

федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования  
«Кемеровский государственный медицинский университет»  
Министерства здравоохранения Российской Федерации  
(ФГБОУ ВО КемГМУ Минздрава России)



**УТВЕРЖДАЮ**

Проректор по учебной работе

канд. биол. наук, доц. Большаков В. В.  
« 27 » 02 2025 г.

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

### АНАЛИТИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

|                                         |                                |
|-----------------------------------------|--------------------------------|
| Специальность                           | 33.05.01 «Фармация»            |
| Квалификация выпускника                 | провизор                       |
| Форма обучения                          | очная                          |
| Факультет                               | фармацевтический               |
| Кафедра - разработчик рабочей программы | фармацевтической и общей химии |

| Се-<br>местр | Трудоём-<br>кость |     | Лек-<br>ции,<br>ч. | Практ.<br>заня-<br>тия,<br>ч. | Лаб.<br>практ<br>,<br>ч. | КП<br>З, ч. | Семи-<br>нары,<br>ч. | СРС,<br>ч. | КР,<br>ч. | Экза-<br>мен,<br>ч. | Форма<br>промежуточ-<br>ного контроля<br>(экзамен/<br>зачет с оцен-<br>кой/ |
|--------------|-------------------|-----|--------------------|-------------------------------|--------------------------|-------------|----------------------|------------|-----------|---------------------|-----------------------------------------------------------------------------|
|              | зач.<br>ед.       | ч.  |                    |                               |                          |             |                      |            |           |                     |                                                                             |
| 3            | 4                 | 144 | 28                 | 68                            | 48                       | —           | —                    | 48         | —         | —                   |                                                                             |
| 4            | 5                 | 180 | 28                 | 68                            |                          |             |                      | 48         |           | 36                  | Экзамен                                                                     |
| Итого        | 9                 | 324 | 56                 | 136                           | 48                       | —           | —                    | 96         | —         | 36                  | Экзамен                                                                     |

Рабочая программа разработана в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки (специальности) 33.05.01 «Фармация», квалификация «провизор», утвержденным приказом Министерства образования и науки России N 219 от 27.03.2018

Рабочую программу разработал

доцент кафедры фармацевтической и общей химии, канд. физ.-мат. наук, доц. Башмаков А. С.

Рабочая программа согласована с научной библиотекой

04.02 2025 г., заведующий библиотекой  Фролова Г. А.

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры

фармацевтической и общей химии, протокол № 7 от 04.02 2025

Рабочая программа согласована с учебно-методической комиссией

протокол № 2 от 24.02 2025 г

Председатель  /канд. фармацевт. наук Марьин А. А.

Рабочая программа согласована с деканом фармацевтического факультета,

 /канд. фармацевт. наук Марьин А. А.

Рабочая программа зарегистрирована в учебно-методическом отделе

Регистрационный номер 2581

Руководитель УМО  д-р фармацевт. наук, проф. Коломиец Н. Э.

26.02 2025 г

# ПАСПОРТ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

## 1.1. Цели и задачи освоения дисциплины

1.1.1. Целью освоения дисциплины «Аналитическая химия» является формирование способности к решению задач (компетенций), возникающих в процессе фармацевтической и контрольно-аналитической деятельности.

1.1.2. Задачи дисциплины:

- Обеспечение необходимого для последующего изучения специальных дисциплин базового уровня знаний в области аналитической химии.
- Формирования представлений об основных методах качественного и количественного анализа, используемых при анализе лекарственных препаратов, биологически активных, токсических веществ, лекарственного растительного сырья.
- Формирование практических навыков работы с лабораторным оборудованием и аналитическими приборами.
- Формирования знаний и умений, необходимых для приготовления аналитических реактивов
- Формирования знаний и умений, необходимых для расчетов результатов анализа на основе экспериментальных данных

## 1.2. Место дисциплины в структуре основной профессиональной образовательной программы

1.2.1. Дисциплина «Аналитическая химия» относится к базовой части ООП.

1.2.2. Для изучения дисциплины необходимы знания, умения и навыки, формируемые предшествующими дисциплинами: математика, физика, общая и неорганическая химия, физическая химия.

1.2.3. Изучение дисциплины необходимо для получения знаний, умений и навыков, востребованных последующими дисциплинами: фармацевтическая химия, токсикологическая химия, фармакогнозия.

В основе преподавания данной дисциплины лежат следующие типы профессиональной деятельности:

**01** Образование и наука (в сфере научных исследований)

**02** Здравоохранение (в сфере обращения лекарственных средств и других товаров аптечного ассортимента)

**07** Административно-управленческая и офисная деятельность (в сфере обращения лекарственных средств)

### 1.3. Компетенции, формируемые в результате освоения дисциплины

#### 1.3.2. Общепрофессиональные компетенции

| № | Категория компетенций        | Код компетенций | Содержание компетенций                                                                                                                                                                                | Индикаторы компетенций                                                                                                                                                                                          | Технология формирования                              |
|---|------------------------------|-----------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------|
| 1 | Профессиональная методология | ОПК-1           | <b>Способен использовать основные биологические, физико-химические, химические, математические методы для разработки, исследований и экспертизы лекарственных средств, изготовления лекарственных</b> | <b>ИДопк-1-2.</b> Применяет основные физико-химические и химические методы анализа для разработки, исследований и экспертизы лекарственных средств, лекарственного растительного сырья и биологических объектов | Лекции, практические занятия, самостоятельная работа |

#### 1.4. Объем учебной дисциплины и виды учебной работы

| Вид учебной работы                                             |             | Трудоемкость всего       |                     | Семестры                      |            |
|----------------------------------------------------------------|-------------|--------------------------|---------------------|-------------------------------|------------|
|                                                                |             | в зачетных единицах (ЗЕ) | в академ. часах (ч) | 3                             | 4          |
|                                                                |             |                          |                     | Трудоемкость по семестрам (ч) |            |
| <b>Аудиторная работа, в том числе:</b>                         |             | 5,3                      | 192                 | 96                            | 96         |
| лекции (Л)                                                     |             | 1,5                      | 56                  | 28                            | 28         |
| лабораторные практикумы (ЛП)                                   |             | –                        | –                   | –                             | –          |
| практические занятия (ПЗ)                                      |             | 3,8                      | 136                 | 68                            | 68         |
| клинические практические занятия (КПЗ)                         |             | –                        | –                   | –                             | –          |
| семинары (С)                                                   |             | –                        | –                   | –                             | –          |
| <b>Самостоятельная работа студента (СРС), в том числе НИРС</b> |             | 2,7                      | 96                  | 48                            | 48         |
| <b>Промежуточная аттестация</b>                                | экзамен (Э) | 1                        | 36                  | –                             | 36         |
| <b>ИТОГО</b>                                                   |             | <b>9</b>                 | <b>324</b>          | <b>144</b>                    | <b>180</b> |

## 2. Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость модуля дисциплины составляет 9 зачетных единицы, 324 часа

### 2.1. Структура дисциплины

| №   | Наименование разделов и тем                                   | Семестр | Всего часов | Виды учебной работы |    |    |     |   | СРС |
|-----|---------------------------------------------------------------|---------|-------------|---------------------|----|----|-----|---|-----|
|     |                                                               |         |             | Аудиторные часы     |    |    |     |   |     |
|     |                                                               |         |             | Л                   | ЛП | ПЗ | КПЗ | С |     |
| 1   | Раздел 1. Качественный химический анализ                      | 3       | 40          | 4                   |    | 24 |     |   | 12  |
| 1.1 | Основы качественного анализа                                  | 3       | 6           | 4                   |    |    |     |   | 2   |
| 1.2 | Аналитические реакции катионов и анионов                      | 3       | 34          |                     |    | 24 |     |   | 10  |
| 2   | Раздел 2. Теоретические основы аналитической химии            | 3       | 58          | 16                  |    | 22 |     |   | 20  |
| 2.1 | Теория растворов сильных электролитов                         | 3       | 6           | 2                   |    | 2  |     |   | 2   |
| 2.2 | Константы химического равновесия                              | 3       | 4           | 2                   |    |    |     |   | 2   |
| 2.3 | Равновесие между осадком и его насыщенным раствором           | 3       | 8           | 2                   |    | 2  |     |   | 4   |
|     | Коллоквиум 1 по темам 1.1, 2.1, 2.2, 2.3                      | 3       | 4           |                     |    | 4  |     |   |     |
| 2.4 | Кислотно-основное равновесие                                  | 3       | 20          | 6                   |    | 6  |     |   | 8   |
| 2.5 | Окислительно-восстановительные равновесия                     | 3       | 6           | 2                   |    | 2  |     |   | 2   |
| 2.6 | Лигандообменные равновесия в растворах комплексных соединений | 3       | 6           | 2                   |    | 2  |     |   | 2   |
|     | Коллоквиум 2 по темам 2.4, 2.5, 2.6                           | 3       | 4           |                     |    | 4  |     |   |     |
| 3   | Раздел 3. Методы разделения и концентрирования                | 3       | 8           | 2                   |    | 2  |     |   | 4   |
| 3.1 | Жидкостная экстракция                                         | 3       | 8           | 2                   |    | 2  |     |   | 4   |
| 4   | Раздел 4. Количественный химический анализ                    | 3       | 128         | 22                  |    | 64 |     |   | 42  |
| 4.1 | Гравиметрия                                                   | 3       | 26          | 4                   |    | 12 |     |   | 10  |
|     | Коллоквиум 3 по темам 3.1, 4.1                                | 3       | 4           |                     |    | 4  |     |   |     |
| 4.2 | Основы титриметрического анализа                              | 3       | 10          | 2                   |    | 4  |     |   | 4   |
| 4.3 | Кислотно-основное титрование                                  | 4       | 26          | 6                   |    | 12 |     |   | 8   |
|     | Коллоквиум 4 по темам 4.2, 4.3                                | 4       | 4           |                     |    | 4  |     |   |     |
| 4.4 | Окислительно-восстановительное титрование                     | 4       | 34          | 6                   |    | 16 |     |   | 12  |
| 4.5 | Осадительное титрование                                       | 4       | 10          | 2                   |    | 4  |     |   | 4   |
| 4.6 | Комплексонометрическое титрование                             | 4       | 10          | 2                   |    | 4  |     |   | 4   |
|     | Коллоквиум 5 по темам 4.4, 4.5, 4.6                           | 4       | 4           |                     |    | 4  |     |   |     |

| №   | Наименование разделов и тем                | Семестр | Всего часов | Виды учебной работы |    |     |     |   | СРС |
|-----|--------------------------------------------|---------|-------------|---------------------|----|-----|-----|---|-----|
|     |                                            |         |             | Аудиторные часы     |    |     |     |   |     |
|     |                                            |         |             | Л                   | ЛП | ПЗ  | КПЗ | С |     |
| 5   | Раздел 5. Физико-химические методы анализа | 4       | 54          | 12                  |    | 24  |     |   | 18  |
| 5.1 | Электрохимические методы анализа           | 4       | 14          | 4                   |    | 4   |     |   | 6   |
| 5.2 | Абсорбционный фотометрический анализ       | 4       | 22          | 4                   |    | 12  |     |   | 6   |
| 5.3 | Хроматография                              | 4       | 14          | 4                   |    | 4   |     |   | 6   |
|     | Коллоквиум 6 по темам 5.1, 5.2, 5.3        | 4       | 4           |                     |    | 4   |     |   |     |
|     | Экзамен                                    | 4       | 36          |                     |    |     |     |   |     |
|     | Итого:                                     |         | 324         | 56                  |    | 136 |     |   | 96  |

## 2.2. Тематический план лекционных (теоретических) занятий

| №                                                         | Наименование раздела, тема лекции                                       | Количество часов | Семестр     | Результат обучения в виде формируемых компетенций |
|-----------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------|------------------|-------------|---------------------------------------------------|
| <b>Раздел 1. Качественный химический анализ</b>           |                                                                         | <b>4</b>         | <b>3</b>    | <b>ОПК-1</b>                                      |
| 1                                                         | Тема 1.1. Основы качественного анализа                                  | 2                | 3           |                                                   |
| 2                                                         | Тема 1.2. Аналитические реакции катионов и анионов                      | 2                | 3           |                                                   |
| <b>Раздел 2. Теоретические основы аналитической химии</b> |                                                                         | <b>16</b>        | <b>3</b>    | <b>ОПК-1</b>                                      |
| 3                                                         | Тема 2.1. Теория растворов сильных электролитов                         | 2                | 3           |                                                   |
| 4                                                         | Тема 2.2. Константы химического равновесия                              | 2                | 3           |                                                   |
| 5                                                         | Тема 2.3. Равновесие между осадком и его насыщенным раствором           | 2                | 3           |                                                   |
| 6                                                         | Тема 2.4. Кислотно-основное равновесие                                  | 2                | 3           |                                                   |
| 7                                                         | Тема 2.4. Кислотно-основное равновесие                                  | 2                | 3           |                                                   |
| 8                                                         | Тема 2.4. Кислотно-основное равновесие                                  | 2                | 3           |                                                   |
| 9                                                         | Тема 2.5. Окислительно-восстановительные равновесия                     | 2                | 3           |                                                   |
| 10                                                        | Тема 2.6. Лигандообменные равновесия в растворах комплексных соединений | 2                | 3           |                                                   |
| <b>Раздел 3. Методы разделения и концентрирования</b>     |                                                                         | <b>2</b>         | <b>3</b>    | <b>ОПК-1</b>                                      |
| 11                                                        | Тема 3.1. Жидкостная экстракция                                         | 2                | 3           |                                                   |
| <b>Раздел 4. Количественный химический анализ</b>         |                                                                         | <b>22</b>        | <b>3, 4</b> | <b>ОПК-1</b>                                      |
| 12                                                        | Тема 4.1. Гравиметрия                                                   | 2                | 3           |                                                   |
| 13                                                        | Тема 4.1. Гравиметрия                                                   | 2                | 3           |                                                   |
| 14                                                        | Тема 4.2. Основы титриметрического анализа                              | 2                | 3           |                                                   |
| 15                                                        | Тема 4.3. Кислотно-основное титрование                                  | 2                | 4           |                                                   |
| 16                                                        | Тема 4.3. Кислотно-основное титрование                                  | 2                | 4           |                                                   |
| 17                                                        | Тема 4.3. Кислотно-основное титрование                                  | 2                | 4           |                                                   |
| 18                                                        | Тема 4.4. Окислительно-восстановительное титрование                     | 2                | 4           |                                                   |
| 19                                                        | Тема 4.4. Окислительно-восстановительное титрование                     | 2                | 4           |                                                   |
| 20                                                        | Тема 4.4. Окислительно-восстановительное титрование                     | 2                | 4           |                                                   |
| 21                                                        | Тема 4.5. Осадительное титрование                                       | 2                | 4           |                                                   |
| 22                                                        | Тема 4.6. Комплексонометрическое титрование                             | 2                | 4           |                                                   |

| №                                                 | Наименование раздела, тема лекции              | Количество часов | Семестр  | Результат обучения в виде формируемых компетенций |
|---------------------------------------------------|------------------------------------------------|------------------|----------|---------------------------------------------------|
| <b>Раздел 5. Физико-химические методы анализа</b> |                                                | <b>12</b>        | <b>4</b> | <b>ОПК-1</b>                                      |
| 23                                                | Тема 5.1. Электрохимические методы анализа     | 2                | 4        |                                                   |
| 24                                                | Тема 5.1. Электрохимические методы анализа     | 2                | 4        |                                                   |
| 25                                                | Тема 5.2. Абсорбционный фотометрический анализ | 2                | 4        |                                                   |
| 26                                                | Тема 5.2. Абсорбционный фотометрический анализ | 2                | 4        |                                                   |
| 27                                                | Тема 5.3. Хроматография                        | 2                | 4        |                                                   |
| 28                                                | Тема 5.3. Хроматография                        | 2                | 4        |                                                   |
| <b>Итого:</b>                                     |                                                | <b>56</b>        |          |                                                   |

### 2.3. Тематический план практических занятий

| №                                                                                              | Наименование раздела, тема занятия                                                                                                                         | Вид занятия<br>(ПЗ, С, КПЗ, ЛП) | Количество часов |     | Семестр | Результат обучения в виде формируемых компетенций |
|------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------|------------------|-----|---------|---------------------------------------------------|
|                                                                                                |                                                                                                                                                            |                                 | Аудиторных       | СРС |         |                                                   |
| Раздел 1. Качественный химический анализ<br>Раздел 2. Теоретические основы аналитической химии |                                                                                                                                                            | ПЗ                              | 44               | 32  | 3       | ОПК-1                                             |
| 1                                                                                              | Тема 1.2. Лабораторная работа «Аналитические реакции катионов 1-ой и 3-ей                                                                                  | ПЗ                              | 4                | 3   | 3       |                                                   |
| 2                                                                                              | Темы 1.2, 2.1. Лабораторная работа «Аналитические реакции катионов 2-ой группы». Решение задач по теме «Активность ионов в растворах сильных электролитов» | ПЗ                              | 4                | 3   | 3       |                                                   |
| 3                                                                                              | Темы 1.2, 2.3. Лабораторная работа «Аналитические реакции катионов 4-ой группы». Решение задач по теме «Равновесие между осадком и насыщенным раствором»   | ПЗ                              | 4                | 3   | 3       |                                                   |
| 4                                                                                              | Темы 1.2, 2.3. Лабораторная работа «Аналитические реакции катионов 5-ой группы». Решение задач по теме «Влияние сильных электролитов на растворимость      | ПЗ                              | 4                | 3   | 3       |                                                   |
| 5                                                                                              | Темы 1.2, 2.4. Лабораторная работа «Аналитические реакции катионов 6-ой группы». Решение задач по теме «Кислотно-основное равновесие. Кислоты и основания» | ПЗ                              | 4                | 4   | 3       |                                                   |
| 6                                                                                              | Темы 1.2, 2.4. Решение задач по теме «Кислотно-основное равновесие. Амфолиты. Буферные системы»                                                            | ПЗ                              | 4                | 4   | 3       |                                                   |
| 7                                                                                              | Коллоквиум 1 по темам 1.1, 2.1, 2.2, 2.3                                                                                                                   | ПЗ                              | 4                |     | 3       |                                                   |
| 8                                                                                              | Темы 1.2, 2.5. Лабораторная работа «Аналитические реакции анионов 1-ой группы». Решение задач по теме «Окислительно-восстановительное                      | ПЗ                              | 4                | 4   | 3       |                                                   |
| 9                                                                                              | Тема 1.2, 2.5. Лабораторная работа «Аналитические реакции анионов 2-ой и 3-ей группы». Решение задач по теме «Влияние pH на электродные потенциалы»        | ПЗ                              | 4                | 4   | 3       |                                                   |
| 10                                                                                             | Тема 2.6. Решение задач по теме «Равновесия в растворах комплексных соединений. Сложное равновесие»                                                        | ПЗ                              | 4                | 4   | 3       |                                                   |
| 11                                                                                             | Коллоквиум 2 по темам 2.4, 2.5, 2.6                                                                                                                        | ПЗ                              | 4                |     | 3       |                                                   |
| Раздел 3. Методы разделения и концентрирования<br>Раздел 4. Количественный химический анализ   |                                                                                                                                                            | ПЗ                              | 68               | 46  |         | ОПК-1                                             |
| 12                                                                                             | Тема 4.1. Лабораторная работа «Гравиметрия. Определение сульфатов (ч. 1)»                                                                                  | ПЗ                              | 4                | 3   | 3       |                                                   |
| 13                                                                                             | Тема 4.1. Лабораторные работы «Гравиметрия. Определение сульфатов (ч. 2). Определение железа (ч. 1)»                                                       | ПЗ                              | 4                | 3   | 3       |                                                   |
| 14                                                                                             | Тема 4.1. Лабораторная работа «Гравиметрия. Определение железа (ч. 2)». Решение задач по теме «Гравиметрия»                                                | ПЗ                              | 4                | 4   | 3       |                                                   |

| №                                                 | Наименование раздела, тема занятия                                                                      | Вид занятия (ПЗ, С, КПЗ, ЛП) | Количество часов |           | Семестр | Результат обучения в виде формируемых компетенций |
|---------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------|------------------|-----------|---------|---------------------------------------------------|
|                                                   |                                                                                                         |                              | Аудиторных       | СРС       |         |                                                   |
| 15                                                | Тема 3.1. Решение задач по теме «Экстракция»                                                            | ПЗ                           | 4                | 4         | 3       |                                                   |
| 16                                                | Коллоквиум 3 по темам 3.1, 4.1                                                                          | ПЗ                           | 4                |           | 3       |                                                   |
| 17                                                | Тема 4.2. Решение задач по теме «Концентрация вещества в растворе. Расчеты при приготовлении растворов» | ПЗ                           | 4                | 3         | 3       |                                                   |
| 18                                                | Тема 4.3. Лабораторные работы «Стандартизация раствора соляной кислоты. Определение карбонатов»         | ПЗ                           | 4                | 3         | 3       |                                                   |
| 19                                                | Тема 4.3. Лабораторные работы «Стандартизация раствора щелочи. Определение солей аммония, борной        | ПЗ                           | 4                | 3         | 4       |                                                   |
| 20                                                | Тема 4.3. Решение задач по теме «Расчеты при кислотно-основном титровании»                              | ПЗ                           | 4                | 4         | 4       |                                                   |
| 21                                                | Коллоквиум 4 по темам 4.2, 4.3                                                                          | ПЗ                           | 4                |           | 4       |                                                   |
| 22                                                | Тема 4.4. Лабораторная работа «Перманганатометрия»                                                      | ПЗ                           | 4                | 3         | 4       |                                                   |
| 23                                                | Тема 4.4. Лабораторная работа «Йодометрия»                                                              | ПЗ                           | 4                | 3         | 4       |                                                   |
| 24                                                | Тема 4.4. Лабораторная работа «Броматометрия»                                                           | ПЗ                           | 4                | 3         | 4       |                                                   |
| 25                                                | Тема 4.4. Решение задач по теме «Расчеты при окислительно-восстановительном титровании»                 | ПЗ                           | 4                | 4         | 4       |                                                   |
| 26                                                | Тема 4.5. Лабораторная работа «Аргентометрия»                                                           | ПЗ                           | 4                | 3         | 4       |                                                   |
| 27                                                | Тема 4.6. Лабораторная работа «Комплексонометрическое титрование»                                       | ПЗ                           | 4                | 3         | 4       |                                                   |
| 28                                                | Коллоквиум 5 по темам 4.4, 4.5, 4.6                                                                     | ПЗ                           | 4                |           | 4       |                                                   |
| <b>Раздел 5. Физико-химические методы анализа</b> |                                                                                                         | ПЗ                           | <b>24</b>        | <b>18</b> | 4       | ОПК-1                                             |
| 29                                                | Тема 5.1. Лабораторная работа «Потенциометрическое титрование»                                          | ПЗ                           | 4                | 4         | 4       |                                                   |
| 30                                                | Тема 5.2. Лабораторная работа «Фотометрическое определение меди»                                        | ПЗ                           | 4                | 4         | 4       |                                                   |
| 31                                                | Тема 5.2. Лабораторная работа «Фотометрическое определение железа»                                      | ПЗ                           | 4                | 4         | 4       |                                                   |
| 32                                                | Темы 5.1, 5.2. Решение задач по теме «Расчеты в электрохимических и фотометрических методах анализа»    | ПЗ                           | 4                | 3         | 4       |                                                   |
| 33                                                | Тема 5.2. Лабораторная работа «Ионообменная хроматография»                                              | ПЗ                           | 4                | 3         | 4       |                                                   |
| 34                                                | Коллоквиум 6 по темам 5.1, 5.2, 5.3                                                                     | ПЗ                           | 4                |           | 4       |                                                   |
| Итого:                                            |                                                                                                         |                              | <b>136</b>       | <b>96</b> |         |                                                   |

## 2.4. Содержание дисциплины

### Раздел 1. Качественный химический анализ

#### Тема 1.1. Основы качественного анализа

##### Содержание темы:

1. Метод и методика анализа
2. Основные разделы АХ
3. Требования к реакциям для качественного анализа
4. Типы аналитических реакций и реагентов
5. Характеристики чувствительности аналитических реакций и связь между ними
6. Аналитические классификации катионов. Кислотно-основная классификация
7. Аналитические классификации анионов

**Форма контроля и отчетности усвоения материала:** опорный конспект, контрольные вопросы, тестовые задания

**Использование электронного обучения и дистанционных образовательных технологий:** нет

#### Тема 1.2. Аналитические реакции катионов и анионов

##### Содержание темы:

1. Лабораторная работа 1 «Аналитические реакции катионов 1-ой и 3-ей групп»
2. Лабораторная работа 2 «Аналитические реакции катионов 2-ой группы»
3. Лабораторная работа 3 «Аналитические реакции катионов 4-ой группы»
4. Лабораторная работа 4 «Аналитические реакции катионов 5-ой группы»
5. Лабораторная работа 5 «Аналитические реакции катионов 6-ой группы»
6. Лабораторная работа 6 «Аналитические реакции анионов 1-ой группы»
7. Лабораторная работа 7 «Аналитические реакции анионов 2-ой и 3-ей группы»

**Форма контроля и отчетности усвоения материала:** контрольные вопросы, тестовые задания, отчёты по лабораторным работам 1...7

**Использование электронного обучения и дистанционных образовательных технологий:** нет

### Раздел 2. Теоретические основы аналитической химии

#### Тема 2.1. Теория растворов сильных электролитов

##### Содержание темы:

1. Ионная сила раствора
2. Активность
3. Коэффициент активности
4. Теория и формулы Дебая-Хюккеля

**Форма контроля и отчетности усвоения материала:** опорный конспект, контрольные вопросы, решение ситуационных задач

**Использование электронного обучения и дистанционных образовательных технологий:** нет

#### Тема 2.2. Константы химического равновесия

##### Содержание темы:

1. Основные типы равновесий, используемых в аналитической химии
2. Определение константы равновесия на основе закона действующих масс
3. Термодинамические и концентрационные, ступенчатые и общие, реальные и условные константы равновесия

**Форма контроля и отчетности усвоения материала:** опорный конспект, контрольные вопросы, решение ситуационных задач

**Использование электронного обучения и дистанционных образовательных технологий:**  
нет

Тема 2.3. Равновесие между осадком и его насыщенным раствором

Содержание темы:

1. Растворимость
2. Произведение растворимости
3. Ионное произведение. Условия образования и растворения осадков
4. Влияние различных факторов на растворимость осадков

**Форма контроля и отчетности усвоения материала:** опорный конспект, контрольные вопросы, решение ситуационных задач

**Использование электронного обучения и дистанционных образовательных технологий:**  
нет

Тема 2.4. Кислотно-основное равновесие

Содержание темы:

1. Протолитическая теория
2. Кислые, щелочные, нейтральные растворы
3. Водородный показатель (рН)
4. Константы кислотности и основности
5. Протолитические свойства воды. Реакция автопротолиза
6. Классификация кислот и оснований по силе
7. Связь между константами кислотности и основности кислоты и сопряженного основания
8. Протолитические свойства солей
9. Расчет рН растворов сильных и слабых кислот и оснований
10. Расчет рН амфолитов
11. Буферные свойства и буферные растворы
12. Расчет рН буферных растворов

**Форма контроля и отчетности усвоения материала:** опорный конспект, контрольные вопросы, решение ситуационных задач

**Использование электронного обучения и дистанционных образовательных технологий:**  
нет

Тема 2.5. Окислительно-восстановительные равновесия

Содержание темы:

1. Потенциал. Электродный потенциал
2. Способ измерения электродного потенциала
3. Стандартный водородный электрод. Стандартный потенциал
4. Уравнение Нернста
5. ЭДС и направление ОВ реакций
6. Влияние различных факторов на ОВ потенциалы и направление ОВ реакции

**Форма контроля и отчетности усвоения материала:** опорный конспект, контрольные вопросы, решение ситуационных задач

**Использование электронного обучения и дистанционных образовательных технологий:**  
нет

Тема 2.6. Лигандообменные равновесия в растворах комплексных соединений

Содержание темы:

1. Общая характеристика комплексов
2. Общие и ступенчатые константы устойчивости комплексов
3. Типовые расчеты с использованием констант устойчивости
4. Условные константы устойчивости
5. Влияние различных факторов на комплексообразование. Реакции комплексных соединений

**Форма контроля и отчетности усвоения материала:** опорный конспект, контрольные вопросы, решение ситуационных задач

**Использование электронного обучения и дистанционных образовательных технологий:** нет

### **Раздел 3. Методы разделения и концентрирования**

Тема 3.1. Жидкостная экстракция

Содержание темы:

1. Обзор методов разделения и концентрирования
2. Жидкостная экстракция. Основные понятия и термины
3. Экстракционное равновесие. Закон распределения Нернста-Шилова
4. Константа и коэффициент распределения
5. Степень извлечения. Зависимость степени извлечения от коэффициента распределения
6. Условия экстракционного разделения
7. Классификация экстракционных процессов

**Форма контроля и отчетности усвоения материала:** опорный конспект, контрольные вопросы, решение ситуационных задач

**Использование электронного обучения и дистанционных образовательных технологий:** нет

### **Раздел 4. Количественный химический анализ**

Тема 4.1. Гравиметрия

Содержание темы:

1. Сущность и основные понятия гравиметрического анализа
2. Классификация методов
3. Метод осаждения. Основные этапы анализа
4. Требования к осаждаемой, гравиметрической форме, осадителю
5. Загрязнение осадков в процессе анализа
6. Условия образования и получения кристаллических и аморфных осадков
7. Расчеты при гравиметрическом анализе
8. Лабораторная работа 8 «Гравиметрическое определение сульфатов»
9. Лабораторная работа 9 «Гравиметрическое определение железа»

**Форма контроля и отчетности усвоения материала:** опорный конспект, контрольные вопросы, отчёты по лабораторным работам 8 и 9

**Использование электронного обучения и дистанционных образовательных технологий:** нет

Тема 4.2. Основы титриметрического анализа

Содержание темы:

1. Требования к реакциям для титриметрии
2. Классификация методов титриметрического анализа по типу химической реакции, по способу выполнения (прямое, реверсивное, обратное титрование, титрование заместителя)
3. Методы определения массы по результатам титрования (отдельных навесок, пипетирования)
4. Титранты. Первичные и вторичные стандарты. Требования к первичным стандартам. Стандартизация
5. Точка эквивалентности и конечная точка титрования. Методы их определения
6. Расчеты при титриметрическом анализе

**Форма контроля и отчетности усвоения материала:** опорный конспект, контрольные вопросы, решение ситуационных задач

**Использование электронного обучения и дистанционных образовательных технологий:** нет

#### Тема 4.3. Кислотно-основное титрование

##### Содержание темы:

1. Стандарты и титранты
2. Расчет и анализ кривых кислотно-основного титрования
3. Кислотно-основные индикаторы
4. Ионная и хромофорная концепции кислотно-основных индикаторов
5. Индикаторные ошибки кислотно-основного титрования
6. Кислотно-основное неводное титрование
7. Классификация растворителей по кислотно-основным свойствам
8. Нивелирующее и дифференцирующее действие растворителя
9. Влияние диэлектрической проницаемости и константы автопротолиза растворителя на титрование
10. Титрование в безводной уксусной кислоте
11. Лабораторная работа 10 «Стандартизация раствора соляной кислоты. Определение карбонатов»
12. Лабораторная работа 11 «Стандартизация раствора щелочи. Определение солей аммония, борной кислоты»

**Форма контроля и отчетности усвоения материала:** опорный конспект, решение ситуационных задач, отчёты по лабораторным работам 10 и 11

**Использование электронного обучения и дистанционных образовательных технологий:** нет

#### Тема 4.4. Окислительно-восстановительное титрование

##### Содержание темы:

1. Требования к реакциям. Факторы, влияющие на скачок титрования
2. Условия титрования
3. Индикаторы
4. Кривые ОВ титрования
5. Индикаторные ошибки ОВ титрования
6. Перманганатометрия
7. Бихроматометрия
8. Прямая, обратная и косвенная йодометрия
9. Йодатометрия
10. Броматометрия. Бромид-броматометрия
11. Нитритометрия
12. Лабораторная работа 12 «Перманганатометрия»
13. Лабораторная работа 13 «Йодометрия»
14. Лабораторная работа 14 «Броматометрия»

**Форма контроля и отчетности усвоения материала:** опорный конспект, решение ситуационных задач, отчёты по лабораторным работам 12...14

**Использование электронного обучения и дистанционных образовательных технологий:** нет

#### Тема 4.5. Осадительное титрование

##### Содержание темы:

1. Требования к реакциям. Классификация методов
2. Аргентометрия. Кривые титрования
3. Метод Мора
4. Метод Фольгарда
5. Метод Фаянса
6. Лабораторная работа 15 «Аргентометрия»

**Форма контроля и отчетности усвоения материала:** опорный конспект, решение ситуационных задач, отчёт по лабораторной работе 15

**Использование электронного обучения и дистанционных образовательных технологий:**  
нет.

#### Тема 4.6. Комплексонометрическое титрование

##### Содержание темы:

1. Комплексиметрическое титрование. Требования к реакциям. Классификация методов
2. Комплексонометрия. Комплексоны и комплексонаты. ЭДТА
3. Металлохромные индикаторы. Принцип действия
4. Кривые титрования
5. Влияние pH раствора на титрование. Условия комплексонометрического титрования
6. Примеры прямого, обратного и вытеснительного (титрования заместителя) комплексонометрического титрования
7. Лабораторная работа 16 «Комплексонометрическое титрование»

**Форма контроля и отчетности усвоения материала:** опорный конспект, решение ситуационных задач, отчет по лабораторной работе 16

**Использование электронного обучения и дистанционных образовательных технологий:**  
нет.

### Раздел 5. Физико-химические методы анализа

#### Тема 5.1. Электрохимические методы анализа

##### Содержание темы:

1. Общая характеристика физико-химических методов анализа
2. Прямая потенциометрия
3. Классификация электродов
4. Схема установки для потенциометрического анализа
5. Способы определения концентрации
6. Потенциометрическое титрование. Способы определения конечной точки титрования
7. Кривые потенциометрического титрования
8. Кулонометрия. Закон Фарадея
9. Классификация кулонометрических методов
10. Требования к реакциям для кулонометрического анализа
11. Способы измерения количества электричества. Химические кулонометры
12. Прямая кулонометрия. Устройство установки для кулонометрического анализа
13. Условия кулонометрического анализа
14. Кулонометрическое титрование
15. Лабораторная работа 17 «Потенциометрическое титрование»

**Форма контроля и отчетности усвоения материала:** опорный конспект, решение ситуационных задач, отчет по лабораторной работе 17

**Использование электронного обучения и дистанционных образовательных технологий:**  
нет.

#### Тема 5.2. Абсорбционный фотометрический анализ

##### Содержание темы:

1. Закон Ламберта-Бугера-Бера
2. Фотометрические параметры
3. Колориметрия. Методы стандартных серий, разбавления, уравнивания окрасок
4. Спектрофотометрия. Устройство спектрофотометра
5. Условия количественного фотометрического анализа
6. Фотометрические реакции и реагенты
7. Методы количественного фотометрического анализа: калибровочного графика, стандарта, добавок стандарта
8. Дифференциальный фотометрический анализ
9. Лабораторная работа 18 «Фотометрическое определение меди»
10. Лабораторная работа 19 «Фотометрическое определение железа»

**Форма контроля и отчетности усвоения материала:** опорный конспект, решение ситуационных задач, отчёты по лабораторным работам 18 и 19

**Использование электронного обучения и дистанционных образовательных технологий:** нет.

### Тема 5.3. Хроматография

#### Содержание темы:

1. Классификация хроматографических методов
2. Бумажная и тонкослойная хроматография. Относительный коэффициент подвижности
3. Ионообменная хроматография. Иониты. Ионообменное равновесие
4. Газовая хроматография. Характеристика подвижной и неподвижной фазы
5. Хроматографические параметры удерживания и разделения
6. Устройство газового хроматографа. Колонки. Детекторы
7. Влияние температуры на хроматографический процесс.
8. Качественный и количественный хроматографический анализ
9. Лабораторная работа 20 «Ионообменная хроматография»

**Форма контроля и отчетности усвоения материала:** опорный конспект, контрольные вопросы, отчёт по лабораторной работе 20

**Использование электронного обучения и дистанционных образовательных технологий:** нет.

## 2.5. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы

| Наименование раздела, тема                                              | Вид самостоятельной работы обучающегося (аудиторной и внеаудиторной)                               | Количество часов | Семестр  |
|-------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|----------|
| <b>Раздел 1. Качественный химический анализ</b>                         |                                                                                                    | <b>12</b>        | <b>3</b> |
| Тема 1.1. Основы качественного анализа                                  | Контрольные вопросы, опорный конспект                                                              | 2                | 3        |
| Тема 1.2. Аналитические реакции катионов и анионов                      | Контрольные вопросы, опорный конспект, отчеты по лабораторным работам 1...7                        | 10               | 3        |
| <b>Раздел 2. Теоретические основы аналитической химии</b>               |                                                                                                    | <b>20</b>        | <b>3</b> |
| Тема 2.1. Теория растворов сильных электролитов                         | Контрольные вопросы, опорный конспект, ситуационные задачи                                         | 2                | 3        |
| Тема 2.2. Константы химического равновесия                              | Контрольные вопросы, опорный конспект, ситуационные задачи                                         | 2                | 3        |
| Тема 2.3. Равновесие между осадком и его насыщенным раствором           | Контрольные вопросы, опорный конспект, ситуационные задачи                                         | 4                | 3        |
| Тема 2.4. Кислотно-основное равновесие                                  | Контрольные вопросы, опорный конспект, ситуационные задачи                                         | 8                | 3        |
| Тема 2.5. Окислительно-восстановительные равновесия                     | Контрольные вопросы, опорный конспект, ситуационные задачи                                         | 2                | 3        |
| Тема 2.6. Лигандообменные равновесия в растворах комплексных соединений | Контрольные вопросы, опорный конспект, ситуационные задачи                                         | 2                | 3        |
| <b>Раздел 3. Методы разделения и концентрирования</b>                   |                                                                                                    | <b>4</b>         | <b>3</b> |
| Тема 3.1. Жидкостная экстракция                                         | Контрольные вопросы, опорный конспект, ситуационные задачи                                         | 4                | 3        |
| <b>Раздел 4. Количественный химический анализ</b>                       |                                                                                                    | <b>42</b>        | <b>3</b> |
| Тема 4.1. Гравиметрия                                                   | Контрольные вопросы, опорный конспект, ситуационные задачи, отчеты по лабораторным работам 8 и 9   | 10               | 3        |
| Тема 4.2. Основы титриметрического анализа                              | Контрольные вопросы, опорный конспект, ситуационные задачи                                         | 4                | 3        |
| Тема 4.3. Кислотно-основное титрование                                  | Контрольные вопросы, опорный конспект, ситуационные задачи, отчеты по лабораторным работам 10 и 11 | 8                | 4        |
| Тема 4.4. Окислительно-восстановительное титрование                     | Контрольные вопросы, опорный конспект, ситуационные задачи, отчеты по лабораторным работам 12...14 | 12               | 4        |
| Тема 4.5. Осадительное титрование                                       | Контрольные вопросы, опорный конспект, ситуационные задачи, отчет по лабораторной работе 15        | 4                | 4        |
| Тема 4.6. Комплексонометрическое титрование                             | Контрольные вопросы, опорный конспект, ситуационные задачи, отчет по лабораторной работе 16        | 4                | 4        |

| Наименование раздела,<br>тема                     | Вид самостоятельной работы<br>обучающегося<br>(аудиторной и внеаудиторной)                               | Количе<br>ство<br>часов | Семестр  |
|---------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|----------|
| <b>Раздел 5. Физико-химические методы анализа</b> |                                                                                                          | <b>18</b>               | <b>4</b> |
| Тема 5.1. Электрохимические<br>методы анализа     | Контрольные вопросы, опорный конспект,<br>ситуационные задачи, отчет по лабораторной<br>работе 17        | 6                       | 4        |
| Тема 5.2. Абсорбционный<br>фотометрический анализ | Контрольные вопросы, опорный конспект,<br>ситуационные задачи, отчеты по<br>лабораторным работам 18...19 | 6                       | 4        |
| Тема 5.3. Хроматография                           | Контрольные вопросы, опорный конспект,<br>отчет по лабораторной работе 20                                | 6                       | 4        |
|                                                   | Итого:                                                                                                   | <b>96</b>               | 3, 4     |

### 3. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

#### 3.1. Занятия, проводимые в интерактивной форме

| №      | Наименование раздела дисциплины                           | Вид учебных занятий  | Количество часов | Формы интерактивного обучения   | Количество часов |
|--------|-----------------------------------------------------------|----------------------|------------------|---------------------------------|------------------|
|        | <b>Раздел 1. Качественный химический анализ</b>           |                      | <b>28</b>        |                                 | <b>24</b>        |
| 1      | Тема 1.2. Аналитические реакции катионов и анионов        | Практическое занятие | 24               | Работа в малых группах, тренинг | 24               |
|        | <b>Раздел 2. Теоретические основы аналитической химии</b> |                      | <b>38</b>        |                                 | <b>2</b>         |
| 2      | Тема 2.4. Кислотно-основное равновесие                    | Лекция               | 12               | Презентация                     | 2                |
|        | <b>Раздел 3. Методы разделения и концентрирования</b>     |                      | <b>4</b>         |                                 |                  |
|        | <b>Раздел 4. Количественный химический анализ</b>         |                      | <b>86</b>        |                                 | <b>36</b>        |
|        | Тема 4.1. Гравиметрия                                     | Практическое занятие | 16               | Работа в малых группах, тренинг | 12               |
| 3      | Тема 4.3. Кислотно-основное титрование                    | Практическое занятие | 18               | Работа в малых группах, тренинг | 8                |
| 4      | Тема 4.4. Окислительно-восстановительное титрование       | Практическое занятие | 22               | Работа в малых группах, тренинг | 12               |
| 5      | Тема 4.6. Комплексонометрическое титрование               | Практическое занятие | 6                | Работа в малых группах, тренинг | 4                |
|        | <b>Раздел 5. Физико-химические методы анализа</b>         |                      | <b>36</b>        |                                 | <b>16</b>        |
| 6      | Тема 5.1. Электрохимические методы анализа                | Практическое занятие | 8                | Работа в малых группах, тренинг | 4                |
|        | Тема 5.2. Абсорбционный фотометрический анализ            | Практическое занятие | 16               | Работа в малых группах, тренинг | 8                |
|        | Тема 5.3. Хроматография                                   | Практическое занятие | 8                | Работа в малых группах, тренинг | 4                |
| Итого: |                                                           |                      | <b>192</b>       |                                 | <b>78</b>        |

## **4. КОНТРОЛЬ И ОЦЕНКА РЕЗУЛЬТАТОВ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **4.1. Контрольно-диагностические материалы для промежуточной аттестации**

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в форме экзамена. Билет включает три вопроса по курсу лекций по темам «теоретические основы АХ», «количественный анализ», «физико-химические методы анализа», одну расчетную ситуационную задачу и один вопрос по теме «качественный анализ» на основе результатов соответствующих лабораторных работ

### **4.2. Оценочные средства (представлены в приложении 1)**

1. Список вопросов для подготовки к экзамену
2. Тестовые задания
3. Ситуационные задачи
4. Перечень практических навыков

#### 4.4. Критерии оценки по дисциплине в целом

| Характеристика ответа                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | Оценка ECTS | Баллы в РС | Оценка итоговая                                                  |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|------------|------------------------------------------------------------------|
| Дан полный, развернутый ответ на поставленный вопрос, показана совокупность осознанных знаний по дисциплине, проявляющаяся в свободном оперировании понятиями, умении выделить существенные и несущественные его признаки, причинно-следственные связи. Знания об объекте демонстрируются на фоне понимания его в системе данной науки и междисциплинарных связей. Ответ формулируется в терминах науки, изложен литературным языком, логичен, доказателен, демонстрирует авторскую позицию студента. Могут быть допущены недочеты в определении понятий, исправленные студентом самостоятельно в процессе ответа | A-B         | 100-91     | 5                                                                |
| Дан полный, развернутый ответ на поставленный вопрос, доказательно раскрыты основные положения темы; в ответе прослеживается четкая структура, логическая последовательность, отражающая сущность раскрываемых понятий, теорий, явлений. Ответ изложен литературным языком в терминах науки. В ответе допущены недочеты, исправленные студентом с помощью преподавателя                                                                                                                                                                                                                                           | C-D         | 90-81      | 4                                                                |
| Дан недостаточно полный и недостаточно развернутый ответ. Логика и последовательность изложения имеют нарушения. Допущены ошибки в раскрытии понятий, употреблении терминов. Студент не способен самостоятельно выделить существенные и несущественные признаки и причинно-следственные связи. Студент может конкретизировать обобщенные знания, доказав на примерах их основные положения только с помощью преподавателя. Речевое оформление требует поправок, коррекции                                                                                                                                         | E           | 80-71      | 3                                                                |
| Дан неполный ответ, логика и последовательность изложения имеют существенные нарушения. Допущены грубые ошибки при определении сущности раскрываемых понятий, теорий, явлений, вследствие непонимания студентом их существенных и несущественных признаков и связей. В ответе отсутствуют выводы. Умение раскрыть конкретные проявления обобщенных знаний не показано. Речевое оформление требует поправок, коррекции                                                                                                                                                                                             | Fx-F        | <70        | 2<br>Требуется пересдача/<br>повторное<br>изучение<br>дисциплины |

## 5. ИНФОРМАЦИОННОЕ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 5.1. Информационное обеспечение дисциплины

| №  | Наименование и краткая характеристика библиотечно-информационных ресурсов и средств обеспечения образовательного процесса, в том числе электронно-библиотечных систем (ЭБС) и электронных образовательных ресурсов (электронных изданий и информационных баз данных)                                                                            |
|----|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1  | <b>ЭБС «Консультант Студента»:</b> сайт / ООО «КОНСУЛЬТАНТ СТУДЕНТА». – Москва, 2013-2025. - URL: <a href="https://www.studentlibrary.ru">https://www.studentlibrary.ru</a> . - Режим доступа: по IP-адресу университета, удаленный доступ по логину и паролю. - Текст: электронный                                                             |
| 2  | <b>Справочно-информационная система «MedBaseGeotar»:</b> сайт / ООО «КОНСУЛЬТАНТ СТУДЕНТА». – Москва, 2024-2025. – URL: <a href="https://mbasegeotar.ru">https://mbasegeotar.ru</a> . - Режим доступа: по IP-адресу университета, удаленный доступ по логину и паролю. - Текст : электронный                                                    |
| 3  | <b>Электронная библиотечная система «Медицинская библиотека «MEDLIB.RU» (ЭБС «MEDLIB.RU»):</b> сайт / ООО «Медицинское информационное агентство». - Москва, 2016-2025. - URL: <a href="https://www.medlib.ru">https://www.medlib.ru</a> . - Режим доступа: по IP-адресу университета, удаленный доступ по логину и паролю. - Текст: электронный |
| 4  | <b>«Электронная библиотечная система «Букап» :</b> сайт / ООО «Букап». - Томск, 2012-2025. - URL: <a href="https://www.books-up.ru">https://www.books-up.ru</a> . - Режим доступа: по IP-адресу университета, удаленный доступ по логину и паролю. - Текст : электронный                                                                        |
| 5  | <b>«Электронные издания»</b> издательства «Лаборатория знаний»/ ООО «Лаборатория знаний». - Москва, 2015-2025. - URL: <a href="https://moodle.kemsma.ru">https://moodle.kemsma.ru</a> . – Режим доступа: по логину и паролю. - Текст : электронный                                                                                              |
| 6  | <b>База данных ЭБС «ЛАНЬ»:</b> сайт / ООО «ЭБС ЛАНЬ» - СПб., 2017-2025. - URL: <a href="https://e.lanbook.com">https://e.lanbook.com</a> . - Режим доступа: по IP-адресу университета, удаленный доступ по логину и паролю. - Текст: электронный                                                                                                |
| 7  | <b>«Образовательная платформа ЮРАЙТ»:</b> сайт /ООО «ЭЛЕКТРОННОЕ ИЗДАТЕЛЬСТВО ЮРАЙТ». - Москва, 2013-2025. - URL: <a href="https://urait.ru">https://urait.ru</a> . - Режим доступа: по IP-адресу университета, удаленный доступ по логину и паролю. – Текст: электронный                                                                       |
| 8  | <b>«JAYPEE DIGITAL» (Индия) -</b> комплексная интегрированная платформа медицинских ресурсов: сайт - URL: <a href="https://www.jaypeedigital.com/">https://www.jaypeedigital.com/</a> - Режим доступа: по IP-адресу университета, удаленный доступ по логину и паролю. - Текст: электронный                                                     |
| 9  | <b>Информационно-справочная система «КОДЕКС»:</b> код ИСС89781 «Медицина и здравоохранение»: сайт / ООО «ГК «Кодекс». - СПб., 2016 -2025. - URL: <a href="http://kod.kodeks.ru/docs">http://kod.kodeks.ru/docs</a> . - Режим доступа: по IP-адресу университета, удаленный доступ по логину и паролю. - Текст: электронный                      |
| 10 | <b>Электронная библиотека КемГМУ</b> (Свидетельство о государственной регистрации базы данных № 2017621006 от 06.09. 2017 г.). - Кемерово, 2017-2025. - URL: <a href="http://www.moodle.kemsma.ru">http://www.moodle.kemsma.ru</a> . - Режим доступа: по логину и паролю. - Текст: электронный                                                  |
|    | <b>Интернет-ресурсы:</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| 11 | <a href="http://www.alhimic.ru">http://www.alhimic.ru</a>                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| 12 | <a href="http://www.chem.msu.ru">http://www.chem.msu.ru</a>                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|    | <b>Компьютерные презентации:</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
|    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|    | <b>Электронные версии конспектов лекций:</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|    | <b>Учебные фильмы:</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |

## 5.2. Учебно-методическое обеспечение дисциплины

| №                                | Библиографическое описание рекомендуемого источника литературы                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
|----------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Основная литература</b>       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| 1                                | Харитонов, Ю. Я. Аналитическая химия. Аналитика 1. Общие теоретические основы. Качественный анализ / Харитонов Ю. Я. – Москва: ГЭОТАР-Медиа, 2014. – 688 с. // ЭБС "Консультант студента". – URL : <a href="https://www.studentlibrary.ru">https://www.studentlibrary.ru</a> . – Режим доступа: по подписке. – Текст: электронный                                                                            |
| 2                                | Харитонов, Ю. Я. Аналитическая химия. Аналитика 2. Количественный анализ. Физико-химические (инструментальные) методы анализа / Ю. Я. Харитонов – Москва: ГЭОТАР-Медиа, 2014. – 656. // ЭБС "Консультант студента" – URL: <a href="https://www.studentlibrary.ru">https://www.studentlibrary.ru</a> . – Режим доступа: по подписке. – Текст: электронный                                                     |
| 3                                | Харитонов, Ю. Я. Примеры и задачи по аналитической химии / Ю. Я. Харитонов, В. Ю. Григорьева – Москва: ГЭОТАР-Медиа, 2009. – 304 с. // ЭБС "Консультант студента". – URL: <a href="https://www.studentlibrary.ru">https://www.studentlibrary.ru</a> . – Режим доступа: по IP-адресу университета, удаленный доступ по логину и паролю. – Текст: электронный                                                  |
| <b>Дополнительная литература</b> |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| 4                                | Васильев, В.П. Аналитическая химия: учебник для студентов высших учебных заведений, обучающихся по химико-технологическим специальностям; 7-е изд., в 2-х кн. / В.П. Васильев. – М.: Дрофа, 2009. – Текст : непосредственный.<br>Кн. 1. – 366 с. – ISBN 5-7107-9657-3 (в пер.)<br>Кн. 2. – 383 с. – ISBN 978-5-358-06606-9 (в пер.)                                                                          |
| 5                                | Харитонов, Ю. Я. Аналитическая химия. Качественный анализ. Титриметрия. Сборник упражнений: учебное пособие / Ю. Я. Харитонов, Д. Н. Джабаров – Москва: ГЭОТАР-Медиа, 2015. – 240 с. // ЭБС "Консультант студента". – URL: <a href="https://www.studentlibrary.ru">https://www.studentlibrary.ru</a> . – Режим доступа: по IP-адресу университета, удаленный доступ по логину и паролю. – Текст: электронный |

### 5.3. Методические разработки кафедры

| № | Библиографическое описание рекомендуемого источника литературы                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|---|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1 | Башмаков, А. С. Аналитическая химия: вопросы и задачи: практикум для обучающихся по основной профессиональной образовательной программе высшего образования — программе специалитета по специальности 33.05.01 «Фармация» / А. С. Башмаков ; Кемеровский государственный медицинский университет, Кафедра фармацевтической и общей химии. – Кемерово: [б. и.], 2023. – 75 с. // Электронные издания КемГМУ. – URL: <a href="http://www.moodle.kemsma.ru">http://www.moodle.kemsma.ru</a> . – Режим доступа: для авторизованных пользователей. – Текст: электронный |
| 2 | Башмаков, А. С. «Аналитическая химия. В 2-х ч. Часть 1. Теоретические основы. Качественный анализ. Гравиметрия. Экстракция: учебно-методическое пособие для преподавателей, обучающихся по основной профессиональной образовательной программе высшего образования — программе специалитета по специальности 33.05.01 «Фармация» / А. С. Башмаков, Е. П. Дягилева. – Кемерово, 2023. – 114 с.                                                                                                                                                                      |
| 3 | Башмаков, А. С. «Аналитическая химия. В 2-х ч. Часть 2. Титриметрический анализ. Физико-химические методы анализа: учебно-методическое пособие для преподавателей, обучающихся по основной профессиональной образовательной программе высшего образования — программе специалитета по специальности 33.05.01 «Фармация» / А. С. Башмаков, Е. П. Дягилева. – Кемерово, 2024. – 124 с.                                                                                                                                                                               |
| 4 | Башмаков, А. С. Титриметрический анализ: практикум для обучающихся по основным профессиональным образовательным программам высшего образования — программам специалитета по специальности 33.05.01 Фармация / А. С. Башмаков, Е. В. Леонтьева; Кемеровский государственный медицинский университет, Кафедра химии. – Кемерово: [б. и.], 2017. – 93 с. // Электронные издания КемГМУ. – URL: <a href="http://www.moodle.kemsma.ru">http://www.moodle.kemsma.ru</a> . – Режим доступа: для авторизованных пользователей. – Текст: электронный                        |

## **6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### Помещения:

Учебные комнаты, учебные лаборатории, комната для самостоятельной работы, лекционная аудитория

### Оборудование:

доски, столы, стулья, лабораторные столы, лабораторные мойки, вытяжные шкафы, аналитические весы, муфельная печь, фотометры, потенциометры, pH-метры, химическая посуда (пробирки, цилиндры, стаканы, колбы, пипетки, бюретки), штативы

### Средства обучения

#### Технические

Видеопроекторы, компьютеры, подключение к сети Интернет

#### Демонстрационные материалы:

Таблицы Менделеева, таблицы и плакаты по разным темам дисциплины

#### Оценочные средства

Экзаменационные билеты, билеты (задания) для текущего и рубежного контроля

#### Учебные материалы

Учебники, учебно-методические пособия, справочники

#### Программное обеспечение

Microsoft Windows 7 и 10 Professional, Microsoft Office 10 Standard, Linux GNU GPL, Libre Office GNU LGPL.v3, Dr. Web Security Space, Kaspersky Endpoint Security Russian Edition, Moodle, Onlinetestpad

## **Оценочные средства**

### **Список вопросов для подготовки к экзамену**

1. Метод и методика анализа. Основные разделы аналитической химии (качественный и количественный анализ).
2. Требования к реакциям для качественного анализа.
3. Типы аналитических реакций и реагентов (по назначению, по специфичности).
4. Характеристики чувствительности аналитических реакций и связь между ними.
5. Кислотно-основная аналитическая классификация катионов. Принципы классификации, состав аналитических групп, групповые реактивы и реакции.
6. Аналитические классификации анионов по растворимости солей бария и серебра и по окислительно-восстановительным свойствам.
7. Особенности коллигативных свойств растворов сильных электролитов. Основные положения теории растворов сильных электролитов. Ионная сила раствора. Активность. Коэффициент активности. Уравнения Дебая-Хюккеля.
8. Закон действующих масс и константа химического равновесия. Термодинамическая и концентрационная, реальная и условная, общая и ступенчатая константы равновесия. Особенности применения различных типов констант для описания равновесий в растворах.
9. Растворимость. Равновесие между осадком и его насыщенным раствором и константа этого равновесия. Ионное произведение. Условия образования и растворения осадка.
10. Влияние сильных электролитов, не вступающих с осадком в химическую реакцию («посторонних», с общим ионом), на растворимость осадков. Солевой эффект. Смещение ионного равновесия. Расчет растворимости осадков в растворах сильных электролитов.
11. Тепловые эффекты при растворении кристаллических веществ. Влияние температуры на равновесие между осадком и раствором и на растворимость осадков.
12. Влияние химических реакций на растворимость осадков. Факторы, определяющие растворимость осадков в кислотах. Химические реакции, с которыми связана растворимость осадка в избытке раствора осадителя.
13. Основы протолитической теории. Кислота, основание, амфолит. Сопряженная кислотно-основная пара.
14. Протолитические свойства воды. Константа автопротолиза воды. Константы кислотности и основности  $\text{H}_3\text{O}^+$ ,  $\text{OH}^-$ ,  $\text{H}_2\text{O}$ . Понятие о нейтральном, кислом, щелочном растворе. Водородный показатель (pH).
15. Константы кислотности и основности. Классификация кислот и оснований по силе.
16. Связь между константами кислотности и основности кислоты и сопряженного основания (формула, ее вывод, следствия).
17. Протолитические свойства солей. Константы основности и кислотности катионов и анионов. Примеры их расчета. Примеры солей, обладающих кислотными, основными и амфотерными свойствами.
18. Расчет pH растворов сильных и слабых кислот и оснований (формулы, их вывод). Степень протолиза.
19. Расчет pH растворов амфолитов (формулы, их вывод).
20. Буферные свойства и буферные системы. Состав, механизм действия. Примеры и применение буферных систем.
21. Расчет pH буферных растворов (уравнение Гендерсона-Хассельбаха, его вывод).
22. Буферная ёмкость (понятие, расчет, формулы, их вывод).
23. Общая характеристика комплексных соединений. Термины и понятия связанные с комплексами: центральный атом, лиганды, внутренняя и внешняя сферы комплекса, дентатность, хелаты. Особенности химической связи в комплексных соединениях.

24. Лигандообменные равновесия в растворах комплексов. Ступенчатые и общие константы устойчивости. Расчет концентрации катиона-комплексобразователя, не связанного в комплекс, на основании констант устойчивости.
25. Влияние различных факторов (рН раствора, стехиометрического соотношения между комплексобразователем и лигандами, образования осадков) на процессы образования и распада комплексов. Превращение одних комплексов в другие.
26. ОВ равновесие. Сопряженная ОВ пара. Электродный потенциал и его измерение. Потенциал как характеристика ОВ свойств компонентов сопряженной пары.
27. Стандартный водородный электрод. Стандартные потенциалы. Уравнение Нернста. Определение направления ОВ реакции на основании потенциалов составляющих её полуреакций.
28. Влияние различных факторов (рН раствора, комплексообразования, образования осадков) на ОВ потенциалы и направление ОВ реакций. Примеры и закономерности такого влияния на основании анализа реальных потенциалов с использованием уравнения Нернста.
29. Гравиметрия. Классификация гравиметрических методов. Основные понятия гравиметрического анализа: гравиметрическая форма, осаждаемая форма, осадитель.
30. Основные этапы гравиметрического анализа методом осаждения.
31. Требования к гравиметрической форме, к осаждаемой форме, к осадителю.
32. Элементарные процессы при образовании осадка. Связь этих процессов со структурой и качеством осадка. Характеристики пересыщенного раствора (сверхрастворимость, относительное пересыщение). Факторы, определяющие размер частиц осадка.
33. Старение (созревание) осадка. Оствальдовское, химическое, термическое старение.
34. Загрязнение осадка при гравиметрическом анализе методом осаждения. Соосаждение. Разновидности соосаждения: адсорбция, окклюзия, образование твердых растворов. Закономерности процессов соосаждения.
35. Характерные признаки кристаллических осадков. Оптимальные условия получения кристаллических осадков.
36. Характерные признаки аморфных осадков. Оптимальные условия получения аморфных осадков.
37. Расчеты при гравиметрическом анализе. Схема гравиметрического анализа. Гравиметрический фактор. Расчет оптимальной массы анализируемого образца. Расчет количества осадителя. Расчет массы и массовой доли определяемого вещества.
38. Классификация и обзор методов разделения и концентрирования.
39. Жидкостная экстракция. Принцип метода. Экстрагент, разбавитель, экстракт, реэкстракция. Экстракционное равновесие. Константа распределения. Закон распределения Нернста-Шилова. Коэффициент распределения.
40. Степень извлечения. Связь этого параметра с концентрацией вещества в органической и водной фазах. Зависимость степени извлечения от коэффициента распределения (вывод формулы).
41. Условия экстракционного разделения.
42. Классификация экстракционных процессов по типу экстрагирующегося соединения.
43. Сущность титриметрического анализа. Титрант, титрование, точка эквивалентности, конечная точка титрования, скачок титрования, кривая титрования, индикатор. Теоретические основы титриметрии. Требования к реакциям для титриметрического анализа. Факторы, влияющие на величину скачка титрования.
44. Классификация методов титриметрического анализа по типу химической реакции и по способу выполнения: прямое титрование, реверсивное титрование, обратное титрование, титрование заместителя. Область применения и преимущества каждого из способов титрования. Примеры.

45. Методы определения массы вещества по результатам титрования: аликвотных проб (пипетирования) и отдельных навесок. Их сравнительный анализ (преимущества и недостатки).
46. Способы определения концентрации титрантов. Первичные и вторичные стандарты. Требования к первичным стандартам. Стандартизация.
47. Титранты и стандарты кислотно-основного титрования.
48. Кривые титрования: сильного основания сильной кислотой, сильной кислоты сильным основанием, слабой кислоты сильным основанием, слабого основания сильной кислотой. Состав раствора и расчет pH на различных этапах титрования: в исходном растворе, до точки эквивалентности (ТЭ), в ТЭ, после ТЭ.
49. Титрование систем с несколькими точками эквивалентности. Факторы, определяющие наличие скачка титрования в соответствующей ТЭ.
50. Кислотно-основные индикаторы. Требования к индикаторам. Концепции кислотно-основных индикаторов: ионная, хромофорная. Основные характеристики кислотно-основных индикаторов: цвета, интервал перехода, показатель титрования (pT). Правила подбора индикатора.
51. Ошибки кислотно-основного титрования: случайные, систематические (капельная, индикаторные). Причины возникновения, классификация. Расчет индикаторных ошибок несоответствия (формулы, их вывод).
52. Ограничения для кислотно-основного титрования в воде, которые можно преодолеть, используя титрование в неводных растворителях.
53. Классификация растворителей по кислотно-основным свойствам.
54. Нивелирующее действие растворителя.
55. Дифференцирующее действие растворителя.
56. Диэлектрическая проницаемость растворителя. Влияние диэлектрической проницаемости растворителя на титрование.
57. Автопротолиз амфипротонных растворителей. Связь между константой автопротолиза и константой равновесия реакции титрования. Влияние константы автопротолиза растворителя на скачок титрования и возможности дифференцированного определения нескольких веществ.
58. Требования к амфипротонному растворителю для титрования.
59. Титрование в кислотных растворителях. Титрование в безводной (ледяной) уксусной кислоте. Титранты. Прямое, обратное титрование, титрование заместителя. Определение ТЭ. Примеры реакций.
60. ОВ титрование. Требования к реакциям для ОВ титрования. Способы определения конечной точки титрования. ОВ индикаторы: механизм действия, основные характеристики, принцип выбора.
61. Кривые ОВ титрования. Расчет ОВ потенциала системы на различных этапах титрования: до ТЭ, в ТЭ, после ТЭ. Примеры. Факторы, влияющие на величину скачка титрования.
62. Индикаторные ошибки ОВ титрования. Их происхождение и расчет.
63. Перманганатометрия. Реакции восстановления перманганата при разном pH раствора. Перманганатометрия в кислом растворе. Условия титрования. Титрант, его стандартизация. Определение конечной точки титрования. Особенности применения прямой, обратной и косвенной (титрование заместителя) перманганатометрии.
64. Дихроматометрия. Реакция, на которой основан анализ. Особенности метода в сравнении с перманганатометрией. Титрант. Определение конечной точки титрования. Условия титрования. Применение. Определение органических веществ способом обратного дихроматометрического титрования.
65. Прямая и обратная йодиметрия. Реакции, на которых основан анализ. Титранты, их стандартизация. Определение конечной точки титрования. Условия титрования. Применение. Примеры методик анализа с уравнениями реакций.

66. Косвенная йодометрия (титрование йода как заместителя). Реакции, на которых основан анализ. Титрант, его стандартизация. Определение конечной точки титрования. Условия титрования. Применение. Примеры методик анализа с уравнениями реакций.
67. Йодатометрия. Реакции, на которых основан анализ, и соответствующие им точки эквивалентности. Титрант. Определение конечных точек титрования. Метод Андрюса. Условия титрования. Примеры методик анализа с уравнениями реакций. Йодатометрическое определение сильных кислот.
68. Нитритометрия. Реакции, на которых основан анализ неорганических восстановителей. Реакции, на которых основан анализ органических аминов. Титрант, его стандартизация. Нитритометрическое определение ароматических аминов. Определение конечной точки титрования. Условия титрования. Определения эквивалента при нитритометрическом титровании.
69. Броматометрия. Реакции, на которых основан анализ. Титрант. Определение конечной точки титрования. Условия титрования. Применение для анализа неорганических восстановителей. Бромид-броматное титрование. Реакции, на которых основан анализ. Определение ароматических соединений прямой и обратной бромид-броматометрией. Броматометрическое определение катионов в виде оксихинолятов. Примеры методик анализа с уравнениями реакций. Определения эквивалента органических веществ при их броматометрическом определении.
70. Методы осадительного титрования: аргентометрия, меркурометрия, бариметрия и сульфатометрия, гексацианоферратометрия. Титранты и реакции, на которых основан анализ. Требования к реакциям для осадительного титрования.
71. Расчет кривой аргентометрического титрования. Факторы, влияющие на скачок титрования.
72. Методы аргентометрического титрования: Мора, Фольгарда, Фаянса. Соответствующие им титранты, способы определения ТЭ, условия титрования. Сравнительный анализ (возможности и ограничения) методов аргентометрии.
73. Комплексонометрия. Комплексоны. Этилендиаминтетрауксусная кислота. Этилендиаминтетраацетат натрия. Комплексоны. Кислотно-основные равновесия в водных растворах ЭДТА.
74. Расчет кривой комплексонометрического титрования. Факторы, влияющие на скачок титрования.
75. Условия комплексонометрического титрования. Выбор оптимального pH раствора при комплексонометрии.
76. Способы определения ТЭ при комплексонометрии. Металлохромные индикаторы: принцип действия, требования к индикатору. Примеры металлохромных индикаторов.
77. Титрант комплексонометрического титрования, его стандартизация. Особенности применения комплексонометрии. Прямое, обратное и вытеснительное (титрование заместителя) комплексонометрическое титрование. Примеры методик.
78. Общая характеристика и классификация физико-химических методов анализа (ФХМА). Сравнение ФХМА с классическими методами химического анализа.
79. Электрохимические методы анализа. Потенциометрия. Сущность и теоретические основы метода. Электроды, используемые в потенциометрии. Их классификация. Устройство потенциометрической ячейки. Прямая потенциометрия. Потенциометрическое определение концентрации методом калибровочного графика, методом стандарта, методом добавок стандарта. Выбор индикаторного электрода для потенциометрических измерений. Применение прямой потенциометрии.
80. Потенциометрическое титрование. Способы определения конечной точки титрования. Интегральные и дифференциальные кривые потенциометрического титрования. Кривые титрования по Грану. Определение точки эквивалентности по кривым титрования. Преимущества потенциометрического титрования по сравнению с титрованием с

химическими индикаторами. Применение потенциометрического титрования и выбор индикаторных электродов для титрования.

81. Кулонометрия. Сущность и теоретические основы метода. Закон Фарадея. Классификация кулонометрических методов. Требования к реакциям для кулонометрического анализа. Устройство кулонометрической ячейки. Способы измерения количества электричества. Химические кулонометры. Прямая кулонометрия. Условия анализа. Определение момента окончания реакции. Применение.
82. Кулонометрическое титрование. Сущность метода. Условия кулонометрического титрования. Определение конечной точки титрования. Дополнительные возможности кулонометрического титрования в сравнении с титрованием из бюретки. Применение.
83. Основной закон поглощения света в дифференциальной, интегральной и логарифмической форме. Основные фотометрические параметры: абсорбционность (оптическая плотность), пропускание, молярный и удельный коэффициенты поглощения. Связь между ними. Правило аддитивности абсорбционности.
84. Колориметрия. Методы колориметрического анализа: стандартных серий, разбавления, уравнивания окрасок. Колориметр Дюбоска (колориметр погружения).
85. Приборы для фотометрического анализа. Основные узлы приборов и их назначение. Двухлучевые и однолучевые приборы. Спектрофотометрия. Преимущества по сравнению с колориметрическими методами.
86. Условия количественного фотометрического анализа. Использование раствора сравнения. Выбор аналитической длины волны, концентрации раствора и толщины кюветы. Фотометрические реакции и реагенты. Экстракционно-фотометрический анализ. Отклонения от закона Бугера-Ламберта-Бера и их причины.
87. Методы количественного фотометрического анализа. Определение концентрации по коэффициенту поглощения. Метод калибровочного графика. Метод стандарта. Метод добавок стандарта. Формулы для расчета концентрации каждым из этих методов и их вывод.
88. Дифференциальный фотометрический анализ. Сущность метода. Определение концентрации по результатам дифференциальной фотометрии методом калибровочного графика, методом стандарта. Преимущества дифференциальной фотометрии по сравнению с «обычным» фотометрическим анализом.
89. Хроматография. Принцип метода. Подвижная и неподвижная фаза. Хроматограмма. Классификация хроматографических методов анализа по механизму разделения веществ, по агрегатному состоянию фаз, по технике выполнения, по способу перемещения фаз, по цели.
90. Тонкослойная и бумажная хроматография. Принцип метода. Характеристика подвижной и неподвижной фаз. Относительный коэффициент подвижности  $R_f$ . Выбор элюента. Условия анализа. Качественный и количественный анализ методом тонкослойной хроматографии.
91. Ионообменная хроматография. Иониты. Обменная емкость ионитов. Характеристика подвижной фазы. Ионообменное равновесие. Коэффициент распределения. Принципы хроматографического разделения ионов методом элюирования. Градиентное элюирование. Применение ионообменной хроматографии.
92. Газовая хроматография. Характеристика подвижной и неподвижной фаз. Понятие о теоретических основах метода (теория теоретических тарелок и кинетическая теория). Хроматографические параметры удерживания и разделения.
93. Практика газовой хроматографии. Влияние температуры на разделение. Программирование температуры. Устройство хроматографа. Выбор неподвижной жидкой фазы, требования к ней. Колонки для газовой хроматографии. Детекторы для газовой хроматографии (катарометр, детектор электронного захвата, пламенно-ионизационный детектор). Применение газовой хроматографии для качественного и количественного анализа.

## Тестовые задания

Примеры тестов открытого типа

1. Определение конечной точки титрования в аргентометрическом методе Мора связано с образованием красного осадка ... (указать формулу). Студент должен вместо многоточия вставить  $\text{Ag}_2\text{CrO}_4$ .
2. Карбонат натрия используют как первичный стандарт для стандартизации раствора ... (указать формулу). Студент должен вместо многоточия вставить  $\text{HCl}$ .

Примеры тестов закрытого типа

3. Основа конструкции детектора для газовой хроматографии — катарометра
  - A. Платиновая спираль, нагреваемая электрическим током
  - B. Фотоэлемент
  - C. Электрод первого рода
  - D. Кварцевый капилляр

Правильный ответ: A.

4. Групповой реактив для катиона  $\text{Cu}^{2+}$  по кислотно-основной классификации
  - A.  $\text{KI}$
  - B.  $\text{HNO}_3$
  - C.  $\text{NH}_3$
  - D.  $\text{NaOH}$

Правильный ответ: C.

## Ситуационные задачи

Примеры задач с решением

**Задача 1.** Рассчитайте молярную растворимость сульфата кальция в 0,01 М растворе  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  на основании его произведения растворимости.

**Решение.** Составим уравнение равновесия между осадком и насыщенным раствором:  $\text{CaSO}_4(\text{т}) \leftrightarrow \text{Ca}^{2+} + \text{SO}_4^{2-}$ .

Составим уравнение диссоциации сульфата натрия:  $\text{Na}_2\text{SO}_4 \rightarrow 2\text{Na}^+ + \text{SO}_4^{2-}$ .

Выразим произведение растворимости  $K_S$  (константу этого равновесия) через равновесные концентрации ионов в растворе:

$$K_S = a(\text{Ca}^{2+}) \times a(\text{SO}_4^{2-}) = f_1 \cdot f_2 \cdot [\text{Ca}^{2+}] \cdot [\text{SO}_4^{2-}].$$

Выразим концентрации ионов в насыщенном растворе через растворимость  $s$ .  $[\text{Ca}^{2+}] = s$ ,  $[\text{SO}_4^{2-}] = s + C$  и подставим полученные выражения в предыдущую формулу.

Получим  $K_S = f_1 \cdot f_2 \cdot s \cdot (s + C)$ . Здесь  $C$  — концентрация сульфата натрия в растворе. Предположим, что  $s \ll C$ , что справедливо, если растворимость осадка достаточно низкая. Тогда  $K_S \approx f_1 \cdot f_2 \cdot s \cdot C$ ,  $s = \frac{K_S}{f_1 \cdot f_2 \cdot C}$ .

Теперь рассчитаем ионную силу раствора (в нулевом приближении, без учета концентрации ионов, образующихся из осадка)

$$I = \frac{1}{2} \cdot (C_1 \cdot z_1^2 + C_2 \cdot z_2^2) = \frac{1}{2} \cdot (2 \cdot 0,01 \cdot 1^2 + 0,01 \cdot 2^2) = 0,03.$$

Коэффициенты активности ионов кальция ( $f_1$ ) и сульфат-ионов ( $f_2$ ) рассчитаем по формуле Дебая-Хюккеля. Поскольку заряды этих ионов равны по абсолютному значению, значения этих коэффициентов активности приблизительно одинаковы.

$$\lg f = \frac{-0,511 \cdot z^2 \cdot \sqrt{I}}{1 + \sqrt{I}} = \frac{-0,511 \cdot 2^2 \cdot \sqrt{0,03}}{1 + \sqrt{0,03}} = -0,3018,$$

$$f_1 = f_2 = 10^{-0,3018} = 0,499.$$

Растворимость сульфата кальция (нулевое приближение):

$$s = \frac{K_s}{f_1 \cdot f_2 \cdot C} = \frac{2,5 \cdot 10^{-5}}{0,499^2 \cdot 0,01} = 0,01004 \text{ М.}$$

Уточним полученный результат (первое приближение). Ионную силу теперь рассчитаем с учетом концентрации ионов, образующихся из осадка.

$$I = \frac{1}{2} \cdot (2 \cdot 0,01 \cdot 1^2 + 0,01 \cdot 2^2 + s \cdot 2^2 + s \cdot 2^2) \\ = 0,03 + 4 \cdot 0,01004 = 0,07016.$$

$$\lg f = \frac{-0,511 \cdot z^2 \cdot \sqrt{I}}{1 + \sqrt{I}} = \frac{-0,511 \cdot 2^2 \cdot \sqrt{0,07016}}{1 + \sqrt{0,07016}} = -0,4280,$$

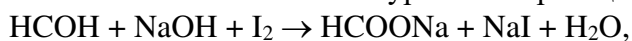
$$f_1 = f_2 = 10^{-0,4280} = 0,373.$$

$$s = \frac{K_s}{f_1 \cdot f_2 \cdot (s + C)} = \frac{2,5 \cdot 10^{-5}}{0,373^2 \cdot (0,01004 + 0,01)} = 0,008967 \text{ М.}$$

При необходимости можно продолжить расчет и получить более точное значение растворимости во втором приближении.

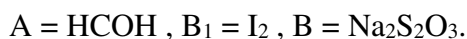
**Задача 2.** Образец массой 0,2879 г, содержащий формальдегид, растворили в щелочном растворе, к которому добавили 50,0 мл стандартного раствора с концентрацией эквивалента йода 0,1027 М. Затем к раствору добавили кислоты, чтобы изменить pH из щелочного в кислый, и оттитровали раствором тиосульфата натрия, титр которого равен 0,01632 г/мл. На титрование израсходовали 14,3 мл раствора. Рассчитайте массовую долю формальдегида в образце.

**Решение.** Составим уравнения реакций, на которых основан анализ.



В задаче описано обратное титрование методом отдельных навесок.

Чтобы определить фактор эквивалентности определяемого вещества, составим полуреакцию



Закон эквивалентов для обратного титрования  $n_{\text{ЭВ1}} = n_{\text{ЭА}} + n_{\text{ЭВ}}$ .

$$m_{\text{В}} = T_{\text{В}} \times V_{\text{В}} = 0,01632 \times 14,3 = 0,2334 \text{ г},$$

$$n_{\text{ЭВ}} = \frac{m_{\text{В}}}{M_{\text{ЭВ}}} = \frac{0,2334}{158,11} = 0,001476 \text{ моль},$$

$$n_{\text{ЭВ1}} = C_{\text{ЭВ1}} \times V_{\text{В1}} = 0,1027 \cdot 0,0500 = 0,005135 \text{ моль}$$

$$n_{\text{ЭА}} = n_{\text{ЭВ1}} - n_{\text{ЭВ}} = 0,005135 - 0,001476 = 0,003659 \text{ моль},$$

$$m_{\text{А}} = n_{\text{ЭА}} \times M_{\text{ЭА}} = 0,003659 \cdot \frac{1}{2} \cdot 30,03 = 0,05494 \text{ г},$$

$$\omega = \frac{m_{\text{А}}}{m_{\text{ОБР}}} = \frac{0,05494}{0,2879} = 19,08\%.$$

## **Перечень практических навыков**

1. Наблюдать и описывать аналитические эффекты, использовать их для идентификации веществ.
2. Пользоваться лабораторным оборудованием и химическими реактивами; владеть основными аналитическими операциями: отмерять заданный объем раствора мерным цилиндром, пипеткой, бюреткой, мерной колбой; нагревать растворы; осаждать и растворять осадок в заданном реактиве, отделять осадок от раствора центрифугированием и фильтрованием, промывать осадок, прокаливать и высушивать осадок.
3. Готовить растворы заданной концентрации.
4. Измерять массу навески на лабораторных и аналитических весах.
5. Титровать с визуальным и инструментальным определением конечной точки.
6. Оценивать и измерять pH раствора при помощи кислотно-основных индикаторов и потенциометрическим методом.
7. Измерять абсорбционность (оптическую плотность) раствора при заданной длине волны.
8. Рассчитывать количественные характеристики растворов, в которых происходят аналитические реакции, в состоянии химического равновесия.
9. Рассчитывать результаты анализа на основании экспериментально измеренных величин.

## **Список тем рефератов**

Рефераты не предусмотрены

## **Список тем курсовых работ**

Курсовые работы не предусмотрены