|  |
| --- |
| МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  федеральное государственное АВТОНОМНОЕ образовательное учреждение высшего образования  «Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ» |
| **Озерский технологический институт –**  филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»  **(ОТИ НИЯУ МИФИ)** |

«УТВЕРЖДАЮ»

Зам. директора по УР

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ О.В. Федорова

« 30 »\_\_августа\_\_\_\_\_\_ 2021\_\_ г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

АНАЛИТИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

Специальность 18.05.02 «Химическая технология материалов современной энергетики »

Профиль подготовки \_Химическая технология материалов ЯТЦ\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

Квалификация (степень) выпускника инженер\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

Наименование образовательной программы \_\_Химическая технология материалов современной энергетики\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

Форма обучения очная\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

(очная, очно-заочная и др.)

г. Озерск 2021 г.

**Объём учебных занятий в часах – 72 часа**

аудиторные занятия: – 36 часов

лекций – 18 часов

практических – 18 часов

лабораторные работы - 36 часов

самостоятельная работа – 36 часов

Форма отчётности: экзамен

**Аннотация**

Дисциплина «Аналитическая химия» предусматривает изучение студентами специальности «Химическая технология материалов современной энергетики» основ количественного анализа; освоение навыков приготовления и расчета концентраций растворов; титрования и определения рН растворов. Изучение и освоение теоретических основ и принципов химических методов анализа: гравиметрического анализа, титриметрического анализа.

1.Цели освоения учебной дисциплины

Учебная дисциплина «Аналитическая химия» входит в образовательный модуль базовой части математического и естественнонаучного цикла дисциплин ФГОС ВПО по подготовке выпускников по специальности «Химическая технология материалов современной энергетики».

Для изучения данной дисциплины студент должен обладать знаниями:

- неорганической химии;

- органической химии;

- а также для выполнения научно-исследовательских работ студентов,

- некоторых разделов математики: линейная алгебра и математическая статистика;

- информатики.

Изучение аналитической химии развивает у студентов химическое мышление;

вырабатывает навыки наблюдения, обобщения и математической обработки экспериментальных данных.

Аналитическая химия имеет большое значение в теоретической подготовке и практическом обучении будущего инженера-технолога.

Аналитическая химия – фундамент материалистического мировоззрения и прочного основания для получения специальных знаний, прививает навыки химического эксперимента; приучает к точности и аккуратности в работе; способствует развитию опыта самостоятельной работы;

**Задачи дисциплины**

Аналитическая химия имеет большое значение в теоретической подготовке и практическом обучении будущего инженера-технолога.

Дисциплина «Аналитическая химия» предусматривает ознакомление студентов-технологов с теоретическими основами количественного анализа, применяемыми индикаторами. Рассматриваются приемы при выполнении работ по титриметрическому анализу, методы вычислений. Основная задача дисциплины детальное обсуждение типовых задач, относящихся к основным разделам аналитической химии Изучение дисциплины должно углубить знания студентов в области неорганической.

Развитие навыков логического химического мышления и способности к самостоятельному анализу и обобщению наблюдаемых фактов.

1. МЕСТО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВПО

Учебная дисциплина «Аналитическая химия» входит в образовательный модуль базовой части математического и естественнонаучного цикла дисциплин ФГОС ВПО по подготовке выпускников по специальности «Химическая технология материалов современной энергетики».

Для изучения данной дисциплины студент должен обладать знаниями:

- неорганической химии;

- органической химии;

- а также для выполнения научно-исследовательских работ студентов,

- некоторых разделов математики: линейная алгебра и математическая статистика;

- информатики.

Изучение аналитической химии развивает у студентов химическое мышление;

3 КОМПЕТЕНЦИИ СТУДЕНТА, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ модуля)/ ОЖИДАЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБРАЗОВАНИЯ И КОМПЕТЕНЦИИ СТУДЕНТА ПО ЗАВЕРШЕНИИ ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

УК-1, ОПК-1, ОПК-2

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| УК-1 | Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий | З-УК-1 Знать: методы системного и критического анализа; методики разработки стратегии действий для выявления и решения проблемной ситуации  У-УК-1 Уметь: применять методы системного подхода и критического анализа проблемных ситуаций; разрабатывать стратегию действий, принимать конкретные решения для ее реализации  В-УК-1 Владеть: методологией системного и критического анализа проблемных ситуаций; методиками постановки цели, определения способов ее достижения, разработки стратегий действий |
| ОПК-1 | Способен использовать математические, естественнонаучные и инженерные знания для решения своей профессиональной деятельности. | З-ОПК-1. Знать: математический аппарат, физические и химические законы, необходимые для решения профессиональных задач в области химии и технологии ядерного топливного цикла, основные теоретические положения смежных естественнонаучных дисциплин  У-ОПК-1 Уметь: определять необходимость привлечения дополнительных знаний из специальных разделов математических и естественнонаучных дисциплин, необходимых в профессиональной деятельности, применять знания математики и естественнонаучных дисциплин для анализа и обработки результатов химических экспериментов.  В-ОПК-1. Владеть: навыками использования теоретических основ базовых разделов математики и естественнонаучных дисциплин при решении задач в области химии и технологии ядерного топливного цикла. |
| ОПК-2 | Способен использовать современное технологическое и аналитическое оборудование в профессиональной и научно-исследовательской деятельности | З-ОПК-2 Знать: современное технологическое и аналитическое оборудование, применяемое в атомной промышленности, способы его использования при проведении научных исследований  У-ОПК-2 Уметь: обоснованно выбирать технологическое и аналитическое оборудование для решения задач своей профессиональной деятельности; уметь анализировать полученные результаты научных исследований.  В-ОПК-2 Владеть: навыками работы на современном технологическом и аналитическом оборудовании и проведения с его использованием научных исследований |

**СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **№ п.п** | **Наименование раздела учебной дисциплины** | **Недели** | **Лекции, час.** | **Практ. занятия/ семинары, час.** | **Лабораторные работы, час.** | **Обязат. текущий контроль (форма\*, неделя)** | **Аттестация раздела (форма\*, неделя)** | **Максимальный балл за раздел\*\*** |
|  | *3 семестр* |  |  |  |  |  |  |  |
| 1 | Раздел 1 | 1 | 2 | 2 | – |  |  |  |
| 2 | Раздел 2 | 2-5 | 6 | 6 | – |  | КИ,4  ИДЗ 5 | 8  6 |
| 3 | Раздел 3 | 6-16 | 8 | 8 | 36 | ЛР1-7 | КИ,7 | 22 |
| 4 | Раздел 4 | 17 | 2 | 2 | – |  | ИДЗ, 14  КИ 16 | 6  8 |
|  | *Итого за 3 семестр* |  | 18 | 18 | 36 |  | Э | 50 |

\* – сокращенное наименование формы контроля

\*\* – сумма максимальных баллов должна быть равна 100 за семестр, включая зачет и (или) экзамен

Сокращение наименований форм текущего контроля и аттестации разделов:

КИ - Контроль по итогам

ИДЗ – индивидуальное домашнее задание.

**4.** **СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

**Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных единиц, 144 часа**

КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Недели** | **Содержание / Темы занятий** | **Лек., час.** | **Пр./сем., час.** | **Лаб., час.** |
|  | *3 семестр* | 18 | 18 | 36 |
| 1 | **Тема 1** Основные характеристики метода анализа: правильность и воспроизводимость, коэффициент чувствительности, предел обнаружения, нижняя и верхняя границы определяемых содержаний. Классификация погрешностей анализа. Систематические и случайные погрешности. Погрешности отдельных стадий химического анализа. Способы оценки правильности: использование стандартных образцов, метод добавок, метод варьирования навесок. Статистическая обработка результатов измерений. Среднее, дисперсия, стандартное отклонение.  Требования к метрологической оценке в зависимости от объекта и цели анализа. Способы повышения воспроизводимости и правильности анализа. | 2 | 2 | – |
| 2 - 5 | **Тема 2**  Кислотно-основные реакции, комплексообразования, окисления-восстановления. Используемые процессы осаждения  Константы равновесия реакций и процессов. Состояние веществ в идеальных и реальных системах. Ионы. Сольватация, ионизация, диссоциация. Поведение электролитов и неэлектролитов в растворах. Теория Дебая-Хюккеля. Коэффициенты активности. Концентрационные константы.  **Кислотно-основные реакции**. Современные представления о кислотах и основаниях. Теория Льюиса. Теория Бренстеда-Лоури. Равновесие в системе кислота−сопряженное основание и растворитель. Константы кислотности и основности. Кислотные и основные свойства растворителей. Константа автопротолиза. Влияние природы растворителя на силу кислоты и основания. Кислотно-основное равновесие в водных растворах. Вычисление рН растворов незаряженных и заряженных кислот и оснований, многоосновных кислот и оснований, смеси кислот и оснований.  Буферные растворы и их свойства. Буферная емкость. Вычисление рН буферных растворов.  **Реакции комплексообразования.** Основные характеристики комплексных соединений. Равновесия в растворах координационных соединений. Константы устойчивости. Влияние температуры на равновесия в растворах координационных соединений.  **Осаждение и растворение** малорастворимых соединений. Произведение растворимости. Условия выпадения осадка. Растворимость осадков в воде и водных растворов электролитов. Растворение малорастворимых соединений под действием сильных кислот. Растворение осадков вследствие комплексообразования. Растворение осадков в результате окислительно-восстановительных реакций.  **Реакции окисления-восстановления**. Окислительно-восстановительный потенциал. Окислительно-восстановительные свойства воды. Влияние кислотно-основного взаимодействия, комплексообразования и образования малорастворимых соединений на редокс-потенциал. | 6 | 6 | – |
| 6-8 | **Тема 3**  Методы титриметрического анализа. Требования, предъявляемые к реакции в титриметрическом анализе. Приемы титрования: прямое и обратное, косвенное титрование. Способы выражения концентраций растворов в титриметрии. Эквивалент. Молярная масса эквивалента. Первичные стандарты, требования, предъявляемые к ним. Фиксаналы. Вторичные стандарты. Виды кривых титрования. Скачок титрования. Точка эквивалентности и конечная точка титрования.  **Кислотно-основное титрование.** Построение кривых титрования: сильной кислоты сильным основанием; слабой кислоты сильным основанием. Влияние величины констант кислотности или основности, концентрации кислот или оснований, температуры на характер кривых титрования. Кислотно-основное титрование в водных средах. Кислотно-основные индикаторы. Теория ионных окрасок Оствальда. Интервал перехода индикатора. Хромофорная теория индикаторов. Правило выбора индикаторов. Индикаторная ошибка титрования: водородная и гидроксидная.  **Окислительно-восстановительное титрование**. Кривые титрования. Факторы, влияющие на характер кривых титрования: концентрация ионов водорода, комплексообразование, ионная сила. Способы определения конечной точки титрования; индикаторы. Погрешности титрования. Методы окислительно-восстановительного титрования:  Перманганатометрия. Рабочие растворы. Определение железа (II), марганца (II), оксалатов, пероксида водорода, нитритов.  Иодометрия. Система иод−иодид как окислитель или восстановитель. Рабочие растворы. Индикаторы Определение восстановителей. Определение окислителей.  **Осадительное титрование**. Построение кривых титрования. Первичные и вторичные стандарты; индикаторы. Погрешности титрования. Примеры практического применения.  **Комплексометрическое титрование.** Неорганические и органические титранты в комплексонометрии. Использование аминополикарбоновых кислот в комплексонометрии. Построение кривых титрования. Металлоиндикаторы и требования, предъявляемые к ним. Важнейшие универсальные и специфические металлоиндикаторы. Способы комплексонометрического титрования: прямое, обратное, косвенное. Селективность титрования и способы ее повышения. Погрешности титрования. Примеры практического применения. Определение кальция, магния, железа, алюминия. | 8 | 8 | 36 |
| 9 | **Тема 4.** Сущность гравиметрического анализа, форма осаждения, гравиметрическая форма гравиметрический фактор; преимущества и недостатки метода. Прямые и косвенные методы определения. Важнейшие органические и неорганические осадители. Погрешности в гравиметрическом анализе. Общая схема определений. Требования, предъявляемые к осаждаемой и гравиметрической формам. Расчеты в гравиметрическом анализе. | 2 | 2 | – |

ТЕМЫ практических занятий

|  |  |
| --- | --- |
| **Недели** | **Содержание / Темы занятий** |
|  | *3 семестр* |
| 2 | Математическая обработка результатов анализа. |
| 4 | Равновесия в водных растворах кислот и оснований. |
| 6 | Равновесия в растворах малорастворимых соединений. |
| 8 | Равновесия в растворах координационных соединений. |
| 10 | Равновесия при протекании окислительно-восстановительных процессов. |
| 12 | Кислотно-основное титрование и осадительное титрование. |
| 14 | Комплексометрическое титрование. |
| 16 | Окислительно-восстановительное титрование. |
| 17 | Гравиметрический анализ. |

ТЕМЫ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ

|  |  |
| --- | --- |
| **Недели** | **Содержание / Темы занятий** |
|  | *3 семестр* |
| 1 - 2 | Приготовление раствора соляной кислоты и установление его титра по буре. |
| 3-4 | Определение едких щелочей и соды в техническом рабочего едком натре. |
| 5-6 | Определение содержания солей щелочноземельных металлов в растворе методом кислотно-основного титрования. |
| 7-8 | Установки титра раствора перманганата калия по щавелевой кислоте. Определение железа (II) в растворе соли Мора. |
| 9-10 | Стандар Стандартизация раствора тиосульфата натрия по перманганату калия. Определение  ионов меди (II) в растворе. |
| 11-12 | Стандар Стандартизация раствора по методу Мора. Определение ионов хлора по методу Мора. |
| 13-14 | Приготовление и стандартизация раствора трилона Б. Определение общей жесткости воды. |
| 15-16 | Комплексометрическое определение ионов железа (III) и алюминия при совместном присутствии. |

**5. Образовательные технологии**

1. При реализации программы дисциплины «Аналитическая химия» используются различные образовательные технологии – во время аудиторных занятий (36 часов) занятия проводятся в форме лекций (широко применяется компьютерная презентация), практических (семинарских) занятий, выполнения лабораторных работ. Для контроля усвоения разделов данного курса каждый студент выполняет два индивидуальных домашних задания. При приеме домашнего задания используются тестовые технологии, как с выборочным вариантом ответов, так и так и безальтернативные варианты, ответы на которые позволяют судить об усвоении студентом данного курса; при защите лабораторных работ проводится собеседование и опрос в устной форме. Проведение практических и лабораторных занятий с интерактивным участием студентов.

2. Обсуждение контрольных вопросов при проведении аудиторных занятий.

3. Самостоятельная работа студентов (72 часа) подразумевает проработку лекционного материала, подготовку к лабораторным работам с использованием рекомендуемой литературы, а также выполнение индивидуального домашнего задания и подготовку к коллоквиуму

6. ТРЕБОВАНИЯ К ФОНДУ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ В РАМКАХ РЕАЛИЗУЕМОЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

• проведение контрольных опросов при проведении лекций и лабораторных занятий;

• проведение промежуточного семестрового контроля;

• выполнение индивидуальных заданий к лабораторному практикуму;

• заключительный экзамен.

**ВОПРОСЫ К ЭКЗАМЕНУ**

1. Реакции кислотно-основного взаимодействия. Протолитическая теория кислот и оснваний Бренстеда–Лоури. Электронная теория Льюиса.

2. Равновесия в растворах кислот и оснований. Расчет рН растворов слабых кислот и оснований.

3. Буферные смеси. Буферное действие. Расчет рН буферной смеси.

4. Кислотно-основные индикаторы.Теория ионных окрасок Оствальда Интервал перехода индикатора. Хромофорная теория индикаторов. Правило выбора индикаторов.

5. Осаждение и растворение малорастворимых соединений. Произведение растворимости. Растворение малорастворимых соединений под действием сильных кислот.

6. Реакции окисления восстановления Окислительно-восстановительный потенциал.

7. Редокс-индикаторы. Интервал перехода индикатора.

8. Классификация погрешностей. Абсолютная и относительная погрешность. Систематические погрешности. Случайные погрешности. Обнаружение промахов.

9. Титриметрический анализ. Сущность метода. Способы выражения концентрации растворов. Титр рабочего раствора. Титр рабочего раствора по определяемому веществу.

10. Методы титриметрического анализа. Требования, предъявляемые к реакциям в титриметрическом анализе. Расчеты в титриметрическом анализе.

11. Основные приемы титрования: прямое, обратное и титрование заместителя.

12. Кислотно-основное титрование. Рабочие растворы. Выбор индикаторов. Ошибки титрования.

13. Окислительно-восстановительное титрование. Индикаторы.

14. Перманганатометрия Рабочие растворы Практическое применение.

15. Иодометрия. Рабочие растворы. Индикаторы. Практическое применение.

16. Титрование по методу осаждения. Аргентометрия Метод Мора. Метод Фольгарда. Индикаторы. Практическое применение.

17. Комплексометрическое титрование. Рабочие растворы. Индикаторы. Определение жесткости воды.

**7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

**а) Основная литература**

1. Алексеев В.Н. Количественный анализ. Учебник для ВПО. УМО. / В.Н. Алексеев; Под ред. П.К. Агасяна. – М.: Альянс, 2013. – 504 с. (15 экз.)

2. Цитович И.К. Курс аналитической химии: Учебник. / И.К. Цитович. – 10-е изд., стер. – СПб.: Издательство Лань, 2009. – 496 с. (15 экз.)

**б) Дополнительная литература**

1. Основы аналитической химии: в 2-х т. / Под ред. Ю.А. Золотова. – М.: Высшая школа, 2000. – Т. 1-2. (15 экз.)

2. Крешков А.П. Основы аналитической химии: в 3-х кн. – М.: Химия, 1976. – Кн. 1-3. (50 экз.)

3. Лурье Ю.Ю. Справочник по аналитической химии / Ю.Ю. Лурье. – Изд. 6-е, перераб. и доп. – М.: Альянс, 2013. – 447 с. (15 экз.)

4. Дорохова Е.Н. Задачи и вопросы по аналитической химии. – М.: Мир, 2001. – 267 с. (5 экз.)

5. Практикум по аналитической химии: Учебное пособие для вузов. / В.П. Васильев [и др.]. – М.: Высшая школа, 2000. – 328 с. (50 экз.)

6. Аналитическая химия. Сборник вопросов, упражнений и задач по аналитической химии. / Под ред. В.П. Васильева. – М.: Дрофа, 2003. – 320 с. (50 экз.)

7. Медведев В.П., Боровик Л.А. Лабораторные работы по дисциплине «Аналитическая химия». – Озерск: ОТИ МИФИ, 2003. – 46 с. (25 экз.)

8. Боровик Л.А. Лабораторные работы по количественному анализу. – Озерск: ОТИ МИФИ, 2004. – 33 с. (25 экз.)

8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Учебная дисциплина обеспечена учебно-методической документацией и материалами. Ее содержание должно быть представлено в локальной интернет-сети вуза. Имеется доступ к сети Интернет (во время самостоятельной подготовки).

**Программа составлена в соответствии с требованиями ОС ВО НИЯУ МИФИ по специальности «Химическая технология материалов современной энергетики».**

**Авторы:**

**\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_Г.А. Ростунова, доцент кафедры «Химия и химическая технология» ОТИ НИЯУ МИФИ;**

**Рецензент(ы)**

**\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_** **П.В. Козлов, к.т.н., руководитель группы ЦЗЛ ФГУП "ПО "Маяк".**

Учебная программа рассмотрена на заседании кафедры «Химии и химической технологии» (ХиХТ) ОТИ НИЯУ МИФИ \_\_\_\_\_\_\_\_\_ 2021 года и рекомендована для подготовки специалистов.

Учебная программа утверждена на заседании методического совета института \_\_\_\_\_\_20....

протокол\_\_\_\_\_\_\_