацию и молярную концентрацию эквивалента серной кислоты, если в  $500 \text{ см}^3$  раствора содержится 14,7 г  $\text{H}_2\text{SO}_4$ .
4. Вычислите массовую долю  $\text{NaCl}$  в техническом хлориде натрия, если из навески 0,4500 г получили осадок хлорида серебра массой 0,6280 г.
5. На титрование  $15,00 \text{ см}^3$  раствора серной кислоты израсходовали  $18,20 \text{ см}^3$  0,0564 М раствора КОН. Какова молярная концентрация эквивалента раствора  $\text{H}_2\text{SO}_4$ .
6. Константа диссоциации бинарного электролита равна  $1 \cdot 10^{-4}$ . При какой концентрации степень его диссоциации достигает 3 %?
7.  $100 \text{ см}^3$  1 М раствора  $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$  разбавлено до  $2 \text{ дм}^3$ . Вычислить pH полученного раствора.  $K_d(\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}) = 1,8 \cdot 10^{-5}$ .
8. Вычислите pH и pOH 0,02 М раствора уксусной кислоты  $K_d(\text{CH}_3\text{COOH}) = 1,8 \cdot 10^{-5}$ .
9. Как изменится pH чистой воды, если в  $0,5 \text{ дм}^3$  ее растворить 0,005 моль  $\text{NaOH}$ .
10. Вычислите во сколько раз растворимость  $\text{BaSO}_4$  в 0,01 М растворе  $\text{BaCl}_2$  меньше, чем в чистой воде. ( $K_s^\circ(\text{BaSO}_4) = 1,1 \cdot 10^{-10}$ ).

11. Сколько г  $\text{BaCrO}_4$  содержится в  $500 \text{ см}^3$  насыщенного раствора этой соли, если константа растворимости (произведение растворимости) ее при  $25^\circ\text{C}$   $K_s^\circ = 2,4 \cdot 10^{-10}$ ?
12. Образуется ли осадок при смешивании равных объемов  $0,001 \text{ М}$  растворов хлорида стронция и сульфата калия.  $K_s^\circ(\text{SrSO}_4) = 3,2 \cdot 10^{-7}$ .
13. Вычислите активные концентрации ( $a$ ) ионов  $\text{Fe}^{3+}$  и  $\text{SO}_4^{2-}$  в  $0,001 \text{ М}$  растворе  $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ .
14. Вычислите ионную силу и активность ионов  $\text{Al}^{3+}$  и  $\text{Cl}^-$  в растворе хлорида алюминия с концентрацией  $0,001 \text{ моль/дм}^3$ .
15. Рассчитайте объем соляной кислоты с концентрацией  $12 \text{ моль/дм}^3$ , необходимый для приготовления  $500 \text{ см}^3$  раствора с концентрацией  $0,25 \text{ моль/дм}^3$ .
16. В  $250 \text{ см}^3$   $0,05 \text{ М}$  раствора  $\text{HCOOH}$  растворили  $3,4 \text{ г}$  безводного формиата натрия. Рассчитайте pH буферной смеси.  $K_d(\text{HCOOH}) = 1,8 \cdot 10^{-4}$ .
17. Вычислите молярную концентрацию и молярную концентрацию эквивалента серной кислоты, если титрование  $15,0 \text{ см}^3$  ее раствора израсходовано  $10,35 \text{ см}^3$   $\text{KOH}$  с концентрацией  $0,250 \text{ моль/дм}^3$ .
18. Рассчитайте pH  $0,5\%$ -ной серной кислоты.
19. В  $500 \text{ см}^3$   $0,1 \text{ М}$  раствора уксусной кислоты содержится  $1,64 \text{ г}$  безводного ацетата натрия. Рассчитайте pH раствора?  $K_d(\text{CH}_3\text{COOH}) = 1,8 \cdot 10^{-5}$ .
20. Как определить точную концентрацию раствора, приготовленного растворением  $8 \text{ г}$  гидроксида натрия в воде в мерной колбе вместимостью  $0,5 \text{ дм}^3$ . Можно ли такой раствор считать стандартным. Как определить его точную концентрацию.
21. Как приготовить  $0,5 \text{ дм}^3$   $0,2 \text{ н.}$  раствора серной кислоты из концентрированной кислоты  $C(1/2\text{H}_2\text{SO}_4) = 18 \text{ моль/дм}^3$  и определить ее точную концентрацию.
22. Рассчитайте pH раствора  $\text{CH}_3\text{COOH}$  с массовой долей  $9\%$  ( $\rho = 1,01 \text{ г/см}^3$ ).
23. Рассчитайте массу навески  $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ , необходимую для приготовления  $250 \text{ см}^3$  стандартного  $0,02 \text{ н.}$  раствора.
24. На титрование  $20,0 \text{ см}^3$   $0,100 \text{ н.}$  раствора тетрабората натрия израсходовано  $15,55 \text{ см}^3$  раствора соляной кислоты. Какова ее молярная концентрация.
25. На титрование  $10,0 \text{ см}^3$   $0,01 \text{ н.}$  раствора щавелевой кислоты ушло  $12,00 \text{ см}^3$  раствора перманганата калия. Рассчитайте молярную концентрацию эквивалента этого раствора.

#### 5.4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

Освоение дисциплины предусматривает: подготовку реферата, устный опрос, выполнение лабораторных работ в форме задания по практической подготовке, выполнение контрольной работы, тестирование.

Максимальное количество баллов по дисциплине - 100 баллов.

Максимальное количество баллов, которое может набрать студент в течение семестра за различные виды работ – 70 баллов. Максимальная сумма баллов, которые студент может получить на экзамене – 30 баллов. Промежуточная аттестация проводится в форме экзамена.

##### Требования к экзамену

Экзамен проводится по вопросам. На экзамене студенты должны давать развернутые ответы на теоретические вопросы, проявляя умение делать самостоятельные обобщения и выводы, приводя достаточное количество примеров.

#### Шкала оценивания экзамена

Макс. 30 баллов

| Критерии оценивания | Баллы |
|---------------------|-------|
|---------------------|-------|

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |       |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
| Студент обнаруживает высокий уровень овладения теорией вопроса, знание терминологии, умение давать определения понятиям, знание персоналий, сопряженных с теоретическим вопросом, умение проиллюстрировать явление практическими примерами, дает полные ответы на вопросы с приведением примеров и/или пояснений. | 25-30 |
| Студент недостаточно полно освещает теоретический вопрос, определения даются без собственных объяснений и дополнений, ответы на вопросы полные с приведением примеров                                                                                                                                             | 15-24 |
| Студент обнаруживает недостаточно глубокое понимание теоретического вопроса. Определения даются с некоторыми неточностями, дает ответы только на элементарные вопросы, число примеров ограничено                                                                                                                  | 6-14  |
| Студент обнаруживает незнание основных понятий и определений, не умеет делать выводы, показывает крайне слабое знание программного материала.                                                                                                                                                                     | 0-5   |

### **Итоговая шкала выставления оценки по дисциплине**

Итоговая оценка по дисциплине выставляется по приведенной ниже шкале. При выставлении итоговой оценки преподавателем учитывается работа студента в течение всего срока освоения дисциплины, а также баллы, полученные на промежуточной аттестации.

| <b>Баллы, полученные обучающимся в течение освоения дисциплины</b> | <b>Оценка по дисциплине</b> |
|--------------------------------------------------------------------|-----------------------------|
| 81-100                                                             | Отлично                     |
| 61-80                                                              | Хорошо                      |
| 41-60                                                              | Удовлетворительно           |
| 0-40                                                               | Неудовлетворительно         |

## **6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И РЕСУРСНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **6.1. Основная литература**

1. Александрова, Э.А. Аналитическая химия: учебник и практикум для вузов в 2-х кн. / Э. А. Александрова, Н. Г. Гайдукова. — 3-е изд. — Москва : Юрайт, 2019. — Текст : электронный.

— Режим доступа:

<https://biblio-online.ru/book/analiticheskaya-himiya-v-2-knigah-kniga-1-himicheskie-metody-analiza-428031>

<https://biblio-online.ru/book/analiticheskaya-himiya-v-2-knigah-kniga-2-fiziko-himicheskie-metody-analiza-428032>

2. Вершинин, В.И. Аналитическая химия [Текст]: учебник / В. И. Вершинин, И. В. Власова, И. А. Никифорова. - 2-е изд. - СПб.: Лань, 2017. - 428с.

3. Никитина, Н.Г. Аналитическая химия и физико-химические методы анализа [Текст]: учебник и практикум для вузов / Н. Г. Никитина, А. Г. Борисов, Т. И. Хаханина. - 4-е изд. - М. : Юрайт, 2019. - 394с.

### **6.2. Дополнительная литература**

1. Александрова, Т.П. Аналитическая химия [Электронный ресурс]: учеб. пособие. - Новосибирск: НГТУ, 2016. – 76с.

– Режим доступа:

<http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785778229518.html>

2. Александрова, Т.П. Аналитическая химия и физико-химические методы анализа [Электронный ресурс]: учеб. пособие. - Новосибирск : НГТУ, 2016. – 106.

– Режим доступа:

<http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785778230330.html>

3. Аналитическая химия : учеб. пособие для вузов / А. И. Апарнев, Г. К. Лупенко, Т. П. Александрова, А. А. Казакова. — 2-е изд. — Москва : Юрайт, 2019. — 107 с.— Текст : электронный.

— Режим доступа:

<https://biblio-online.ru/book/analiticheskaya-himiya-444111>

4. Аналитическая химия и физико-химические методы анализа [Текст]: учебник для вузов в 2-х т. / Ищенко А.А., ред. - М. : Академия, 2014.

5. Борисов, А.Н. Аналитическая химия. Расчеты в количественном анализе [Электронный ресурс]: учебник и практикум для вузов / А. Н. Борисов, И. Ю. Тихомирова. — 2-е изд. — М.: Юрайт, 2018. — 119 с.

— Режим доступа:

[www.biblio-online.ru/book/FA5DED9A-55D8-444B-B6AB-472542921666](http://www.biblio-online.ru/book/FA5DED9A-55D8-444B-B6AB-472542921666).

6. Жебентяев, А.И. Аналитическая химия. Химические методы анализа [Текст]: учеб. пособие для вузов / А. И. Жебентяев, А. К. Жерносек, И. Е. Талуть. - 2-е изд. - М. : Инфра-М, 2014. – 542 с.

7. Жебентяев А.И. Аналитическая химия. Химические методы анализа: учеб. пособие / Жебентяев А.И., Жерносек А.К., Талуть И.Е. М.: ИНФРА-М, 2014. 542 с.

8. Подкорытов, А. Л. Аналитическая химия. Окислительно-восстановительное титрование [Электронный ресурс]: учеб. пособие для вузов / А. Л. Подкорытов, Л. К. Неудачина, А. Штин. — М. : Юрайт, 2018. — 60 с.

— Режим доступа :

[www.biblio-online.ru/book/1DBE7179-E7D7-412C-922C-840DB6B32463](http://www.biblio-online.ru/book/1DBE7179-E7D7-412C-922C-840DB6B32463).

9. Харитонов, Ю.Я. Аналитическая химия. Аналитика 1. Общие теоретические основы. Качественный анализ [Электронный ресурс]. - М. : ГЭОТАР-Медиа, 2014. – 688с.

– Режим доступа:

<http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970429341.html>

### 6.3. Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

1. <http://www.Cemport.ru>,
2. <http://www.rushim.ru>
3. <http://www.Alhimir.ru>
4. <http://znanium.com/catalog.php>
5. <http://ru.encydia.com/en/>
6. <http://www.lomonosov-fund.ru/enc/ru/encyclopedia>
7. <http://slovari.yandex.ru/>
8. <http://www.for-stvdenst.ru/details/neorganicheskaya-hiiTiiya-v-3-h-tomah.html>
9. <http://www.for-stydenst.ru/details/kurs-obschey-himii.html>
10. <http://www.iprbookshop.ru/analiticheskaya-ximiya-i-fiziko-ximicheskie-metodyi-analiza.-uchebnoe-posobie.html>

## 7. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

1. Методические рекомендации по подготовке к практическим и лабораторным занятиям
2. Методические рекомендации по организации самостоятельной работы обучающихся

## 8. ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ

### Лицензионное программное обеспечение:

Microsoft Windows

Microsoft Office

Kaspersky Endpoint Security

### Информационные справочные системы:

Система ГАРАНТ

Система «КонсультантПлюс»

### Профессиональные базы данных:

[fgosvo.ru](http://fgosvo.ru) – Портал Федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования

[pravo.gov.ru](http://pravo.gov.ru) - Официальный интернет-портал правовой информации

[www.edu.ru](http://www.edu.ru) – Федеральный портал Российское образование

### Свободно распространяемое программное обеспечение, в том числе отечественного производства

ОМС Плеер (для воспроизведения Электронных Учебных Модулей)

7-zip

Google Chrome

## 9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Материально-техническое обеспечение дисциплины включает в себя:

- учебные аудитории для проведения занятий лекционного и семинарского типа, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, укомплектованные учебной мебелью, доской, демонстрационным оборудованием;
- помещения для самостоятельной работы, укомплектованные учебной мебелью, персональными компьютерами с подключением к сети Интернет и обеспечением доступа к электронным библиотекам и в электронную информационно-образовательную среду
- лаборатория, оснащенная оборудованием: персональными компьютерами с подключением к сети Интернет, наборами демонстрационного оборудования и учебно-наглядными пособиями

МИ.