**6. Лекции**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| №  **п/п** | № **раздела дисциплины** | **Наименование**  **лекционных занятий** | **Трудоемкость (час.)** |
| **1** | **2** | **3** | **4** |
| **1** | 1 | Аналитическая химия, ее задачи и методы | 2 |
| **2** | 3 | Типы реакций и процессов в аналитической химии | 2 |
| **3** | 3 | Введение в количественный анализ | 2 |
| **4** | 4 | Титриметрический анализ  Индикаторы рН. Равновесия в растворах индикаторов | 2 |
| **5** | 5 | Кислотно-основное титрование. Вычисление рН в растворах сильных и слабых кислот и оснований | 2 |
| **6** | 5 | Кислотно-основное титрование. Вычисление рН в буферных растворах, **гидролизующихся солей** | 2 |
| **7** | 6 | Комплексонометрическое титрование | 2 |
| **8** | 7 | Окислительно-восстановительное титрование.  Стандартные потенциалы окислительно-восстановительных пар | 2 |
| **9** | 7 | Практическое применение метода окислительно-восстановительного титрования | 2 |
| **10** |  | Осадительное титрование | 2 |
| **11** | 8 | Равновесие в гетерогенной системе раствор-осадок | 2 |
| **12** | 9 | Методы выделения, разделения и концентрирования. | 2 |
| **13** | 10 | Гравиметрический анализ | 2 |
| **14** | 12 | Метод молекулярной абсорбционной спектроскопии | 2 |
| **15** | 13 | Потенциометрические методы анализа | 2 |
| **16** | 14 | Хроматографические методы анализа | 2 |
| **Всего:** | | | **32** |

**7. Лабораторный практикум**

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| №  **п/п** | | **№** **раздела дисциплины** | | **Наименование лабораторных работ** | **Трудоемкость (час.)** | |
| **1** | | **2** | | **3** | **4** | |
| **1** | | 4 | | 1. Титриметрический анализ.  1.1. Приготовление растворов титранта – хлороводородной кислоты и стандартного вещества – тетрабората натрия.  1.2. Стандартизация раствора хлороводородной кислоты. | 4 | |
| **2** | | 5 | | 2.1. Определение щелочи в растворе неизвестной концентрации методом пипетирования.  2.2. Определение щелочи в растворе неизвестной концентрации методом отдельных навесок. | 4 | |
| **3** | |  | | 3. Технический анализ.  3.1. Определение карбонатной жесткости воды.  3.2. Определение кислотности хлеба и молока. | 4 | |
| **4** | | 4. Вычисление результатов в титриметрическом анализе. | 4 | |
| **5** | | 5 | | 5.1. Контрольная работа №2 по теме “Кислотно-основное титрование” (2 часа). | 2 | |
| 6 | | 5.2. Комплексонометрическое титрование. Определение общей жесткости воды. | 2 | |
| **6** | | 7 | | 6. Стандартизация раствора перманганата калия по щавелевой кислоте. Контрольный анализ: определение железа (II) в навеске соли Мора. | 4 | |
| **7** | | 7.1. Решение задач по теме «Комплексонометрия. Окислительно-восстановительное титрование»  7.2. Контрольная работа № 3 по теме «Комплексонометрия. Окислительно-восстановительное титрование» | 4 | |
| **8** | | 8 | | 8. Равновесие в гетерогенной системе раствор-осадок. | 4 | |
| **9** | 9 | | 9.1. Методы выделения, разделения и концентрирования.  9.2. Гравиметрический анализ. Определение кальция в карбонате кальция. | | | 4 |
| 10 | |
| **10** | 10 | | 10.1. Определение кристаллизационной воды в кристаллогидрате BaCl2.  10.2. Контрольная работа №4 по теме «Гравиметрический анализ». | | | 4 |
| **11** | 12 | | 11. Определение хрома (VI) в дихромате калия методом абсорбционной спектроскопии. | | | 4 |
| **12** | 12. Определение железа (III) в растворе методом абсорбционной спектроскопии. | | | 4 |
| **13** | 13. Определение меди (II) в сульфате меди методом абсорбционной спектроскопии. | | | 4 |
| **14** | 13 | | 14. Определение хлороводородной и борной кислот при совместном присутствии методом потенциометрического титрования. | | | 4 |
| **15** | 13 | | 15. Определение содержания органической кислоты в растворе и ее константы кислотности методом потенциометрического титрования. | | | 4 |
| **Всего:** | | | | | | **60** |

**Календарно-тематический план лабораторно-практических занятий**

**по дисциплине «Аналитическая химия» - V семестр,**

**для студентов 3 курса (3020 Гр) по направлению: «Педагогическое образование»**

**2022/2023 уч. года**

**а) Основная литература**

**1. Аналитическая химия: учеб. для студ. учреждений высш. проф. образования / В.И. Вершинин, И.В. Власова, И.А. Никифорова.- М.: Издательский центр “Академия”, 2011. – 448 с.**

**2. Цитович И.К. Курс аналитической химии: Учеб. для вузов. – М.: Высш. шк., 1994.**

**3. Алексеев В.Н. Количественный анализ: Учеб. для вузов. – М.: Химия, 1973.**

**4. Сборник задач и упражнений по количественному анализу. Под. ред. проф. А.С. Карнаухова. М.: Просвещение, 1975, с. 158.**

**б) Дополнительная литература**

**1. Основы аналитической химии. В 2 кн. Кн. 1. Общие вопросы. Методы разделения.:**

**Учеб. для вузов / Ю.А. Золотов, Е.Н. Дорохова, В.И. Фадеева и др.; Под ред. Ю.А.**

**Золотова. – М.: Высш. шк., 2002.**

**2. Основы аналитической химии. В 2 кн. Кн. 2. Методы химического анализа.: Учеб.**

**для вузов / Ю.А. Золотов, Е.Н. Дорохова, В.И. Фадеева и др.; Под ред. Ю.А.**

**Золотова. – М.: Высш. шк., 2002.**

**3. Аналитическая химия. Проблемы и подходы. В 2 т. Пер. с англ. / Под ред. Р.**

**Кельтера, Ж.-М. Мерме, М. Отта, М. Видмера. – М.: Мир, ООО Издат. АСТ, 2004.**

**(Лучший зарубежный учебник).**

**4. Аналитическая химия. Химические методы анализа: Учеб. пособие для вузов / Под**

**ред. О.М. Петрухина. – М.: Химия, 1992 – 400 с.**

**5. Алимарин И.П., Ушакова Н.Н. Справочное пособие по аналитической химии. – М.:**

**Изд. МГУ, 1977.**

**6. Лурье Ю.Ю. Справочник по аналитической химии. – М.: Химия, 1989.**

**7. Задачник по аналитической химии / Ф.Ф. Клещев, Е.А. Алферов, Н.В. Базалей и др.**

**– М.: Химия, 1993.**

**8. М.И. Булатов, И.П. Калинкин. Практическое руководство по фотометрическим**

**методам анализа. Изд. 5-ое, перераб. – Л.: Химия, 1986 – 432с.**

**9. Васильев В.П. Аналитическая химия. В 2ч. Ч.1. Гравиметрический и**

**титриметрический методы анализа: Учеб. для вузов. – М.: Высшая шк., 1989. –**

**320с.**

**10. Васильев В.П. Аналитическая химия. В 2ч. Ч.2 Физико-химические методы**

**анализа: Учеб. для вузов. – М.: Высш. шк., 1989. – 384с.**

**11. Дорохова Е.Н., Прохорова Г.В. Задачи и вопросы по аналитической химии: Практ.**

**пособие. – М.: Изд-во Моск. ун-та, 1984. – 216с.**

**12. Задачник по физико-химическим методам анализа / Ю.С. Ляликов, М.И. Булатов,**

**В.И. Бодю, С.В. Кравчук. – М.: Химия, 1972.**

|  |  |
| --- | --- |
| **№ п/п** | **Содержание занятий** |
| **1** | **Титриметрический анализ.**  **1) Приготовление растворов титранта - хлороводородной кислоты (с= 0,1 моль/л, V = 0,5 л) и стандартного вещества - тетрабората натрия (с= 0,025 моль/л, V = 0,2 л).**  **2) Стандартизация раствора хлороводородной кислоты по тетраборату натрия способом пипетирования.**  **Вопросы для обсуждения:**  1. Способы приготовления титрантов приблизительной и точной концентрации.  2. Стандартные вещества, требования к ним. Стандартные растворы.  3. Сущность метода кислотно-основного титрования.  4. Эквивалентная точка (точка стехиометричности), понятие, фиксирование эквивалентной точки. От чего зависит значение pH раствора в точке эквивалентности?  5. Индикаторы рН, понятие, теории, объясняющие изменение цвета индикаторов.  6. Равновесие в растворах рН - индикаторов. Чем определяется цвет индикатора и от чего он зависит?  7. Интервал рН перехода индикатора. Показатель титрования индикатора, конечная точка титрования. Выбор индикатора для титрования.  8. Дайте определение понятий: раствор, моль, молярная концентрация, массовая концентрация, количество вещества, эквивалент, молярная масса, эквивалентная молярная масса, плотность раствора, массовая доля, объемная доля, мольная доля.  9. Почему возникает индикаторная ошибка при титровании? Что это такое?  10. В чем разница в расчете концентрации ионов водорода и pH в растворах сильных и слабых электролитов?  **Дом. задание:**  Электронный учебник «Аналитическая химия», занятие № 6.  Лекции по теме.  1. с. 163-177, 190-195.  2. с. 227 – 245, 246-254.  3. §§ 47-49, 52-55, 57-59, 68.  Вопросы и задачи: 6.02, 6.03, 6.04, 6.06, 6.07, 6.08, 6.09, 6.10, 6.11, 6.18. |
| **2** | **Кислотно-основное титрование.**  **Контрольный анализ:**  **а) Определение содержания щелочи в растворе неизвестной концентрации способом пипетирования.**  **б) Определение щелочи в растворе неизвестной концентрации способом отдельных навесок.**  **Вопросы для обсуждения:**  1. Кривые кислотно-основного титрования, понятие, вычисление рН в различные моменты титрования.  2. Построение кривых титрования сильного электролита сильным электролитом, слабого электролита сильным электролитом, анализ кривых. Выбор индикатора.  3. Вычисление рН и концентраций электролитов в процессе титрования при различных значениях молярных концентраций исходных веществ.  4. Напишите уравнение реакции, которая протекает при титровании в работе 2б. Присутствием какого электролита определяется рН в точке стехиометричности (эквивалентности)?  5. Проведите расчет рН в точке стехиометричности при титровании щавелевой кислоты едким натром. Концентрация раствора едкого натра равна 0,1 моль/л. Дайте объяснение приведенному расчету.  6. Объясните выбор индикатора при титровании, выберите индикатор для титрования щавелевой кислоты раствором едкого натра.  7. Рассчитайте рН при титровании уксусной кислоты едким натром в точке промежуточной до момента стехиометричности. Самостоятельно составьте задачу и решите ее. Дайте объяснение приведенному расчету.  8. От каких факторов зависит рН в точке стехиометричности?  9. От каких факторов зависит величина скачка рН на кривой титрования?  10. В чем сущность метода отдельных навесок?  **Дом. задание:**  Электронный учебник «Аналитическая химия», занятие № 7.  Лекции по теме.  1. с. 182-190.  2. с. 254-266.  3. §§ 56, 61-63, 69, 70.  Вопросы и задачи: 8.11 (а, б), 8.12, 8.14, 8.15. |
| **3** | **Кислотно-основное титрование.**  **Технический анализ:**  **1) Определение карбонатной жесткости воды.**  **2) Определение кислотности хлеба и хлебобулочных изделий, молока и молочных продуктов, почвенной вытяжки.**  **Вопросы для обсуждения:**  1. В чем суть титриметрического анализа?  2. Что называют точкой эквивалентности и конечной точкой титрования?  3. Какие требования предъявляются к реакциям при титровании?  4. Назовите существующие методы титрования.  5. Какими способами выполняют титрование?  6. Чем отличается метод отдельных навесок от метода пипетирования?  7. Что называют стандартным рабочим раствором, первичный и вторичный стандартный раствор?  8. Как выражают концентрацию стандартных растворов?  9. В чем суть метода нейтрализации?  10. Какие индикаторы используют в кислотно-основном титровании?  11. Как приготовить стандартный раствор тетрабората натрия?  12. Какие процессы происходят при растворении тетрабората натрия?  13. Что такое титрование? Как выполняется эта операция?  14. По какой формуле рассчитывается неизвестная концентрация исследуемого раствора?  **Дом. задание:**  Электронный учебник «Аналитическая химия», занятие № 8.  Лекции по теме.  1. 163-199.  2. с. 227-262, 269 – 270.  3. §§ 47-49, 52-55, 56-64, 72.  Вопросы и задачи: 8.11 (в, е), 8.16 - 8.18, 8.24, 8.26. |
| **4** | **Вычисление результатов в титриметрическом анализе.**  **Подготовка к контрольной работе.**  *1) Решение задач на приготовление, смешивание, разбавление растворов, обработку результатов эксперимента, вычисления рН в различные моменты титрования и построение кривых титрования, выбор индикатора для титрования.*  *2) Сдача лабораторных работ по теме “Кислотно-основное титрование”.*  **Дом. задание:**  Электронный учебник «Аналитическая химия», занятие № 9.  Лекции по теме.  1. с. 68 – 96, 171-174.  2. с. 14 – 46, 241-245, 254-261.  3. §§ 54, 55, 61- 64.  Задачи: 8.28 – 8.30, 8.33. |
| **5** | **1) Контрольная работа № 2 по теме: “Кислотно-основное титрование”.**  **2) Комплексонометрическое титрование.**  **Приготовление растворов комплексона III, индикаторов, аммонийной буферной смеси.**  **Определение общей жесткости воды.**  **Вопросы для обсуждения**:  Диссоциация и термодинамическая устойчивость комплексных соединений в растворах. Константы нестойкости, устойчивости, образования. Смещение равновесий в растворах комплексных соединений.  Комплексонометрическое титрование, принцип метода, индикаторы метода, влияние кислотности среды на равновесие в растворах комплексонов, применение метода.  **Дом. задание:**  Электронный учебник «Аналитическая химия», занятие № 10.  Лекции по теме.  1. с. 102-110, 199-211.  2. с. 55 – 66, с. 291 – 298.  3. §§ 86. |
| **6** | **Окислительно-восстановительное титрование. Перманганатометрия.**  **1) Приготовление стандартного раствора щавелевой кислоты (с = 0,02 моль/л). Приготовление раствора титранта KMnO4 (с = 0,02 моль/л).**  **2) Стандартизация раствора перманганата калия по щавелевой кислоте.**  **3) Контрольный анализ: Определение железа (II) в навеске соли Мора.**  **Вопросы для обсуждения:**  Влияние кислотности среды, процессов комплексообразования на числовое значение потенциала и направление реакции окисления-восстановления.  Изменение значения ОВ - потенциала в процессе титрования.  Вычисление результатов оксидиметрических определений.  Эквивалент вещества в реакциях окисления – восстановления.  Молярная масса эквивалента вещества, молярная концентрация эквивалента вещества.  Сущность метода окислительно-восстановительного титрования. Титранты. Стандартные вещества.  Метод перманганатометрии. Перманганатометрическое определение органических и неорганических веществ.  **Дом. задание:**  Электронный учебник «Аналитическая химия», занятие № 11.  Лекции по теме.  1. с. 120-132, 211-222.  2. с. 66 – 72, с. 300 – 306.  3. §§ 87-90, 93-96.  Вопросы и задачи: письменно: 9.01 - 9.05. |
| **7** | **Окислительно- восстановительное титрование.**  **1) Определение окисляемости воды.**  **2) Решение задач по теме “Комплексометрия. Окислительно-восстановительное титрование”.**  **3) Сдача лабораторных работ (К.р. по теме ОВТ и Комплексометрия).**  **Вопросы для обсуждения:**  Способ прямого и обратного титрования в редоксиметрии.  **Дом. задание:**  Электронный учебник «Аналитическая химия», занятие № 12.  Лекции по теме.  Вопросы и задачи: письменно: 9.06 - 9.09, 9.11. |
| **8** | **Равновесие в гетерогенной системе раствор-осадок.**  **Практикум по решению задач.**  **Вопросы для обсуждения:** Произведение растворимости. Образование и растворение осадков. Вычисление растворимости малорастворимых соединений. Факторы, влияющие на растворимость.  **Дом. задание:** Лекции по теме.  1. с. 110-120.  2. с. 72-87.  3. §§ 19-22.  Вопросы и задачи: |
| **9** | |  | | --- | | **а) Методы выделения, разделения и концентрирования.**  **б) Гравиметрический анализ. Определение кальция в карбонате кальция.**  **Вопросы для обсуждения:**  Процессы разделения, концентрирования, выделения: понятие, значение, области применения.  Классификация и общая характеристика методов концентрирования. Метрологические основы химического анализа, вычисление массы навески карбоната кальция для определения кальция в нем, вычисление объема растворителя, объема осадителя (оксалата аммония с концентрацией 0,025 моль/л), обработка результатов гравиметрических определений, установление химических формул веществ по данным анализа.  **Дом. задание:** Лекции по теме.  1. с. 330-334, 153-163.  2. с. 181-187, с. 187 – 210.  3. §§ 16-18, 35, 42.  **Вопросы и задачи: устно:** 1.01.- 1.05, 1.09, 6.01; **письменно:** 7.01 - 7.06. | |
| **10** | |  | | --- | | **Гравиметрический анализ.**  **Определение кристаллизационной воды в кристаллогидрате BaCl2.**  **Вопросы для обсуждения:** Равновесие в гетерогенной системе осадок – раствор. Произведение растворимости, использования понятия в проведении различных расчетов. Образование и растворение осадков. Осаждаемая и гравиметрическая формы, требования к ним. Условия получения кристаллических и аморфных осадков. Растворимость осадков, вычисление растворимости малорастворимых соединений. Погрешности в количественном анализе.  **Дом. задание:** Лекции по теме.  1. с. 153-163.  2. с. 72-92, с. 211-213.  3. §§ 24, 25, 26, 27, 30-35.  **Вопросы и задачи: устно:** 3.01.- 3.05, 3.24; **письменно:** 3.06, 3.08, 3.09, 3.10, 7.07, 7.08. |  |  | | --- | | **Контрольная работа по теме “Гравиметрический анализ” (2 часа).** | |
| **11** | **Метод абсорбционной спектроскопии.**  **Определение хрома (VI) в растворе методом сравнения.**  **Вопросы для обсуждения**:  Электромагнитный спектр излучения, его характеристика, методы анализа. Физические законы, на которых основан метод молекулярной абсорбционной спектроскопии. Спектр поглощения, его характеристика, использование в анализе. Устройство двухлучевого фотоэлектроколориметра и измерение оптической плотности на нем. Получение окрашенных соединений; выбор соединений для анализа; выбор светофильтра. Причины погрешностей в фотометрических измерениях. Методы вычисления концентраций в визуальной и фотоэлектрической колориметрии.  Решение задач. Отчет по работам.  **Дом. задание**:  Лекции по теме.  1. с. 237-254.  2. с. 338-351.  3. §§ 123-129, 130. |
| **12** | **Метод абсорбционной спектроскопии.**  **Определение железа (III) в растворе методом добавок.**  **Вопросы для обсуждения:**  Электромагнитный спектр излучения, его характеристика, методы анализа. Физические законы, на которых основан метод молекулярной абсорбционной спектроскопии. Спектр поглощения, его характеристика, использование в анализе. Устройство двухлучевого фотоэлектроколориметра и измерение оптической плотности на нем. Получение окрашенных соединений; выбор соединений для анализа; выбор светофильтра. Причины погрешностей в фотометрических измерениях. Методы вычисления концентраций в визуальной и фотоэлектрической колориметрии.  **Дом. задание:** Лекции по теме.  1. с. 302-313.  2. с. 338-349, с. 351-352.  3. §§ 123 -129.  **Вопросы и задачи:** 4. №№ 532, 533, 536, 538, 539, 543, 544, 546. |
| **13** | **Метод абсорбционной спектроскопии.**  **Определение меди (II) в сульфате меди методом абсорбционной спектроскопии.**  Решение задач. Отчет по работам.  **Дом. задание**: Лекции по теме.  1. с. 302-313.  2. с. 338-351.  3. §§ 123 – 129, 130. |
| **14** | **Электрохимические методы анализа.**  **Потенциометрическое титрование. Определение хлороводородной и борной кислот при совместном присутствии.**  Решение задач. Отчет по работе.  **Вопросы для обсуждения**: Потенциометрия и потенциометрическое титрование. Теоретические основы метода. Схема установки для потенциометрических измерений. Индикаторные электроды и электроды сравнения. Ионоселективные мембранные электроды. Кривые потенциометрического титрования. Обработка результатов анализа. Достоинства метода, практическое применение.  **Дом. задание**: Лекции по аналитической и физической химии (раздел электрохимия), соответствующий материал из учебной литературы. Методическое руководство.  1. с. 261-270.  2. с. 398-406, 414-416.  3. §§ 111-117. |
| **15** | **Электрохимические методы анализа.**  **Определение содержания органической кислоты в растворе и ее константы кислотности методом потенциометрического титрования.**  **Дом. задание**: Лекции по аналитической и физической химии (раздел электрохимия), соответствующий материал из учебной литературы. Методическое руководство.  1. с. 278-284.  2. с. 398-406. 3. §§ 111-117. |