

Утверждаю  
Первый пр.  
*М.И.И.*  
« 24 »

Первый проректор

М.Д. Мукайлов

« 24 » апреля 2025 г

**для специальности  
среднего профессионального образования**

## 35.02.05 АГРОНОМИЯ

**Форма обучения – очная**

*Срок получения СПО по ППССЗ – 2 г.10 м.*

# Махачкала 2025 г.

Рабочая программа дисциплины разработана на основе Федерального государственного образовательного стандарта по специальности (профессии) среднего профессионального образования для специальности **35.02.05 «Агрономия»**, утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от **13.07.2021 г. № 444**.

**Разработчик:**

Преподаватель

З.К.

(занимаемая должность)  
(фамилия)



(подпись)


Рабданова

(инициалы,

**Одобрено на заседании ПЦК**

Общепрофессиональных,  
специальных дисциплин

«14» апреля 2025 г., протокол № 8.



Председатель ПЦК

(подпись)

Ашурбекова Ф.А.

(инициалы, фамилия)

## **Пояснительная записка**

### **Цели и задачи дисциплины – требования к результатам освоения дисциплины:**

В результате освоения учебной дисциплины обучающийся должен **уметь:**

- обоснованно выбирать методы анализа;
- пользоваться аппаратурой и приборами;
- проводить необходимые расчеты;
- выполнять качественные реакции на катионы и анионы различных аналитических групп;
- определять состав бинарных соединений;
- проводить качественный анализ веществ неизвестного состава;
- проводить количественный анализ веществ;

В результате освоения дисциплины обучающийся должен

#### **знать:**

- теоретические основы аналитической химии;
- о функциональной зависимости между свойствами и составом веществ и их систем; о возможностях ее использования в химическом анализе;
- специфические особенности, возможности и ограничения, взаимосвязь различных методов анализа;
- практическое применение наиболее распространенных методов анализа;
- аналитическую классификацию катионов и анионов;
- правила проведения химического анализа;
- методы обнаружения и разделения элементов, условия их применения;
- гравиметрические, титриметрические, оптические, электрохимические методы анализа;

### **Раздел I. Качественный анализ**

**Тема 1.1. Растворы. Химическое равновесие. Закон действующих масс. Кислотно-основное равновесие. Равновесие в гетерогенной системе: раствор-осадок .**

**Количество часов: 2 часа**

#### **Изучаемые вопросы:**

Подготовить сообщение (на выбор):

-Предмет аналитической химии

-Развитие аналитической химии, вклад русских ученых в развитие аналитической химии

-Связь аналитической химии с другими дисциплинами. Решение задач .

### **Рекомендуемая литература:**

Название источника

Глубоков Ю.М и др. Аналитическая химия. Учебник для ССУЗ. – М.: «Академия», 2018.

Харитонов Ю.Я. Аналитическая химия. Аналитика 1. Общие теоретические основы. /Ю.Я.Харитонов Качественный анализ, 2017.

### **Методические рекомендации по выполнению самостоятельной работы:**

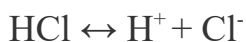
Подготовить сообщение

1. Сообщение – это устный монолог не более 4-5 минут, в котором рассматривается один небольшой вопрос или проблема. Сообщения обязательно должны быть короткими, содержать конкретную, фактическую информацию, наглядные примеры и исчерпывающе раскрывать одну небольшую тему. Каждое сообщение посвящено частному аспекту проблемы. Сообщения готовят заранее, их надо продумать, прочитать литературу.

2. При выполнении задач по этой теме важно правильно применять основные положения теории электролитической диссоциации для написания уравнений диссоциации сильных и слабых электролитов. Используя константы кислотности ( $K_a$ ) и основности ( $K_b$ ) необходимо уметь выводить формулы для расчета  $[H^+]$ ,  $[OH^-]$  и pH, pOH в растворах слабых кислот и оснований, а также в присутствии их солей. Следует изучить механизм действия буферных растворов и использование их в систематическом ходе анализа. Это способствует формированию у обучающихся общих компетенций ОК 3, ОК 4 и овладению профессиональными компетенциями ПК 2.1, ПК 2.2, ПК 2.3.

**Пример 1.** Рассчитать pH в 0,025 М растворе хлороводородной кислоты.

**Решение:**



$$[H^+] = c(HCl) = 0,025 \text{ моль/л}$$

$$pH = -\lg[H^+] = -\lg 0,025 = 1,6.$$

Гетерогенные равновесия устанавливаются на границе раздела фаз (осадок - насыщенный раствор над осадком). Данное равновесие характеризует константа растворимости ( $K_s$ ) или произведение

растворимости (ПР). Используя значения ПР ( $K_s$ ) необходимо уметь рассчитывать молярные (моль/л) и массовые (г/л) концентрации ионов в растворе малорастворимого соединения в воде и в присутствии одноименных ионов. Следует знать условие образования осадков и уметь решать вопрос о возможности их образования при смешивании растворов. Эта тема способствует формированию у обучающихся общих компетенции ОК 2, ОК 3 и овладению профессиональными компетенциями ПК 2.1, ПК 2.2, ПК 2.3.

**Пример 1.** Рассчитать молярную (моль/л) и массовую (г/л) растворимость сульфата кальция, если  $\text{ПР}(\text{CaSO}_4)=2,5 \cdot 10^{-5}$ .

**Решение:**

Запишем равновесие в рассматриваемой системе:



Обозначим молярную концентрацию соли в насыщенном растворе (растворимость) -  $s$  (моль/л), тогда  $[\text{Ca}^{2+}] = [\text{SO}_4^{2-}] = s$ .

Запишем выражение ПР:

$$\text{ПР} = [\text{Ca}^{2+}][\text{SO}_4^{2-}] = s^2, \quad .$$

Массовая растворимость сульфата кальция будет равна:

$$S(\text{г/л}) = s(\text{моль/л}) \cdot M(\text{CaSO}_4) = 5 \cdot 10^{-3} \cdot 136 = 0,68 \text{ г/л}.$$

**Контрольные вопросы:**

1. Что такое раствор
2. Способы выражения концентрации растворов
  - 2.1 Молярная концентрация растворов (молярность)
  - 2.2 Молярная концентрация эквивалента или нормальная концентрация растворов (нормальность).
  - 2.3 Процентная концентрация раствора или массовая доля
  - 2.4 Моляльная концентрация раствора
  - 2.5 Титр раствора
  - 2.6 Молярная или молярная доля
  - 2.7 Пример перевода процентной концентрации в молярную, нормальную концентрацию, моляльность, титр
3. Понятия – гомогенная и гетерогенная системы. Гетерогенное равновесие.
4. Способы выражения растворимости малорастворимых сильных электролитов.

5. Производство растворимости малорастворимого сильного электролита.

6. Условие образования осадков.

7. Полнота осаждения и влияние различных факторов на полноту осаждения.

8. Что такое гидролиз?

9. На какие группы мы разделили все соли?

10. Как происходит гидролиз каждой группы?

**Способы контроля за работой обучающихся:**

1. Опрос на следующем занятии.

2. Проверка наличия записей в конспектах

**Критерии оценивания:**

Приведены в ФОС текущего контроля

**Тема 1.2. Основы проведения качественного анализа.**

**Количество часов: 4 часа**

**Изучаемые вопросы:**

Подготовить доклад на тему: «Деление катионов и анионов на аналитические группы»

**Овладение обучающимися общими (ОК) компетенциями:**

ОК 2-4, ОК 9

**Рекомендуемая литература:**

Название источника	Страницы
Барковский Е.В. Аналитическая химия: Учеб. Пособ./Е.В.Барковский - Мн.: Высш.шк.,2017.	37-46
Основы аналитической химии. В 2 томах. Издательство Академия, 2017.	40-55

**Методические рекомендации по выполнению самостоятельной работы:**

1. Доклад - это сообщение по заданной теме с целью приобрести знания из дополнительной литературы, систематизировать материал, проиллюстрировать примерами, развивать навыки самостоятельной работы с научной литературой, познавательный интерес к научному познанию.

1. Тема доклада должна быть согласованна с преподавателем и соответствовать теме занятия.
2. Необходимо соблюдать регламент, оговоренный при получении задания.
3. Иллюстрации должны быть достаточными, но не чрезмерными.
4. Работа обучающегося над докладом (сообщением) включает отработку навыков ораторства и умения организовать и проводить диспут.
5. Обучающийся в ходе доклада отрабатывает умения ориентироваться в материале и отвечать на дополнительные вопросы слушателей, самостоятельно обобщать материал и сделать выводы в заключении.
6. Обучающийся обязан подготовить и выступить с докладом в строго отведенное время преподавателем, и в срок.

#### **Контрольные вопросы:**

1. Дать определение качественному анализу.
2. Сформулировать цель качественного анализа.
3. Сформулировать задачи качественного анализа.
4. Дать характеристику методам качественного анализа.
5. Перечислить группы катионов согласно кислотно основной классификации

#### **Способы контроля за работой обучающихся:**

1. Опрос на следующем занятии.
2. Проверка наличия записей в конспектах

#### **Критерии оценивания:**

Приведены в ФОС текущего контроля

#### **Тема 1.3. Характеристика первой и второй аналитических групп катионов**

**Количество часов: 2 часа**

**Изучаемые вопросы:** Заполните таблицу - Цвета реактивов

**Овладение обучающимися общими (ОК) компетенциями:**

ОК2, ОК 4, ОК9

**Рекомендуемая литература:**

Название источника	Страницы
Саенко О.Е. Аналитическая химия: учебник для средних специальных учебных заведений/О.Е.Саенко - Ростов н/Д: Феникс, 2018 г.	46-57
Глубоков Ю.М. Аналитическая химия: учебник для студ. учреждений сред. проф.образования / Ю.М. Глубоков, В.А. Головачева, Ю.А. Ефимова и др.; под ред. А.А.Ищенко. – 12-е изд., 156 стер. – М.: Издательский центр «Академия», 2017 – 464 с.	134-

### **Методические рекомендации по выполнению самостоятельной работы:**

Алгоритм выполнения схемы, таблицы:

- 1.Подберите необходимый материал, раскрывающий содержание схемы (таблицы).
- 2.Систематизируйте материал по темам схем (таблиц).
- 3.Выберите основные схемы (таблицы), которые должны раскрыть суть темы.
4. Выполните схемы (таблицы) стараясь максимально раскрыть суть темы.
5. Внимательно просмотрите схемы (таблицы), исправьте ошибки, и по необходимости дополните схему (таблицу).

### **Контрольные вопросы:**

1. Назвать методы качественного анализа по количеству анализируемого вещества и реагента.
2. . Назвать методы качественного анализа по агрегатному состоянию реагирующих веществ.
3. Перечислить классификацию реактивов по их чистоте.
4. Дать характеристику кислотно-основной классификации катионов.
5. Перечислить катионы 1 аналитической группы. Назвать групповой реактив.
- 6 .Перечислить катионы 1 аналитической группы. Назвать групповой реактив.
7. Почему открытие катиона калия гидротартратом натрия должно проводиться в нейтральной среде? Написать уравнение реакций.



8. Почему осаждение катиона Na в виде дигидроантимоната натрия должно проводиться в нейтральной, а не в кислой или щелочной среде?

9. Почему перед открытием катиона K необходимо удалить катион  $\text{NH}_4^+$ ?

10. При действии группового реагента на катионы второй группы получаются осадки – хлориды соответствующих катионов:  $\text{AgCl}$ ,  $\text{Hg}_2\text{Cl}_2$ ,  $\text{PbCl}_2$ . Какова растворимость хлоридов в воде и как это используется в анализе?

11. Частные реакции катиона калия

12. Частные реакции катиона натрия

13. Частные реакции катиона аммония

14. Частные реакции катиона серебра

15. Частные реакции катиона свинца

16. Частные реакции катиона ртути

17. Действие группового реактива второй аналитической группы

#### **Способы контроля за работой обучающихся:**

1. Опрос на следующем занятии.

2. Проверка наличия записей в конспектах

#### **Критерии оценивания:**

Приведены в ФОС текущего контроля

### **Тема 1.4. Характеристика катионов третьей, четвертой аналитических групп катионов**

**Количество часов: 2 часа**

#### **Изучаемые вопросы:**

Подготовить сообщение: Коллоидные растворы в качественном анализе.

#### **Рекомендуемая литература:**

Название источника

Саенко О.Е. Аналитическая химия: учебник для средних специальных учебных заведений / О.Е. Саенко - Ростов н/Д: Феникс, 2018 г.

Глубоков Ю.М. Аналитическая химия: учебник для студ. учреждений сред. проф. образования / Ю.М. Глубоков, В.А. Головачева, Ю.А. Ефимова и др.; под ред. А.А. Ищенко. – 12-е изд., стер. – М.: Издательский центр «Академия», 2017 – 464 с.

## **Методические рекомендации по выполнению самостоятельной работы:**

### **При составлении сообщений:**

1. Подберите литературу по заданной теме.
2. Изучите материал.
3. Проанализируйте изученный материал.
4. Выберите наиболее интересные, важные факты.
5. Сделайте конспект

### **Контрольные вопросы:**

- 1) Что такое амфотерные соединения?
- 2) Какие гидроксиды являются амфотерными?.
- 3) В чем выражается их амфотерность?
- 4) Какой класс н/с можно использовать для доказательства амфотерности?

### **Способы контроля за работой обучающихся:**

1. Опрос на следующем занятии.
2. Проверка наличия записей в конспектах

### **Критерии оценивания:**

Приведены в ФОС текущего контроля

## **Тема 1.5. Катионы 5 и 6 аналитических групп**

### **Количество часов: 4 часа**

**Изучаемые вопросы:** Создание презентации: «Катионы микро- и макроэлементов, их положение в периодической системе Д. И. Менделеева и их действие на организм человека». Составить схему разделения и открытия смеси катионов.

### **Рекомендуемая литература:**

Название источника

Аналитическая химия: учебник для студ. учреждений сред. проф. образования /; под ред. А.А.Ищенко,- 10-е издание перераб. и доп. -М, :Издательский центр «Академия», 2018.-464с.

Учебник Саенко О.Е. Аналитическая химия: учебник

для средних специальных учебных заведений / О.Е.Саенко. –Изд. 3-е, доп. и перераб. Ростов н/Д: Феникс, 2017.-287 с,

## Методические рекомендации по выполнению самостоятельной работы:

1. Программа PowerPoint, входящая в программный пакет Microsoft Office, предназначена для создания презентаций. С ее помощью пользователь может быстро оформить доклад в едином стиле, таким образом, значительно повысив степень восприятия предоставляемой информации аудиторией.

Презентация или «слайд-фильм», подготовленная в Power Point, представляет собой последовательность слайдов, которые могут содержать план и основные положения выступления, все необходимые таблицы, диаграммы, схемы, рисунки, входящие в демонстрационный материал. При необходимости в презентацию можно вставить видеоэффекты и звук.

2. Схема-это упрощенное описание, изложение чего-либо в общих, главных чертах. Таблица - краткое систематизированное изложение фактов на предложенную тему.

Алгоритм выполнения схемы, таблицы:

- 1.Подберите необходимый материал, раскрывающий содержание схемы (таблицы).
- 2.Систематизируйте материал по темам схем (таблиц).
- 3.Выберите основные схемы (таблицы), которые должны раскрыть суть темы.
4. Выполните схемы (таблицы) стараясь максимально раскрыть суть темы.
5. Внимательно просмотрите схемы (таблицы), исправьте ошибки, и по необходимости дополните схему (таблицу).

Например: Составить схему разделения и открытия смеси катионов.

### Сероводородная классификация катионов.

Группа	Катионы	Групповой реагент
I	$\text{Li}^+$ , $\text{Na}^+$ , $\text{K}^+$ , $\text{NH}_4^+$ , $\text{Mg}^{2+}$	Нет
II	$\text{Ca}^{2+}$ , $\text{Sr}^{2+}$ , $\text{Ba}^{2+}$	Раствор $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$ в аммиачном буфере, pH=9,2
III	$\text{Al}^{3+}$ , $\text{Cr}^{3+}$ , $\text{Zn}^{3+}$ , $\text{Mn}^{3+}$ , $\text{Fe}^{2+}$ , $\text{Fe}^{3+}$ , $\text{Co}^{2+}$ , $\text{Ni}^{2+}$	Раствор $(\text{NH}_4)_2\text{S}$ , pH=7-9
IV	$\text{Cu}^{2+}$ , $\text{Cd}^{2+}$ , $\text{Mg}^{2+}$ , $\text{Bi}^{3+}$ , $\text{Sn}^{3+}$ , $\text{Sn}^{4+}$ , $\text{Sb}^{5+}$ , $\text{As}^{3+}$ , $\text{As}^{5+}$	Раствор $\text{H}_2\text{S}$ , pH= 0,5 (HCl)

V  $\text{Ag}^+$ ,  $\text{Hg}_2^{2+}$ ,  $\text{Pb}^{2+}$

Раствор  $\text{HCl}$

**Контрольные вопросы:**

1. Общая характеристика катионов пятой аналитической группы
2. Применение солей катионов 5-ой аналитической группы
3. Действие группового реактива
4. Реакции катионов железа  $\text{Fe}^{2+}$
5. Реакции катионов железа  $\text{Fe}^{3+}$
6. Реакции катионов марганца  $\text{Mn}^{2+}$
7. Реакции катионов магния  $\text{Mg}^{2+}$
8. Реакции катионов висмута  $\text{Bi}^{3+}$
9. Реакции катионов сурьмы  $\text{Sb}^{3+}$

**Способы контроля за работой обучающихся:**

1. Опрос на следующем занятии.
2. Проверка наличия записей в конспектах

**Критерии оценивания:**

Приведены в ФОС текущего контроля

**Тема 1.6. Реакции и ход анализов смеси анионов**

**Количество часов: 4 часа**

**Изучаемые вопросы:** Подготовить сообщение: Анализ второй аналитической группы анионов и их сельскохозяйственное и биологическое значение. Оформление таблицы «Принципы разделения катионов и анионов на аналитические группы»

**Рекомендуемая литература:**

Название источника

Аналитическая химия: учебник для студ. учреждений сред. проф. образования /; под ред. А.А.Ищенко, - 10-е издание перераб. и доп. -М, :Издательский центр «Академия», 2018.-464с.

Учебник Саенко О.Е. Аналитическая химия: учебник

для средних специальных учебных заведений / О.Е.Саенко. –Изд. 3-е, доп. и перераб. Ростов н/Д: Феникс, 2017.-287 с,

**Методические рекомендации по выполнению самостоятельной работы:**

**1. Информационное сообщение** – это вид внеаудиторной самостоятельной работы по подготовке небольшого по объему устного сообщения для озвучивания на лекции, семинаре, практическом занятии. Сообщаемая информация носит характер уточнения или обобщения, несет новизну, отражает современный взгляд по определенным проблемам.

Сообщение отличается от докладов и рефератов не только объемом информации, но и ее характером – сообщения дополняют изучаемый вопрос фактическими или статистическими материалами. Оформляется задание письменно, оно может включать элементы наглядности (иллюстрации, демонстрацию).

Регламент времени на озвучивание сообщения – до 5 мин.

Затраты времени на подготовку сообщения зависят от трудности сбора информации, сложности материала по теме, индивидуальных особенностей студента и определяются преподавателем.

2. Таблица - краткое систематизированное изложение фактов на предложенную тему.

Алгоритм выполнения схемы, таблицы:

- 1.Подберите необходимый материал, раскрывающий содержание схемы (таблицы).
- 2.Систематизируйте материал по темам схем (таблиц).
- 3.Выберите основные схемы (таблицы), которые должны раскрыть суть темы.
4. Выполните схемы (таблицы) стараясь максимально раскрыть суть темы.
5. Внимательно просмотрите схемы (таблицы), исправьте ошибки, и по необходимости дополните схему (таблицу).

Например: Оформление таблицы «Принципы разделения катионов и анионов на аналитические группы»:

Катионы	Групповая характеристика	Групповой реактив	Получаемые соединения
---------	--------------------------	-------------------	-----------------------

**Контрольные вопросы:**

1. Классификация анионов
2. Анионы 1-ой аналитической группы
3. Применение солей анионов 1-ой аналитической группы
4. Действие группового реактива
5. Реакции сульфат-ионов
6. Реакции сульфит-ионов
7. Реакции карбонат-ионов
8. Реакции фосфат-ионов
9. Реакции тиосульфат-ионов
10. Реакции хромат-ионов
11. Реакции оксалат-ионов
12. Реакции борат-ионов

**Способы контроля за работой обучающихся:**

1. Опрос на следующем занятии.
2. Проверка наличия записей в конспектах

**Критерии оценивания:**

Приведены в ФОС текущего контроля

**Раздел 2. Количественный анализ****Тема 2.1. Гравиметрический анализ****Количество часов: 4 часа**

**Изучаемые вопросы:** Составить таблицу: «Важнейшие условия осаждения кристаллических и аморфных веществ»

Составить сообщение: «Методы количественного анализа»

**Рекомендуемая литература:**

Название источника

Аналитическая химия: учебник для студ. учреждений сред. проф. образования /; под ред. А.А.Ищенко, - 10-е издание перераб. и доп. -М, :Издательский центр «Академия», 2018.-464с.

Учебник Саенко О.Е. Аналитическая химия: учебник

для средних специальных учебных заведений / О.Е.Саенко. –Изд. 3-е, доп. и перераб. Ростов н/Д: Феникс, 2017.-287 с,

### **Методические рекомендации по выполнению самостоятельной работы:**

#### **1.При составлении сообщений:**

1. Подберите литературу по заданной теме.
2. Изучите материал.
3. Проанализируйте изученный материал.
4. Выберите наиболее интересные, важные факты.
5. Сделайте конспект

#### **2.При составлении таблицы:**

- запишите название таблицы
- подготовьте необходимую литературу
- внимательно прочитайте текст
- составьте таблицу

Например:

#### **Контрольные вопросы:**

- 1.Методы гравиметрического анализа
- 2.Техника гравиметрического анализа
- 3.Применение гравиметрического анализа
4. Гравиметрические определения можно разделить на три большие группы:

(1. Методы выделения - определяемый компонент количественно выделяют в свободном состоянии из анализируемой смеси и взвешивают на аналитических весах.

2. Методы осаждения - определяемый компонент количественно осаждают химическими способами в виде малорастворимого химического соединения строго определенного состава.

3. Методы отгонки - определяемый компонент количественно отгоняют в виде летучего соединения.)

#### **Способы контроля за работой обучающихся:**

- 1.Опрос на следующем занятии.
- 2.Проверка наличия записей в конспектах

### **Критерии оценивания:**

Приведены в ФОС текущего контроля

### **Тема 2. 2. Титриметрический анализ**

**Количество часов: 2 часа**

**Изучаемые вопросы:** Составить конспект на тему: «Описать роль индикаторов в методе кислотно- основного титрования». Составление таблицы «Окраска индикаторов». Решение задач.

### **Рекомендуемая литература:**

Название источника

Александрова, Э. А. Аналитическая химия в 2 книгах. Книга 1. Химические методы анализа : учебник и практикум для прикладного бакалавриата / Э. А. Александрова, Н. Г. Гайдукова. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2016. — 551 с. — (Бакалавр. Прикладной курс). — ISBN 978-5-9916-6057-0. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://biblio-online.ru/bcode/387245>

Д.Н. Джабаров. Сборник упражнений и задач по аналитической химии (качественный анализ, титриметрия). Учебное пособие. Издательство:МИА, 2017

### **Методические рекомендации по выполнению самостоятельной работы:**

**1. При составлении конспекта:** Описать роль индикаторов в методе кислотно- основного титрования:

1. Подберите литературу по заданной теме.
2. Изучите материал.
3. Проанализируйте изученный материал.
4. Выберите наиболее интересные, важные факты.
5. Сделайте конспект

**2. Составление таблицы «Окраска индикаторов».**

### **При составлении таблицы:**

- запишите название таблицы
- подготовьте необходимую литературу
- внимательно прочитайте текст
- заполните таблицу.



3. При изучении данной темы основное внимание следует обратить на классификацию методов объемного анализа по типу химической реакции, лежащей в основе титрования. Эта тема способствует формированию у обучающихся общих компетенции ОК 2, ОК 3 и овладению профессиональными компетенциями ПК 2.1, ПК 2.2, ПК 2.3. Так как в титриметрии используют стандартные растворы титрантов с известной концентрацией, важно твердо знать способы выражения концентраций и уметь делать пересчеты концентраций, а также расчеты, связанные с приготовлением стандартных растворов и их разбавлением. В аналитической химии используют следующие способы выражения концентраций: молярная, нормальная, титр и титр по определяемому веществу.

В основе всех количественных расчетов результатов анализа лежит закон эквивалентов. Число молей эквивалентов определяемого вещества равно числу молей эквивалентов титранта. Следует различать, какой метод: прямого титрования или титрования по избытку - используется в данном определении. В прямом титровании всегда используют один стандартный раствор - титрант, в методе обратного титрования - два титранта. Определив способ титрования, соответствующим образом составляется выражение закона эквивалентов. Число молей эквивалентов титранта целесообразно определять, используя заданную концентрацию титранта, титр или титр по определяемому веществу, не проводя лишних пересчетов от одной концентрации к другой. Все расчеты в объемном анализе проводят с точностью в четыре значащие цифры.

**Пример .** Определить массу  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  в 250,0 мл раствора, если на титрование 25,00 мл этого раствора с индикатором метиловым оранжевым израсходовано 20,20 мл раствора  $\text{HCl}$  с концентрацией 0,1010 моль/л.

**Решение.**

Прямое титрование. Навеска определяемого вещества или аликвотная часть анализируемого раствора титруется непосредственно титрантом. Определяем молярную массу эквивалента  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ . С данным индикатором титрование идет по реакции:



Фактор эквивалентности  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  равен  $1/2$ .

Закон эквивалентов в этом случае имеет вид:

$$n(1/2\text{Na}_2\text{CO}_3) = n(\text{HCl}) \text{ и } M(1/2\text{Na}_2\text{CO}_3) = 53,00 \text{ г/моль}(\text{Na}_2\text{CO}_3) = n(1/2\text{Na}_2\text{CO}_3) \cdot 1/2 M(\text{Na}_2\text{CO}_3).$$

Количество вещества эквивалентов  $\text{HCl}$  равно:

$$n(\text{HCl}) = C(\text{HCl}) \cdot V(\text{HCl}).$$

Объем титранта переводится в литры и, учитывая, что на титрование взята аликвотная часть исследуемого раствора, равная отношению  $V_{\text{колбы}}/V_{\text{пипетки}} = 250/25$ , получаем: 1,081 г.

### **Контрольные вопросы:**

1. Титриметрические методы можно разделить на какие группы?

(Кислотно-основное титрование: в основе лежит реакция нейтрализации.

Комплексометрическое титрование: в основе лежит образование комплекса.

Окислительно-восстановительное титрование: в основе лежит окислительно-восстановительная реакция.

Осадительно титрование: в основе лежит реакция, протекающая с образованием осадка.)

2. По принципу выполнения операций титриметрические методы разделяются на какие способы?

3. Стандартным раствором называется -

4. Точкой эквивалентности называют -

### **Способы контроля за работой обучающихся:**

1. Опрос на следующем занятии.

2. Проверка наличия записей в конспектах

### **Критерии оценивания:**

Приведены в ФОС текущего контроля

## **Тема 3. Окислительно-восстановительные методы (оксидиметрия)**

**Количество часов: 4 часа**

**Изучаемые вопросы:** Составление сообщения: «Приготовление стандартных растворов». Составление таблицы «Окислительно-восстановительное титрование». Решение задач.

### **Овладение обучающими общими (ОК) компетенциями:**

ОК 3, ОК 6

### **Рекомендуемая литература:**

Название источника

Страницы

Александрова, Э. А. Аналитическая химия в 2 книгах. Книга 1. Химические методы анализа : учебник и практикум для 118-127

прикладного бакалавриата / Э. А. Александрова, Н. Г. Гайдукова. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2016. — 551 с. — (Бакалавр. Прикладной курс). — ISBN 978-5-9916-6057-0. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://biblio-online.ru/bcode/387245>

Д.Н. Джабаров. Сборник упражнений и задач по аналитической химии

(качественный анализ, титриметрия). Учебное пособие. Издательство: МИА, 2017

### **Методические рекомендации по выполнению самостоятельной работы:**

#### **1. При составлении сообщений:**

1. Подберите литературу по заданной теме.
2. Изучите материал.
3. Проанализируйте изученный материал.
4. Выберите наиболее интересные, важные факты.
5. Сделайте конспект

#### **2. Составление таблицы «Окислительно-восстановительное титрование»**

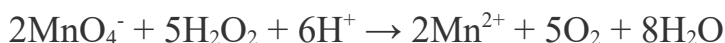
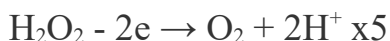
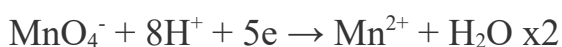
##### **При составлении таблицы:**

- запишите название таблицы
- подготовьте необходимую литературу
- внимательно прочитайте текст
- заполните таблицу

**3.** Количественной характеристикой окислительно-восстановительной способности редокспары являются значения стандартного и реального окислительно-восстановительного потенциала. Реальный окислительно-восстановительный потенциал рассчитывается по уравнению Нернста. При изучении этой темы следует обратить внимание на правильное написание уравнения Нернста для различных случаев окислительно-восстановительных систем: с участием твердых веществ, с участием ионов водорода и гидроксид-ионов и т.д., а также на расчет потенциала с учетом равновесных концентраций. Уравнения окислительно-восстановительных реакций необходимо составлять электронно-ионным методом. Молекулярные уравнения составлять не следует. На основании стандартных окислительно-восстановительных потенциалов уметь определять направление протекания реакций. Обратить особое внимание, как меняется величина потенциала системы при образовании комплексного и малорастворимого соединения.

**Пример 1.** Составить уравнение реакции между перманганат-ионом и пероксидом водорода в кислой среде электронно-ионным методом и записать уравнения Нернста для окислительно-восстановительных систем.

**Решение:**



Составляем уравнения Нернста для окислительно-восстановительных систем:

**Контрольные вопросы:**

Перманганатометрия:

- 1.сущность метода, основное уравнение реакции;
- 2.рабочие растворы, их приготовление и стандартизация, стандартные вещества метода;
- 3.определение конечной точки титрования;
- 4.примеры перманганатометрических определений (прямой, обратный и заместительный способы).
- 5.Какой рабочий раствор и индикатор применяют в методе перманганатометрического титрования?
- 6.Какие стандартные вещества применяют для установления точной концентрации раствора  $\text{KMnO}_4$ ?

7. Почему нельзя приготовить стандартный раствор  $\text{KMnO}_4$  по точной навеске?

8. Какие недостатки имеет метод перманганатометрии?

**Способы контроля за работой обучающихся:**

1. Опрос на следующем занятии.
2. Проверка наличия записей в конспектах

**Критерии оценивания:**

Приведены в ФОС текущего контроля

**Тема 2. 4. Методы осаждения**

**Количество часов: 2 часа**

**Изучаемые вопросы:** Подготовить сообщение по теме :

«Основные методы осаждения и их значение». Оформление таблицы «Использование индикаторов в методах осадительного титрования».

**Рекомендуемая литература:**

Название источника

Александрова, Э. А. Аналитическая химия в 2 книгах. Книга 1. Химические методы анализа : учебник и практикум для прикладного бакалавриата / Э. А. Александрова, Н. Г. Гайдукова. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2016. — 551 с. — (Бакалавр. Прикладной курс). — ISBN 978-5-9916-6057-0. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://biblio-online.ru/bcode/387245>

Аналитика 1. Общие теоретические основы. Качественный анализ: учебник-Ю.Я.Харитонов –6-е изд. испр. и доп.- М.:ГЭОТАР- Медиа, 2014-688.с:

**Методические рекомендации по выполнению самостоятельной работы:**

**1.** Сообщение – это устный монолог не более 4-5 минут, в котором рассматривается один небольшой вопрос или проблема. Сообщения обязательно должны быть короткими, содержать конкретную, фактическую информацию, наглядные примеры и исчерпывающе раскрывать одну небольшую тему. Каждое сообщение посвящено частному аспекту проблемы. Сообщения готовят заранее, их надо продумать, прочитать литературу.

**2. При составлении таблицы:**

- запишите название таблицы
- подготовьте необходимую литературу

-внимательно прочитайте текст

-заполните таблицу

Например: Оформление таблицы «Использование индикаторов в методах осадительного титрования».

**Тип осадительного  
титрования**

**Используемый индикатор**

**Контрольные вопросы:**

1.Сущность метода. (Аргентометрия, или аргентометрическое титрование)

2. Разновидности аргентометрии.

3. Метод Гей-Люссака

4.Метод Мора

5. Метод Фаянса

6. Метод Фольгарда

**7. Сущность метода.**

**8.Применение тиоцианатометрии**

**Способы контроля за работой обучающихся:**

1.Опрос на следующем занятии.

2.Проверка наличия записей в конспектах

**Критерии оценивания:**

Приведены в ФОС текущего контроля

**Тема 2. 5. Метод комплексонометрии**

**Количество часов: 4 часа**

**Изучаемые вопросы:** Подготовить сообщение по теме:

Метод комплексонометрии. Решение задач.

**Рекомендуемая литература:**

Название источника

Александрова, Э. А. Аналитическая химия в 2 книгах. Книга 1.  
Химические методы анализа : учебник и практикум для прикладного

бакалавриата / Э. А. Александрова, Н. Г. Гайдукова. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2016. — 551 с. — (Бакалавр. Прикладной курс). — ISBN 978-5-9916-6057-0. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://biblio-online.ru/bcode/387245>

Аналитическая химия, учебник, О.Е.Саенко,- Ростов н/Д: Феникс, 2017. -287 с.- (СПО)

### **Методические рекомендации по выполнению самостоятельной работы:**

#### **1. При составлении сообщений:**

1. Подберите литературу по заданной теме.
2. Изучите материал.
3. Проанализируйте изученный материал.
4. Выберите наиболее интересные, важные факты.
5. Сделайте конспект

2. Для количественных определений в данном методе используются как обычные методы - прямого титрования и по остатку, так и особый метод - заместительное титрование с применением комплексономата магния.

Следует знать примеры определения ряда ионов: кальция, магния, алюминия, кобальта, меди, кальция и магния при совместном присутствии. Так как при комплексообразовании выделяется два иона  $H^+$ , фактор эквивалентности трилона Б принимают равным  $1/2$ . Поэтому и любой ион металла, определяемый комплексонометрически, имеет фактор эквивалентности равный  $1/2$ . При решении задач в методе комплексонометрического титрования иногда целесообразнее расчет вести через моли, помня, что всегда 1 молекула трилона Б реагирует с одним ионом металла, независимо от его степени окисления.

**Пример 1.** Определить содержание  $Na_2SO_4 \cdot 10H_2O$  в граммах на литр, если к 10,00 мл этого раствора добавлено 50,00 мл 0,1000 М раствора  $Pb(NO_3)_2$ , избыток  $Pb(NO_3)_2$  оттитрован 10,00 мл 0,09000 М раствора Комплексона III.

#### **Решение.**

Задача на титрование по остатку. Закон эквивалентов в этом случае можно записать с использованием молярной концентрации трилона Б, и учесть, что это косвенный метод и сульфат натрия определяется по осадку  $PbSO_4$ . Тогда:  $n(Pb(NO_3)_2) = n(Na_2SO_4 \cdot 10H_2O) + n(Tr.Б)$ .

Учитывая аликвоту, равную 1000/10, получаем: 132,1 г/л.

#### **Контрольные вопросы:**

1. Основные положения теории комплексных соединений (неорганическая химия).

2. Равновесие в растворах комплексных соединений. Константы образования и нестойкости комплексных соединений. Условные константы.

3. Комплексоны, их свойства.

4. Металлоиндикаторы, механизм их действия.

5. Буферные системы.

### **Способы контроля за работой обучающихся:**

1. Опрос на следующем занятии.

2. Проверка наличия записей в конспектах

### **Критерии оценивания:**

Приведены в ФОС текущего контроля

### **Раздел 3.**

### **Физико-химические (инструментальные) методы анализа**

#### **Тема 3. 1. Хроматография**

**Количество часов: 4 часа**

**Изучаемые вопросы:** составить схему классификации основных методов хроматографического анализа

Подготовить презентацию по теме «Физико-химические (инструментальные) методы анализа»

### **Рекомендуемая литература:**

Название источника

Александрова, Э.А. Аналитическая химия. Теоретические основы и лабораторный практикум. В 2-х т. Т. 2. Физико-химические методы анализа / Э.А. Александрова. - М.: КолосС, 2016. - 352 с.

Алов, Н.В. Аналитическая химия и физико-химические методы анализа. В 2-х т.: Учебник / Н.В. Алов. - М.: ИЦ Академия, 2017. - 768 с.

### **Методические рекомендации по выполнению самостоятельной работы:**

1. Алгоритм выполнения схемы, таблицы:

1. Подберите необходимый материал, раскрывающий содержание схемы (таблицы).

2. Систематизируйте материал по темам схем (таблиц).



3. Выберите основные схемы (таблицы), которые должны раскрыть суть темы.

4. Выполните схемы (таблицы) стараясь максимально раскрыть суть темы.

5. Внимательно просмотрите схемы (таблицы), исправьте ошибки, и по необходимости дополните схему (таблицу).

Например:

Классификация хроматографических методов

По агрегатному состоянию фаз

По механизму взаимодействия сорбента и сорбата

По технике выполнения

2. Создание материалов-презентаций – это вид самостоятельной работы обучающихся по созданию наглядных информационных пособий, выполненных с помощью мультимедийной компьютерной программы Power Point

Материалы-презентации готовятся в виде слайдов. В качестве материалов-презентаций могут быть представлены результаты любого вида внеаудиторной самостоятельной работы, по формату соответствующие режиму презентаций.

Затраты времени на создание презентаций зависят от степени трудности материала по теме, его объема, уровня сложности создания презентации, индивидуальных особенностей обучающихся и определяются преподавателем.

### **Контрольные вопросы:**

1. Сущность метода хроматография-(Хроматография («хрома» – цвет, «графо» – пишу) – это метод разделения и определения смесей веществ, основанный на распределении компонентов между двумя фазами – подвижной и неподвижной.)

2. Неподвижной (стационарной) фазой служит твердое пористое вещество (сорбент) или пленка жидкости, нанесенная на твердое вещество.

3. Подвижная фаза представляет собой жидкость или газ, протекающий через неподвижную фазу.

4. По цели хроматографирования выделяют аналитическую хроматографию (качественный и количественный анализ); препаративную хроматографию (для получения веществ в чистом виде, для концентрирования и выделения веществ); промышленную (производственную) хроматографию для автоматического управления

процессом. Также хроматографические методы можно классифицировать по агрегатному состоянию подвижной и неподвижной фаз (газовая и жидкостная хроматография) и по способу проведения процесса разделения (элюирование).

#### **Способы контроля за работой обучающихся:**

1. Опрос на следующем занятии.
2. Проверка наличия записей в конспектах
3. Проверка презентации

#### **Критерии оценивания:**

Приведены в ФОС текущего контроля

### **Тема 3. 2. Фотометрический метод анализа**

**Количество часов: 6 часов**

**Изучаемые вопросы:** Подготовить сообщение на тему: «Классификации основных методов фотометрического анализа». Подготовить презентацию по теме : «Физико- химические методы анализа»

#### **Рекомендуемая литература:**

Название источника

Александрова, Э.А. Аналитическая химия. Теоретические основы и лабораторный практикум. В 2-х т. Т. 2. Физико-химические методы анализа / Э.А. Александрова. - М.: КолосС, 2016. - 352 с.

Алов, Н.В. Аналитическая химия и физико-химические методы анализа. В 2-х т.: Учебник / Н.В. Алов. - М.: ИЦ Академия, 2017. - 768 с.

#### **Методические рекомендации по выполнению самостоятельной работы:**

##### **1. При составлении сообщений:**

1. Подберите литературу по заданной теме.
2. Изучите материал.
3. Проанализируйте изученный материал.
4. Выберите наиболее интересные, важные факты.
5. Сделайте конспект

**2. Создание материалов-презентаций** – это вид самостоятельной работы обучающихся по созданию наглядных информационных пособий, выполненных с помощью мультимедийной компьютерной программы Power Point.

Материалы-презентации готовятся в виде слайдов. В качестве материалов-презентаций могут быть представлены результаты любого вида внеаудиторной самостоятельной работы, по формату соответствующие режиму презентаций.

Затраты времени на создание презентаций зависят от степени трудности материала по теме, его объема, уровня сложности создания презентации, индивидуальных особенностей обучающихся и определяются преподавателем.

### **Контрольные вопросы:**

1. Фотометрический метод основан-( на измерении интенсивности светового потока, прошедшего через вещество или его раствор. В зависимости от длины волны, ширина полосы излучения и способы измерения интенсивности светового потока,

2.Различают следующие фотометрические методы:

- 1) Колориметрия основан на ...
- 2) Фотоэлектроколоримететрия –основан на ...
- 3) Спектрофотометрия – основан на ...

3.Аналитические задачи решаемые фотометрическими методами:

### **Способы контроля за работой обучающихся:**

- 1.Опрос на следующем занятии.
- 2.Проверка наличия записей в конспектах
3. Проверка презентации