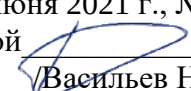


Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Наумова Наталья Александровна  
Должность: Ректор  
Дата подписания: 24.10.2024 14:21:41  
Уникальный программный ключ:  
6b5279da4e034bffa679172803da5b7b559fc69e2

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ МОСКОВСКОЙ ОБЛАСТИ  
Государственное образовательное учреждение высшего образования Московской области  
МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ОБЛАСТНОЙ УНИВЕРСИТЕТ  
(МГОУ)  
Биолого-химический факультет

Кафедра теоретической и прикладной химии

Утвержден  
На заседании кафедры  
Протокол от «10» июня 2021 г., № 11  
Зав. кафедрой   
/Васильев Н.В./

**Фонд оценочных средств**

**АНАЛИТИЧЕСКАЯ ХИМИЯ**

**Направление подготовки**  
**06.03.01 «Биология»**

**Профиль**  
**«Биомедицинские технологии»**

**Квалификация**

Бакалавр

**Форма обучения:**  
очная

Мытищи  
2021

Авторы-составители:

Радугина Ольга Георгиевна, кандидат химических наук, доцент кафедры теоретической и прикладной химии;

Петренко Дмитрий Борисович, кандидат химических наук, доцент кафедры теоретической и прикладной химии

Фонд оценочных средств «Аналитическая химия» разработан в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 06.03.01 Биология, утвержденного приказом МИНОБРНАУКИ № 920 от 7 августа 2020 г.

Дисциплина «Аналитическая химия» относится к вариативной части базового блока Б1 и является обязательной для изучения.

УП-2021

## СОДЕРЖАНИЕ

|                                                                                                                                                                      |    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 1. Организация занятий по дисциплине (модулю).....                                                                                                                   | 4  |
| 2. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы.....                                                        | 4  |
| 3. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания.....                                        | 5  |
| 4. Оценочные средства текущего контроля успеваемости и сформированности компетенций.....                                                                             | 7  |
| 4.1. Комплект разноуровневых заданий и задач для текущего контроля знаний по разделам программы.....                                                                 | 7  |
| 5. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций..... | 26 |
| 6. Учебно-методическое и ресурсное обеспечение дисциплины.....                                                                                                       | 29 |
| 7. Методические указания по освоению дисциплины.....                                                                                                                 | 30 |
| 8. Информационные технологии для осуществления образовательного процесса по дисциплине.....                                                                          | 30 |

Год начала подготовки (по учебному плану) 2021

# ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ И РЕАЛИЗУЕМЫХ В ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЕ) КОМПЕТЕНЦИЙ

В соответствии с требованиями ФГОС ВПО и рекомендациями ООП ВО по направлению подготовки 06.03.01 Биология для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации дисциплины разработан Фонд оценочных средств по дисциплине «Аналитическая химия», являющийся неотъемлемой частью учебно-методического комплекса настоящей дисциплины.

Этот фонд включает:

- перечень компетенций с указанием этапов формирования в процессе освоения образовательной программы;
- описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания;
- типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы;
- методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

## 1. Организация занятий по дисциплине (модулю)

Занятия по дисциплине «Аналитическая химия» представлены следующими видами работы: лекции, лабораторные работы и самостоятельная работа студентов.

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

| Код и наименование компетенции                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | Этапы формирования                                                                                                                                                |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ОПК- 6<br>Способен использовать в профессиональной деятельности основные законы физики, химии, наук о Земле и биологии, применять методы математического анализа и моделирования, теоретических и экспериментальных исследований, приобретать новые математические и естественнонаучные знания, используя современные образовательные и информационные технологии | 1.Работа на учебных занятиях: лекции, лабораторные работы. Разделы 1-4.<br>2.Самостоятельная работа: домашние задания, написание конспектов, подготовка докладов. |
| ДПК-5<br>Способен применять современную аппаратуру для камеральной обработки проб                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 1.Работа на учебных занятиях: лекции, лабораторные работы. Разделы 1-4.<br>2.Самостоятельная работа: домашние задания, написание конспектов, подготовка докладов. |

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

| Оцениваемые компетенции | Уровень сформированности | Этап формирования                                                                       | Описание показателей                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | Критерии оценивания                                                                                                                                                    | Шкала оценивания, баллы |
|-------------------------|--------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|
| ОПК – 6                 | Пороговый                | 1.Работа на учебных занятиях: лекции, лабораторные работы.<br>2.Самостоятельная работа. | <i>Знать:</i><br>-основные законы физики, химии, наук о Земле и биологии,<br>-основы аналитической химии и химических методов анализа<br><i>Уметь:</i><br>-применять методы математического анализа и моделирования, теоретических и экспериментальных исследований,<br>-приобретать новые математические и естественнонаучные знания, используя современные образовательные и информационные технологии                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | Текущий контроль усвоения знаний на основе оценки устного ответа на вопрос, сообщения, тест, конспект, защита лабораторных работ, экзамен                              | 41-60                   |
|                         | Продвинутый              | 1.Работа на учебных занятиях: лекции, лабораторные работы.<br>2.Самостоятельная работа  | <i>Знать:</i><br>-основные законы физики, химии, наук о Земле и биологии,<br>-основы аналитической химии и химических методов анализа<br>- методы математического анализа и моделирования,<br>-методы теоретических и экспериментальных исследований<br><i>Уметь:</i><br>- применять методы математического анализа и моделирования,<br>-применять методы теоретических и экспериментальных исследований,<br>-приобретать новые математические и естественнонаучные знания, используя современные образовательные и информационные технологии<br><i>Владеть:</i><br>- методами математического анализа и моделирования,<br>-методами теоретических и экспериментальных исследований<br>-методами приобретения новых математических и естественнонаучных знаний, используя современные образовательные и информационные технологии | Текущий контроль усвоения знаний на основе оценки устного ответа на вопрос, доклада или реферата, защита лабораторных работ, контрольного задания, ответа на экзамене. | 61-100                  |

|      |             |                                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                                              |        |
|------|-------------|----------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|
| ПК-5 | Пороговый   | 1.Работа на учебных занятиях: лекции, лабораторные работы.<br>2.Самостоятельная работа | <p><i>Знать:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-современную аппаратуру для камеральной обработки проб;</li> <li>-правила техники безопасной работы в лаборатории;</li> <li>- свойства конструкционных материалов, применяемых для изготовления лабораторной химической посуды и оборудования; посуда химическая, ее виды;</li> <li>- свойства химических реактивов и способы их хранения;</li> </ul> <p><i>Уметь:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-использовать современную аппаратуру для камеральной обработки проб;</li> <li>-использовать и эксплуатировать лабораторное оборудование;</li> <li>-использовать химические реактивы.</li> </ul> <p><i>Владеть:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-навыками применения современной аппаратуры для камеральной обработки проб;</li> <li>-навыками организации научно-исследовательских работ в условиях лаборатории и в полевых условиях.</li> </ul> | Текущий контроль усвоения знаний на основе оценки устного ответа на вопрос, сообщения, тест, конспект, защита лабораторных работ.                                                                            | 41-60  |
|      | Продвинутый | 1.Работа на учебных занятиях: лекции, лабораторные работы.<br>2.Самостоятельная работа | <p><i>Знать:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-современную аппаратуру для камеральной обработки проб;</li> <li>-основные приемы работы с лабораторным оборудованием</li> </ul> <p><i>Уметь:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-выполнять действия, связанные с камеральной обработкой проб с использованием современной аппаратуры;</li> <li>-использовать современные средства и способы поиска информации</li> </ul> <p><i>Владеть:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-приемами выполнения действий, связанных с камеральной обработкой проб с использованием современной аппаратуры;</li> <li>- приемами систематизации и обобщения опыта экспериментирования в смежных дисциплинах при конструировании приборов.</li> </ul>                                                                                                                                                                       | Текущий контроль усвоения знаний на основе результатов практических работ, оценки устного ответа на вопрос, сообщения, и т.п. Защита лабораторных работ.<br>Реферат, контрольное задание, ответ на экзамене. | 61-100 |

#### **4. Оценочные средства текущего контроля успеваемости и сформированности компетенций**

Текущий контроль успеваемости имеет целью оценить систематичность учебной работы обучающегося в течение семестра. *Текущий контроль (полусеместровый) обучающегося оценивается из расчета 100 баллов.* При этом учитывается посещаемость обучающимся лекций, лабораторных занятий, активность обучающегося на лабораторных занятиях, результаты промежуточных письменных и устных контрольных опросов, итоги контрольных работ и тестов, участие обучающихся в научной работе (например, написание рефератов, докладов, выступлений на научных конференциях и т.п.). Каждый компонент имеет соответствующий удельный вес в баллах.

##### **4.1 Комплект разноуровневых заданий и задач для текущего контроля знаний по разделам программы**

##### **ВОПРОСЫ ДЛЯ КОНТРОЛЯ ЗНАНИЙ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ТЕМАМ (РАЗДЕЛАМ) КУРСА**

##### **Раздел 1. Качественный химический анализ**

##### **Тема 1. Введение в аналитическую химию. Качественный анализ катионов и анионов. Систематический и дробный анализ. Частные реакции и ход анализа смеси катионов и анионов.**

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

1. Что является объектом химического анализа.
2. Дайте определение понятиям качественный и количественный анализ.
3. Реактивы, применяемые в химическом анализе. Квалификация реактивов. Хранение реактивов.
4. Методика анализа. Относительные и абсолютные методы. Чувствительность, избирательность и технологичность методики.
5. Точностные характеристики методики анализа.
6. Аналитический сигнал. Полезный сигнал и сигнал фона. Контрольный (нулевой) опыт.
7. Методы выполнения качественного анализа: химические, физико-химические и физические.
8. Виды качественного анализа: макро-, полумикро-, микро- и ультрамикрометоды, сухой и мокрый виды анализа, микро-кристаллоскопия, капельный, хроматографический анализ, систематический и дробный анализ.
9. Схемы систематического качественного анализа: сульфидная, аммиачно-фосфатная и кислотнo-основная.
10. Свойства элементов, используемые в качественном анализе. Связь аналитических свойств элементов с их положением в Периодической системе элементов.
11. Кислотно-основная схема систематического качественного анализа смеси катионов. Отношение катионов и анионов к разбавленным кислотам и основаниям. Кислотно-основная схема анализа катионов I - VI аналитических групп. Состав групп.
12. Групповые реагенты. Частные реакции отдельных катионов.
13. Систематический анализ сложных смесей.
14. Хлорид-сульфатная схема систематического анализа анионов. Аналитические группы анионов. Частные реакции анионов.
15. Дробный анализ. Область применения. Специфические реакции катионов и анионов: выделение газа, образование осадка, колориметрические, люминесцентные, экстракционно-колориметрические, окрашивания пламени.
16. Анализ смесей сухих солей.

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

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

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

- Напишите в молекулярном и ионном видах уравнения реакций применяемые в качественном анализе для обнаружения ионов  $\text{NH}_4^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Na}^+$ ,  $\text{Pb}^{2+}$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Al}^{3+}$ ,  $\text{Zn}^{2+}$ ,  $\text{Sn}^{2+}$ ,  $\text{Cr}^{3+}$ ,  $\text{Fe}^{2+}$ ,  $\text{Fe}^{3+}$ ,  $\text{Mn}^{2+}$ ,  $\text{Cu}^{2+}$ ,  $\text{Co}^{2+}$ ,  $\text{Ni}^{2+}$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{NO}_3^-$ , указав при этом:
  - Какие реакции являются обратимыми и необратимыми,
  - Какие из исходных и полученных соединений являются хорошо растворимыми, мало растворимыми, сильными и слабыми электролитами.
- Составьте уравнения окислительно-восстановительных реакций в ионно-электронном виде. Укажите окислитель и восстановитель:
 
$$\text{CrCl}_3 + \text{H}_2\text{O}_2 + \text{KOH} \rightarrow$$

$$\text{MnSO}_4 + (\text{NH}_4)_2\text{S}_2\text{O}_8 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow$$

$$\text{Mn}(\text{NO}_3)_2 + \text{PbO}_2 + \text{HNO}_3 \rightarrow$$

$$\text{MnSO}_4 + \text{NaBiO}_3 + \text{HNO}_3 \rightarrow$$

$$\text{Mn}(\text{OH})_2 + \text{O}_2 \rightarrow$$

$$\text{Fe}(\text{OH})_2 + \text{O}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow$$
- Составьте уравнения реакций, идущих с разрушением комплексных ионов, между следующими веществами:
 
$$[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]\text{Cl} + \text{HNO}_3 \rightarrow$$

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

## Раздел 2. Химическое равновесие в гомогенных системах.

### Тема 1. Закон действия масс. Химическое равновесие. Степень электролитической диссоциации. Константа диссоциации

#### Вопросы к устному ответу и собеседованию

- Единицы количества вещества. Моль. Молярная масса. Молярный объем.
- Способы выражения концентрации: молярная концентрация; массовая концентрация; объемная концентрация; доли и процентная концентрация.
- Эквивалент, фактор эквивалентности, молярная концентрация эквивалента.
- Скорость химической реакции. Закон действия масс.
- Закон эквивалентов. Законы эквивалентов и действия масс как теоретическая основа химических методов анализа.
- Равновесные системы. Закон действия масс в применении к равновесным системам.
- Константа равновесия. Степень диссоциации. Условия смещения ионных равновесий.



8. Влияние одноименного иона.
9. Границы применимости закона действующих масс.

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

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

## **Тема 2. Состояние сильных электролитов в растворе. Диссоциация воды. Вычисление pH различных растворов.**

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

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

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

1. Чему равны ионная сила, активные концентрации и коэффициенты активности ионов  $\text{Al}^{3+}$  и  $\text{Cl}^-$  в 0,0001 М растворе хлорида алюминия?
2. Чему равна активная концентрация иона водорода в растворе, содержащем в 1 дм<sup>3</sup> 0,1 моль  $\text{CH}_3\text{COOH}$  и 0,5 моль  $\text{CH}_3\text{COONa}$ ?
3. Рассчитайте pH раствора  $\text{H}_2\text{SO}_4$  с массовой долей: 0,05%.
4. Рассчитайте pH раствора  $\text{CH}_3\text{COOH}$  с массовой долей 1%; 15% и 40%.
5. Рассчитайте pH раствора аммиака с массовой долей 15 %.

6. Рассчитайте pH 0,01 М аммиачной буферной смеси, содержащей 50% аммиака.
7. В 250 см<sup>3</sup> 0,05 М раствора НСООН растворили 1,7 г безводного формиата натрия. Рассчитайте pH буферной смеси.
8. В 400 см<sup>3</sup> 0,1 М раствора уксусной кислоты содержится 3,28 г безводного ацетата натрия. Рассчитайте pH раствора?
9. Рассчитайте pH 0,01 М ацетатных буферных смесей, содержащих равные количества ацетата натрия и уксусной кислоты и 33 % уксусной кислоты и 67 % ацетата натрия.
10. В 200 см<sup>3</sup> 0,1 М раствора уксусной кислоты содержится 1,64 г безводного ацетата натрия. Рассчитайте pH буферного раствора ( $K(\text{CH}_3\text{COOH}) = 1,8 \cdot 10^{-5}$ ).

### **Тема 3. Окислительно-восстановительные реакции (ОВР) в химическом анализе**

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

1. Приведите примеры использования окислительно-восстановительных процессов в аналитической химии.
2. Вычисление фактора эквивалентности окислителей и восстановителей в ОВР.
3. Обратимые окислительно-восстановительные реакции.
4. Уравнение Нернста.
5. Стандартный (нормальный) электродный потенциал. Факторы, определяющие величину реального электродного потенциала системы: ионная сила, кислотность, удаление или связывание одного компонента реакции.
6. Примеры использования окислительно-восстановительных реакций в качественном анализе.

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

Составьте уравнения окислительно-восстановительных реакций в ионно-электронном виде. Укажите окислитель и восстановитель:

- |                                                                                           |                                                                                              |
|-------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1) $\text{CrCl}_3 + \text{H}_2\text{O}_2 + \text{KOH} \rightarrow$                        | 2) $\text{K}_2\text{SO}_3 + \text{KMnO}_4 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow$               |
| 3) $\text{I}_2 + \text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \rightarrow$                             | 4) $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 + \text{I}_2 \rightarrow$                                |
| 5) $\text{MnSO}_4 + (\text{NH}_4)_2\text{S}_2\text{O}_8 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow$ | 6) $\text{Mn}(\text{NO}_3)_2 + \text{PbO}_2 + \text{HNO}_3 \rightarrow$                      |
| 7) $\text{MnSO}_4 + \text{NaBiO}_3 + \text{HNO}_3 \rightarrow$                            | 8) $\text{Cu} + \text{HNO}_3 (\text{конц.}) \rightarrow$                                     |
| 9) $\text{CuCl}_2 + \text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow$     | 10) $\text{FeSO}_4 + \text{KMnO}_4 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow$                      |
| 11) $\text{Cu} + \text{Hg}(\text{NO}_3)_2 \rightarrow$                                    | 12) $\text{Fe} + \text{CuSO}_4 \rightarrow$                                                  |
| 13) $\text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3 + \text{KMnO}_4 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow$         | 14) $\text{Bi}(\text{NO}_3)_3 + \text{K}_2[\text{Sn}(\text{OH})_4] + \text{KOH} \rightarrow$ |
| 15) $\text{SO}_2 + \text{KMnO}_4 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow$                        | 16) $\text{KI} + \text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow$        |
| 17) $\text{Cu} + \text{HNO}_3 (\text{конц.}) \rightarrow$                                 | 18) $\text{Cu} + \text{HNO}_3 (\text{разбавл.}) \rightarrow$                                 |

### **Раздел 3. Химическое равновесие в гетерогенных системах.**

**Тема 1. Растворимость и константа растворимости (произведение растворимости). Последовательность образования осадков. Условия образования и растворения осадков. Влияние на растворимость осадков ионной силы раствора, одноименных ионов.**

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

1. Равновесия в гетерогенной системе. Константа растворимости (произведение растворимости).
2. Вычисление растворимости малорастворимых соединений в воде в отсутствие конкурирующих процессов.
3. Влияние электролитов на растворимость малорастворимых соединений: солевой эффект,
4. Влияние электролитов на растворимость малорастворимого электролита: влияние одноименного иона.
5. Влияние конкурирующих реакций на растворимость осадков (протолитические реакции, гидролиз, комплексообразование).
6. Зависимость процесса растворения от внешних факторов: температуры, давления.
7. Зависимость растворимости от свойств растворителя. Время достижения равновесия.

8. Применение правила произведения растворимости в анализе и его ограничения.
9. Осаждение. Образование, модификация и превращение осадков.
10. Условия выпадения осадков. Совместное осаждение.
11. Причины загрязнения осадков: адсорбция, окклюзия, сокристаллизация, изоморфное замещение. Факторы, влияющие на полноту осаждения. Коллоидные растворы. Коагуляция и пептизация.

### **Контрольно-тренировочные задания**

1. Рассчитайте растворимость сульфата бария в дистиллированной воде и в 0,01 М растворе сульфата натрия.
2. Образуется ли осадок CdS, если к 0,01 М раствору соли состава  $[\text{Cd}(\text{NH}_3)_4]\text{Cl}_2$  добавить равный объем 0,1 М раствора сульфида натрия?
3. Вычислите потерю массы и относительную погрешность за счет растворимости осадка оксалата кальция, если к 20 см<sup>3</sup> 0,1 М раствора  $\text{CaCl}_2$  добавить 60 см<sup>3</sup> 0,1 М раствора оксалата аммония.
4. Вычислите интервал значений pH, при котором обеспечивается количественное разделение ионов  $\text{Fe}^{3+}$  и  $\text{Mg}^{2+}$  в виде гидроксидов.
5. Рассчитайте растворимость оксалата кальция в 0,01 М растворе оксалата натрия без учета и с учетом ионной силы раствора.
6. Рассчитайте концентрацию ионов  $[\text{Hg}_2]^{2+}$  в насыщенном растворе  $\text{Hg}_2\text{Cl}_2$ .
7. Вычислите константу растворимости (произведение растворимости) иодида серебра AgI, если растворимость этой соли при 25°C равна  $2,865 \cdot 10^{-6}$  г/дм<sup>3</sup>.
8. Вычислите растворимость оксалата кальция, если  $K_{\text{S}}^0(\text{CaC}_2\text{O}_4) = 2,57 \cdot 10^{-9}$ .
9. Пользуясь произведением растворимости AgCl и AgBr, определите, в каком из насыщенных растворов солей содержится больше ионов серебра. Ответ подтвердите расчетом.
10. Образуется ли осадок  $\text{CaSO}_4$ , если смешать равные объемы 0,2 н. раствора нитрата кальция и 0,02 н. раствора сульфата калия?
11. Выпадет ли осадок хлорида свинца при смешивании равных объемов 0,1 М растворов нитрата свинца и хлорида натрия?
12. На раствор, содержащий 0,1 моль/дм<sup>3</sup> ионов  $\text{Ba}^{2+}$  и 0,01 моль/дм<sup>3</sup> ионов  $\text{Ca}^{2+}$ , подействовали оксалатом аммония. Какой из катионов будет осаждаться первым?
13. К раствору, содержащему ионы  $\text{Cl}^-$  и  $\text{CrO}_4^{2-}$ , концентрации которых равны 0,1 моль/дм<sup>3</sup>, прибавили по каплям раствор нитрата серебра. Какой осадок будет выпадать первым? Ответ подтвердите расчетом.

## **Раздел 4. Количественный анализ**

### **Тема 1. Титриметрические методы анализа. Основные понятия титриметрии.**

#### **Расчеты, связанные с приготовлением растворов и титрованием**

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

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

### **Контрольно-тренировочные задания**

1. Как определить точную концентрацию раствора, приготовленного растворением 8 г гидроксида натрия в воде в мерной колбе вместимостью 0,5 дм<sup>3</sup>.
2. Как приготовить 0,5 дм<sup>3</sup> 0,2 н. раствора серной кислоты из концентрированной кислоты  $C(1/2H_2SO_4) = 18$  моль/дм<sup>3</sup> и определить ее точную концентрацию.
3. Рассчитайте pH раствора  $CH_3COOH$  с массовой долей 9% ( $\rho = 1,01$  г/см<sup>3</sup>).
4. Рассчитайте массу навески  $Na_2B_4O_7 \cdot 10H_2O$ , необходимую для приготовления 250 см<sup>3</sup> стандартного 0,02 н. раствора.
5. На титрование 20,0 см<sup>3</sup> 0,100 н. раствора тетрабората натрия израсходовано 15,55 см<sup>3</sup> раствора соляной кислоты. Какова ее молярная концентрация.
6. На титрование 10,0 см<sup>3</sup> 0,01 н. раствора щавелевой кислоты ушло 12,00 см<sup>3</sup> раствора перманганата калия. Рассчитайте молярную концентрацию эквивалента этого раствора.

## **Тема 2. Кислотно-основное титрование в водной среде**

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

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

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

1. Рассчитайте кривую титрования 0,1 М раствора NaOH 0,1 М раствором HCl.
2. Рассчитайте кривую титрования слабой кислоты ( $CH_3COOH$ ) сильным основанием (NaOH). Концентрации кислоты и щелочи 0,1 М.
3. Что такое точка эквивалентности? В какой области pH (кислой, щелочной, нейтральной) лежит точка эквивалентности при титровании раствора: а) сильной кислоты сильным основанием; б) слабой кислоты сильным основанием? Приведите примеры.
4. Что называется кривой титрования? Для какой цели строят кривые титрования? Приведите примеры.
5. Рассчитайте погрешность титрования 0,1 М раствора уксусной кислоты 0,1 М раствором гидроксида натрия по метиловому красному (pT 5,2) и фенолфталеину (pT 9).
6. Из навески гидроксида натрия массой 8,5 г, содержащего, кроме NaOH, 4,00%  $Na_2CO_3$  и 8,00%  $H_2O$ , приготовили 1 л раствора. Определите молярную концентрацию эквивалента полученного раствора, если  $Na_2CO_3$  нейтрализуется до  $NaHCO_3$ .
7. Навеску  $H_2C_2O_4 \cdot 2H_2O$  массой 0,6000 г растворили в мерной колбе вместимостью 100,0 мл. На титрование 20,00 мл полученного раствора израсходовали 18,34 мл NaOH. Определите молярную концентрацию раствора NaOH.
8. Какой объем раствора серной кислоты с массовой долей 9,3 % ( $\rho = 1,05$  г/см<sup>3</sup>) потребуется для приготовления 400 мл 0,035 М раствора  $H_2SO_4$ ? Рассчитайте pH полученного раствора?
9. В 500 мл 0,1 М раствора уксусной кислоты содержится 1,64 г безводного ацетата натрия. Рассчитайте pH буферного раствора ( $KCH_3COOH = 1,8 \cdot 10^{-5}$ ).

10. Какой объем раствора карбоната натрия с массовой долей 15 % ( $\rho = 1,16 \text{ г/см}^3$ ) потребуется для приготовления 250 мл 0,45 М раствора  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ?
11. К 100 мл 0,2 М раствора муравьиной кислоты прибавили 50 мл 0,05 М раствора формата натрия. Рассчитайте pH буферного раствора.

### **Тема 3. Комплексометрическое титрование. Общая характеристика методов.**

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

1. Представление о строении комплексных соединений. Константа устойчивости. Ступенчатое комплексообразование.
3. Классификация комплексных соединений.
4. Комплексометрическое титрование. Применение в химическом анализе.
6. Меркуриметрическое титрование.

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

1. Образуется ли осадок  $\text{CdS}$ , если к 0,01 М раствору соли состава  $[\text{Cd}(\text{NH}_3)_4]\text{Cl}_2$  добавить равный объем 0,1 М раствора сульфида натрия?
2. Составьте уравнения реакций, идущих с разрушением комплексных ионов, между следующими веществами:  
 $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]\text{Cl} + \text{HNO}_3 \rightarrow$   
 $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow$   
 $\text{CuSO}_4 + \text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O} \rightarrow$   
 $\text{AgCl} + \text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O} \rightarrow$   
 $\text{Cd}(\text{OH})_2 + \text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O} \rightarrow$   
 $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]\text{Cl} + \text{KI} \rightarrow$   
 $\text{Na}_3[\text{Co}(\text{NO}_2)_6] + \text{NaOH} \rightarrow$
3. Определите величину и знак заряда комплексообразователей и комплексных ионов в следующих комплексных солях, назовите их:  $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ ,  $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ ,  $\text{K}_3[\text{Co}(\text{NO}_2)_6]$ ,  $[\text{Cr}(\text{H}_2\text{O})_6]\text{Cl}_3$ ,  $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]\text{OH}$  и  $\text{K}[\text{Ag}(\text{S}_2\text{O}_3)]$  и выпишите из справочников значения констант нестойкости.

### **Тема 4. Комплексонометрическое титрование. Комплексоны.**

#### **Способы индикации точки эквивалентности. Металлоиндикаторы.**

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

1. Применение органических реагентов в аналитической химии.
2. Оптические свойства комплексов. Цветные реакции.
3. Комплексонометрическое титрование. Комплексонометрия. Комплексоны.
4. Применение комплексонометрического титрования в химическом анализе.
5. Свойства этилендиамина-тетрауксусной кислоты и ее взаимодействие с катионами металлов.
6. Индикаторы, применяемые в комплексонометрии. Трилонометрия.
7. Применение комплексонометрического титрования в фармацевтическом анализе.

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

1. Напишите структурную формулу ЭДТА и его комплексов с двухзарядными ионами металлов
2. Рассчитайте массу навески ЭДТА, необходимую для приготовления 1 дм<sup>3</sup> 0,05 н. раствора. Как установить его точную концентрацию?
3. Рассчитайте массу навески сульфата цинка, необходимую для приготовления 1 дм<sup>3</sup> 0,05 н. раствора.

4. При определении общей жесткости воды на титрование 40,00 см<sup>3</sup> пробы потребовалось 5,10 см<sup>3</sup> 0,0150 М раствора ЭДТА. Вычислите жесткость воды (мг/дм<sup>3</sup>), вызываемую ионом Ca<sup>2+</sup>.
5. На титрование раствора CdCl<sub>2</sub> в щелочной среде (pH 9,3) в присутствии эриохрома черного было израсходовано 25,20 см<sup>3</sup> 0,0500 М раствора ЭДТА. Рассчитайте массу кадмия в растворе.
6. Вычислите массу навески ЭДТА (Трилона Б), необходимую для приготовления 250 см<sup>3</sup> 0,05 н. раствора.
7. Вычислите молярную концентрацию эквивалента магния в воде, если на титрование 100 см<sup>3</sup> воды пошло 19,20 см<sup>3</sup> раствора ЭДТА с концентрацией 0,1012 н.

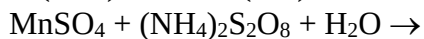
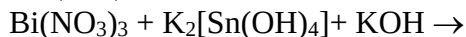
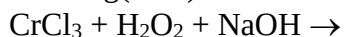
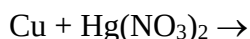
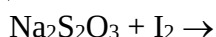
### **Тема 5. Окислительно-восстановительное титрование. Перманганатометрическое титрование. Иодометрическое титрование.**

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

1. Окислительно-восстановительное титрование.
2. Окислительно-восстановительные системы, применяемые в титриметрическом анализе.
3. Расчет потенциала системы в точке эквивалентности. Кривые титрования.
4. Индикаторы, применяемые для окислительно-восстановительного титрования, механизмы их действия.
5. Перманганатометрическое титрование. Применение перманганатометрического титрования в химическом анализе.
6. Приготовление и стандартизация растворов для перманганатометрических определений.
7. Иодометрическое титрование. Применение иодометрического титрования в химическом анализе. Приготовление и стандартизация растворов. Способы фиксации точки эквивалентности.

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

1. Составьте уравнения окислительно-восстановительных реакций в ионно-электронном виде. Укажите окислитель и восстановитель:



2. Рассчитайте окислительно-восстановительный потенциал раствора в точке эквивалентности титрования 0,1 н. раствором FeSO<sub>4</sub> 0,1 н. раствором KMnO<sub>4</sub>, при pH 0.

3. Рассчитайте массу навески K<sub>2</sub>Cr<sub>2</sub>O<sub>7</sub>, необходимую для приготовления 1 дм<sup>3</sup> 0,02 н. раствора.

4. Постройте кривые титрования 0,1 М раствора соли Fe<sup>2+</sup>

а) 0,1 н. раствором дихромат-иона в 1 М CH<sub>3</sub>COOH, в 10 н. растворе H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>;

б) 0,1 н. раствором перманганат-иона в 1,0 М растворе CH<sub>3</sub>COOH; 0,1, 0,05, 0,5, 2 н. растворе H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>; 18 М растворе H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>.

5. Рассчитайте массу навески K<sub>2</sub>Cr<sub>2</sub>O<sub>7</sub>, необходимую для приготовления 1 дм<sup>3</sup> 0,02 н. раствора.

6. Вычислите массу навески кристаллогидрата оксалата аммония  $(\text{NH}_4)_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ , необходимую для приготовления 500 см<sup>3</sup> 0,1 н. раствора.

7. Вычислите массу навески перманганата калия, необходимую для приготовления 5 дм<sup>3</sup> 0,02 н. раствора.

8. В мерной колбе вместимостью 250 см<sup>3</sup> растворили 1,2608 г щавелевой кислоты  $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ . На титрование 20 см<sup>3</sup> этого раствора было израсходовано 20,62 см<sup>3</sup> раствора перманганата калия. Вычислите молярную концентрацию эквивалента раствора перманганата калия.

### **Тема 5. Осадительное титрование. Аргентометрическое титрование. Ртутрометрическое титрование.**

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

1. Осадительное титрование. Общая характеристика методов.
2. Аргентометрическое титрование. Способы индикации точки эквивалентности.
3. Достоинства и недостатки метода аргентометрического титрования.
4. Правила использования нитрата серебра в химических лабораториях.
5. Ртутрометрическое титрование. Принцип метода.
6. Достоинства и недостатки метода ртутрометрического титрования.
7. Индикация точки эквивалентности в осадительном титровании. Индикаторы, используемые для осадительного титрования и механизм их действия.

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

1. Опишите, в чем заключается разница методов Мора и Фольгарда, используемых в осадительном титровании?
2. Рассчитайте массу навески хлорида натрия  $\text{NaCl}$ , необходимую для приготовления 250 см<sup>3</sup> 0,05 н. раствора, необходимого для стандартизации раствора нитрата серебра.
3. Навеску серебряного сплава, массой 1,7450 г растворили в азотной кислоте, раствор разбавили водой до 200 см<sup>3</sup>. На титрование 10,00 см<sup>3</sup> расходуется 11,75 см<sup>3</sup> 0,04672 н. раствора роданида аммония. Какова массовая доля серебра в сплаве?

### **Тема 7. Гравиметрические методы анализа. Общая характеристика гравиметрии. Виды гравиметрических определений.**

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

1. Гравиметрия. Сущность метода.
2. Взвешивание. Аналитические весы.
3. Осаждаемая и гравиметрическая формы. Условия выпадения осадков и получения чистых осадков строго определенного состава.
4. Фильтрование, промывание, высушивание и прокаливание осадка.
5. Реагенты для гравиметрии.
6. Понятие о методе отгонки.
7. Особенности гравиметрии как метода анализа.
8. Аналитическая сервисная служба. Технический контроль.
9. Пробоотбор. Пробоподготовка. Отбор проб различных веществ.
10. Получение лабораторной пробы.
11. Потери определяемого вещества и загрязнение пробы в процессе ее отбора и хранения.
12. Разложение пробы. «Мокрые» способы разложения пробы.
13. «Сухие» способы разложения пробы.
14. Применение МВИ в процессах пробоподготовки.
15. Причины погрешностей при разложении пробы.

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

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

## **Тема 8. Метрологические характеристики методов анализа**

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

1. Приближенные вычисления и значащие цифры. Значащие цифры и их определение. Правила округления.
2. Статистическая обработка количественных измерений. Области применения и значение статистической обработки результатов исследования.
3. Метрология количественных измерений. Области применения и роль метрологической обработки результата исследования.
4. Типы погрешностей: систематическая, случайная, абсолютная, относительная.
5. Источники систематических погрешностей: инструментальные, методические, реактивные.
6. Учет систематических погрешностей.
7. Статистическая обработка результатов исследований. Исключение промахов.
8. Способы проверки правильности результата.
9. Стандартные образцы состава и эталоны.
10. Варьирование величины и разбавления пробы.
11. Метод «введено – найдено».
12. Проверка независимым методом.
13. Закон нормального распределения Гаусса. Дисперсия. t-Распределение. Коэффициент Стьюдента.
14. Доверительная вероятность. Стандартное отклонение.
15. Относительное стандартное отклонение.
16. Результат анализа. Исключение промаха. Сопоставление методик анализа. Распределение Пуассона.
17. Градуировочный график. Его уравнение.

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

1. Содержание оксида железа(III) в руде определяли перманганатометрически и комплексонометрически. Получили следующие результаты (в %): 60,35, 61,11, 61,36 в первом случае и 58,95, 58,98 и 59,63 во втором. Существует ли статистически значимая разница между результатами анализа?
2. При определении содержания свинца в сплаве получены результаты (в %): 12,50, 12,54, 12,52, 12,58 и 12,25. Оцените наличие грубых промахов, найдите доверительный интервал.
3. При анализе стандартного образца, содержащего 1,95% серебра, получены следующие результаты (%): 1,90, 1,95, 1,97, 1,96, 1,90. Рассчитайте стандартное отклонение, доверительный интервал и сделайте выводы о возможной систематической неопределенности.
1. Массовую долю (%) CuO в минерале определили методами иодометрии и комплексонометрии. По первому методу нашли 38,20, 38,00 и 37,66. По второму - 37,70, 37,65, 37,55. Значимо ли расхождение результатов?
2. При анализе апатита получили следующие значения содержания в нем пентоксида



фосфора (%) 35,11, 35,14, 35,18, 35,21, 35,42. Является ли последний результат промахом?

3. При определении содержания свинца в сплаве получены результаты (в %): 14,50, 14,43, 14,54, 14,45, 14,44, 14,52, 14,58, 14,40, 14,25 и 14,19. Оценить наличие грубых промахов, найти выборочное среднее и доверительный интервал.

4. Содержание азота в аммиачной селитре равно 34,90 %. При анализе селитры получены следующие результаты (%): 34,52, 34,72, 34,68, 34,64. Существует ли значимое различие между найденным и известным содержанием азота в пробе?

5. Содержание оксида железа(III) в руде определяли перманганатометрически и комплексонометрически. Получили следующие результаты (в %): 60,12, 61,00, 61,25 в первом случае и 58,75, 58,90 и 59,59 во втором. Существует ли статистически значимая разница между результатами анализа?

6. При анализе стандартного образца, содержащего 1,47% серебра, получены следующие результаты (%): 1,31, 1,45, 1,42, 1,32, 1,30. Определить стандартное отклонение, доверительный интервал и сделать выводы о возможной систематической погрешности.

### **Темы лабораторных работ:**

1. Техника безопасности и приемы работы в аналитической лаборатории. Приемы работы полумикрометодом.

2. Качественный анализ катионов дробным методом.

3. Качественный анализ анионов дробным методом.

4. Качественный анализ смеси сухих солей.

5. Построение кривых титрования сильной кислоты щелочью и наоборот. Освоение техники пипетирования и титрования.

6. Расчет и анализ кривой титрования соляной кислоты гидроксидом натрия.

7. Приготовление и стандартизация растворов для аналитических работ. Стандартизация раствора соляной кислоты по тетраборату натрия.

8. Контрольная задача. Определение гидроксида натрия в растворе неизвестной концентрации.

9. Определение гидроксида и карбоната натрия в совместном присутствии в растворе.

10. Стандартизация раствора гидроксида натрия. Определение кислотности пищевых продуктов.

11. Приготовление и стандартизация раствора перманганата калия. Определение железа в соли Мора.

12. Определение кристаллизационной воды в кристаллогидрате хлорида бария.

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

#### **Вариант 1**

1. В 500 мл раствора содержится 2,6578 г  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ . Вычислить молярную концентрацию эквивалента раствора  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ , если при его нейтрализации образуется  $\text{CO}_2$ .

2. Какой объем раствора серной кислоты с массовой долей 9,3 % ( $\rho = 1,05 \text{ г/см}^3$ ) потребуется для приготовления 40 мл 0,35 М раствора  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ?

3. Рассчитать pH и pOH 0,03 М раствора  $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$  ( $K(\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}) = 1,8 \cdot 10^{-5}$ ).

4. Что такое точка эквивалентности? В какой области pH (кислой, щелочной, нейтральной) лежит точка эквивалентности при титровании раствора:

а) сильной кислоты сильным основанием;

б) слабой кислоты сильным основанием? Приведите примеры.

5. В 200 мл 0,1 М раствора уксусной кислоты содержится 1,64 г безводного ацетата натрия. Рассчитайте pH буферного раствора ( $K(\text{CH}_3\text{COOH}) = 1,8 \cdot 10^{-5}$ ).

6. Массовую долю (%)  $\text{CuO}$  в минерале методом иодометрии определили 38,20, 38,00, 37,66. Оцените доверительный интервал и представьте результат анализа.

7. При анализе топаза получили следующие данные о содержании в нём оксида алюминия (%): 53,96, 54,15, 54,05, 54,08 и 54,32. Является ли последний результат промахом?

### Вариант 2

1. Навеску  $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  массой 0,6000 г растворили в мерной колбе вместимостью 100,0 мл. Вычислите молярную концентрацию эквивалента полученного раствора.
2. Какой объем раствора карбоната натрия с массовой долей 15 % ( $\rho = 1,16 \text{ г/см}^3$ ) потребуются для приготовления 250 мл 0,45 М раствора  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ?
3. Рассчитайте  $[\text{H}^+]$  и pH 0,002 М раствора муравьиной кислоты  $\text{HCOOH}$  ( $K(\text{HCOOH}) = 1,8 \cdot 10^{-4}$ ).
4. Что называется кривой титрования? Для какой цели строят кривые титрования?
5. К 100 мл 0,2 М раствора муравьиной кислоты прибавили 50 мл формиата натрия  $\text{HCOONa}$  с концентрацией 0,05 моль/л. Рассчитайте pH буферного раствора. ( $K(\text{HCOOH}) = 1,8 \cdot 10^{-4}$ ).
6. Содержание активного хлора в хлорной извести найдено (%): 37,11, 37,02, 37,18, 37,27 и 37,15. Оцените наличие грубых погрешностей, доверительный интервал и представьте результат анализа.
7. Имеется ли систематическая погрешность при определении платины, если при анализе стандартного образца, содержащего 85,97 % платины, получены результаты (%): 85,97, 85,71, 85,84 и 85,79?

### Вариант 3

1. Рассчитайте массу навески  $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ , необходимую для приготовления 250,0 мл 0,15 н. раствора.
2. Для приготовления 500 мл раствора было взято 20,00 мл хлороводородной кислоты с  $\omega = 36 \%$ ,  $\rho = 1,19 \text{ г/см}^3$ . Вычислите молярную концентрацию полученного раствора.
3. Рассчитайте  $[\text{H}^+]$  и pH 0,2 М раствора уксусной кислоты  $\text{CH}_3\text{COOH}$  ( $K(\text{CH}_3\text{COOH}) = 1,8 \cdot 10^{-5}$ ).
4. Почему при кислотно-основном титровании pH в точке эквивалентности не всегда равен 7? Приведите примеры.
5. К 50 мл 0,1 М раствора уксусной кислоты прибавили 50 мл 0,5 М раствора ацетата натрия. Рассчитайте pH буферного раствора. ( $K(\text{CH}_3\text{COOH}) = 1,8 \cdot 10^{-5}$ ).
6. В серебряной монете при определении серебра получены значения (%): 90,04, 90,12, 89,92, 89,94, 90,08, 90,02. Вычислите стандартное отклонение единичного результата и доверительный интервал, представьте результат анализа.
7. При определении сульфат-иона гравиметрическим методом получены следующие результаты (%): 15,51, 15,45, 15,48, 15,53 и 16,21. Является ли последний результат грубой погрешностью?

### Вариант 4

1. Навеску щелочи массой 0,5341 г, содержащей 92 %  $\text{NaOH}$  и 8 % индифферентных примесей, растворили и довели до метки в мерной колбе вместимостью 100,0 мл. Вычислите молярную концентрацию полученного раствора.
2. Как приготовить 1000 мл 0,05 М раствора уксусной кислоты из ее 45 %-ного раствора ( $\rho = 1,03 \text{ г/см}^3$ ).
3. Рассчитайте  $[\text{H}^+]$  и pH 0,005 М раствора ацетата натрия  $\text{CH}_3\text{COONa}$  ( $K(\text{CH}_3\text{COOH}) = 1,8 \cdot 10^{-5}$ ).
4. Какими способами подбирают индикаторы при кислотно-основном титровании?
5. В 500 мл 0,02 М раствора  $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$  растворено 3,36 г хлорида аммония. Рассчитайте pH буферного раствора. ( $K(\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}) = 1,8 \cdot 10^{-5}$ ).
6. При определении кальция гравиметрическим методом получены результаты (%): 12,86, 12,90, 12,93 и 12,84. Вычислите выборочное стандартное отклонение среднего результата и доверительный интервал. Представьте результат анализа.
7. При анализе апатита получили следующие значения содержания в нём оксида

фосфора(V) (%): 35,11, 35,14, 35,18, 35,21 и 35,42. Является ли последний результат грубой погрешностью?

### Примерные тестовые задания по дисциплине

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

1. Закончите предложение: катионы натрия окрашивают пламя газовой горелки в...

- 1) изумрудно зелёный цвет                      2) голубой цвет  
3) карминово-красный цвет                      \*4) интенсивно жёлтый цвет

2. Закончите предложение: Открытию иона калия при помощи  $\text{Na}_3[\text{Co}(\text{NO}_2)_6]$  не мешает...

- \*1)  $\text{Na}_2\text{SO}_4$       2)  $\text{NH}_4\text{Cl}$               3)  $\text{H}_2\text{SO}_4$               4)  $\text{NaOH}$

3. Соль белого цвета, хорошо растворяется в воде, не окрашивает пламя газовой горелки. При добавлении к раствору этой соли раствора нитрата серебра выпадает белый творожистый осадок, растворимый в конц.  $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ ; при добавлении к соли раствора гидроксида калия выделяется газ с неприятным запахом, под воздействием которого влажная универсальная индикаторная бумажка окрашивается в цвет, соответствующий  $\text{pH} \sim 9$ . Формула соли...

- 1)  $\text{KCl}$               2)  $\text{NH}_4\text{NO}_3$               \*3)  $\text{NH}_4\text{Cl}$               4)  $\text{NaCl}$ .

4.  $500 \text{ см}^3$  раствора серной кислоты с концентрацией  $0,10 \text{ моль/дм}^3$  следует готовить в

- 1) химическом стакане вместимостью  $> 500 \text{ см}^3$ ;  
2) мерном цилиндре;  
\*3) мерной колбе вместимостью  $500 \text{ см}^3$ ;  
4) большой мензурке

5. Перед выполнением титриметрического определения титрантом следует ополоснуть...

- 1) коническую колбу для титрования;  
2) \*бюретку;  
3) мерную колбу;  
4) мерную пипетку.

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

$$\begin{array}{ll} *1) K = \frac{[\text{Fe}(\text{SCN})_3][\text{NH}_4\text{Cl}]^3}{[\text{NH}_4\text{SCN}]^3[\text{FeCl}_3]} & 2) K = \frac{[\text{Fe}(\text{SCN})_3][3\text{NH}_4\text{Cl}]}{[3\text{NH}_4\text{SCN}][\text{FeCl}_3]} \\ 3) K = \frac{[\text{NH}_4\text{SCN}]^3[\text{FeCl}_3]}{[\text{Fe}(\text{SCN})_3][\text{NH}_4\text{Cl}]^3} & 4) K = \frac{[3\text{NH}_4\text{SCN}][\text{FeCl}_3]}{[\text{Fe}(\text{SCN})_3][3\text{NH}_4\text{Cl}]} \end{array}$$

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

\*\*1)  $\text{NaOH}$ ;      \*2)  $\text{CH}_3\text{COOH}$ ;      \*\*\*3)  $\text{CH}_3\text{COONa}$ ;                      \*\*\*\*4)  $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O} + \text{NH}_4\text{Cl}$

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

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

8. 9,77 г гидроксида калия, содержащего 14% индифферентных примесей, растворили в воде и разбавили в мерной колбе до 100 см<sup>3</sup>. Молярная концентрация полученного раствора:

\*1. 1,5 моль/дм<sup>3</sup>;    2. 1,8 моль/дм<sup>3</sup>;    3. 15 моль/дм<sup>3</sup>;    4. 18 моль/дм<sup>3</sup>.

9. Какой объём (см<sup>3</sup>) серной кислоты с концентрацией 0,1 моль/дм<sup>3</sup> необходим для нейтрализации 50,0 см<sup>3</sup> раствора гидроксида калия с концентрацией 0,05 моль/дм<sup>3</sup>? \_\_\_\_\_

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

10. Установите соответствие между математической формулой и её названием

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

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

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

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

\*\*а) Формула Дебая – Хюккеля

\*\*\* б) Закон разбавления Оствальда

\*\*\*\*в) Закон действия масс

\*г) Формула Нернста

11. Какая концентрация сульфат-иона в растворе обеспечит образование осадка сульфата бария при концентрации Ba<sup>2+</sup> 1·10<sup>-4</sup> моль/дм<sup>3</sup>. K<sub>s</sub>(BaSO<sub>4</sub>) = 1·10<sup>-10</sup>?

1) 1·10<sup>-10</sup>    2) 1·10<sup>-8</sup>    \*3) 1·10<sup>-6</sup>

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

12. Как влияет на растворимость AgCl 0,2 М раствор KNO<sub>3</sub>? \_\_\_\_\_

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

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

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

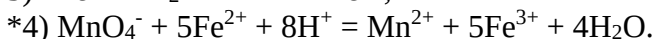
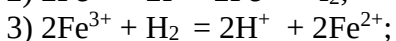
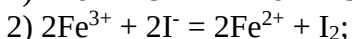
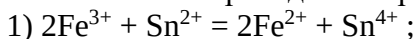
4) Растворимость малорастворимого вещества не изменяется, так как является постоянной величиной

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

1) усиливается диссоциация кислоты;    2) усиливается диссоциация соли;

\*3) подавляется диссоциация кислоты;    4) подавляется диссоциация соли.

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



15. Для реакции  $MnO_4^- + 8H^+ + 5e^- = Mn^{2+} + 4H_2O$  уравнение Нернста имеет вид:

1)  $E = E_0 + \frac{0,058}{5} \lg \frac{[MnO_4^-]}{[Mn^{2+}] \cdot [H^+]^8}$

\*2)  $E = E_0 + \frac{0,058}{5} \lg \frac{[MnO_4^-] \cdot [H^+]^8}{[Mn^{2+}]}$

3)  $E = E_0 + \frac{0,058}{5} \lg \frac{[MnO_4^-]}{[Mn^{2+}]}$

4)  $E = E_0 + \frac{0,058}{5} \lg \frac{[Mn^{2+}] \cdot [H^+]^8}{[MnO_4^-]}$

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

## Вариант 2

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

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

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

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

3. Какая посуда не относится к точной мерной посуде?

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

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

- 1)  $2\text{I}^- - 2\text{e}^- \rightarrow \text{I}_2$
- 2)  $\text{Ag}^+ + \text{Cl}^- \rightarrow \text{AgCl}$
- 3)  $\text{Cu}^{2+} + 4\text{NH}_3 \rightarrow [\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$
- \*4)  $\text{H}^+ + \text{OH}^- \rightarrow \text{H}_2\text{O}$

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

- \*1)  $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O} + \text{HCl}$
- 2)  $\text{HCl} + \text{NaOH}$
- 3)  $\text{KOH} + \text{H}_2\text{SO}_4$
- 4)  $\text{NaOH} + \text{CH}_3\text{COOH}$

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

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

7. В чем состоит действие ауксохромных групп?

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

8. Навеска янтарной кислоты  $(\text{CH}_2)_2(\text{COOH})_2$  массой 0,0505 г оттитрована 0,1050 М раствором КОН. Вычислите израсходованный объем титранта ( $\text{см}^3$ ).

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

9. Укажите стехиометрический коэффициент перед окислителем в реакции



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

10. На титрование  $20,00 \text{ см}^3$  раствора щавелевой кислоты с концентрацией 0,100 н. затрачено  $25,00 \text{ см}^3$  раствора  $\text{KMnO}_4$ . Вычислите молярную концентрацию раствора перманганата калия.

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

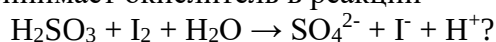
11. Укажите в каком объеме ( $\text{см}^3$ ) следует растворить содержимое ампулы фиксанала перманганата калия, содержащего 0,10 моль эквивалента вещества для получения 0,02 н. раствора

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

12. Какой ион можно окислить дихроматом в кислой среде?  $E^\circ_{\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}/2\text{Cr}^{3+}} = + 1,33 \text{ В}$

- \*1)  $\text{I}^-$ ;  $E^\circ_{\text{I}_2/2\text{I}^-} = + 0,54 \text{ В}$       2)  $\text{Mn}^{2+}$ ;  $E^\circ_{\text{MnO}_4^-/\text{Mn}^{2+}} = + 1,51 \text{ В}$   
3)  $\text{Cl}^-$ ;  $E^\circ_{\text{Cl}_2/2\text{Cl}^-} = + 1,36 \text{ В}$       4)  $\text{Br}^-$ ;  $E^\circ_{\text{BrO}_3^-/\text{Br}^-} = + 1,45 \text{ В}$

13. Сколько электронов принимает окислитель в реакции



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

14. Укажите металлоиндикаторы.

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

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

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

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

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

17. Какой вместимости ( $\text{см}^3$ ) должна быть мерная колба для приготовления раствора ЭДТА с концентрацией 0,05 моль/ $\text{дм}^3$  из фиксанала, содержащего 0,1 моль вещества?

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

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

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

19. Какие из приведенных соединений не мешают обнаружению катиона калия с помощью реактива  $\text{Na}_3[\text{Co}(\text{NO}_2)_6]$  при выполнении систематического анализа катионов первой аналитической группы?

- \*1)  $\text{Na}_2\text{SO}_4$       2)  $\text{H}_2\text{SO}_4$       3)  $\text{NH}_4\text{Cl}$       4)  $\text{NaOH}$

20. При анализе стандартного образца, содержащего 1,48% серебра, был получен резуль-

тат  $y = 1,36 \pm 0,09(\%)$ . Сделайте вывод о правильности проведённого анализа

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

### Примерные темы рефератов по дисциплине

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

**Форма отчетности: защита реферата**

### Контрольные вопросы и задачи к экзамену по дисциплине «Аналитическая химия»

#### Вопросы к экзамену

1. Аналитическая химия как наука. Значение аналитической химии для развития науки и техники. Химический анализ. Объекты анализа. Качественный и количественный анализ. Предмет и задачи качественного и количественного анализа.
2. Способы выражения концентрации растворов: молярная концентрация; молярная концентрация эквивалента; массовая доля (процентная концентрация). Эквивалент. Молярная масса эквивалента. Фактор эквивалентности.
3. Закон эквивалентов и его применение в химическом анализе.
4. Закон действия масс как теоретическая основа химических методов анализа. Скорость химической реакции. Равновесные системы. Константа равновесия.
5. Слабые электролиты. Степень электролитической диссоциации. Закон разбавления Оствальда. Условия смещения ионных равновесий. Вычисление pH в растворах слабых кислот и оснований.
6. Водные растворы сильных электролитов. Ионная сила раствора. Активность. Коэффициент активности и его роль в представлении количественных отношений в аналитиче-

ских системах. Расчет величин коэффициентов активности.

7. Ионное произведение воды. Водородный показатель pH. Шкала pH. Протяженность шкалы pH. Вычисление pH различных растворов.

8. Гидролиз солей. Буферные системы и их значение в аналитической химии. Расчет pH буферных систем: теория, примеры. Буферные системы в природе.

9. Равновесие в гетерогенной системе. Константа растворимости. Правило произведения растворимости. Растворимость малорастворимых соединений в воде в отсутствие конкурирующих процессов. Условия образования и растворения осадков.

10. Равновесие в гетерогенной системе. Константа растворимости. Правило произведения растворимости. Влияние одноименного иона на растворимость малорастворимого электролита.

11. Равновесие в гетерогенной системе. Константа растворимости. Правило произведения растворимости. Влияние сильных электролитов на растворимость малорастворимых соединений (солевой эффект). Приведите примеры.

12. Качественный анализ. Задачи качественного анализа. Методы выполнения качественного анализа: химические, физико-химические и физические. Виды качественного анализа: макро-, полумикро-, микро- и ультрамикрометоды, сухой и мокрый виды анализа, микрокристаллоскопия, капельный и хроматографический анализ, систематический и дробный анализ.

13. Кислотно-основная схема систематического качественного анализа катионов. Свойства катионов, используемые в качественном анализе.

14. Хлорид-сульфатная схема систематического анализа анионов. Аналитические группы анионов. Групповые реагенты. Частные реакции основных анионов.

15. Титриметрический анализ. Сущность метода. Виды титрования: прямое, обратное, косвенное. Методы титриметрического анализа: кислотно-основное, комплексонометрическое, осадительное, окислительно-восстановительное.

16. Кислотно-основное титрование. Точка эквивалентности. Индикаторы кислотно-основного титрования.

17. Кривая титрования сильной кислоты щелочью. Точка эквивалентности. Скачок титрования. Выбор индикатора.

18. Вычисления в титриметрическом анализе. Стандартные растворы. Измерительная посуда для титриметрического анализа.

19. Окислительно-восстановительные процессы в аналитической химии. Уравнение Нернста. Перманганатометрическое титрование.

20. Комплексонометрическое титрование. Применение комплексонометрического титрования в анализе объектов окружающей среды.

21. Гравиметрия. Сущность метода. Реагенты для гравиметрии. Осаждаемая и гравиметрическая формы. Условия выпадения осадков и получения чистых осадков строго определенного состава. Фильтрование, промывание, высушивание и прокаливание осадка.

22. Гравиметрия. Сущность метода. Понятие о методе отгонки. Особенности гравиметрии как метода анализа.

23. Технический контроль. Пробоотбор. Пробоподготовка. Реактивы, применяемые в химическом анализе. Квалификация и хранение реактивов.

24. Области применения и значение статистической обработки результатов исследования. Значащие цифры и правила их округления (приведите примеры). Способы проверки правильности результата. Стандартные образцы состава и эталоны. Типы погрешностей: систематическая и случайная, абсолютная и относительная.

25. Определение кислотности пищевых продуктов.

## **Примеры задач**

### **Качественный анализ**



1. Опишите ход анализа следующих смесей ионов, докажете отсутствие других катионов и анионов (напишите уравнения реакций, укажите эффект реакций). В составе смеси могут содержаться только катионы  $\text{NH}_4^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Na}^+$ ,  $\text{Pb}^{2+}$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Al}^{3+}$ ,  $\text{Zn}^{2+}$ ,  $\text{Sn}^{2+}$ ,  $\text{Cr}^{3+}$ ,  $\text{Fe}^{2+}$ ,  $\text{Fe}^{3+}$ ,  $\text{Mn}^{2+}$ ,  $\text{Cu}^{2+}$ ,  $\text{Co}^{2+}$ ,  $\text{Ni}^{2+}$  и анионы:  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{NO}_3^-$ .

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

### Количественный анализ

1. Рассчитайте значения pH следующих растворов:

$\text{H}_2\text{SO}_4$  с массовой долей 1%; 10%; 15% и 49%; и с молярной концентрацией 0,5; 2,0 и 5,0 моль/дм<sup>3</sup>

$\text{HCl}$  с массовой долей 18% и 36%

$\text{CH}_3\text{COOH}$  с массовой долей 10% и 30%

Щавелевой кислоты с массовой долей 10%

2. Рассчитайте значения pH и pOH следующих растворов:

1%-ного раствора уксусной кислоты; 5 и 10%-ного раствора аммиака

3. Рассчитайте значения pH 0,01 М и 0,1 М аммиачной буферной смеси, содержащей 40% аммиака

4. Рассчитайте значения pH 0,01 М буферных смесей, содержащих:

а) равные количества ацетата натрия и уксусной кислоты;

б) 33 % уксусной кислоты;

в) равные количества хлорида аммония и аммиака;

г) 20% аммиака,

д) 33% аммиака.

5. Рассчитайте концентрацию ионов а)  $\text{Hg}_2^{2+}$  в насыщенном растворе  $\text{Hg}_2\text{Cl}_2$ ; б)  $\text{Pb}^{2+}$  в насыщенном растворе  $\text{PbCl}_2$ .

6. Вычислите растворимость (г/дм<sup>3</sup>)  $\text{SrSO}_4$  в 0,01  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ .

7. Осадок 0,0200 г  $\text{BaCrO}_4$  промыт 100 см<sup>3</sup> воды. Какая часть осадка перейдет в раствор (в %)? Что произойдет при промывании осадка 0,01 М раствором  $\text{KCl}$ ?

8. Вычислите потерю массы и относительную погрешность за счет растворимости осадка оксалата кальция, если к 20 см<sup>3</sup> 0,1 М раствора  $\text{CaCl}_2$  добавить двойной избыток 0,1 М раствора оксалата аммония.

9. Сколько г осадка  $\text{SrCO}_3$  перейдет в раствор, если осадок промыть 500 см<sup>3</sup> жидкости, приготовленной растворением 10,6 г безводной соды в 1000 см<sup>3</sup> воды?

10. Вычислите интервал значений pH раствора, при котором обеспечивается количественное разделение ионов  $\text{Fe}^{3+}$  и  $\text{Mg}^{2+}$  в виде гидроксидов.

11. Рассчитайте растворимость сульфата бария в дистиллированной воде, и в 0,01 М растворе сульфата натрия без учета и с учетом ионной силы раствора.

12. Образуется ли осадок  $\text{CdS}$ , если к 0,1 М раствору соли состава  $[\text{Cd}(\text{NH}_3)_4]\text{Cl}_2$  добавили равный объем 0,1 М раствора сульфида натрия?

13. Образуется ли осадок  $\text{FeS}$ , если к 0,2 М раствору комплексного соединения  $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$  добавить равный объем 0,02 М раствора  $\text{Na}_2\text{S}$ ?

14. Выпадет ли осадок  $\text{AgCl}$ , если 0,02 моль  $\text{AgNO}_3$ , 0,02 моль  $\text{NaCl}$  и 1,0 моль аммиака растворить в 1 дм<sup>3</sup> воды?

15. Массовую долю (%) CuO в минерале определили методами иодометрии и комплексонометрии. По первому методу нашли 38,20, 38,00 и 37,66. По второму - 37,70, 37,65, 37,55. Значимо ли расхождение результатов?

16. При анализе апатита получили следующие значения содержания в нем пентоксида фосфора (%) 35,11, 35,14, 35,18, 35,21, 35,42. Является ли последний результат промахом?

17. При определении содержания свинца в сплаве получены результаты (в %): 14,50, 14,43, 14,54, 14,45, 14,44, 14,52, 14,58, 14,40, 14,25 и 14,19. Оценить наличие грубых промахов, найти выборочное среднее и доверительный интервал.

18. Содержание азота в аммиачной селитре равно 34,90 %. При анализе селитры получены следующие результаты (%): 34,52, 34,72, 34,68, 34,64. Существует ли значимое различие между найденным и известным содержанием азота в пробе?

19. Содержание оксида железа(III) в руде определяли перманганатометрически и комплексонометрически. Получили следующие результаты (в %): 60,12, 61,00, 61,25 в первом случае и 58,75, 58,90 и 59,59 во втором. Существует ли статистически значимая разница между результатами анализа?

20. При анализе стандартного образца, содержащего 1,47% серебра, получены следующие результаты (%): 1,31, 1,45, 1,42, 1,32, 1,30. Определить стандартное отклонение, доверительный интервал и сделать выводы о возможной систематической погрешности.

21. Рассчитайте величину  $E_{1/2}$  пары  $\text{Fe}^{3+}/\text{Fe}^{2+}$  в- дистиллированной воде; в 0,1 М растворе  $\text{CH}_3\text{COONa}$ ; 0,1 М растворе  $\text{KClO}_4$ ; 0,1, 0,05 М и 0,1 н. растворе  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ ; 0,2 н. растворе  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ; 0,5 М растворе  $\text{H}_3\text{PO}_4$ ; в 1,0 М по цианид-иону растворе

22. Рассчитайте величину  $E_{1/2}$  пары  $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}/2\text{Cr}^{3+}$  для 50%-ного раствора серной кислоты; 2 М раствора  $\text{CH}_3\text{COOH}$

23. Рассчитайте величину  $E_{1/2}$  пары  $\text{Ce}^{4+}/\text{Ce}^{3+}$  в 1,0 н.  $\text{H}_2\text{SO}_4$

24. Постройте кривые титрования 0,1 М раствора соли  $\text{Fe}^{2+}$

а) 0,1 н. раствором дихромат-иона в 1 М  $\text{CH}_3\text{COOH}$ , в 10 н. растворе  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ;

б) 0,1 н. раствором перманганат-иона в 1,0 М растворе  $\text{CH}_3\text{COOH}$ ; 0,1, 0,05, 0,5, 2 н. растворе  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ; 18 М растворе  $\text{H}_2\text{SO}_4$ .

25. Рассчитайте погрешность титрования 0,1 М раствора уксусной кислоты 0,1 М раствором гидроксида натрия по метиловому красному (рТ 5,2) и фенолфталеину (рТ 9).

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

Система университетского образования базируется на рациональном сочетании нескольких видов учебной деятельности, в том числе лекций, лабораторных занятий и самостоятельной работы обучающихся.

Самостоятельная работа студентов направлена на увеличение объема знаний в области актуальных проблем геохимии и реализацию возможностей использования знаний на практике.

Самостоятельная работа обучающихся предполагает работу с дополнительными информационными источниками, самостоятельными исследованиями, а также работу с электронными источниками.

Использование разнообразных типов вопросов в контрольных заданиях позволяет проверить их знания. Такие контрольные позволяют проверить закрепление теоретического материала и решение задач, а написание и разработка реферативных тем позволяет определить глубину знаний в области аналитической химии, и способность обучающимся свободно оперировать специальной терминологией ее разделов

Программа освоения дисциплины предусматривает работу на лекциях, выполнение лабораторных работ, тестирование, выполнение контрольной работы, опрос и собеседование, подготовку и защиту реферата.

### **Оценочные средства текущего контроля успеваемости и сформированности компетенций**

#### **Критерии балльно - рейтинговой оценки знаний**

*Итоговая оценка знаний* обучающихся по аналитической химии в 4 семестре составляет 100 баллов, которые конвертируется в «отлично», «хорошо», «удовлетворительно» или «неудовлетворительно» (промежуточная форма контроля – экзамен).

|               |                       |
|---------------|-----------------------|
| 81–100 баллов | «отлично»             |
| 61-80         | «хорошо»              |
| 41-60         | «удовлетворительно»   |
| 21- 40        | «неудовлетворительно» |
| 0-20          | Не аттестован         |

Текущий контроль освоения компетенций обучающимся оценивается из суммы набранных баллов в соответствии с уровнем сформированности компетенций: пороговым или продвинутым. При этом учитывается посещаемость обучающимся лекций, лабораторных занятий, активность обучающегося на лабораторных занятиях, результаты промежуточных письменных и устных контрольных опросов, итоги контрольных работ и тестов, участие обучающихся в научной работе (например, написание рефератов, докладов, выступления на научных конференциях и т.п.). Каждый компонент имеет соответствующий удельный вес в баллах:

#### ***Пороговый уровень (41-60 баллов):***

- контроль посещений – 20 баллов,
- опрос и собеседование – 20 баллов
- ведение лабораторной тетради– 10 баллов;
- тестовый контроль – 10 баллов.

#### ***Продвинутый уровень (61-100 баллов):***

- контрольная работа - 10
- реферат – 10 баллов,
- экзамен – 20 баллов.

#### **Контроль посещений**

При проведении экзамена учитывается посещаемость обучающимся лекционных занятий, активность на лабораторных занятиях, выполнение самостоятельной работы, отработка занятий, пропущенных по уважительной причине:

15-20 баллов – регулярное посещение занятий, высокая активность на лабораторных занятиях, содержание и изложение материала отличается логичностью и смысловой завершенностью, обучающийся показал владение материалом, умение четко, аргументировано и корректно отвечать на поставленные вопросы, отстаивать собственную точку зрения.

10-14 баллов – систематическое посещение занятий, участие в лабораторных занятиях, единичные пропуски по уважительной причине и их отработка, изложение материала носит преимущественно описательный характер, обучающийся показал достаточно уверенное владение материалом, однако недостаточное умение четко, аргументировано и корректно отвечать на поставленные вопросы и отстаивать собственную точку зрения.

5-9 балла – нерегулярное посещение занятий, низкая активность на лабораторных занятиях, обучающийся показал неуверенное владение материалом, неумение отстаивать собственную позицию и отвечать на вопросы.

0-4 балла – регулярные пропуски занятий и отсутствие активности работы, обучающийся показал незнание материала по содержанию дисциплины.

#### **Шкала оценивания ответа на экзамене**

| <b>Показатель</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | <b>Балл</b> |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|
| Обучающийся обнаруживает высокий уровень овладения теорией вопроса, знание терминологии, умение давать определения понятиям, знание персоналий, сопряженных с теоретическим вопросом, умение проиллюстрировать явление практическими примерами, дает полные ответы на вопросы с приведением примеров и/или пояснений. | 20          |
| Обучающийся недостаточно полно освещает теоретический вопрос, определения даются без собственных объяснений и дополнений, ответы на вопросы полные с приведением примеров                                                                                                                                             | 15          |
| Обучающийся обнаруживает недостаточно глубокое понимание теоретического вопроса, Определения даются с некоторыми неточностями, дает ответы только на элементарные вопросы, число примеров ограничено                                                                                                                  | 10          |
| Обучающийся обнаруживает незнание основных понятий и определений, не умеет делать выводы, показывает крайне слабое знание программного материала.                                                                                                                                                                     | 5           |

#### **Для оценки рефератов используются следующие критерии:**

10-8 баллов – содержание соответствует поставленным цели и задачам, изложение материала отличается логичностью и смысловой завершенностью, обучающийся показал владение материалом, умение четко, аргументировано и корректно отвечать на поставленные вопросы, отстаивать собственную точку зрения.

7-5 баллов – содержание недостаточно полно соответствует поставленным цели и задаче исследования, работа выполнена на недостаточно широкой базе источников и не учитывает новейшие достижения в области химической экологии, изложение материала носит преимущественно описательный характер, обучающийся показал достаточно уверенное владение материалом, однако недостаточное умение четко, аргументировано и корректно отвечать на поставленные вопросы и отстаивать собственную точку зрения.

4-2 балла – содержание не отражает особенности проблематики избранной темы; содержание работы не полностью соответствует поставленным задачам, база источников является фрагментарной и не позволяет качественно решить все поставленные в работе задачи, работа не учитывает новейшие достижения историографии темы, обучающийся показал неуверенное владение материалом, неумение отстаивать собственную позицию и отвечать на вопросы.

1-0 балла – работа не имеет логичной структуры, содержание работы в основном не соответствует теме, база источников исследования является недостаточной для решения поставленных задач, обучающийся показал неуверенное владение материалом, неумение формулировать собственную позицию.

#### **Для оценки тестовых работ используются следующие критерии:**

0-29 % правильных ответов оценивается как «неудовлетворительно» (2-балла);  
 30-59% – «удовлетворительно» (3-5 баллов);  
 60-79% – «хорошо» (6-8 баллов);  
 80-100% – «отлично» (8-10 баллов).

### Шкала оценивания контрольной работы

| Показатель                                                    | Баллы |
|---------------------------------------------------------------|-------|
| Работа выполнена полностью и без существенных ошибок          | 8-10  |
| Работа выполнена частично (41-80%)                            | 5-7   |
| Работа выполнена менее, чем на 40% или содержит грубые ошибки | 2-4   |
| Работа не выполнена                                           | 0-1   |

Максимальное количество баллов –10

### Шкала оценивания опроса и собеседования

| Уровень оценивания    | Критерии оценивания                     | Баллы |
|-----------------------|-----------------------------------------|-------|
| Опрос и собеседование | Свободное владение материалом           | 4     |
|                       | Достаточное усвоение материала          | 3     |
|                       | Поверхностное усвоение материала        | 1-2   |
|                       | Неудовлетворительное усвоение материала | 0     |

Максимальное количество баллов – 20 (по 4 балла за каждый опрос).

### Шкала оценивания ведения лабораторной тетради

| Уровень оценивания           | Критерии оценивания                                           | Баллы |
|------------------------------|---------------------------------------------------------------|-------|
| Ведение лабораторной тетради | Работа выполнена полностью (81%) и без существенных ошибок    | 8-10  |
|                              | Работа выполнена частично (41%-80%) или с небольшими ошибками | 6-7   |
|                              | Работа выполнена менее чем на 40% или содержит грубые ошибки  | 3-5   |
|                              | Работа не выполнена                                           | 0-2   |

Максимальное количество баллов –10

## 6. Учебно-методическое и ресурсное обеспечение дисциплины

### Основная литература

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

— Режим доступа:

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

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

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

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

### Дополнительная литература

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

— Режим доступа:

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

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

— Режим доступа:

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

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

— Режим доступа:

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

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

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

— Режим доступа:

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

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

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

— Режим доступа :

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

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

— Режим доступа:

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

### **Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»**

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

### **7. Методические указания по освоению дисциплины**

Методические рекомендации к освоению учебной дисциплины «Аналитическая химия»

### **8. Информационные технологии для осуществления образовательного процесса по дисциплине**

Лицензионное программное обеспечение:

Microsoft Windows

Microsoft Office

Kaspersky Endpoint Security

Информационные справочные системы:

Система ГАРАНТ

Система «КонсультантПлюс»

Профессиональные базы данных

fgosvo.ru

pravo.gov.ru

www.edu.ru