

МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
ФГБОУ ВО «УФИМСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ НАУКИ И ТЕХНОЛОГИЙ»  
СИБАЙСКИЙ ИНСТИТУТ (ФИЛИАЛ) УУНТ  
ЕСТЕСТВЕННО-МАТЕМАТИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ

Утверждено:  
на заседании кафедры  
протокол № 10 от «06» июня 2023 г.

Зав. кафедрой  / Ягафарова Г.А.



Согласовано:

Председатель

УМК

естественно-

математического факультета



/ Ильбулова Г.Р

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

Дисциплина **ОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ**

(наименование дисциплины)

**Обязательная часть**

(обязательная часть или часть, формируемая участниками образовательных отношений, факультатив)

**программа бакалавриата**

Направление подготовки

**05.03.06 Экология и природопользование**

(указывается код и наименование направления подготовки)

Направленность (профиль) подготовки

**Экология**

(указывается наименование направленности (профиля) подготовки)

Квалификация

**бакалавр**

(указывается квалификация)

Разработчик (составитель)

доцент, к.б.н., доцент

(должность, ученая степень, ученое звание)



/ Кужина Г.Ш.

Для приема: 2023 г.

Сибай 2023 г.

Составитель/ составители: Кужина Г.Ш., к.б.н., доцент

Рабочая программа дисциплины утверждена на заседании кафедры естественных наук протокол от «06» июня 2023 г. № 10.

Дополнения и изменения, внесенные в рабочую программу дисциплины \_\_\_\_\_  
утверждены на заседании кафедры, протокол № \_\_\_\_\_ от «\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ / Ягафарова Г.А. /

Дополнения и изменения, внесенные в рабочую программу дисциплины \_\_\_\_\_  
утверждены на заседании кафедры, протокол № \_\_\_\_\_ от «\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_ /

Дополнения и изменения, внесенные в рабочую программу дисциплины \_\_\_\_\_  
утверждены на заседании кафедры, протокол № \_\_\_\_\_ от «\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_ /

Дополнения и изменения, внесенные в рабочую программу дисциплины \_\_\_\_\_  
утверждены на заседании кафедры, протокол № \_\_\_\_\_ от «\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_ /

### **Список документов и материалов**

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с установленными в образовательной программе индикаторами достижения компетенций
2. Цель и место дисциплины в структуре образовательной программы
3. Содержание рабочей программы (объем дисциплины, типы и виды учебных занятий, учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся)
4. Фонд оценочных средств по дисциплине
  - 4.1. Перечень компетенций и индикаторов достижения компетенций с указанием соотнесенных с ними запланированных результатов обучения по дисциплине. Описание критериев и шкал оценивания результатов обучения по дисциплине
  - 4.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценивания результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с установленными в образовательной программе индикаторами достижения компетенций. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания результатов обучения по дисциплине.
5. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины
  - 5.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины
  - 5.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» и программного обеспечения, необходимых для освоения дисциплины
6. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине

**1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с установленными в образовательной программе индикаторами достижения компетенций**

По итогам освоения дисциплины обучающийся должен достичь следующих результатов обучения:

| Категория (группа) компетенций                 | Формируемая компетенция (с указанием кода)                                                                                                                                              | Код и наименование индикатора достижения компетенции                                                                                                                                                                                                                                                                                       | Результаты обучения по дисциплине                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Системное и критическое мышление               | УК-1. Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач                                                    | УК 1.1. Знает: методы критического анализа и оценки современных научных достижений; основные принципы критического анализа и синтеза информации; основы системного подхода при решении поставленных задач                                                                                                                                  | Знать: основы аналитической химии, в объеме, необходимом для освоения химических основ в экологии и природопользования;                                                                                                                                                                                                      |
|                                                |                                                                                                                                                                                         | УК 1.2. Умеет: получать новые знания на основе анализа и синтеза информации; собирать и обобщать данные по научным проблемам, относящимся к профессиональной области; осуществлять поиск информации и применять системный подход для решения поставленных задач; определять и оценивать практические последствия возможных решений задачи. | Уметь использовать методы отбора и анализа геологических и биологических проб; практически применять наиболее распространенные химические, физико-химические методы анализа;                                                                                                                                                 |
|                                                |                                                                                                                                                                                         | УК 1.3. Владеет: навыками исследования проблем профессиональной деятельности с применением анализа, синтеза и других методов интеллектуальной деятельности; выявления научных проблем и использования адекватных методов для их решения; формулирования оценочных суждений при решении профессиональных задач                              | Владеть методами оценки воздействия различных видов техногенной деятельности на окружающую среду; умением выявлять источники, виды и масштабы техногенного воздействия на окружающую среду.                                                                                                                                  |
| Математическая и естественнонаучная подготовка | ОПК-1. Способен применять базовые знания фундаментальных разделов наук о Земле, естественнонаучного и математического циклов при решении задач в области экологии и природопользования. | ОПК 1.1. Знать при решении задач в области экологии и природопользования базовые понятия и математические методы из фундаментальных разделов математического цикла.                                                                                                                                                                        | Знать теоретические основы наиболее распространенных химических, физико-химических методов анализа; методы отбора и последовательность выполнения анализа проб основных природных компонентов (воды, воздуха, почв), определение загрязнения химическими веществами; современные методы количественной обработки информации. |
|                                                |                                                                                                                                                                                         | ОПК 1.2. Уметь при решении задач в области экологии и природопользования применять базовые знания фундаментальных разделов наук о Земле.                                                                                                                                                                                                   | Уметь аналитически обрабатывать и данные химико-аналитического анализа вредных выбросов в окружающую среду, геохимических исследований для получения комплексных и                                                                                                                                                           |

|  |  |                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                                                                         |
|--|--|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  |  |                                                                                                                                                               | интегральных характеристик состояния окружающей среды;                                                                                                                                                                                  |
|  |  | ОПК 1.3. Владеть навыками решения задач в области экологии и природопользования применения базовые знания фундаментальных разделов естественнонаучного цикла. | Владеть навыками комплексного и сравнительного анализа состава, строения и химических свойств соединений; работы на современных приборах, используемых для проведения научных исследований и способами обработки полученной информации. |

## 2. Цель и место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина изучается на 2 курсе в 3 семестре по очно-заочной форме обучения.

Цель дисциплины: формирование и развитие у студентов общекультурных, общепрофессиональных и профессиональных компетенций, позволяющих им в дальнейшем осуществлять профессиональную деятельность посредством освоения теоретических и экспериментальных основ методов анализа различных биологических объектов.

Для освоения дисциплины необходимы компетенции, сформированные в рамках изучения следующих дисциплин: математика, физика, химия.

Дисциплина, в свою очередь, является базовой для последующих дисциплин образовательной программы: Биогеохимия, Органическая химия, Методика научных исследований, Экологическая химия, Методы экологических исследований, Ознакомительная практика.

## 3. Содержание рабочей программы (объем дисциплины, типы и виды учебных занятий, учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся)

Содержание рабочей программы представлено в Приложении № 1.

## 4. Фонд оценочных средств по дисциплине

### 4.1. Перечень компетенций и индикаторов достижения компетенций с указанием соотношенных с ними запланированных результатов обучения по дисциплине. Описание критериев и шкал оценивания результатов обучения по дисциплине

Код и формулировка компетенции:

**УК-1** Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач.

| Код и наименование индикатора достижения компетенции                                                                                                                                                      | Результаты обучения по дисциплине                                                                                       | Критерии оценивания результатов обучения                                                                                  |                                                                                                                                                             |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                         | «Незачтено»                                                                                                               | «Зачтено»                                                                                                                                                   |
| УК 1.1. Знает: методы критического анализа и оценки современных научных достижений; основные принципы критического анализа и синтеза информации; основы системного подхода при решении поставленных задач | Знать: основы аналитической химии, в объеме, необходимом для освоения химических основ в экологии и природопользования; | Не знает основы аналитической химии, в объеме, необходимом для освоения химических основ в экологии и природопользования; | Сформированное и систематизированное знание основ аналитической химии, в объеме, необходимом для освоения химических основ в экологии и природопользования; |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                                                                                             |                                                                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                                                                  |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| УК 1.2. Умеет: получать новые знания на основе анализа и синтеза информации; собирать и обобщать данные по научным проблемам, относящимся к профессиональной области; осуществлять поиск информации и применять системный подход для решения поставленных задач; определять и оценивать практические последствия возможных решений задачи. | Уметь использовать методы отбора и анализа геологических и биологических проб; практически применять наиболее распространенные химические, физико-химические методы анализа;                | Демонстрирует поверхностные умения использовать методы отбора и анализа геологических и биологических проб; практически применять наиболее распространенные химические, физико-химические методы анализа;     | Показывает весь комплекс умений использовать методы отбора и анализа геологических и биологических проб; практически применять наиболее распространенные химические, физико-химические методы анализа;                           |
| УК 1.3. Владеет: навыками исследования проблем профессиональной деятельности с применением анализа, синтеза и других методов интеллектуальной деятельности; выявления научных проблем и использования адекватных методов для их решения; формулирования оценочных суждений при решении профессиональных задач                              | Владеть методами оценки воздействия различных видов техногенной деятельности на окружающую среду; умением выявлять источники, виды и масштабы техногенного воздействия на окружающую среду. | Не демонстрирует владение методами оценки воздействия различных видов техногенной деятельности на окружающую среду; умением выявлять источники, виды и масштабы техногенного воздействия на окружающую среду. | Демонстрирует сформированные навыки владения методами оценки воздействия различных видов техногенной деятельности на окружающую среду; умением выявлять источники, виды и масштабы техногенного воздействия на окружающую среду. |

**ОПК-1.** Способен применять базовые знания фундаментальных разделов наук о Земле, естественнонаучного и математического циклов при решении задач в области экологии и природопользования.

| Код и наименование индикатора достижения компетенции                                                                                                                    | Результаты обучения по дисциплине                                                                                                                                                                                                                                                                                            | Критерии оценивания результатов обучения                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | «Незачтено»                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | «Зачтено»                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| ОПК 1.1. При решении задач в области экологии и природопользования применены базовые понятия и математические методы из фундаментальных разделов математического цикла. | Знать теоретические основы наиболее распространенных химических, физико-химических методов анализа; методы отбора и последовательность выполнения анализа проб основных природных компонентов (воды, воздуха, почв), определение загрязнения химическими веществами; современные методы количественной обработки информации. | Не знает основы теоретических основ наиболее распространенных химических, физико-химических методов анализа; методы отбора и последовательность выполнения анализа проб основных природных компонентов (воды, воздуха, почв), определение загрязнения химическими веществами; современные методы количественной обработки информации. | Сформированное и систематизированное знание теоретических основ наиболее распространенных химических, физико-химических методов анализа; методы отбора и последовательность выполнения анализа проб основных природных компонентов (воды, воздуха, почв), определение загрязнения химическими веществами; современные методы количественной обработки информации. |
| ОПК 1.2. При решении задач в области экологии и природопользования применены базовые знания фундаментальных разделов наук о Земле.                                      | Уметь аналитически обрабатывать и данные химико-аналитического анализа вредных выбросов в окружающую среду, геохимических исследований для получения комплексных и интегральных                                                                                                                                              | Демонстрирует поверхностные умения аналитически обрабатывать и данные химико-аналитического анализа вредных выбросов в окружающую среду, геохимических исследований для получения комплексных и интегральных                                                                                                                          | Показывает весь комплекс умений аналитически обрабатывать и данные химико-аналитического анализа вредных выбросов в окружающую среду, геохимических исследований для получения комплексных и интегральных характеристик состояния окружающей среды;                                                                                                               |

|  |               |  |  |
|--|---------------|--|--|
|  | характеристик |  |  |
|--|---------------|--|--|

|                                                                                                                                                 |                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                                                                                                 | состояния окружающей среды;                                                                                                                                                                                                                        | характеристик состояния окружающей среды;                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| ОПК 1.3. При решении задач в области экологии и природопользования применены базовые знания фундаментальных разделов естественнонаучного цикла. | Владеть навыками комплексного и сравнительного анализа состава, строения и химических свойств химических соединений; работы на современных приборах, используемых для проведения научных исследований и способами обработки полученной информации. | Не демонстрирует владение навыками комплексного и сравнительного анализа состава, строения и химических свойств химических соединений; работы на современных приборах, используемых для проведения научных исследований и способами обработки полученной информации. | Демонстрирует сформированные навыки владения навыками комплексного и сравнительного анализа состава, строения и химических свойств химических соединений; работы на современных приборах, используемых для проведения научных исследований и способами обработки полученной информации. |

**4.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценивания результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с установленными в образовательной программе индикаторами достижения компетенций. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания результатов обучения по дисциплине.**

| Код и наименование индикатора достижения компетенции                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | Результаты обучения по дисциплине                                                                                                                                                                                                                                                                      | Оценочные средства                                                                                                                                                                   |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>УК 1.1. Знает: методы критического анализа и оценки современных научных достижений; основные принципы критического анализа и синтеза информации; основы системного подхода при решении поставленных задач</p> <p>УК 1.2. Умеет: получать новые знания на основе анализа и синтеза информации; собирать и обобщать данные по научным проблемам, относящимся к профессиональной области; осуществлять поиск информации и применять системный подход для решения поставленных задач; определять и оценивать практические последствия возможных решений задачи.</p> <p>УК 1.3. Владеет: навыками исследования проблем профессиональной деятельности с применением анализа, синтеза и других методов интеллектуальной деятельности; выявления научных проблем и использования адекватных методов для их решения; формулирования оценочных суждений при решении профессиональных задач</p> | Знать: основы аналитической химии, в объеме, необходимом для освоения химических основ в экологии и природопользования;                                                                                                                                                                                | тестовые задания, письменные работы, вопросы для аудиторной работы, коллоквиум, решение расчетных задач, отчет по лабораторной работе, зачет                                         |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | Уметь использовать методы отбора и анализа геологических и биологических проб; практически применять наиболее распространенные химические, физико-химические методы анализа;                                                                                                                           | тесты, индивидуальное задание, вопросы для аудиторной работы, контрольная работа, словарь терминов, решение экспериментальных и расчетных задач, отчет по лабораторной работе, зачет |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | Владеть методами оценки воздействия различных видов техногенной деятельности на окружающую среду; умением выявлять источники, виды и масштабы техногенного воздействия на окружающую среду.                                                                                                            | тестовые задания, письменные работы, вопросы для аудиторной работы, коллоквиум, решение расчетных задач, отчет по лабораторной работе, зачет                                         |
| <p>ОПК 1.1. При решении задач в области экологии и природопользования применены базовые понятия и математические методы из фундаментальных разделов математического цикла.</p> <p>ОПК 1.2. При решении задач в области экологии и природопользования применены</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | Знать теоретические основы наиболее распространенных химических, физико-химических методов анализа; методы отбора и последовательность выполнения анализа проб основных природных компонентов (воды, воздуха, почв), определение загрязнения химическими веществами; современные методы количественной | тестовые задания, письменные работы, вопросы для аудиторной работы, коллоквиум, решение расчетных задач, отчет по лабораторной работе, зачет                                         |



|                                                                                                                                                                                                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| базовые знания фундаментальных разделов наук о Земле. ОПК 1.3. При решении задач в области экологии и природопользования применены базовые знания фундаментальных разделов естественнонаучного цикла. | обработки информации.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|                                                                                                                                                                                                       | Уметь аналитически обрабатывать и данные химико-аналитического анализа вредных выбросов в окружающую среду, геохимических исследований для получения комплексных и интегральных характеристик состояния окружающей среды;<br>Владеть навыками комплексного и сравнительного анализа состава, строения и химических свойств химических соединений;<br>работы на современных приборах, используемых для проведения научных исследований и способами обработки полученной информации. | тестовые задания, письменные работы, вопросы для аудиторной работы, коллоквиум, решение расчетных задач, отчет по лабораторной работе, зачет<br><br>тестовые задания, письменные работы, вопросы для аудиторной работы, коллоквиум, решение расчетных задач, отчет по лабораторной работе, зачет |

### Перечень вопросов для зачета

1. Современные проблемы АХ.
2. Классификация методов анализа.
3. Идеальные и реальные системы.
4. Электростатическое взаимодействие: активность, коэффициент активности, ионная сила раствора, уравнение Дебая-Хюккеля.
5. Химическое взаимодействие: конкурирующая реакция, равновесная и общая концентрация, молярная доля компонента, коэффициент конкурирующей реакции.
6. Уравнение материального баланса. Расчет равновесной концентрации, молярной доли компонента.
7. Термодинамическая, концентрационная и условная константы равновесия. Связь между ними.
8. Протолитическая теория кислот и оснований Бренстеда-Лоури.
9. Классификация растворителей по донорно-акцепторным свойствам.
10. Автопротолиз. Водородный показатель.
11. Константы кислотности и основности.
12. Расчет pH.
13. Буферные растворы.
14. Понятие «органический реагент». Преимущества ОР.
15. Классификация ОР.
16. Теория ФАГ и ААГ
17. Теория (гипотеза) аналогии.
18. Термодинамическая и кинетическая устойчивость комплексных соединений.
19. Константа устойчивости комплексного соединения.
20. Расчет равновесной концентрации, молярной доли компонента в конкурирующей реакции.
21. Функция Франеуса. Функция образования.
22. Стандартный и формальный потенциал. Уравнение Нернста.
23. Влияние различных факторов на потенциал и направление реакции.
24. Константа равновесия ОВР и ее связь с потенциалом.
25. Основные этапы анализа. Выбор метода и методика анализа.
26. Аналитический сигнал.
27. Основные понятия химической метрологии.
28. Классификация погрешности анализа.
29. Способы оценки правильности.
30. Оценка воспроизводимости.
31. Статистическая обработка результатов анализа.
32. Проверка однородности результатов определения.
33. Сравнение дисперсии двух методов.

34. Основные характеристики метода анализа.
35. Сущность разделения и концентрирования.
36. Экстракция.
37. Количественные характеристики экстракции.
38. Гравиметрический метод анализа.
39. Произведение растворимости.
40. Условия образования кристаллических и аморфных осадков.
41. Способы устранения загрязнения осадков.
42. Расчеты в гравиметрии.
43. Точка эквивалентности и конечная точка титрования.
44. Требования к реакциям, применяемые в титриметрии.
45. Стандартные растворы.
46. Классификация титриметрических методов по химическим процессам.
47. Классификация титриметрических методов по способам титрования.
48. Классификация титриметрических методов по методу титрования.
49. Кривые титрования.
50. Кислотно-основное титрование.
51. Окислительно-восстановительное титрование.
52. Комплексонометрия.
53. Осадительное титрование.
54. Фиксирование точки эквивалентности.
55. Индикаторы титриметрии.
56. Погрешности титриметрического метода.
57. Отбор проб газов.
58. Отбор проб гомогенных и гетерогенных жидкостей.
59. Отбор проб твердых веществ.
60. Растворение. Переведение пробы в раствор.
61. Разложение образцов. Виды.
62. Хранение пробы.
63. Потери и загрязнения при проботборе.
64. Высушивание образцов.

### **Критерии оценки для студентов очно-заочной формы обучения:**

зачтено – выполнение всех контрольных работ; выполнение заданий лабораторных работ не менее, чем на 60%,  
не зачтено – невыполнение всех контрольных работ; невыполнение заданий лабораторных работ менее, чем на 60%.

### **Планы семинарских занятий**

#### **Тема 1. Способы выражения концентрации растворов**

1. Массовая доля растворенного вещества
2. Молярная концентрация (молярность) растворенного вещества
3. Молярная концентрация эквивалента (нормальность) растворенного вещества
4. Моляльная концентрация растворенного вещества
5. Титр раствора
6. Молярная доля растворенного вещества
7. Пересчет из одной концентрации в другие способы выражения концентрации
8. Решение задач

#### **Тема 2. Расчет pH раствора, степени и константы диссоциации**

1. Закон Оствальда
2. Теория Аррениуса. Степень диссоциации. Сильные и слабые электролиты
3. Константа диссоциации
4. Решение задач

### Тема 3. Производство растворимости. Условия образования осадка

1. Производство растворимости. Молярная растворимость
2. Условия образования осадка
3. Решение задач

### Тема 4. Отбор проб и их подготовка к анализу

1. Отбор проб газов.
2. Отбор проб гомогенных и гетерогенных жидкостей. 3. Отбор проб твердых веществ.
4. Растворение. Переведение пробы в раствор.
5. Разложение образцов. Виды.
6. Хранение пробы.
7. Потери и загрязнения при отборе проб.
8. Высушивание образцов.

### Тема 5. Методы выделения, разделения и концентрирования.

1. Методы выделения. Преимущества и недостатки.
2. Маскирование. Действие маскирующих веществ. Преимущества и недостатки
3. Методы разделения. Преимущества и недостатки.
4. Осаждение и соосаждение.
5. Экстракция.
6. Хроматографические методы.
7. Электрохимические методы. Методы испарения. Кинетические методы.
8. Основные понятия и термины. Виды концентрирования

### Критерии оценки ответов на вопросы для студентов очно-заочной формы обучения:

| Критерии оценивания ответа                                                                                                                                                                                                               | Оценка                     |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------|
| При ответе студент демонстрирует свободное владение заявленной проблемой, умение грамотно использовать физический понятийный аппарат в рамках рассматриваемого вопроса, не использует конспект семинарского занятия как план при ответе. | 5<br>«отлично»             |
| Дан в целом верный ответ, однако один из элементов в структуре ответа отсутствует, неверен или противоречит верному ответу                                                                                                               | 4<br>«хорошо»              |
| При ответе на вопрос студентом допущено несколько существенных ошибок в толковании основных понятий. Логика и полнота ответа страдают заметными изъянами. Имеются принципиальные ошибки в логике построения ответа на вопрос.            | 3<br>«удовлетворительно»   |
| При отказе от ответа и/или при отсутствии конспекта семинарского занятия. В этом случае семинарское занятие считается не зачтенным и требует повторного ответа по вопросам всего раздела.                                                | 2<br>«неудовлетворительно» |

### Решение расчетных задач

Неотъемлемой частью учебного процесса по данной дисциплине является *решение расчетных задач* по следующим темам:

#### «Способы выражения концентрации растворов»

1. Сколько мл 96%-ного (по массе) раствора серной кислоты плотностью 1,84 г/мл потребуется для приготовления 2 л 0,25 М раствора?
2. Плотность 5%-ного раствора карбоната калия равна 1,04 г/мл. Вычислите молярную, нормальную, моляльную концентрации этого раствора?
3. В 100 мл воды растворено 4 г фосфата натрия. Получился раствор плотностью 1,1 г/мл. Вычислите молярную, нормальную, моляльную концентрации полученного раствора?
4. К 1 л 30%-ного раствора гидроксида натрия плотностью 1,32 г/мл прибавили 2 л воды. Получился раствор плотностью 1,05 г/мл. Вычислите массовую долю, молярную, нормальную, моляльную концентрации полученного раствора?
5. Плотность 0,06 М раствора сульфата алюминия равна 1,019 г/мл. Вычислите массовую долю, нормальную, моляльную концентрации, титр раствора и молярную долю сульфата алюминия в растворе?
6. Титр раствора карбоната натрия равен 0,053 г/мл. Вычислите массовую долю, молярную и моляльную концентрации раствора, если плотность раствора равна 1,06 г/мл?
7. Имеется 0,6 н раствор нитрата алюминия плотностью 1,05 г/мл. Вычислите массовую долю, молярную, моляльную и моляльную концентрации?

8. Определите массовую долю раствора, полученного при смешивании 100 мл раствора серной кислоты с массовой долей 40% ( $\rho = 1,303$  г/мл) и 500 мл 0,5 М раствора серной кислоты ( $\rho = 1,07$  г/мл).
9. Сколько молей воды и хлористого аммония нужно взять для приготовления 200 мл раствора с массовой долей соли 25% и плотностью 1,07 г/мл?
10. Сколько граммов сульфата аммония нужно взять для приготовления 2 л 0,05 М раствора? Какова молярная концентрация эквивалента такого раствора?
11. Вычислите массовую долю растворенного вещества, молярную концентрацию эквивалента, молярную концентрацию и титр раствора, полученного при растворении 5 г сульфата хрома (III) в 150 мл воды. Плотность раствора 1,1 г/мл.
12. Сколько миллилитров 30 %-ного раствора (по массе) фосфорной кислоты плотностью 1,3 г/мл потребуется для приготовления 100 мл 0,6 н раствор?
13. Титр раствора сульфата железа (III) равен 0,1 г/мл. Вычислите массовую долю, мольную долю, нормальную, молярную и моляльную концентрации раствора, если плотность раствора равна 1,08 г/мл?
14. Вычислите молярную и моляльную концентрации 20%-ного раствора (по массе) азотной кислоты плотностью 1,1 г/мл. Какова масса кислоты, содержащейся в 3 л раствора?
15. Вычислите нормальную, моляльную концентрации и титр раствора 1,5 М раствора уксусной кислоты, если плотность раствора 1,05 г/мл.
16. К 500 мл 10%-ного раствора гидроксида калия плотностью 1,09 г/мл прибавили 1 л 5%-го раствора плотностью 1,05 г/мл. Объем смеси довели до 2 л. Вычислите молярную концентрацию и титр полученного раствора.
17. Вычислите массовую долю растворенного вещества, молярную концентрацию эквивалента, молярную концентрацию и титр раствора фосфорной кислоты, полученного при растворении 36 г кислоты в 560 мл воды, если плотность его 1,03 г/мл.
18. Имеется 0,1 М раствор нитрата меди (II) плотностью 1,04 г/мл. Вычислите массовую и мольную доли, моляльную и нормальную концентрации.
19. Какой объем 63%-го раствора плотностью 1,5 г/мл требуется для приготовления 500 мл 0,2 н раствора азотной кислоты?
20. В 400 мл воды растворили 20 г нитрата кальция. Получился раствор плотностью 1,06 г/мл. Вычислите массовую долю, моляльную, нормальную концентрации и титр раствора.
21. Чему равна массовая доля 0,2 М раствора  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$  с плотностью 1,015 г/см<sup>3</sup>?
22. Какой объем 2 М раствора  $\text{H}_2\text{SO}_4$  требуется для приготовления 400 мл более 0,1 н раствора  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ?
23. Сколько граммов воды содержится в 100 мл насыщенного раствора соли с массовой долей 16% и плотностью 1,17 г/мл?
24. Какой объем 2 М раствора соляной кислоты потребуется для нейтрализации 14 г гидроксида калия, содержащихся в 1 л раствора? Чему равна молярная концентрация эквивалента такого раствора щелочи?

#### «Произведение растворимости. Условия образования осадков»

1.  $\text{PR}(\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2)$  при 25°C равно  $1 \cdot 10^{-25}$ . Рассчитайте концентрации ионов  $\text{Ca}^{2+}$  и  $\text{PO}_4^{3-}$  в насыщенном растворе  $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ .
2. В 3 л насыщенного при 25°C раствора  $\text{PbSO}_4$  содержится 0,132 г соли. Вычислите  $\text{PR}(\text{PbSO}_4)$ .
3. Рассчитайте молярную растворимость  $\text{Ag}_2\text{MoO}_4$  и концентрации ионов  $\text{Ag}^+$  и  $\text{MoO}_4^{2-}$  если при 25°C  $\text{P}(\text{Ag}_2\text{MoO}_4) = 2,8 \cdot 10^{-12}$ .
4. Растворимость  $\text{PbBr}_2$  при 18°C равна  $2,7 \cdot 10^{-2}$  моль/л. Вычислить  $\text{PR}(\text{PbBr}_2)$ .
5.  $\text{PR}(\text{CaF}_2) = 4 \cdot 10^{-11}$  при 25°C. В каком объеме насыщенного раствора содержится 0,05 г растворенной соли?
6. В 500 мл воды при 18°C растворяется 0,0165 г  $\text{Ag}_2\text{CrO}_4$ . Вычислите  $\text{PR}(\text{Ag}_2\text{CrO}_4)$ .
7.  $\text{PR}(\text{Mn}(\text{OH})_2) = 2,3 \cdot 10^{-13}$  при 25°C. Рассчитайте концентрации ионов  $\text{Mn}^{2+}$  и  $\text{OH}^-$  и растворимость  $\text{Mn}(\text{OH})_2$  в моль/л, в г/л.
8. В 3 л насыщенного раствора  $\text{AgIO}_3$  содержится в виде ионов 0,0176 г серебра при 25°C. Вычислить  $\text{PR}(\text{AgIO}_3)$ .
9. Растворимость  $\text{Mg}(\text{OH})_2$  при 18°C равна 0,012 г/л. Вычислите  $\text{PR}(\text{Mg}(\text{OH})_2)$ .
10. Рассчитайте молярную растворимость  $\text{Sb}_2\text{S}_3$  и концентрации ионов  $\text{Sb}^{3+}$  и  $\text{S}^{2-}$ , если  $\text{PR}(\text{Sb}_2\text{S}_3)$  при 18°C равно  $3 \cdot 10^{-27}$ .
11. Растворимость  $\text{Hg}_2\text{I}_2$  при 20°C равна  $2,2 \cdot 10^{-10}$  моль/л. Вычислите  $\text{PR}(\text{Hg}_2\text{I}_2)$ .
12.  $\text{PR}(\text{CuS}) = 4 \cdot 10^{-38}$  при 18°C. Сколько литров воды требуется для растворения 0,1 г  $\text{CuS}$ ?
13. Вычислите  $\text{PR}(\text{AgBr})$ , если в 2 л воды при 25°C может раствориться  $2,2 \cdot 10^{-4}$  г  $\text{AgBr}$ .
14.  $\text{PR}(\text{BiI}_3) = 8,1 \cdot 10^{-19}$  при 25°C. Рассчитайте молярную растворимость  $\text{BiI}_3$  и концентрации ионов  $\text{Bi}^{3+}$  и  $\text{I}^-$ .
15. Вычислите  $\text{PR}(\text{Cu}_2\text{S})$ , если концентрация ионов  $\text{Cu}^{2+}$  равна  $3,4 \cdot 10^{-16}$  моль/л при 18°C.
16. Какой объем воды потребуется для растворения при комнатной температуре 1 г  $\text{BaCO}_3$  если  $\text{PR}(\text{BaCO}_3) = 1,9 \cdot 10^{-10}$ .
17. Вычислите  $\text{PR}(\text{Ag}_2\text{SO}_4)$ , если в 200 мл его насыщенного раствора при 18°C содержится  $2,4 \cdot 10^{-3}$  моль ионов  $\text{SO}_4^{2-}$ .

18.  $PP(Cd(OH)_2) = 2,2 \cdot 10^{-14}$  при  $20^\circ C$ . Вычислите массу кадмия, содержащуюся в 5 л его насыщенного раствора.
19. Молярная растворимость  $Hg_2Br_2$  равна  $2,8 \cdot 10^{-8}$  моль/л при  $18^\circ C$ . Вычислите  $PP(Hg_2Br_2)$ .
20.  $PP(Bi_2S_3) = 1,6 \cdot 10^{-72}$  при  $18^\circ C$ . Вычислите концентрации ионов  $Bi^{3+}$  и  $S^{2-}$  и растворимость  $Bi_2S_3$  в моль/л, г/л.
21. Можно ли приготовить раствор  $BaCO_3$  концентрации: 1)  $10^{-4}$ ; 2)  $10^{-3}$ ?
22. Чему равна растворимость соли  $Ag_2SO_4$  в моль/л, если  $PP(Ag_2SO_4) = 7,7 \cdot 10^{-5}$ ?
23. Растворимость (в моль/л) какой соли больше:  $CaF_2$  или  $AgCl$ ?
24. Растворимость (в моль/л) какой соли больше:  $Ag_2CrO_4$  или  $AgBr$ ?
25. Можно ли приготовить раствор  $CaSO_4$  концентрации  $10^{-3}$  моль/л?
26. Выпадет ли осадок при сливании 300 мл 0,001 М раствора  $Sr(NO_3)_2$  и 600 мл 0,0001 М раствора  $Na_2SO_4$ ?
27. В каком объеме воды можно приготовить 0,1 г сульфида меди?
28. Произведение растворимости гидроксида магния при  $25^\circ C$  равно  $5,6 \cdot 10^{-16}$ . Выпадает ли осадок при смешивании 5 мл 0,06 н  $MnSO_4$  и 4 мл 0,01 н  $Na_2S$ ?
29. Произведение растворимости гидроксида магния при  $25^\circ C$  равно  $1,9 \cdot 10^{-12}$ . Образуется ли осадок при смешивании 10 мл 0,2 н раствора  $MgCl_2$  и 4 мл 0,02 н раствора  $KOH$ .
30. Произведение растворимости фосфата серебра при  $25^\circ C$  равно  $1,8 \cdot 10^{-18}$ . Выпадает ли осадок при смешивании 6 мл 0,01 н  $AgNO_3$  и 4 мл 0,01 н  $Na_3PO_4$ ?
31.  $PP(PbJ_2) = 8,7 \cdot 10^{-9}$  при  $25^\circ C$ . Образуется ли осадок  $PbJ_2$  если смешивать равные объемы 0,01 н раствора  $Pb(NO_3)_2$  и 0,05 н раствора  $KJ$ .
32.  $PP(Ag_2CO_3) = 6,2 \cdot 10^{-12}$  при  $25^\circ C$ . Образуется ли осадок  $Ag_2CO_3$  при добавлении к 2 мл 0,06 М раствора  $AgNO_3$  6 мл 0,04 н раствора  $Na_2CO_3$ ?

#### **«Константа диссоциации. Степень диссоциации. Водородный показатель»**

1. Для одного раствора pH равен 5, для другого pH=2. Какой раствор более кислый? Во сколько раз в нем концентрация водородных ионов выше, чем в другом?
2. Чему равен pH 0,0001 М соляной кислоты?
3. Какова концентрация гидроксид-ионов в растворе с pH=5?
4. Чему равен pH раствора, если концентрация водородных ионов равна  $4,6 \cdot 10^{-4}$ ?
5. Чему равна концентрация водородных ионов, если pH 4,35?
6. Чему равен pH санимолярного раствора соляной кислоты, в котором степень диссоциации равна 100%?
7. Константа диссоциации уксусной кислоты равна  $1,8 \cdot 10^{-5}$ . Чему равна концентрация ионов водорода в 0,1М растворе уксусной кислоты?
8. Вычислите массу ионов  $Zn^{2+}$  и  $NO_3^-$ , содержащихся в 250 мл 0,1М раствора нитрата цинка.
9. Считая диссоциацию щелочи полной, определите pH раствора, 1 л которого содержит 4 г гидроксида натрия.
10. Чему равен при условии полной диссоциации водородный показатель соляной кислоты с концентрацией 0,1 моль/л?
11. Чему равна концентрация ионов водорода в санимолярном растворе гидроксида бария, в котором степень диссоциации равна 100%?
12. Степень диссоциации и одноосновной кислоты равна 0,4. Чему равно суммарное число ионов, приходящихся на каждые 100 недиссоциированных молекул в растворе этой кислоты?
13. В воде растворено 0,8 моль фтороводорода, степень диссоциации его в данных условиях 30%. Чему равно количество (в молях) всех растворимых частиц (молекул и ионов) в полученном растворе?
14. В некотором растворе на одну недиссоциированную молекулу  $HX$  приходится три иона  $H$  и три иона  $X$ . Чему равна степень диссоциации электролита в этом растворе (в процентах)?
15. Степень диссоциации сульфата калия в водном растворе с концентрацией 0,6 моль/л равна 0,83. Чему равна концентрация ионов калия в этом растворе (моль/л)?
16. В санимолярном растворе степень диссоциации сульфата натрия равна 100%. Чему равно количество ионов натрия в 100 л этого раствора (в молях)?
17. Чему равен при условии полной диссоциации водородный показатель гидроксида калия с концентрацией 1,0 моль/л?
18. Чему равен при условии полной диссоциации гидроксильный показатель азотной кислоты с концентрацией 0,01 моль/л?
19. Водородный показатель некоторого полумолярного водного раствора одноосновной кислоты равен 2. Чему равна степень ионизации кислоты в этом растворе?
20. Определить концентрацию ионов водорода и гидроксид-ионов в растворе, характер его среды, если pH=8. как изменится цвет фенолфталеина в этом растворе?
21. Степень диссоциации  $Na_2SO_4$  в растворе 100%, концентрация соли – 0,4 моль/л. Чему равны концентрации анионов и катионов в данном растворе?
22. Степень диссоциации  $Al_2(SO_4)_3$  в растворе 100%. Концентрация катионов соли – 0,4 моль/л. Определите концентрацию анионов и молярную концентрацию соли в этом растворе.

23. Степень диссоциации уксусной кислоты в некотором растворе равна 0,2%, концентрация ацетат-ионов при этом составляет 0,004 моль/л. Какова молярная концентрация уксусной кислоты в растворе?
24. Вычислите массу ионов  $Zn^{2+}$  и  $NO_3^-$ , содержащихся в 250 мл 0,1М раствора  $Zn(NO_3)_2$ .
25. степень диссоциации угольной кислоты по 1-й ступени в 0,006М растворе равна 1%. Рассчитайте массы ионов  $H^+$  и  $HCO_3^-$ , содержащихся в 0,5 л раствора.
26. Константа диссоциации уксусной кислоты равна  $1,8 \cdot 10^{-5}$ . Чему равна концентрация ионов водорода в 0,1М растворе уксусной кислоты?
27. В некотором растворе концентрация гидроксид-ионов равна 0,001 моль/л. Определите pH этого раствора и характер среды.
28. Вычислить концентрацию свободных ионов водорода в следующих растворах кислот:  
а) 0,1 н  $HNO_3$ ,  $\alpha = 92\%$ ; б) 0,1 н  $HCl$ ,  $\alpha = 82\%$ ; 0,5 н  $HClO_4$ ,  $\alpha = 80\%$ .
29. Вычислить степень диссоциации следующих растворов уксусной кислоты: 0,5М; 0,2 н, 0,001 н. Константа диссоциации  $1,8 \cdot 10^{-5}$ .
30. Степень диссоциации синильной кислоты в 0,001 н растворе равна  $8,5 \cdot 10^{-20}\%$ . Вычислите константу диссоциации.

#### Критерии оценки решения расчетных задач для студентов очно-заочной формы обучения:

| Критерии оценивания                                                                             | Оценка                     |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------|
| В логическом рассуждении и решении нет ошибок, задачи решены не менее 80%;                      | 5<br>«отлично»             |
| В логическом рассуждении и решении нет ошибок, задачи решены не менее 60%;                      | 4<br>«хорошо»              |
| В логическом рассуждении и решении нет ошибок, задачи решены не менее 50%;                      | 3<br>«удовлетворительно»   |
| Имеются существенные ошибки в логическом рассуждении и в решении; отсутствует ответ на задание. | 2<br>«неудовлетворительно» |

#### Письменная (домашняя) работа

Студент должен выполнить **письменные (домашние) работы**, каждая из которых выполняется в течение одной недели. Она включает в себя 5-6 задач по темам дисциплины:

1. «Способы выражения концентрации растворов»
2. «Произведение растворимости. Условия образования осадков»
3. «Константа диссоциации. Степень диссоциации. Водородный показатель»

#### Проверочная работа №1

##### по теме «Способы выражения концентрации растворов»

1. Рассчитайте, какую массу соли и воды нужно взять, для приготовления 250 г раствора с массовой долей соли 15%.
2. Сколько граммов  $(NH_4)_2SO_4$  нужно взять для приготовления 2 л. 0,05 М раствора?
3. Рассчитайте молярную и нормальную концентрации раствора фосфорной кислоты с массовой долей вещества 30% и плотностью  $1,18 \text{ г/см}^3$ .
4. Чему равна молярная концентрация 0,04 н раствора  $FeCl_2$ ?
5. Смешали 247 г 62%-ного раствора и 145 г 18%-ного раствора серной кислоты. Какова процентная концентрация полученного раствора?

#### Проверочная работа №2

##### по теме «Расчет водородного показателя, степени и константы диссоциации»

1. Степень диссоциации муравьиной кислоты  $HCOOH$  в 0,2 н растворе равна 3,2%. Определите константу диссоциации муравьиной кислоты.
2. При какой концентрации раствора степень диссоциации азотистой кислоты  $HNO_2$  будет равна 20%, если константа диссоциации этой кислоты равна  $5 \cdot 10^{-4}$ .
3. Константа диссоциации одноосновной масляной кислоты  $C_3H_7COOH$  равна  $1,5 \cdot 10^{-5}$ . Какова должна быть степень диссоциации в 0,005 М растворе?
4. Исходя из величин  $[H^+]$  и  $[OH^-]$ , а также величин pH, расположить следующие растворы в порядке возрастания их кислотности:  
 $[H^+] = 10^{-6}$ ,  $[OH^-] = 10^{-6}$ , pH=4,5,  $[H^+] = 6,8 \cdot 10^{-10}$ ,  $[OH^-] = 10^{-7}$ , pH=7,8.  
 Среди перечисленных растворов указать кислые, щелочные и нейтральные.
5. Вычислить:
  - а) концентрацию ионов водорода, если pH=3 и pH=4,5;
  - б) концентрацию гидроксид-ионов, если pH=11 и pH=9,4.
6. Вычислить pH следующих растворов:

- а) 1 н HBr  $\alpha=90,1\%$ ; б) 0,001 н HNO<sub>3</sub>  $\alpha=100\%$ .

### Проверочная работа №3

#### по теме «Произведение растворимости. Условия образования осадка»

1.  $PP(CaF_2)=4 \cdot 10^{-11}$ . В каком объеме насыщенного раствора содержится 0,1 г растворенной соли?
2. Растворимость  $Mg(OH)_2$  при 18°C равна 0,012 г/л. Вычислите  $PP(Mg(OH)_2)$ .
3.  $PP(Cu_2S)=2,5 \cdot 10^{-50}$  при 25°C. Вычислите растворимость  $Cu_2S$  (г/л, моль/л) и концентрации ионов в его насыщенном растворе.
4. В 500 мл воды при 18° С растворяется 0,0165 г  $Ag_2CrO_4$ . Вычислите  $PP(Ag_2CrO_4)$ .
5. Произведение растворимости фосфата серебра при 25°C равно  $1,8 \cdot 10^{-18}$ . Выпадает ли осадок при смешивании 6 мл 0,01 и  $AgNO_3$  и 4 мл 0,01 н  $Na_3PO_4$ ?

#### Критерии оценки контрольной работы для студентов очно-заочной формы обучения:

| Критерии оценивания контрольной работы                                                                                                                                                                                                                                                                                    | Оценка                     |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------|
| Студент выполнил работу без ошибок и недочетов; допустил не более одного недочета                                                                                                                                                                                                                                         | 5<br>«отлично»             |
| Студент выполнил работу полностью, но допустил в ней не более одной негрубой ошибки и одного недочета или не более двух недочетов;                                                                                                                                                                                        | 4<br>«хорошо»              |
| Студент правильно выполнил не менее половины работы или допустил: не более двух грубых ошибок; или не более одной грубой и одной негрубой ошибки и одного недочета; или не более двух-трех негрубых ошибок; или одной негрубой ошибки и трех недочетов; или при отсутствии ошибок, но при наличии четырех-пяти недочетов; | 3<br>«удовлетворительно»   |
| Студент правильно выполнил менее половины работы                                                                                                                                                                                                                                                                          | 2<br>«неудовлетворительно» |

### Тестовые задания

#### по дисциплине «Аналитическая химия»

#### Модуль 1. Теоретические основы аналитической химии

1. Раствор  $MgNH_4PO_4$  в котором произведение концентрации ионов равно  $1 \cdot 10^{-6}$  (ПИ), а величина произведения растворимости  $PP=1 \cdot 10^{-12}$  является
  - 1) концентрированным
  - 2) ненасыщенным
  - 3) перенасыщенным
  - 4) насыщенным
2. pH раствора, в 1 литре которого содержится 0,2 моль гидроксида аммония ( $K_a=1,8 \cdot 10^{-5}$ ), равен...
  - 1) 11,3
  - 2) 3,3
  - 3) 2,7
  - 4) 10,7
3. pH раствора, в 1 л которого содержится 0,01 моль гидроксида калия KOH равен...
  - 1) 2
  - 2) 14
  - 3) 12
  - 4) 4
4. Концентрация гидроксид – ионов в водном растворе аммиака с pH=10 составляет...моль/дм<sup>3</sup>
  - 1)  $10^4$
  - 2)  $10^{10}$
  - 3)  $10^{-4}$
  - 4)  $10^{-10}$
5. Концентрация ионов водорода в растворе  $H_3BO_3$  с pH=4 составляет... моль/дм<sup>3</sup>
  - 1)  $10^4$
  - 2)  $10^{-4}$
  - 3)  $10^{-10}$
  - 4)  $10^{10}$
6. Раствор, в 500 мл которого растворено 1,825 г HCl, имеет pH, равный...
  - 1) 1
  - 2) 2
  - 3) 5
  - 4) 4
7. Ионное произведение воды во всех водных средах имеет значение...
  - 1)  $10^{-12}$
  - 2)  $10^{-7}$
  - 3)  $10^{-14}$
  - 4)  $10^7$
8. При смешивании 10 мл 0,01 М раствора NaCl и 10 мл 0,01 М раствора  $AgNO_3$  ( $PPAgCl=1,8 \cdot 10^{-10}$ ) осадок выпадает;
  - 1) Не выпадает
  - 2) Выпадает не полностью
  - 3) Находится во взвешенном состоянии.
9. Молярная масса эквивалента (эквивалентная масса) гидроксида магния в реакции  $Mg(OH)_2 + HCl = MgOHCl + H_2O$  равна... г/моль
  - 1) 29
  - 2) 58
  - 3) 42
  - 4) 24
10. Раствор гидроксида бария имеет pH=12. Концентрация основания в растворе при 100% диссоциации раствора...
  - 1) 0,1
  - 2) 0,001
  - 3) 0,005
  - 4) 0,01
11. Растворимость иода в воде можно увеличить при добавлении раствора
  - 1) сульфата натрия
  - 2) тиосульфата натрия
  - 3) иодида калия
  - 4) хлорида калия
12. Молярная масса эквивалента (эквивалентная масса) гидроксида алюминия в реакции  $2Al(OH)_3 + 3H_2SO_4 = Al_2(SO_4)_3 + 6H_2O$  равна ...г/моль
  - 1) 39
  - 2) 78
  - 3) 26
  - 4) 156

13. Из уравнения Нернста следует, что на величину электродного потенциала наибольшее влияние оказывает
- 1) концентрация ионов металла
  - 2) температура раствора
  - 3) природа электрода
  - 4) число электронов, участвующих в электрохимической реакции
14. Фенолфталеин не имеет окраски в растворах солей
- 1)  $\text{CuSO}_4$ ,  $\text{MgCl}_2$ ,  $\text{K}_2\text{CO}_3$ ,  $\text{NaCl}$
  - 2)  $\text{MgCl}_2$ ,  $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$ ,  $\text{FeSO}_4$ ,  $\text{NiCl}_2$
  - 3)  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ,  $\text{CaCl}_2$ ,  $\text{ZnSO}_4$ ,  $\text{Na}_2\text{SO}_4$
  - 4)  $\text{CuCl}_2$ ,  $\text{MgSO}_4$ ,  $\text{Na}_2\text{SO}_3$ ,  $\text{K}_3\text{PO}_4$
15. Лакмус приобретает синюю окраску в
- 1)  $\text{CuCl}_2$ ,  $\text{MgCl}_2$ ,  $\text{FeCl}_3$ ,  $\text{CaCl}_2$
  - 2)  $\text{Ni}(\text{NO}_3)_2$ ,  $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$ ,  $\text{FeSO}_4$ ,  $\text{Na}_2\text{CO}_3$
  - 3)  $\text{NaF}$ ,  $\text{KCl}$ ,  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ,  $\text{KNO}_3$
  - 4)  $\text{K}_2\text{CO}_3$ ,  $\text{Na}_3\text{PO}_4$ ,  $\text{BaCl}_2$ ,  $\text{CsNO}_3$

## Модуль 2. Качественный анализ

1. Реактив Нesslerа ( $\text{KOH} + \text{K}_2[\text{HgI}_4]$ ) с ионами  $\text{NH}_4^+$  образует соединение, представляющее собой осадок ... цвета
  - 1) оранжевого
  - 2) малинового
  - 3) белого
  - 4) золотистого
2. Для качественного определения ионов  $\text{Fe}^{+3}$  применяют растворы...
  - 1)  $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$
  - 2) диметилглиоксима
  - 3)  $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$
  - 4)  $\text{NH}_4\text{SCN}$
3. Концентрированный раствор аммиака можно использовать для разделения следующих катионов
  - 1)  $\text{Cu}^{2+}$  от  $\text{Ni}^{2+}$
  - 2)  $\text{Fe}^{2+}$  от  $\text{Mn}^{2+}$
  - 3)  $\text{Cu}^{2+}$  от  $\text{Mn}^{2+}$
  - 4)  $\text{Ni}^{2+}$  от  $\text{Fe}^{2+}$
4. По кислотно-основной классификации катионов групповым реагентом для ионов  $\text{Ca}^{2+}$ ;  $\text{Sr}^{2+}$ ;  $\text{Ba}^{2+}$ ; является
  - 1)  $\text{HCl}$
  - 2)  $\text{K}_2\text{CrO}_4$
  - 3)  $\text{H}_2\text{SO}_4$
  - 4)  $(\text{NH}_4)_2\text{C}_2\text{O}_4$
5. Присутствие иона  $\text{Cu}^{2+}$  в смеси с ионами  $\text{Fe}^{2+}$ ,  $\text{Fe}^{3+}$ ,  $\text{Zn}^{2+}$  можно доказать используя в качестве реактива...
  - 1) раствор  $\text{H}_2\text{S}$
  - 2) раствор аммиака
  - 3) раствор  $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$
  - 4) раствор  $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$
6. При взаимодействии ионов  $\text{Fe}^{3+}$  с гексацианоферратом (II) калия наблюдается образование...
  - 1) бурого осадка
  - 2) белого осадка
  - 3) темно-синего осадка
  - 4) кроваво-красного раствора
7. В растворе одновременно могут находиться ионы...
  - 1)  $\text{Na}^+$ ,  $\text{Ba}^{2+}$ ,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$
  - 2)  $\text{Zn}^{2+}$ ,  $\text{Cu}^{2+}$ ,  $\text{OH}^-$ ,  $\text{NO}_3^-$
  - 3)  $\text{Fe}^{3+}$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{S}^{2-}$ ,  $\text{Cl}^-$
  - 4)  $\text{K}^+$ ,  $\text{NO}_3^{2-}$ ,  $\text{Ba}^{2+}$ ,  $\text{H}^+$
8.  $\text{AgNO}_3$  является групповым реагентом для анионов
 

|                                   |                                            |
|-----------------------------------|--------------------------------------------|
| 1) $\text{Cl}^-$ , $\text{Br}^-$  | 2) $\text{I}^-$ , $\text{S}^{2-}$          |
| 3) $\text{NO}_2^-$ , $\text{F}^-$ | 3) $\text{SO}_4^{2-}$ , $\text{CO}_3^{2-}$ |
9. Жесткость воды обусловлена наличием солей
  - 1) калия и натрия
  - 2) кальция и магния
  - 3) железа и марганца
  - 4) цинка и никеля



10. Пероксид водорода  $H_2O_2$  применяется при проведении качественной реакции на ион...
- $Fe^{3+}$
  - $Ni^{2+}$
  - $Cr^{3+}$
  - $Cu^{2+}$
11. Одновременно могут находиться в растворе все ионы...
- $K^+$ ,  $Ba^{2+}$ ,  $SO_4^{2-}$ ,  $NO_3^-$
  - $Li^+$ ,  $Ca^{2+}$ ,  $Cl^-$ ,  $NO_3^-$
  - $Zn^{2+}$ ,  $Ba^{2+}$ ,  $OH^-$ ,  $S^{2-}$
  - $Na^+$ ,  $Ca^{2+}$ ,  $CO_3^{2-}$ ,  $OH^-$
12. Карбонат – ион  $CO_3^{2-}$  обнаруживают в растворе...
- гидроксидом натрия
  - соляной кислотой
  - иодидом калия
  - сульфатом магния
13. Присутствие иона  $Ca^{2+}$  в смеси с ионами  $Cu^{2+}$ ,  $Ni^{2+}$ ,  $Cr^{3+}$  можно доказать, используя в качестве реактива
- раствор  $(NH_4)_2C_2O_4$
  - раствор  $(NH_4)_2SO_4$
  - раствор  $NH_4NO_3$
  - раствор  $NH_4Cl$
14. При действии аммиачной воды на гидроксид меди  $Cu(OH)_2$  происходит образование соединения
- бурого цвета
  - черного цвета
  - синего цвета
  - красного цвета
15. Более устойчив комплексный ион серебра константа нестойкости, которого равна...
- $[Ag(CN)_2]^-$   $K_n = 1,0 \cdot 10^{-21}$
  - $[Ag(NH_3)_2]^+$   $K_n = 5,89 \cdot 10^{-8}$
  - $[Ag(S_2O_3)_2]^{3-}$   $K_n = 1,00 \cdot 10^{-18}$
  - $[Ag(NO_2)_2]^-$   $K_n = 1,3 \cdot 10^{-3}$
16. Более устойчив комплексный ион меди с константой нестойкости
- $[Cu(NH_3)_4]^{2+}$   $K_n = 9,33 \cdot 10^{-13}$
  - $[Cu(CN)_2]^-$   $K_n = 1,00 \cdot 10^{-24}$
  - $[Cu(NH_3)_2]^+$   $K_n = 1,38 \cdot 10^{-11}$
  - $[Cu(CN)_4]^{3-}$   $K_n = 5,13 \cdot 10^{-31}$
17. Определению ионов кальция по реакции
- $$Ca^{2+} + C_2O_4^{2-} \rightarrow CaC_2O_4 \downarrow$$
- мешают ионы
- $NH_4^+$
  - $K^+$
  - $Na^+$
  - $Sr^{2+}$
  - $Ba^{2+}$
18. Характерная форма кристаллов, образующихся при обнаружении  $Ca^{2+}$  с серной кислотой в разбавленных растворах
- октаэдрическая
  - тетраэдрическая
  - кубическая
  - звездчатая
  - игольчатая
19. Цвет бесцветного пламени газовой горелки в присутствии солей калия
- красный
  - малиновый
  - бледно-фиолетовый
  - желтый
  - зеленый
20. Действием дифениламина в среде концентрированной серной кислоты обнаруживают \_\_\_\_\_ - анионы.
- хлорид
  - бромид
  - нитрат
  - сульфат

### Модуль 3. Количественный анализ

- Для приготовления 3 л 0,2н раствора карбоната натрия необходимо взять .... г безводной соли  $Na_2CO_3$ 
  - 35
  - 31,8
  - 42
  - 53,6
- Для приготовления 0,1 л раствора нитрата серебра, 1 мл которого соответствовал бы 0,015 моль  $Cl^-$  необходимо взять .... г  $AgNO_3$ 
  - 250
  - 290
  - 287,6
  - 255
- При нейтрализации сильной кислоты сильным основанием применяют индикатор (ы)
  - эриохром черный
  - фенолфталеин
  - хромогег
  - метиленовый красный
- Для нейтрализации раствора, содержащего 4,9 г  $H_2SO_4$ , потребуется 2 н раствора  $NaOH$  в количестве ... мл
  - 50
  - 100
  - 25
  - 75
- Объем раствора  $KOH$  с молярной концентрацией эквивалента 0,1 моль/л, необходимый для нейтрализации 20 мл раствора азотной кислоты с молярной концентрацией эквивалента 0,15 моль/л, равен ... миллилитрам
  - 20
  - 45
  - 15
  - 30
- Объем 0,5н раствора  $H_2SO_4$ , необходимый для нейтрализации 20 мл 0,1 н раствора  $NaOH$ , равен ... мл
  - 10
  - 5
  - 4
  - 6
- В кислой среде перманганат калия восстанавливается до

- 1)  $K_2MnO_4$                       2)  $MnO_2$   
 3)  $MnSO_4$                         4)  $Mn(OH)_2$
8. В методе нейтрализации в качестве рабочих растворов применяют
- 1) кислоты
  - 2) основания
  - 3) соли кислые
  - 4) соли средние
9. Методом нейтрализации не определяют
- 1) слабые кислоты
  - 2) сильные кислоты
  - 3) сильные основания
  - 4) средние соли
10. В основе титрования лежит закон...
- 1) скорости
  - 2) действия масс
  - 3) эквивалентов
  - 4) первый закон термодинамики
11. Объем 0,1 н раствора NaOH, необходимый для нейтрализации 20 мл 0,15 н раствора хлороводородной кислоты, равен ... миллилитрам.
- 1) 15                      2) 45                      3) 30                      4) 20
12. Для установления титра раствора перманганата калия применяется стандартный раствор
- 1) щавелевой кислоты
  - 2) иода
  - 3) сульфата железа (II)
  - 4) серной кислоты
13. Титрование по реакции  $Na_2B_4O_7 + 2HCl + H_2O = 2NaCl + 4H_3BO_3$  относится к методу .... Титрования
- 1) осадительного
  - 2) окислительно – восстановительного
  - 3) комплексонометрического
  - 4) кислотно – основного
14. При определении жесткости воды анализируемую пробу титруют раствором
- 1) Трилона Б
  - 2) Гидроксида натрия
  - 3) тиосульфата натрия
  - 4) серной кислоты
15. Расчет концентрации анализируемого раствора при титровании производится по формуле
- 1)  $\square_n = \frac{\square_{\text{э}} \square}{m \cdot V}$
  - 2)  $C_1 \cdot V_1 = C_2 \cdot V_2$
  - 3)  $\square_{\square} = \frac{m}{M \cdot V}$
  - 4)  $\square_n = \frac{T \cdot 1000}{M_{\text{э}} \cdot \square}$
16. Установочным веществом в перманганатометрии может быть:
- 1)  $K_2Cr_2O_7$                       2)  $Na_2B_4O_7 \cdot 10H_2O$
  - 3)  $Na_2C_2O_4$                       4)  $MgSO_4 \cdot 7H_2O$
17. При определении общей жесткости воды в качестве рабочего вещества используют
- 1)  $KMnO_4$                       2) HCl
  - 3) трилон Б                      4)  $MgSO_4 \cdot 7H_2O$
18. Комплексоны являются рабочими веществами в методах
- 1) нейтрализации;              2) окисления-восстановления;
  - 3) осаждения;                  4) комплексонометрии
19. Вещества, которые используют в титриметрическом анализе для фиксирования точки эквивалентности, называются
- 1) установочным;              2) эталонами;
  - 3) индикаторами;              4) рабочими.
20. Метилловый оранжевый относится к индикаторам:
- 1) окислительно-восстановительным;
  - 2) металлохромным;
  - 3) кислотно-основным.

**Критерии оценки для студентов очно-заочной формы обучения:**

| Процент правильных терминов | Критерии оценивания |
|-----------------------------|---------------------|
| 60-100 %                    | Зачтено             |
| менее 59%                   | Не зачтено          |

## Вопросы для подготовки к коллоквиуму 1 «Теоретические основы аналитической химии»

Основные типы и полнота протекания химических реакций, используемых в АХ: кислотно-основные, осаждения-растворения, окисления-восстановления, комплексообразования.

Идеальные и реальные системы. Химическое равновесие в реальной системе. Факторы, влияющие на равновесие в реальной системе. Учет электростатического взаимодействия: активность, коэффициент активности, ионная сила раствора, уравнение Дебая-Хюккеля. Учет химического взаимодействия: конкурирующая реакция, равновесная и общая концентрации, молярная доля компонента, коэффициент конкурирующей реакции, уравнение материального баланса, расчет равновесной концентрации и молярных долей компонента.

Константа равновесия. Термодинамическая, концентрационная и условная константы равновесия. Связь между ними. Скорость реакции в химическом анализе. Факторы, влияющие на скорость реакции. Основные типы химических реакций, используемых в аналитической химии.

Недостатки теории электролитической диссоциации Аррениуса. Протолитическая теория кислот и оснований Бренстеда-Лоури. Понятие кислоты, основания, амфолита, сопряженной кислотно-основной пары. Классификация растворителей с точки зрения кислотно-основных свойств растворителей. Нивелирующий и дифференцирующий эффекты растворителей.

Автопротолиз. Сила кислот и оснований. Константы кислотности и основности. Взаимосвязь между концентрацией, степенью и константой диссоциации. Закон разбавления Оствальда. Ионное произведение воды. Водородный показатель (рН). Расчет рН с учетом и без учета автопротолиза.

Буферные растворы, их назначение в анализе. Типы буферных систем. Расчет рН буферных растворов с позиций теорий Аррениуса и Бренстеда -Лоури.

Строение комплексного соединения, тип связи, комплексообразователь, лиганд, дентантность лиганда, координационное число. Типы лигандов. Классификация комплексных соединений, типы комплексов. Некоторые аналитически важные свойства комплексов: оптические, окислительно - восстановительные свойства, летучесть, растворимость.

Равновесие реакций комплексообразования: термодинамическая и кинетическая устойчивости комплекса, константа устойчивости (ступенчатая, общая, реальная) Факторы, влияющие на устойчивость комплексных соединений. Расчет равновесной и молярной доли компонентов конкурирующей реакции. Функция закомплексованности (Франеуса) и функция образования.

Использование комплексообразования для обнаружения, разделения, маркировки и демаскировки ионов, растворения осадков.

Понятие органического реагента. Преимущества органических реагентов перед неорганическими. Основные типы соединений, образуемых с участием органических реагентов. Классификация органических реагентов. Основные направления органических реагентов в химическом анализе (обнаружение, маскировка, концентрирование и т.п.).

Образование внутрикомплексного соединения. Понятие «хелаты». Солеобразующая и комплексообразующая группы атомов лиганда. Хелатный эффект Шварценбаха. Правило Чугаева об устойчивости внутрикомплексного соединения.

Понятие «аналитический центр». Функционально-аналитическая и активно-аналитическая группы. Примеры ФАГ и ААГ. Важнейшие органические реагенты: оксихинолин, димителглиоксим, ЭДТА, и т.п. Теория (гипотеза) простейших аналогий.

Стандартный и формальный потенциалы. Уравнение Нернста. Выводы из уравнения Нернста. Обратимость ОВР. Факторы, влияющие на потенциал и направление ОВР. Выбор ОВР для качественного обнаружения ионов в растворе. Примеры использования ОВР в качественном анализе. Использование окислительно-восстановительных потенциалов окислителя и восстановителя для определения направления ОВР и полноты протекания реакции. Константа равновесия окислительно – восстановительной реакции и ее связь со стандартным потенциалом.

Экстракция. Основные законы и количественные характеристики экстракции. Скорость экстракции. Классификация экстракционных процессов (экстрагенты и разбавители). Типы экстрагируемых соединений. Способы осуществления экстракции: периодическая, непрерывная, противоточная. Практическое использование экстракции (разделение, концентрирование, изучение равновесий). Применение органических и неорганических реагентов для экстракции.

## Вопросы для подготовки к коллоквиуму 2 «Качественный анализ»

Аналитическая классификация катионов и анионов. Качественные реакции катионов и анионов. Систематический анализ. Дробный анализ. Аналитический химический сигнал. Аналитические химические реакции и их виды. Специфические и селективные реакции. Органические реагенты для обнаружения катионов и анионов.

Необходимо составить таблицу качественных реакций всех катионов и анионов:

| Ион | Реагент | Качественная реакция | Условия | Аналитический |
|-----|---------|----------------------|---------|---------------|
|-----|---------|----------------------|---------|---------------|

|                                   |                               |                                                                                                 |                               |                             |
|-----------------------------------|-------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------|-----------------------------|
|                                   |                               |                                                                                                 | проведения реакции            | химический сигнал           |
| $\text{NH}_4^+$<br>ион<br>аммония | 1. Гидроксид натрия или калия | $\text{NH}_4\text{Cl} + \text{NaOH} \rightarrow \text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O} + \text{NaCl}$ | Нагревание, лакмусовая бумага | Посинение лакмусовой бумаги |

### Вопросы для подготовки к коллоквиуму 3 «Количественные методы анализа»

Сущность гравиметрического анализа. Границы его применимости. Методы отгонки (прямые, косвенные). Механизм образования осадка. Осаждаемая и гравиметрическая форма осадка. Требования, предъявляемые к осадкам в количественном анализе. Выбор осадителя. Условия образования кристаллических и аморфных осадков. Растворимость и загрязнение осадков: влияние одноименных ионов, посторонних электролитов, комплексообразователей, температуры, pH и природы растворителя. Условия получения чистых осадков. Расчеты в гравиметрическом анализе.

Сущность титриметрического анализа. Его достоинства и границы применимости. Требования, предъявляемые к реакциям в титриметрическом анализе. Классификация методов: кислотно-основное, окислительно-восстановительное, комплексонометрическое и осадительное титрование. Способы титрования: прямое, обратное, косвенное (реакция замещения), метод пипетирования и отдельных навесок. Точка эквивалентности и конечная точка титрования. Метод обнаружения конечной точки титрования. Кривые титрования. Скачок титрования. Индикаторы титриметрического анализа.

Способы приготовления, установки и выражения концентрации рабочих растворов в титриметрическом анализе. Исходные вещества и требования к ним. Классификация реактивов. Первичные и вторичные стандарты. Стандартизация раствора титранта. Фиксаналы.

Сущность метода. Точка нейтральности и точка эквивалентности (титрования). Кривые титрования сильных и слабых кислот и оснований. Титрование многоосновных кислот и оснований. Наиболее важные индикаторы и интервал перехода их окраски. Выбор индикатора в кислотно-основном титровании. Приготовление рабочих растворов кислот и оснований. Определение кислот, оснований и гидролизующих солей, смеси кислот и солей (примеры). Факторы, влияющие на величину скачка на кривой титрования.

Практическое применение метода нейтрализации: определение устранимой и постоянной жесткости воды. Погрешности титриметрического анализа.

Сущность редоксиметрии. Обзор основных методов окислительно-восстановительного титрования (редоксиметрии). Расчет молярной массы эквивалентов в редоксиметрии. Кривые титрования. Факторы, влияющие на скачок потенциала на кривой титрования. Титрование смеси окислителей и восстановителей. Методы обнаружения конечной точки титрования. Индикаторы редоксиметрии.

а) Иодометрия. Общая характеристика метода. Рабочие растворы в иодометрии система иод-иодид ионы.

б) Перманганатометрия. Общая характеристика метода. Приготовление рабочего раствора перманганата калия и его устойчивость.

в) Бихроматометрия. Общая характеристика метода. Рабочие растворы данного метода. Обнаружение конечной точки титрования.

г) Броматометрия. Общая характеристика метода. Титранты, стандартные растворы.

д) Цериметрия. Титранты, стандартные растворы. Возможности и преимущества метода.

Характеристика и теоретическое обоснование метода. Сходство и отличие осадительного титрования от гравиметрического метода анализа. Кривые титрования. Факторы, влияющие на ход кривой осадительного титрования. Аргентометрия и меркурометрия. Индикаторы, применяемые в данных методах. Расчеты в методах осаждения. Области применения.

Реакции комплексообразования, применяемые в комплексонометрии. Теоретические основы комплексонометрии. Факторы, влияющие на скачок pMe (устойчивость комплекса, концентрация ионов водорода, конкурирующие реакции, концентрация раствора) Применение аминокислотных кислот (ЭДТА, трилон Б и др.). Металлоиндикаторы.

### Критерии оценки коллоквиума для студентов очно-заочной формы обучения:

| Критерии оценивания ответа коллоквиума                                                                                                                                                                                                                                                                                              | Оценка                     |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------|
| Студент ответил на вопросы без ошибок и недочетов; допустил не более одного недочета                                                                                                                                                                                                                                                | 5<br>«отлично»             |
| Студент ответил на вопросы полностью, но допустил не более одной негрубой ошибки и одного недочета или не более двух недочетов;                                                                                                                                                                                                     | 4<br>«хорошо»              |
| Студент правильно ответил на вопросы не менее половины работы или допустил: не более двух грубых ошибок; или не более одной грубой и одной негрубой ошибки и одного недочета; или не более двух-трех негрубых ошибок; или одной негрубой ошибки и трех недочетов; или при отсутствии ошибок, но при наличии четырех-пяти недочетов; | 3<br>«удовлетворительно»   |
| Студент правильно ответил на менее половины вопросов                                                                                                                                                                                                                                                                                | 2<br>«неудовлетворительно» |

### Лабораторные работы по дисциплине «Аналитическая химия»

Студентам необходимо выполнить лабораторный практикум, чтобы приобрести навыки экспериментирования, исследовательский подход к изучению предмета, лучше усвоить теоретический материал.

Курс выполнения лабораторных работ начинается занятием по ознакомлению с техникой безопасности. Необходимое для выполнения задания оборудование выдает лаборант.

Текущий контроль на лабораторных работах проводится в виде устных опросов, по итогам лабораторных работ оформляется письменная работа (отчет). Оценивается ход лабораторных работ, достигнутые результаты, оформление согласно ГОСТ, своевременность срока сдачи.

#### Лабораторная работа №1.

##### Первая аналитическая группа катионов

(ионы калия, натрия, аммония и магния)

##### 1. Реакции ионов аммония ( $\text{NH}_4^+$ )

а) В пробирку помещают 3-5 капель раствора хлорида аммония и 4-5 капель 2 н. раствора едкого натра. Реакцию проводят в щелочной среде при  $\text{pH} > 9$ . отверстие пробирки накрывают влажной красной лакмусовой бумагой. Бумага не должна касаться внутренних стенок пробирки. Пробирку нагревают осторожно, чтобы брызги из пробирки не попадали на бумагу. Посинение лакмусовой бумаги указывает на присутствие  $\text{NH}_4^+$ .

б) В пробирку вносят 3-5 капель раствора хлорида аммония, 5-10 капель воды и 3-4 капли реактива Несслера. В присутствии  $\text{NH}_4^+$  и  $\text{NH}_3$  выпадает осадок красно-бурого цвета или появляется желтое или бурое окрашивание.

##### 2. Реакции ионов магния ( $\text{Mg}^{2+}$ )

а) К 2-3 каплям раствора соли магния приливают 3-4 капли 2 н. раствора  $\text{NaOH}$  или  $\text{KOH}$ . Выпадает аморфный осадок белого цвета, который при обработке соляной кислотой растворяется.

б) К 3-5 каплям раствора соли магния приливают 3-5 капель 2 н. раствора  $\text{NH}_4\text{OH}$ . Выпадает небольшое количество осадка.

в) К 2 – 3 каплям раствора соли магния приливают 3 – 5 капель 2 н. раствора  $\text{NH}_4\text{Cl}$  и 2 -3 капли раствора  $\text{NH}_4\text{OH}$ . Осадок не выпадает.

г) в пробирку помещают 3-5 капель раствора соли магния, 2-3 капли 2 н. раствора  $\text{NH}_4\text{Cl}$ , 2-3 капли 2 н. раствора  $\text{HCl}$  и 3-4 капли раствора  $\text{Na}_2\text{HPO}_4$ . Осадок не должен выпадать. Если же осадок образуется, то прибавляют по каплям 2 н. раствор  $\text{HCl}$  до растворения осадка. В прозрачный раствор вносят каплю фенолфталеина и добавляют по каплям 2 н. раствор аммиака, содержимое пробирки тщательно взбалтывают после добавления каждой капли. Затем вводят такое количество аммиака, чтобы добавилось исчезающее розовое окрашивание индикатора. В присутствии ионов магния выпадает кристаллический осадок. Из разбавленных раствора осадок выделяется медленно. Осаждение можно ускорить охлаждением раствора и трением стеклянной палочкой о стенки пробирки.

##### 3. Реакции ионов калия ( $\text{K}^+$ )

Окрашивание пламени. Ложечку для сжигания прокаливают в бесцветной зоне пламени спиртовки, затем помещают небольшое количество хлорида или нитрата калия и осторожно вводят ее в бесцветную зону пламени. При этом пламя окрашивается в бледно-фиолетовый цвет.

##### 4. Реакции ионов натрия ( $\text{Na}^+$ )

Окрашивание пламени. Ложечку для сжигания прокаливают в бесцветной зоне пламени спиртовки, затем помещают небольшое количество хлорида или нитрата натрия и осторожно вводят ее в бесцветную зону пламени. При этом пламя окрашивается в желтый цвет.

#### Лабораторная работа №2.

##### Вторая аналитическая группа катионов

(ионы бария и кальция)

1. К раствору хлорида бария приливают 3-5 капель раствора бихромата калия. Выпадает осадок; при добавлении 3-5 капель 2 н. раствора  $\text{CH}_3\text{COONa}$  количество осадка  $\text{BaCrO}_4$  увеличивается.

2. В одну пробирку наливают 3-5 капель раствора соли бария, в другую – такое же количество раствора соли кальция. В каждую пробирку вносят по 2-3 капли 2 н. раствора серной кислоты. В пробирке с  $\text{Ba}^{2+}$  образуется осадок белого цвета, а в пробирке с  $\text{Ca}^{2+}$  осадок или совсем не выпадает, или выпадает в небольшом количестве. Каждый из полученных осадков делят на 2 части, одну обрабатывают 2 н. раствором  $\text{HCl}$ , другую – 2 н. раствором  $\text{CH}_3\text{COOH}$ . Осадки не растворяются ни в соляной, ни в уксусной кислоте.

3. На предметное стекло помещают каплю исследуемого раствора соли бария или соли кальция и каплю 2 н. раствора серной кислоты. В присутствии  $\text{Ca}^{2+}$  кристаллы выпадают немедленно или через несколько минут (в зависимости от концентрации). Из разбавленных растворов кристаллы выпадают в виде длинных игл, большей частью образующих розетки; из концентрированных растворов – в виде пластинок, образующих ромбы, иногда двойных пластинок. Если кристаллы не выпадают, необходимо находящуюся на

стекле смесь упарить над плиткой до начала кристаллизации и затем рассмотреть кристаллы в микроскоп. Форму кристаллов зарисовать в тетради.

4. К 3-5 каплям растворов солей бария и кальция, находящимся в различных пробирках, добавляют по 5-8 капель насыщенного раствора  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ . В пробирке с солью кальция осадок не выпадает, а в пробирке с солью бария выпадает осадок сульфата бария.

#### Лабораторная работа №3.

##### Третья аналитическая группа катионов

(ионы цинка, марганца, алюминия, хрома, железа)

1. Общие реакции катионов третьей группы:

а) В отдельные пробирки помещают по 3-5 капель растворов солей алюминия, хрома, трех- и двухвалентного железа, марганца и цинка. В каждую пробирку прибавляют по 1-2 капли 2 н. раствора NaOH или KOH. Во всех пробирках выпадает осадок. Цвет каждого осадка отмечают в рабочей тетради.

б) В отдельные пробирки помещают по 3-5 капель растворов солей алюминия, хрома, трех- и двухвалентного железа, марганца и цинка. В каждую пробирку прибавляют по 1-2 капли 2 н. раствора аммиака. При действии небольшого количества аммиака все катионы третьей группы образуют осадки такого же цвета, что и при действии едкого натра.

К полученным осадкам добавляют избыток аммиака. Осадок цинка растворяется. Гидроксид хрома растворяется частично.

в) В отдельные пробирки помещают по 3-5 капель растворов солей алюминия, хрома, трех- и двухвалентного железа, марганца и цинка. В каждую пробирку прибавляют по 3-4 капли 2 н. раствора  $\text{NH}_4\text{Cl}$  и по 2-3 капли 2 н. раствора аммиака. Соли трехвалентных катионов образуют осадки гидроокисей, а в растворах двухвалентных металлов не образуются.

г) В отдельные пробирки помещают по 3-4 капли растворов солей алюминия, хрома, трех- и двухвалентного железа, марганца и цинка. В каждую пробирку прибавляют по 3-4 капли 2 н. раствора  $\text{Na}_2\text{HPO}_4$ . Во всех пробирках выпадают осадки. Цвет каждого осадка отмечают в рабочей тетради.

2. Реакции ионов железа ( $\text{Fe}^{2+}$  и  $\text{Fe}^{3+}$ )

а) К 2-3 каплям раствора хлорида железа (III) приливают 1-2 капли 2 н. раствора HCl и 1-2 капли раствора  $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ . В присутствии  $\text{Fe}^{3+}$  выпадает осадок темно-синего цвета.

б) В пробирку помещают 1-2 капли раствора хлорида железа (III), 1-2 капли 2 н. раствора HCl и 3-4 капли раствора роданида калия или аммония. В присутствии железа (III) появляется кроваво-красное окрашивание.

в) К 2-3 каплям раствора хлорида и сульфата железа (II) добавляют 2-3 капли 2 н. раствора HCl и 2-3 капли раствора  $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ . В присутствии  $\text{Fe}^{2+}$  тотчас же выпадает осадок темно-синего цвета.

3. Реакции ионов алюминия ( $\text{Al}^{3+}$ )

а) К нескольким каплям исследуемого раствора соли алюминия прибавляют 2 н. раствор едкого натра до сильно щелочной среды. Если выпадет осадок, его отбрасывают, а к жидкости без осадка добавляют 1-2 капли 0,2%-ного раствора ализарина. Жидкость окрашивается в фиолетовый цвет. В нее по каплям вводят 2 н. раствор уксусной кислоты до кислой среды (проба на индикаторную бумагу). В присутствии ионов алюминия, в зависимости от концентрации либо выпадет осадок красного цвета, либо раствор окрашивается в красный цвет.

б) На фильтровальную бумагу наносят каплю раствора  $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ , затем в центр влажного пятна наносят каплю раствора, содержащего ионы алюминия, прикасаясь к бумаге кончиком капилляра. Далее наносят каплю реагента ализарина красного S и обрабатывают пятно газообразным аммиаком, помещая бумагу над отверстием склянки с раствором аммиака. Образующееся фиолетовое пятно обрабатывают 1 М раствором уксусной кислоты. Фиолетовая окраска реагента переходит в желтую и можно наблюдать красную окраску алюминиевого лака.

#### Лабораторная работа №4.

##### Аналитические реакции анионов.

1. Реакция на иодид-ион ( $\text{I}^-$ ): к 2-3 каплям раствора иодида калия прибавляют 1-2 капли 2 н. раствора серной кислоты, 2-3 капли раствора крахмала и 1-2 капли раствора  $\text{KNO}_2$  или  $\text{NaNO}_2$ . В присутствии иодид-ионов раствор окрашивается в синий цвет.

2. Реакция на карбонат-ион ( $\text{CO}_3^{2-}$ ): к 4-6 каплям раствора карбоната бария (калия, натрия, магния) прибавляют 4-6 капель 2 н. раствора HCl. Наблюдаем выделение газа.

3. Реакция на сульфат-ион ( $\text{SO}_4^{2-}$ ): к 3-5 каплям раствора сульфата натрия или калия добавляют 1 мл 2 н. раствора  $\text{HNO}_3$  и 2-3 капли раствора хлорида бария. В присутствии сульфат-ионов образуется белый осадок, который при добавлении новой порции  $\text{HNO}_3$  не растворяется.

4. Реакция на сульфид-ион ( $\text{S}^{2-}$ ): к 1-2 каплям раствора, содержащего сульфид-ионы, добавляют 1-2 капли раствора нитрата серебра. Образуется черный осадок.

5. Реакция на силикат-ион ( $\text{SiO}_3^{2-}$ ): к 1-2 мл раствора силиката натрия или калия добавляют 1 каплю фенолфталеина (раствор розовеет) и по каплям 2 н. раствор серной или соляной кислоты. После

добавления каждой капли кислоты смесь тщательно взбалтывают. Кислоту добавляют до тех пор, пока не исчезнет окраска раствора. В присутствии силикат-ионов выпадает студенистый осадок кремневой кислоты.

6. Реакция на нитрат-ион ( $\text{NO}_3^-$ ): на предметное стекло помещают 2-3 капли раствора дифениламина в концентрированной серной кислоте. Сюда же осторожно приливают 1-2 капли раствора, содержащего нитрат-ионы. В присутствии нитрат-ионов смесь окрасится в интенсивный васильково-синий цвет.

7. Реакция на нитрит-ион ( $\text{NO}_2^-$ ).

А) Пробирку споласкивают раствором нитрита натрия или калия. Добавляют в нее 3-5 мл дистиллированной воды и по 2-3 капли реактива Грисса. В присутствии небольшого количества нитрит-ионов появится вишнево-красное окрашивание.

Б) К 2-3 каплям раствора перманганата калия прибавляют 2-3 капли 1М серной кислоты, несколько капель раствора, содержащего нитрит – ионы, и слегка подогревают. Раствор обесцвечивается.

#### Лабораторная работа № 5.

#### Определение кристаллизационной воды в кристаллогидрате хлорида бария

**Предварительная подготовка.** Для проведения работы необходимо подготовить бюкс диаметром не менее 3-4 см. Его тщательно моют и споласкивают дистиллированной водой. Снаружи вытирают чистым полотенцем. На шлифе твердым простым карандашом записывают свой условный номер или инициалы, ставят на определенное место в сушильный шкаф. Этого места следует придерживаться постоянно, т.к. это исключает возможность спутать свой бюкс с бюксами работающих рядом. Бюкс выдерживают при 115-125°C около 1 ч. в сушильном шкафу, при крышку бюкса кладут на ребро. По истечению указанного срока бюкс переносят щипцами в эксикатор, закрывают крышку бюкса и выдерживают в эксикаторе около 30 мин. После этого взвешивают бюкс на технохимических весах, а затем на аналитических. Результат взвешивания сразу записывают в лабораторный журнал. Затем вновь помещают бюкс в сушильный шкаф на 25-30 мин, не забывая поставить крышку на ребро. Затем вновь охлаждают бюкс в эксикаторе и взвешивают на аналитических весах, используя тот же равновес. Повторные высушивания ведут до тех пор, пока не доведут бюкс до постоянной массы. В этом случае результаты двух последних взвешиваний не должны различаться более чем на 0,0002 г. Записи в лабораторный журнал должны зафиксировать изменение массы пустого бюкса после каждого высушивания.

**Расчет навески.** Удаляемая или выделяемая составная часть при гравиметрических определениях имеет массу 0,01 – 0,1 г. В данном случае удаляемой составной частью является вода. Масса удаляемой воды может быть принята равной около 0,1 г. Один моль кристаллогидрата  $\text{BaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  выделяет 2 моль  $\text{H}_2\text{O}$ . найдем, сколько граммов кристаллогидрата выделяет 0,1 воды:

$$\begin{array}{ccc} \text{BaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O} & 2\text{H}_2\text{O} & \\ 244 & 36 & \\ x & 0,1 & \end{array} \quad x = \frac{244 \cdot 0,1}{36} = 0,7 \text{ г.}$$

Если в бюксе можно распределить тонким слоем большое количество соли, то размер навески можно увеличить до 1 г и даже несколько больше. Это будет способствовать большей точности определения.

**Взятие навески.** На технохимических весах тарируют, т.е. уравнивают, пустой бюкс и добавляют около 1 г, но не менее 0,7 г. Химически чистого кристаллогидрата хлорида бария. Затем бюкс с навеской взвешивают на аналитических весах. В лабораторном журнале записывают массу бюкса с навеской.

**Высушивание навески.** Высушивание навески проводят так же, как высушивание пустого бюкса с открытой крышкой. Первый раз бюкс с навеской выдерживают в сушильном шкафу около 2 ч. Затем охлаждают в эксикаторе, не забывая при этом закрывать крышку, и взвешивают, фиксируя массу бюкса в лабораторном журнале. Затем ставят бюкс с навеской в сушильный шкаф на 1 ч, охлаждают в эксикаторе, не забывая при этом закрывать крышку, и взвешивают, фиксируя массу бюкса в лабораторном журнале. Каждый раз несколько сокращая время высушивания, доводят бюкс с навеской до постоянной массы.

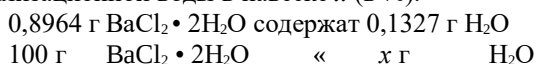
#### Образец записи работы в лабораторном журнале

Определение кристаллизационной воды в кристаллогидрате хлорида бария.

1. 9.00 – масса пустого бюкса после первого высушивания 21,8412 г.
2. 10.00 - масса пустого бюкса после второго высушивания 21,8403 г.
3. 10.45 - масса пустого бюкса после третьего высушивания 21,8401 г.
4. Окончательная масса пустого бюкса 21,8401 г.
5. 11.00- масса бюкса с навеской до высушивания 22,7365 г.
6. Масса навески 0,8964 г.
7. 13.30 – масса бюкса с навеской после первого высушивания 22,6082 г.
8. 15.00 - масса бюкса с навеской после второго высушивания 22,6039 г.
9. 16.00 - масса бюкса с навеской после третьего высушивания 22,6038 г.
10. Окончательная масса бюкса с навеской после высушивания 22,6038 г.

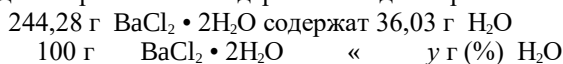
11. Масса кристаллизационной воды 0,1327 г. – это разница между массой бюкса с навеской до высушивания и массой бюкса с навеской после высушивания.

**Расчет результата анализа.** Из полученных данных можно рассчитать содержание кристаллизационной воды в навеске  $x$  (в %):



$$X = \frac{0,1327 \cdot 100}{0,8964} = 14,8 \text{ г.}$$

Находят теоретическое содержание воды в кристаллогидрате хлорида бария  $y$  (в %):



$$Y = \frac{36,03 \cdot 100}{244,38} = 14,75 \text{ г.}$$

где 244,38 г – молярная масса  $\text{BaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ; 36,03 г – молярная масса  $2\text{H}_2\text{O}$ .

Разность между найденным значением и теоретическим содержанием ( $x-y$ ) составляет абсолютную ошибку опыта:

$$14,8 - 14,75 = 0,05\%$$

Относительную ошибку  $\Delta x_{\text{отн}}$  (%) находим из пропорции:

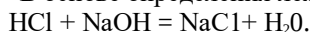
$$14,75 - 0,05$$

$$\begin{array}{rclcl} 100 & - & \Delta x_{\text{отн}} & \Delta x_{\text{отн}} & \frac{0,05 \cdot 100}{14,75} = 0,34 \%. \\ = & & & & \end{array}$$

Лабораторная работа №6.

### Определение содержания HCl в растворе.

В основе определения лежит реакция между HCl и NaOH:



#### 1. Приготовление рабочего титрованного раствора NaOH.

Приготовить титрованный раствор гидроксида натрия по точной навеске нельзя. Поэтому сначала готовят примерно 0,1 М раствор NaOH и раствор установочного вещества (щавелевая кислота  $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ). Титруют раствор щавелевой кислоты раствором гидроксида натрия, и рассчитывают его концентрацию.

**2. Приготовление 500 мл приблизительно 0,1 М раствора NaOH.** Приготовление растворов из твердого реактива связано с некоторыми затруднениями. Поверхность его всегда покрыта слоем карбоната натрия  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ , присутствие которого в растворе искажает результаты титрования. Кроме того, поглощая влагу и диоксид углерода, гидроксид натрия изменяет свою массу на воздухе. Наконец, из приготовленного раствора приходится осажать ион  $\text{CO}_3^{2-}$  действием хлорида бария  $\text{BaCl}_2$ . Поэтому целесообразнее готовить приблизительно 0,1 М раствор NaOH из более концентрированного раствора, заранее подготовленного к этой работе.

Допустим, что имеется раствор NaOH, плотность которого  $\rho$  измерена ареометром,  $\rho = 1,390 \text{ г/см}^3$ . Массовая доля NaOH в этом растворе составляет 36%.

Рассчитаем, сколько нужно взять чистого гидроксида натрия ( $m_{\text{NaOH}}$ ) для приготовления 500 мл приблизительно 0,1 М раствора:

$$m_{\text{NaOH}} = C_{\text{NaOH}} V M_{\text{NaOH}} = 0,1 \cdot 0,5 \cdot 40 = 2,0 \text{ г.}$$

Так как  $c_{\% \text{NaOH}} = 36\%$ ,

в 100 г раствора содержится 36 г NaOH

в  $x$  г раствора содержится  $x \text{ г NaOH}$

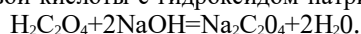
$$x = \frac{2 \cdot 100}{36} = 5,56 \text{ г}$$

Значит, чтобы приготовить 500 мл приблизительно 0,1 М раствора NaOH, надо взять 5,56 г раствора с массовой долей NaOH 36%. Чтобы не взвешивать раствор, лучше пересчитать массу на объем, используя значение плотности:

$$V = \frac{x}{\rho} = \frac{5,56}{1,39} \approx 4,0 \text{ мл}$$

Этот объем раствора NaOH отмеривают мерным цилиндром (или градуированной пробиркой), разбавляют водой до 500 мл и тщательно перемешивают. Раствор хранят в бутылке с закрытой пробкой, в которую вставлена специальная поглотительная трубка с натронной известью, препятствующей проникновению диоксида углерода в бутылку с раствором NaOH.

**2. Приготовление стандартного раствора щавелевой кислоты  $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ .** Взаимодействие щавелевой кислоты с гидроксидом натрия происходит по уравнению



Эквивалент  $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  составляет  $\frac{1}{2} \text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ .



Массу навески щавелевой кислоты для приготовления 200 мл 0,1 н. раствора рассчитывают по формуле:

$$m(H_2C_2O_4 \cdot 2H_2O) = c(1/2H_2C_2O_4 \cdot 2H_2O) \cdot V_k \cdot M(1/2H_2C_2O_4 \cdot 2H_2O),$$

$$m(H_2C_2O_4 \cdot 2H_2O) = 0,1 \cdot 0,2 \cdot 63,04 = 1,26 \text{ г}$$

Взвешивают на технических весах бюкс (или часовое стекло), затем в этом бюксе взвешивают на технических весах навеску перекристаллизованной щавелевой кислоты (1,2-1,5 г). Точно взвешивают бюкс с навеской на аналитических весах. Осторожно пересыпают щавелевую кислоту через сухую воронку в тщательно вымытую мерную колбу. Бюкс с оставшимися в нем крупинками щавелевой кислоты снова взвешивают на аналитических весах и по разности находят массу щавелевой кислоты в колбе. Струей дистиллированной воды из промывалки смывают щавелевую кислоту из воронки в колбу. Использовать для растворения щавелевой кислоты можно только свежекипяченую дистиллированную воду, не содержащую  $CO_2$ , так как присутствие последнего искажает результаты титрования с фенолфталеином.

Дистиллированную воду добавляют в колбу так, чтобы она была заполнена примерно на  $\frac{2}{3}$  объема, вынимают воронку и перемешивают содержимое колбы плавными круговыми движениями до полного растворения щавелевой кислоты. После этого раствор в колбе доливают до метки дистиллированной водой. Приготовленный раствор тщательно перемешивают, несколько раз переворачивая и встряхивая колбу, предварительно закрыв ее пробкой.

Рассчитывают титр и молярную концентрацию эквивалента полученного раствора:

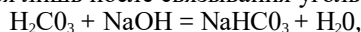
$$T(H_2C_2O_4 \cdot 2H_2O) = \frac{m(H_2C_2O_4 \cdot 2H_2O)}{V_k}$$

$$c(1/2H_2C_2O_4 \cdot 2H_2O) = \frac{T(H_2C_2O_4 \cdot 2H_2O) \cdot 1000}{M(1/2H_2C_2O_4 \cdot 2H_2O)}$$

#### 4. Установка концентрации раствора NaOH по щавелевой кислоте.

Раствор гидроксида натрия наливают в бюретку, предварительно тщательно вымытую и ополоснутую раствором NaOH. Отбирают пипеткой вместимостью 20,00 мл раствор щавелевой кислоты (пипетку предварительно необходимо вымыть и ополоснуть этим раствором), переносят в коническую колбу вместимостью 200 мл, добавляют 4—5 капель фенолфталеина и титруют раствором NaOH до появления бледно-малиновой окраски, не исчезающей при взбалтывании в течение 30 с.

Точное титрование в присутствии фенолфталеина возможно только в растворе, не содержащем  $CO_2$ , иначе малиновая окраска появится лишь после связывания угольной кислоты:



и на титрование будет израсходован завышенный объем гидроксида натрия. Поэтому для приготовления щавелевой кислоты берут предварительно прокипяченную дистиллированную воду.

Титрование проводят не менее трех раз, чтобы разница между параллельными титрованиями не превышала 0,1 мл, и находят среднее значение объема титранта.

Концентрацию раствора NaOH рассчитывают по формуле:

$$c(NaOH) = \frac{c(1/2H_2C_2O_4 \cdot 2H_2O) \cdot V(1/2H_2C_2O_4 \cdot 2H_2O)}{V(NaOH)}$$

где  $V(1/2H_2C_2O_4 \cdot 2H_2O)$  — вместимость пипетки, мл;  $V_{NaOH}$  — объем раствора NaOH,

израсходованного на титрование, мл.

Титрование исследуемого раствора HCl раствором NaOH.

Полученный в мерной колбе раствор (с неизвестным содержанием HCl) доводят до метки дистиллированной водой, тщательно перемешивают. Отбирают пипеткой 20,00 мл этого раствора, переносят в коническую колбу и титруют с фенолфталеином до появления бледно-малиновой окраски, не исчезающей в течение 30 с.

Проводят не менее трех титрований, различающихся не более чем на 0,1 мл, и берут среднее значение. Рассчитывают концентрацию HCl по формуле

$$c(HCl) = \frac{c(NaOH) \cdot V(NaOH)}{V(HCl)}$$

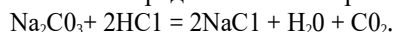
где  $V_{HCl}$  — вместимость пипетки, мл;  $V_{NaOH}$  — объем раствора NaOH, израсходованного на титрование, мл.

Содержание HCl рассчитывают по формуле:

$$m(HCl) = \frac{c(HCl) \cdot M(HCl) \cdot V_k}{1000}$$

Лабораторная работа №7.  
**Определение содержания  $Na_2CO_3$  в растворе**

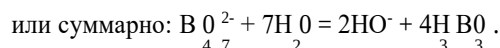
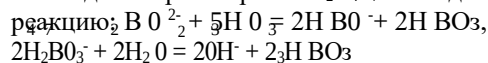
В основе определения лежит реакция



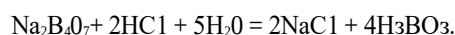
Эквивалент  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  в этой реакции равен  $\frac{1}{2} \text{Na}_2\text{CO}_3$ .

**Приготовление рабочего титрованного раствора HCl.** Раствор HCl точной концентрации нельзя приготовить непосредственным разбавлением концентрированной хлороводородной кислоты. Поэтому сначала готовят приблизительно 0,1 М раствор кислоты и затем устанавливают его точную концентрацию по тетраборату натрия или другому веществу (например, по безводному карбонату натрия  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ). Наиболее удобен тетраборат натрия, так как путем перекристаллизации при 60 °С и высушивания на воздухе эту соль легко получить химически чистой, точно соответствующей формуле  $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ . Тетраборат натрия удовлетворяет и другим требованиям, предъявляемым к установочным веществам. Это вещество устойчиво в широких пределах влажности воздуха, имеет достаточно большую молярную массу эквивалента (190,7 г/моль).

Водные растворы  $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7$  вследствие гидролиза имеют щелочную



Поэтому водные растворы тетрабората натрия можно титровать кислотами. Суммарно титрование тетрабората хлороводородной кислотой можно представить уравнением



В результате реакции накапливается слабая ортоборная кислота. Следовательно, рН раствора в точке эквивалентности будет несколько меньше 7, и для титрования следует взять в качестве индикатора метиловый оранжевый (или метиловый красный).

**Приготовление 500 мл приблизительно 0,1 М раствора HCl.** Допустим, что имеется раствор HCl, плотность которого  $\rho$  измерена ареометром,  $\rho = 1,179 \text{ г/см}^3$ . Массовая доля HCl в этом растворе 36%. Рассчитаем, сколько нужно взять чистой HCl ( $m_{\text{HCl}}$ ) для приготовления 500 мл приблизительно 0,1 М раствора:

$$m_{\text{HCl}} = C_{\text{HCl}} \cdot V \cdot M_{\text{HCl}} = 0,1 \cdot 0,5 \cdot 36,5 = 1,825 \text{ г.}$$

Так как  $c_{\% \text{HCl}} = 36\%$ , в 100 г раствора содержится 36 г HCl в х г раствора содержится 1,825 г HCl

$$X = \frac{1,825 \cdot 100}{36} = 5,07 \text{ г.}$$

Значит, для приготовления 500 мл приблизительно 0,1 М раствора HCl надо взять 5,07 г раствора с массовой долей HCl 36%. Чтобы не взвешивать раствор, лучше пересчитать массу на объем, используя значение плотности  $\rho$ :

$$V = \frac{X}{\rho} = \frac{5,07}{1,179} = 4,3 \text{ мл}$$

Этот объем концентрированной кислоты отмеривают мерным цилиндром (или градуированной пробиркой), разбавляют водой до 500 мл и тщательно перемешивают.

**Приготовление стандартного раствора тетрабората натрия.** Согласно уравнению реакции эквивалент тетрабората натрия составляет  $\frac{1}{2} \text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ .

Массу навески тетрабората натрия для приготовления 200 мл 0,1 н. раствора рассчитывают по формуле

$$m_{\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}} = C_{1/2} \text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O} \cdot V_{\text{к}} \cdot M_{1/2} \text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$$

$$M_{1/2} \text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O} = \frac{1}{2} M_{\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}} = \frac{1}{2} 381,4 = 190,7 \text{ г/моль,}$$

$$m_{\frac{1}{2} \text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}} = 0,1 \cdot 0,2 \cdot 190,7 = 3,814 \text{ г.}$$

Взвешивают на технических весах бюкс (или часовое стекло), затем в этом бюксе на технических весах взвешивают навеску тетрабората натрия (3,5—4,0 г). Точно взвешивают бюкс с навеской на аналитических весах, затем осторожно пересыпают тетраборат натрия через сухую воронку в тщательно вымытую мерную колбу. Бюкс с оставшимися в нем крупинками тетрабората натрия снова точно взвешивают и по разности находят массу тетрабората натрия в колбе. Струей горячей дистиллированной воды из промывалки (в холодной воде тетраборат натрия растворяется плохо) смывают тетраборат натрия из воронки в колбу. Добавляют еще столько горячей воды в колбу, чтобы она была заполнена на  $\frac{2}{3}$  объема, вынимают воронку, ополаскивают (в ту же колбу) нижний ее конец с помощью промывалки. Вращательными движениями перемешивают содержимое колбы до полного растворения. Раствор охлаждают, доливают до метки дистиллированную воду и закрывают пробкой. Несколько раз перемешивают, опрокидывая колбу пробкой вниз.

Рассчитывают титр и молярную концентрацию эквивалента полученного раствора:

$$T_{Na_2 B_4 O_7 \cdot 10 H_2 O} = \frac{m(Na_2 B_4 O_7 \cdot 10 H_2 O)}{V_k}$$

$$C_{Na_2 B_4 O_7 \cdot 10 H_2 O} = \frac{T(Na_2 B_4 O_7 \cdot 10 H_2 O)}{M(1/2 Na_2 B_4 O_7 \cdot 10 H_2 O)}$$

**Установка концентрации раствора НС1 по тетраборату натрия.** Бюретку тщательно моют и ополаскивают небольшим количеством приготовленного раствора НС1, чтобы удалить из нее остаток воды. Бюретку наполняют почти доверху раствором НС1, удаляют пузырек воздуха и заполняют раствором капилляр.

В чистую коническую колбу вместимостью 200 мл переносят пипеткой 20,00—25,00 мл раствора тетрабората натрия (пипетка должна быть предварительно вымыта и ополоснута этим раствором), добавляют 1—2 капли метилового оранжевого. В другой такой же колбе готовят «свидетель». Для этого мерным цилиндром отмеривают 40 мл дистиллированной воды, добавляют 1—2 капли метилового оранжевого и 1 каплю кислоты из бюретки так, чтобы появилось слабо-розовое окрашивание раствора. После этого устанавливают уровень раствора НС1 в бюретке на нуле.

Колбу с раствором тетрабората натрия ставят под бюретку на лист белой бумаги и приступают к титрованию, медленно приливая из бюретки раствор НС1 и непрерывно перемешивая жидкость плавным круговым движением колбы. Нужно уловить момент, когда от одной капли НС1 первоначально желтый раствор приобретает чуть розоватый оттенок — такой, как у приготовленного «свидетеля». Добившись перемены окраски от одной капли титранта, берут отсчет по бюретке и записывают его. Если нижний край мениска не совпадает с делением бюретки, на глаз отсчитывают число сотых долей миллилитра.

Титрование проводят не менее трех раз, добиваясь, чтобы разница между параллельными титрованиями была не более 0,1 мл, и находят среднее значение объема титранта. Концентрацию раствора НС1 рассчитывают по формуле

$$C_{HCl} = \frac{c(1/2 Na_2 B_4 O_7 \cdot 10 H_2 O) \cdot V(Na_2 B_4 O_7 \cdot 10 H_2 O)}{V(HCl)}$$

где  $V$  — вместимость пипетки, мл;  $V_{HCl}$  — объем раствора НС1, израсходованного на титрование, мл

**Титрование исследуемого раствора карбоната натрия раствором НС1.** Полученный в мерной колбе раствор (с неизвестным содержанием  $Na_2CO_3$ ) доводят до метки дистиллированной водой, тщательно перемешивают. Отбирают пипеткой 20,00 мл, переносят в коническую колбу и титруют с метиловым оранжевым как при установке концентрации НС1.

Рассчитывают концентрацию раствора  $Na_2CO_3$  по формуле:

$$C = \frac{c(HCl) \cdot V(HCl)}{V(Na_2 CO_3)}$$

где  $V(Na_2CO_3)$  — вместимость пипетки, мл;  $V_{HCl}$  — объем раствора НС1, израсходованного на титрование, мл.

Содержание  $Na_2CO_3$  рассчитывают по формуле

$$m(Na_2CO_3) = \frac{c(1/2 Na_2CO_3) \cdot M(1/2 Na_2CO_3) \cdot V_k}{1000}$$

где  $V_k$  — вместимость мерной колбы, мл;  $M(1/2 Na_2CO_3)$  — молярная масса эквивалента  $Na_2CO_3$ , г/моль.

$$M(1/2 Na_2CO_3) = 1/2 M(Na_2CO_3) = 1/2 \cdot 106 = 53 \text{ г/моль.}$$

Лабораторная работа № 8.

### Определение общей жесткости воды

Жесткость воды выражается в ммоль/эквивалентов ионов магния и кальция в 1 л воды.

В основе метода определения лежит реакция взаимодействия ЭДТА с солями магния и кальция:



#### 1. Приготовление рабочего титрованного раствора ЭДТА.

Приготовить титрованный раствор ЭДТА по точной навеске нельзя. Готовят раствор концентрации 0,1 н. и устанавливают его точную концентрацию по установочному веществу  $MgSO_4 \cdot 7H_2O$  (или соли кальция).

В соответствии с выше приведенной реакцией

$$f_{экв}(ЭДТА) = 1/2 \quad f_{экв}(MgSO_4 \cdot 7H_2O) = 1/2$$

Навеску ЭДТА для приготовления 500 мл 0,1 н. раствора рассчитывают по формуле:

$$m(\text{ЭДТА}) = c(1/2\text{ЭДТА}) \cdot V \cdot M(1/2\text{ЭДТА})$$

где V-объем раствора, мл

$$m(\text{ЭДТА}) = 0,1 \cdot 0,5 \cdot 186,1 = 9,3 \text{ г}$$

Взвешивают навеску ЭДТА 9,3 г на технических весах, переносят в склянку для рабочего раствора, растворяют в воде, доливают воду до объема 1 л и перемешивают. Концентрацию полученного раствора проверяют по стандартному титрованному раствору установочного вещества  $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ .

Навеску сульфата магния для приготовления 200 мл 0,1 н. раствора рассчитывают по формуле

$$m(\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}) = 0,1 \cdot 0,2 \cdot 123,15 = 2,45 \text{ г}$$

Навеску взвешивают в бюксе на аналитических весах, переносят в мерную колбу вместимостью 200 мл, растворяя в холодной дистиллированной воде. Раствор доводят до метки дистиллированной водой и перемешивают. Рассчитывают титр и молярную концентрацию эквивалента полученного раствора.

Устанавливают концентрацию раствора ЭДТА по титрованному стандартному раствору сульфата магния. Для этого раствор ЭДТА наливают в бюретку. В колбу для титрования пипеткой переносят 20,00—25,00 мл раствора сульфата магния, добавляют 5 мл аммонийной буферной смеси ( $\text{NH}_4\text{OH} + \text{NH}_4\text{Cl}$ ) с  $\text{pH} = 8$ —11. Прибавляют 7—8 капель раствора индикатора (эриохрома черного Т). Образуется комплекс металла с индикатором, раствор окрашивается в красный цвет, его титруют рабочим раствором ЭДТА до перехода красной окраски в синюю (без красноватого оттенка) от одной избыточной капли титранта. Титрование проводят не менее трех раз и находят среднее значение объема титранта из сходящихся отсчетов.

Концентрацию раствора ЭДТА рассчитывают по формуле:

$$c(1/2\text{ЭДТА}) = \frac{c(1/2\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}) \cdot V(\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O})}{V(\text{ЭДТА})}$$

где V-вместимость пипетки, мл; V(ЭДТА)-объем раствора ЭДТА, израсходованного на титрование, мл.

**2. Титрование исследуемого раствора ( $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ ).** Полученный в мерной колбе исследуемый раствор доводят до метки дистиллированной водой, тщательно перемешивают. Переносят пипеткой 20,00—25,00 мл полученного раствора в коническую колбу, прибавляют аммонийную буферную смесь, эриохром черный Т и титруют раствором ЭДТА до появления синей окраски. Проводят не менее трех титрований, результаты которых различаются не более, чем на 0,1 мл, берут среднее значение.

По результатам титрования рассчитывают жесткость воды Ж, которая выражается числом ммоль-эквивалентов ионов  $\text{Ca}^{2+}$  и  $\text{Mg}^{2+}$  на 1 л воды:

$$J(\text{H}_2\text{O}) = \frac{c(1/2\text{ЭДТА}) \cdot V(\text{ЭДТА}) \cdot 1000}{V(\text{H}_2\text{O})}$$

где V(ЭДТА) — объем раствора ЭДТА, израсходованного на титрование, мл; V (воды)—объем воды, взятой для титрования (вместимость пипетки), мл.

Методом комплексонометрии можно определить не только общее содержание  $\text{Ca}^{2+}$  и  $\text{Mg}^{2+}$  в растворе, но и содержание каждого из этих элементов. Для этого сначала титруют одну порцию раствора так, как описано выше, затем в другой порции раствора титруют только  $\text{Ca}^{2+}$ , применяя в качестве индикатора мурексид — аммонийную соль пурпурной кислоты. Мурексид при  $\text{pH} > 9$  окрашен в сине-фиолетовый цвет, при  $\text{pH} < 9$  — в красно-фиолетовый. Цвет комплексов мурексида с металлами — красный или желтый, поэтому с мурексидом титруют в щелочной среде.

Для определения  $\text{Ca}^{2+}$  к 25,00 мл исследуемого раствора добавляют 6—8 мл 2 н. раствора NaOH, сухую смесь мурексида с хлоридом натрия (раствор должен иметь розовый цвет) и титруют раствором ЭДТА до перехода окраски в фиолетово-сиреневую. Ионы  $\text{Mg}^{2+}$  при этом осаждаются в виде  $\text{Mg}(\text{OH})_2$  и не реагирует с ЭДТА.

Зная объем раствора ЭДТА, израсходованного на титрование  $\text{Ca}^{2+}$  и  $\text{Mg}^{2+}$  с эриохромом черным Т, и объем титранта, израсходованного на титрование  $\text{Ca}^{2+}$ , находят объем раствора ЭДТА, который расходуется на титрование  $\text{Mg}^{2+}$ .

#### Критерии оценки для студентов очно-заочной формы обучения:

| Критерии оценивания отчета                                                                                                                                 | Критерии оценивания     |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|
| Студент предоставил письменный отчет по лабораторной работе и ответил на все вопросы преподавателя по теме                                                 | 5 «Отлично»             |
| Студент предоставил письменный отчет по лабораторной работе и ответил на все вопросы преподавателя по теме, допуская при этом некоторые ошибки и недочеты  | 4 «Хорошо»              |
| Студент предоставил письменный отчет по лабораторной работе и ответил на все вопросы преподавателя по теме, допуская при этом 1-2 грубые ошибки и недочеты | 3 «Удовлетворительно»   |
| Студент не предоставил письменный отчет по лабораторной работе и ответил на все                                                                            | 2 «Неудовлетворительно» |

## Задания для контрольной работы для студентов очно-заочной формы

### Описание контрольной работы:

Контрольная работа является формой контроля студентов при изучении курса дисциплины. Решения задач и ответы на теоретические вопросы должны быть коротко и четко обоснованы. При решении задач нужно приводить весь ход решения и математические преобразования, избирая простейший путь решения. Контрольная работа должна быть аккуратно оформлена. Для замечаний преподавателя надо оставлять достаточно широкие поля, писать четко и ясно. Номера и условия задач следует переписывать в том порядке, в каком они указаны в задании. В конце работы следует привести список использованной литературы с указанием года издания. Работа должна быть датирована и подписана студентом. Контрольная работа, выполненная не по своему варианту, преподавателем не рецензируется и не зачитывается. Если контрольная работа не зачтена, ее нужно выполнить повторно с учетом указаний преподавателя и выслать на проверку вместе с незачтенной работой. Исправления следует выполнять в конце тетради, а не в рецензируемом тексте. Контрольная работа включает 8 заданий, должна быть выполнена в отдельной тетради (12-18 стр.).

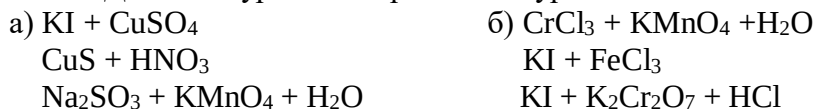
### Пример варианта контрольной работы:

1. а) Методы химического анализа и их классификация по аналитическому сигналу реакции; б) Методы химического анализа и их классификация по цели анализа.
2. а) Предложить рациональную схему анализа анионов:  $S^{2-}$ ,  $SO_4^{2-}$ ,  $S_2O_3^{2-}$  при совместном присутствии. Указать аналитические сигналы реакций обнаружения. б) Состав группы и принципы, положенные в основу классификации катионов и анионов на аналитические группы. Общие аналитические признаки VI группы катионов, действие группового реагента.
3. Кислотно – основная классификация. Характеристика. Достоинства и недостатки. Задача. а) Рассчитать pH раствора NaOH с массовой долей 5% ( $\rho = 1 \text{ г/см}^3$ ). б) Рассчитать pH 0,02 моль/дм<sup>3</sup> раствора муравьиной кислоты HCOOH.
4. Понятие амфотерности с точки зрения теории электролитической диссоциации кислот и оснований. Использование амфотерности в качественном анализе. Примеры. Задача. а) Рассчитать pH 0,1 моль/дм<sup>3</sup> раствора нитрата натрия. б) Рассчитать pH буферной смеси, содержащей 0,01 моль аммиака и 0,1 моль хлорида аммония в 1 дм<sup>3</sup> раствора.
5. Перевод одного малорастворимого электролита в другой малорастворимый электролит на примере III группы катионов. Задача. Вычислить ПР свежеприготовленного гидроксида магния, если в 500 см<sup>3</sup> его насыщенного раствора содержится  $1,55 \cdot 10^{-2} \text{ г}$  этого соединения. б) Влияние посторонних электролитов на растворимость малорастворимого сильного электролита. Задача. Рассчитать массу сульфата бария в 500 см<sup>3</sup> насыщенного раствора (ПР BaSO<sub>4</sub>= $1,1 \cdot 10^{-10}$ ).
6. Константы химического равновесия окислительно – восстановительных реакций, их математическое выражение, значение. Задача. Вычислить Kр и определить направление протекания взаимодействия: а) солей железа (II) с перманганатом калия в кислой среде, если  $C \text{ KMnO}_4 = 0,1 \text{ моль/дм}^3$ ,  $C \text{ Mn}^{2+} = 0,01 \text{ моль/дм}^3$ ,  $C \text{ Fe}^{2+} = C \text{ Fe}^{3+} = 0,05 \text{ моль/дм}^3$ , pH = 1. б) Соли олова (II) с сульфатом церия (IV) в кислой среде,  $C_{\text{ок}} = C_{\text{восст}} = 0,01 \text{ моль/дм}^3$ ; pH=0,1.
7. а) Как используется комплексообразование для маскирования мешающих ионов, для растворения трудно растворимых электролитов? Рассмотреть на примере обнаружения ионов кобальта (II) при действии тиоцианата аммония в присутствии ионов



железа (III). Задача. Рассчитать равновесную концентрацию ионов висмута и степень диссоциации комплексного иона в 0,1 моль/дм<sup>3</sup> растворе тетраиодовисмута (III) калия. б) Применение реакций комплексообразования в анализе катионов IV группы для растворения трудно растворимых электролитов, их разделения и обнаружения ионов. Написать уравнения реакций, указать аналитический сигнал, назвать комплексные соединения. Задача. Рассчитать, во сколько раз изменится равновесная концентрация ионов цинка в 0,2 моль/дм<sup>3</sup> растворе тетрагидроксоцинката (II) натрия, если pH раствора изменится с 10 до 12.

8. Дописать уравнения реакций и уравнивать ионно – электронным методом:



### **Критерии оценивания контрольной работы для студентов очно-заочной формы обучения**

- «зачтено» - выставляется студенту, если контрольная работа содержит незначительные ошибки, опiski; неправильное оформление титульного листа, списка используемой литературы;

- «незачтено» - выставляется студенту, если контрольная работа содержит неправильные, неточные и неконкретные ответы на поставленные вопросы; несамостоятельный характер выполнения домашней контрольной работы; описательный характер ответа на сравнительно-аналитические вопросы, отсутствие необходимых объяснений и ответов; фактические ошибки, допущенные при ответе на вопросы; неправильное, небрежное оформление работы, наличие значительного количества грамматических ошибок.

## **5. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины**

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

#### **Основная литература:**

1. Хახанина, Т. И. Аналитическая химия: учеб. пособие для бакалавров / Т. И. Хახанина, Н. Г. Никитина. - 3-е изд., испр. и доп. - М. : Юрайт, 2014. - 278 с. - (Бакалавр. Базовый курс). - ISBN 978-5-9916-2035-2 ((в пер.)). - ISBN 978-5-9692-1366-1.2.
2. Основы аналитической химии. Практическое руководство. Учебное пособие. / под ред. Ю.А. Золотова. – М.: Высшая школа, 2003. – 463 с.

#### **Дополнительная литература:**

3. Аналитическая химия: учебное пособие / А.И. Апарнев, Г.К. Лупенко, Т.П. Александрова, А.А. Казакова. - Новосибирск : НГТУ, 2011. - 104 с. - ISBN 978-5-7782-1702-7; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=228946>
4. Решение задач по аналитической химии : учебное пособие / Г.Н. Шрайбман, П.Д. Халфина, О.Н. Булгакова, Н.В. Иванова ; под ред. Г.Н. Шрайбман ; Министерство образования и науки РФ, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Кемеровский государственный университет». - 3-е изд., перераб и доп. - Кемерово : Кемеровский государственный университет, 2015. - 208 с. : табл. - ISBN 978-5-8353-1821-6 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=437487>
5. Основы аналитической химии. Химические методы анализа: учебное пособие / И.Н. Мовчан, Р.Г. Романова, Т.С. Горбунова, И.И. Евгеньева ; Министерство образования и науки России, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение

высшего профессионального образования «Казанский национальный исследовательский технологический университет». - Казань: КНИТУ, 2012. - 195 с.: ил., табл., схем. - Библиогр. в кн. - ISBN 978-5-7882-1216-6; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=259000>

## 5.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» и программного обеспечения, необходимых для освоения дисциплины

- ЭБС «Университетская библиотека онлайн»;
- ЭБС издательства «Лань»;
- ЭБС «Электронный читальный зал»;
- [www.xumuk.ru](http://www.xumuk.ru)
- [www.chem.msu.ru](http://www.chem.msu.ru)
- [www.himhelp.ru](http://www.himhelp.ru)

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

| Наименование специализированных аудиторий, кабинетов, лабораторий | Вид занятий          | Наименование оборудования, программного обеспечения                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|-------------------------------------------------------------------|----------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1                                                                 | 2                    | 3                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| Аудитория 206                                                     | Лекции               | Демонстрационное оборудование: доска, проектор – 1 шт., переносной экран – 1 шт. Специализированная мебель: столы, стулья (26 посадочных мест).                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| Лаборатория общей химии                                           | Лабораторные занятия | Демонстрационное доска, проектор – 1 шт., переносной экран – 1 шт. Специализированная мебель: столы, стулья (26 посадочных мест).<br>Приборы и оборудование: установка титровальная – 3 шт., рН метр – 1 шт., центрифуга – 1 шт., весы аналитические – 1 шт., весы электронные – 1 шт., набор ареометров – 1 шт., электроплитка – 1 шт., термометры – 5 шт., лабораторная посуда, хим. реактивы.<br>Учебно-наглядные пособия |

МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
ФГБОУ ВО «УФИМСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ НАУКИ И ТЕХНОЛОГИЙ»  
СИБАЙСКИЙ ИНСТИТУТ (ФИЛИАЛ) УУН<sub>ИТ</sub>  
ЕСТЕСТВЕННО-МАТЕМАТИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ

### СОДЕРЖАНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

дисциплины АНАЛИТИЧЕСКАЯ ХИМИЯ на **3** семестр  
(наименование дисциплины)

#### ОЧНО-ЗАОЧНАЯ

форма обучения

| Вид работы                                                                                                                                    | Объем дисциплины |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|
| Общая трудоемкость дисциплины (ЗЕТ / часов)                                                                                                   | 2/72             |
| Учебных часов на контактную работу с преподавателем:                                                                                          | 34,2             |
| лекций                                                                                                                                        | 16               |
| практических/ семинарских                                                                                                                     | -                |
| лабораторных                                                                                                                                  | 18               |
| других (групповая, индивидуальная консультация и иные виды учебной деятельности, предусматривающие работу обучающихся с преподавателем) (ФКР) | 0,2              |
| из них, предусмотренные на выполнение курсовой работы/курсового проекта                                                                       | -                |
| Учебных часов на самостоятельную работу обучающихся (СР)                                                                                      | 37,8             |
| из них, предусмотренные на выполнение курсовой работы/курсового проекта                                                                       | -                |
| Учебных часов на подготовку к экзамену/зачету/дифференцированному зачету (Контроль)                                                           | -                |

Форма(ы) контроля:  
зачет - 3 семестр

| №<br>п/п | Тема и содержание                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | Форма изучения материалов: лекции,<br>практические занятия, семинарские занятия,<br>лабораторные работы, самостоятельная работа и<br>трудоемкость (в часах) |    |    |    | Основная и дополнительная<br>литература, рекомендуемая<br>студентам<br>(номера из списка) | Задания по самостоятельной<br>работе студентов                    | Форма текущего контроля<br>успеваемости (коллоквиумы,<br>контрольные работы,<br>компьютерные тесты и т.п.) |
|----------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|----|----|-------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | ЛК                                                                                                                                                          | ПР | ЛР | СР |                                                                                           |                                                                   |                                                                                                            |
| 1        | 2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 3                                                                                                                                                           | 4  | 5  | 6  | 7                                                                                         | 8                                                                 | 9                                                                                                          |
| 1.       | <b>Введение в современную аналитическую химию</b><br>Аналитическая химия как наука. Предмет и задачи, основные этапы развития АХ. Структура современной АХ: качественный и количественный анализ. Методы АХ: физические, химические, физико-химические, биологические. Классификация методов по видам анализа: элементный, вещественный, фазовый, молекулярный, структурно-групповой, изотопный. Классификация методов по количеству анализируемого вещества: макро-, полумикро-, ультромикро-, субмикрoанализ. Выбор метода анализа объекта в зависимости его состава и задачи анализа. Связь аналитической химии с другими естественными дисциплинами. | 2                                                                                                                                                           | -  | -  | 3  | 1-5                                                                                       | вопросы для аудиторной работы                                     | тестовые задания                                                                                           |
| 2.       | <b>Теоретические основы аналитической химии</b><br>Термодинамика и кинетика химических реакций и процессов. Кислотно-основное равновесие. Комплексообразование. Органические реагенты в химическом анализе. Окислительно - восстановительные реакции.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | 4                                                                                                                                                           | -  | 2  | 10 | 1-5                                                                                       | решение расчетных задач                                           | тестовые задания, проверочные работы                                                                       |
| 3.       | <b>Метрологические основы аналитической химии</b><br>Основные этапы химического анализа. Метод и методика. Аналитический сигнал: полезный аналитический сигнал, аналитический сигнал фона. Основные понятия химической метрологии: воспроизводимость и правильность. Классификация погрешностей анализа: абсолютная и относительная, систематическая и случайная, промахи. Способы оценки правильности: метод добавок, сравнение результатов анализа, проведенных двумя независимыми методами, применение стандартных образцов. Отбор проб. Методы выделения, разделения и концентрирования                                                              | 2                                                                                                                                                           | -  | -  | 2  | 1-5                                                                                       | конспектирование вопросов для обсуждения на лабораторных занятиях | отчет по лабораторной работе                                                                               |

|    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |           |          |           |             |     |                                                                   |                                                |
|----|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|----------|-----------|-------------|-----|-------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------|
| 4. | <b>Основы качественного анализа</b><br>Аналитическая химическая реакция. Аналитические признаки. Общие реакции. Групповые реакции. Характерные реакции (специфические и селективные). Условия проведения аналитических химических реакций. Использование реакций осаждения, окисления и восстановления, комплексообразования, нейтрализации в качественном анализе.                                                                                                                                                                                                                          | 2         | -        | 8         | 8           | 1-5 | отчет по лабораторной работе                                      | тестовые задания, отчет по лабораторной работе |
| 5. | <b>Гравиметрический (весовой) метод</b><br>Сущность гравиметрического анализа. Границы его применимости. Методы отгонки (прямые, косвенные). Механизм образования осадка. Осаждаемая и гравиметрическая форма осадка. Требования, предъявляемые к осадкам в количественном анализе. Выбор осадителя. Условия образования кристаллических и аморфных осадков. Растворимость и загрязнение осадков: влияние одноименных ионов, посторонних электролитов, комплексообразователей, температуры, pH и природы растворителя. Условия получения чистых осадков. Расчеты в гравиметрическом анализе. | 2         | -        | 2         | 4           | 1-5 | отчет по лабораторной работе                                      | тестовые задания, отчет по лабораторной работе |
| 6. | <b>Титриметрический (объемный) метод</b><br>Сущность титриметрического анализа. Способы выражения состава растворов в титриметрическом анализе. Исходные вещества и требования к ним. Стандартные и стандартизированные растворы. Измерительная посуда и ее поверка. Вычисления в титриметрическом анализе. Методы титрования. Точка эквивалентности и конечная точка титрования. Кривые титрования. Индикаторы.. Выбор индикатора.                                                                                                                                                          | 2         | -        | 6         | 8           | 1-5 | отчет по лабораторной работе                                      | тестовые задания, отчет по лабораторной работе |
| 7. | <b>Физические и физико-химические методы анализа</b><br>Потенциометрия. Кулонометрия. Фотометрические методы анализа. Рефрактометрия. Кондуктометрия. Физические методы анализа.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | 2         | -        | -         | 2,8         | 1-5 | конспектирование вопросов для обсуждения на лабораторных занятиях | тестовые задания                               |
|    | <b>Всего</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | <b>16</b> | <b>-</b> | <b>18</b> | <b>37,8</b> |     |                                                                   |                                                |