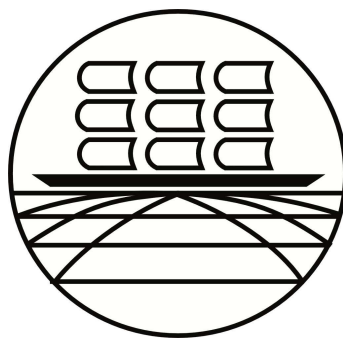


МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
**«МУРМАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**  
(ФГБОУ ВО «МГТУ»)  
«ММРК имени И.И. Месяцева» ФГБОУ ВО «МГТУ»

УТВЕРЖДАЮ  
Начальник ММРК им. И.И. Месяцева  
ФГБОУ ВО «МГТУ»  
И.В. Артеменко  
(подпись)  
«31» августа 2019 г.



## **МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЕ ОБУЧАЮЩИХСЯ**

Учебной дисциплины: Основы аналитической химии  
программы подготовки специалистов среднего звена (ППССЗ)  
специальности: 35.02.09 Ихтиология и рыбоводство  
по программе базовой подготовки  
форма обучения: очная

Мурманск  
2019

**Рассмотрено и одобрено на заседании**  
Методической комиссии преподавателей  
дисциплин профессионального цикла  
специальностей отделения Промышленное  
рыболовство

Председатель МК

В.А. Обносков

Протокол от «29» мая 2019 г.

**Разработано**  
на основе ФГОС СПО по специальности  
35.02.09 Ихтиология и рыбоводство,  
утвержденного приказом Министерства  
образования и науки РФ № 458 от 07 мая  
2014г и рабочей программы по УД «Основы  
аналитической химии»

Автор (составитель): Беляева Е.В., специалист по учебно-методической работе I категории  
«ММРК имени И.И. Месяцева» ФГБОУ ВО «МГТУ»

Эксперт (рецензент): Панчук З.С., преподаватель «ММРК имени И.И. Месяцева»  
ФГБОУ ВО «МГТУ»







## Содержание

1. Введение .....	6
2. Тематический план видов самостоятельной работы обучающихся.....	9
3. Порядок выполнения самостоятельной работы обучающихся.....	11

## Введение

**1.1 Методические указания по самостоятельной работе обучающихся по учебной дисциплине «Основы аналитической химии»** разработаны в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом среднего профессионального образования по специальности 35.02.09 Ихтиология и рыбоводство базовой подготовки, утвержденного приказом Министерства образования и науки РФ от 07 мая 2014 г. № 458.

### 1.2 Цели и задачи самостоятельной работы

В основе самостоятельной работы обучающихся по дисциплине лежат принципы самостоятельности, развивающе-творческой направленности, целевого планирования, личностно-деятельностного подхода.

Основные цели самостоятельной работы обучающихся по дисциплине «Основы аналитической химии»:

- систематизация и закрепление полученных теоретических знаний и практических умений;
- углубление и расширение теоретических знаний;
- формирование умений использовать нормативную, справочную документацию и специальную литературу;
- развитие познавательных способностей и активности обучающихся: творческой инициативы, самостоятельности мышления, ответственности и организованности;
- формирование способностей к саморазвитию, самосовершенствованию и самореализации;
- разрешение противоречий между трансляцией знаний и их усвоением во взаимосвязи теории и практики;
- развитие исследовательских умений.

Для достижения указанных целей, закрепления и систематизации изученного учебного материала, формирования и развития умений, навыков и компетенций, качественного овладения знаниями обучающиеся на основе тематического плана видов самостоятельной работы решают следующие задачи:

- изучают рекомендуемые источники;
- повторяют и изучают основные понятия теории дисциплины;
- отвечают на контрольные вопросы;
- развивают навык написания конспектов на заданную тему;
- составляют понятийный словарь учебного занятия;
- работают с памятками, ОСК;
- развивают навык написания обучающих и проверочных самостоятельных работ, тестовых заданий и пр.

### 1.3 Требования к результатам освоения:

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

- У1 – обоснованно выбирать методы анализа;
- У2 – пользоваться аппаратурой и приборами;
- У3 – проводить необходимые расчеты;
- У4 – выполнять качественные реакции на катионы и анионы различных аналитических групп;
- У5 – определять состав бинарных соединений;
- У6 – проводить качественный анализ веществ неизвестного состава;
- У7 – проводить количественный анализ веществ;

**знать:**

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

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование компетенций в соответствии с ФГОС СПО (табл. 1)

Таблица 1 - Компетенции, формируемые дисциплиной «Основы аналитической химии» в соответствии с ФГОС СПО

<b>Код компетенции</b>	<b>Содержание компетенции</b>	<b>Требования к знаниям, умениям, практическому опыту</b>
ОК 1.	Понимать сущность и социальную значимость своей будущей профессии, проявлять к ней устойчивый интерес.	У1 – У7 31 – 38
ОК 2.	Организовывать собственную деятельность, выбирать типовые методы и способы выполнения профессиональных задач, оценивать их эффективность и качество.	У1 – У7 31 – 38
ОК 3.	Принимать решения в стандартных и нестандартных ситуациях и нести за них ответственность.	У1 – У7 31 – 38
ОК 4.	Осуществлять поиск и использование информации, необходимой для эффективного выполнения профессиональных задач, профессионального и личностного развития	У1, У2; У3 31, 32, 33, 35, 37, 38.
ОК 5.	Использовать информационно-коммуникационные технологии в профессиональной деятельности	У1, У2; У3 31, 32, 33, 35.
ОК 6.	Работать в коллективе и команде, эффективно общаться с коллегами, руководством, потребителями.	У1 – У7 31 – 38
ОК 7.	Брать на себя ответственность за работу членов команды (подчиненных), за результат выполнения заданий	У1 – У7 31 – 38
ОК 8.	Самостоятельно определять задачи профессионального и личностного развития, заниматься самообразованием, осознанно	У1 – У7 31 – 38



	планировать повышение квалификации.	
ОК 9.	Ориентироваться в условиях частой смены технологий в профессиональной деятельности.	У1 – У7 31 – 38
ПК 1.1.	Проводить гидрологические исследования на рыбохозяйственных водоемах.	У1, У2, У3, У6, У7. 31, 32, 33, 34, 36, 37, 38.
ПК 1.2.	Оценивать состояние ихтиофауны.	У1, У2, У3, У6, У7. 31, 32, 33, 34, 36, 37, 38.
ПК 1.3.	Систематизировать и обрабатывать ихтиологический материал.	У1, У2, У3, У6, У7. 31, 32, 33, 34, 36, 37, 38.
ПК 1.4.	Отбирать и обрабатывать гидробиологические и гидрохимические пробы.	У1, У2, У3, У6, У7. 31, 32, 33, 34, 36, 37, 38.
ПК 2.1.	Формировать, содержать и эксплуатировать ремонтно-маточное стадо.	У1, У2, У3, У6, У7. 31, 32, 33, 34, 36, 37, 38.
ПК 2.2.	Выращивать посадочный материал.	У1, У2, У3, У6, У7. 31, 32, 33, 34, 36, 37, 38.
ПК 2.3.	Выращивать товарную продукцию.	У1, У2, У3, У6, У7. 31, 32, 33, 34, 36, 37, 38.
ПК 2.4.	Разводить живые корма.	У1, У2, У3, У6, У7. 31, 32, 33, 34, 36, 37, 38.
ПК 2.5.	Организовать перевозку гидробионтов.	У1, У2, У3, У7. 31, 32, 33, 34, 36, 38.
ПК 2.6	Эксплуатировать гидротехнические сооружения и технические средства рыбоводства и рыболовства.	У1, У2, У3, У6, У7. 31, 32, 33, 34, 36, 37, 38.
ПК 2.7	Проводить диагностику, терапию и профилактику заболеваний гидробионтов.	У1, У2, У3, У6, У7. 31, 32, 33, 34, 36, 37, 38.
ПК 3.1.	Организовывать и выполнять работы по поддержанию численности и рациональному использованию ресурсов гидробионтов во внутренних водоемах.	У1, У2, У3, У6, У7. 31, 32, 33, 34, 36, 37, 38.
ПК 3.2.	Выполнять работы по охране и рациональному использованию ресурсов среды обитания гидробионтов.	У1, У2, У3, У6, У7. 31, 32, 33, 34, 36, 37, 38.
ПК 3.3.	Организовывать и регулировать любительское и спортивное рыболовство.	У1, У2, У3, У6, У7. 31, 32, 33, 34, 36, 37, 38.
ПК 3.4.	Обеспечивать охрану водных биоресурсов и среды их обитания от незаконного промысла.	У1, У2, У3, У6, У7. 31, 32, 33, 34, 36, 37, 38.

## 2. Тематический план видов самостоятельной работы обучающихся

Наименование разделов и тем	Содержание самостоятельной работы обучающихся	Самостоятельная работа обучающегося, час	Консультации, час
1	2	3	4
<b>Раздел 1 Качественный анализ</b>		<b>14</b>	<b>2</b>
Тема 1.2. Первая аналитическая группа катионов	<b>Самостоятельная работа:</b>	-	-
	1. Подготовка реферата «Роль аналитической химии в охране окружающей среды»	2	2
	2. Изучение принципов, лежащих в основе систематического анализа катионов	2	-
Тема 1.3. Вторая аналитическая группа катионов, их характеристика	<b>Самостоятельная работа:</b>	-	-
	1. Составление опорного конспекта по теме « Основные типы химических реакций, используемых в аналитической химии».	2	-
Тема 1.4. Третья аналитическая группа катионов, их характеристика	<b>Самостоятельная работа:</b>	-	-
	1. Составление схемы разделения и открытия смеси катионов, предложенных преподавателем	2	-
Тема 1.5. Четвертая аналитическая группа катионов, их характеристика	<b>Самостоятельная работа:</b>	-	-
	1. Составление схемы разделения и открытия смеси катионов, предложенных преподавателем	2	-
Тема 1.6. Пятая и шестая аналитические группы катионов, их характеристика	<b>Самостоятельная работа:</b>	-	-
	1. Составление схемы разделения и открытия смеси катионов, предложенных преподавателем	2	-
Тема 1.7. Характеристика и аналитическая классификация анионов	<b>Самостоятельная работа:</b>	-	-
	1. Обнаружение смеси анионов различных групп, предложенных преподавателем	2	-
<b>Раздел 2. Количественный анализ</b>		<b>10</b>	<b>2</b>
Тема 2.1. Основные принципы количественного	<b>Самостоятельная работа:</b>	-	-
	1. Составление конспекта по теме: «Влияние избытка осадителя на	2	-

анализа	растворимость осадка. Перечисление условий осаждения кристаллических осадков»		
	2. Требования, предъявляемые к осадкам	2	-
	3. Решение задач по теме количественный анализ, предложенных преподавателем	-	2
Тема 2.2. Титриметрический анализ, его сущность.	<b>Самостоятельная работа:</b>	-	-
	1. Составление опорного конспекта по теме «Кислотно-основное титрование, методы титрования».	1	-
	2. Решение типовых задач, предложенных преподавателем	1	-
Тема 2.3. Метод окисления-восстановления	<b>Самостоятельная работа:</b>	-	-
	1. Составление таблицы важнейших окислителей и восстановителей. Решение уравнений окислительно-восстановительных реакций, предложенных преподавателем.	2	-
	2. Перманганатометрия. Сущность метода. Молярная масса эквивалента окислителя и восстановителя. Приготовление и хранение раствора перманганата калия. Применение перманганатометрии в гидрохимическом анализе. Йодометрия. Сущность метода.	2	-
Тема 2.4. Метод осаждения (аргентометрия)	<b>Самостоятельная работа:</b>	-	-
	1. Подготовка к тестированию по разделу «Количественный анализ»	2	-
<b>Раздел 3. Физико-химические методы анализа</b>			
Тема 3.1. Физико-химические методы анализа	<b>Самостоятельная работа:</b>	<b>2</b>	<b>2</b>
	1. Составление обобщающей таблицы «Физико-химические методы анализа»	2	2

## Порядок выполнения самостоятельной работы обучающихся

### Самостоятельная работа

«Подготовка реферата «Роль аналитической химии в охране окружающей среды»

#### Раздел 1 Качественный анализ

##### Тема 1.2. Первая аналитическая группа катионов

**Цель:** 1. Закрепить и расширить навыки, полученные на уроке.

2. Сформировать представление о роли аналитической химии в охране окружающей среды.

3. Развить навыки поиска информации.

**Оснащение:** бумага, письменные принадлежности, список рекомендуемой литературы, интернет-ресурс.

#### Задание:

1. Написать реферат по теме «Роль аналитической химии в охране окружающей среды»

#### Порядок выполнения задания.

1. На основании литературы, рекомендованной к выполнению самостоятельной работы, необходимо изучить теоретические вопросы по данной теме согласно плану.

2. Составить краткий конспект учебного материала.

3. Оформить реферат, раскрывая содержание согласно плана.

#### Краткая аннотация:

Аналитическая химия - наука о методах и средствах определения химического состава веществ и их смесей.

Задачи аналитической химии:

1. Обнаружение, идентификация и определение составных частей (атомов, ионов, радикалов, молекул, функциональных групп) анализируемого объекта. Соответствующий раздел аналитической химии - качественный анализ;

2. Измерение количества (концентрации или массы) составных частей анализируемого объекта или их количественных соотношений. Соответствующий раздел аналитической химии - количественный анализ.

3. Определение последовательности соединения и взаимного расположения отдельных составных частей в анализируемом объекте. Соответствующий раздел аналитической химии - структурный анализ.

4. Определение изменения природы и концентрации составных частей объекта во времени. Это важно для установления характера, механизма и скорости превращений, в частности, для контроля технологических процессов в производстве.

Во многих методах аналитической химии используются последние достижения естественных, технических наук. Поэтому вполне закономерно рассматривать аналитическую химию как междисциплинарную науку.

**Форма контроля** – оценка за защиту реферата

#### Вопросы для самоконтроля:

1. Что понимают под качественным и количественным анализом?
2. Что понимают под структурным, изотопным, элементным и молекулярным анализом?
3. Каким условиям должны удовлетворять аналитические свойства и реакции веществ?

## Рекомендуемая литература:

1. Саенко О.Е. Аналитическая химия: учебник для средних специальных учебных заведений / О.Е. Саенко. – Ростов н/Д: Феникс, 2017. – 287 с.
2. 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.
3. Аналитическая химия: химические методы анализа / Е.Г. Власова; под ред. О.М. Петрухина, Л.Б. Кузнецовой. – М.: Лаборатория знаний, 2017. – 464 с.

## Самостоятельная работа

«Изучение принципов, лежащих в основе систематического анализа катионов»

### Раздел 1 Качественный анализ

#### Тема 1.2. Первая аналитическая группа катионов

- Цель:**
1. Закрепить и расширить навыки, полученные на уроке.
  2. Повторить, обобщить и систематизировать знания об изучении принципов, лежащих в основе систематического анализа.
  3. Развить навыки поиска информации.

**Оснащение:** тетрадь, письменные принадлежности, список рекомендуемой литературы, интернет-ресурс.

#### Задание:

1. Изучить принципы, лежащие в основе систематического анализа катионов.
2. Изучить §4.4.1 и §4.4.2 учебного пособия: Глубоков Ю.М., Головачева В.А., Ефимова Ю.А. «Аналитическая химия для студенческих учреждений среднего и профессионального образования»

#### Порядок выполнения задания.

1. На основании литературы, рекомендованной к выполнению самостоятельной работы, необходимо изучить теоретические вопросы по данной теме согласно плану.
2. Составить краткий конспект учебного материала.

#### Краткая аннотация:

Теоретически базой для классификации катионов может служить Периодическая система элементов Менделеева, которая характеризуется четкой аналогией совокупных свойств элементов внутри каждой их группы. Однако при огромной предсказательной и обобщающей способности периодического закона нельзя требовать в каждом конкретном случае оптимального выбора аналитических групп. Это очевидно, поскольку многие элементы Периодической системы характеризуются набором степеней окисления, радикально изменяющим его поведение в растворе, например, превращение катиона в анион, его растворимость или комплексообразующую способность.

В каждом отдельном случае, исходя из определенных частных соображений, выбирают свойства катионов для распределения их на группы. В результате созданы разные классификации катионов и, как следствие этого, разные схемы анализа: кислотно-основная, сероводородная, аммиачно-фосфатная, тиоацетамидная, бифталатная и др. Каждая из этих схем анализа обладает определенными достоинствами и недостатками, но в конечном итоге при тщательном выполнении все они дают правильные результаты.

**Форма контроля** – оценка за устный опрос по теме.

#### Вопросы для самоконтроля.

1. Каковы принципы разделения катионов на аналитические группы?

2. Назовите свойства катионов, лежащие в основе их распределения по аналитическим группам?
3. Какие катионы входят в каждую аналитическую группу?
4. Дайте химическую характеристику аналитических групп.

#### **Рекомендуемая литература:**

1. Саенко О.Е. Аналитическая химия: учебник для средних специальных учебных заведений / О.Е. Саенко. – Ростов н/Д: Феникс, 2017. – 287 с.
2. 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.
3. Аналитическая химия: химические методы анализа / Е.Г. Власова; под ред. О.М. Петрухина, Л.Б. Кузнецовой. – М.: Лаборатория знаний, 2017. – 464 с.

#### **Самостоятельная работа**

«Составление опорного конспекта по теме «Основные типы химических реакций, используемых в аналитической химии»»

### **Раздел 1 Качественный анализ**

#### **Тема 1.3. Вторая аналитическая группа катионов, их характеристика**

#### **Цель:**

1. Закрепить и расширить навыки, полученные на уроке.
2. Знать основные типы химических реакций, используемых в аналитической химии.
3. Развить навыки поиска информации.

**Оснащение:** тетрадь, письменные принадлежности, список рекомендуемой литературы, интернет-ресурс.

#### **Задание:**

1. Составить конспект по теме «Основные типы химических реакций, используемых в аналитической химии».
2. Изучить содержание §3.2, §3.3 учебного пособия «Аналитическая химия для студенческих учреждений среднего профессионального образования» Глубоков Ю.М., Головачева В.А., Ефимова Ю.А.

#### **Порядок выполнения задания.**

1. На основании литературы, рекомендованной к выполнению самостоятельной работы, необходимо изучить теоретические вопросы по данной теме согласно плану.
2. Составить краткий конспект учебного материала.

#### **Краткая аннотация:**

Основные типы используемых химических реакций – реакции кислотно-основного взаимодействия, окисления-восстановления, комплексообразования и осаждения.

Единой базы для классификации применяемых в аналитической химии реакций не существует. Обычно их рассматривают по практической значимости. Из таких реакций легче всего характеризуются кислотно-основные, которые связаны с переносом протона от донора к акцептору.

**Форма контроля** – оценка за устный опрос по теме.

#### **Вопросы для самоконтроля.**

1. Какие основные типы реакций используются в химическом анализе?
2. Дайте определение понятий кислота, основание, сопряженная пара основание – кислота.

3. В чем особенность окислительно-восстановительных реакций?
4. Чем отличаются реакции комплексообразования от реакций осаждения?

### Рекомендуемая литература:

1. Саенко О.Е. Аналитическая химия: учебник для средних специальных учебных заведений / О.Е. Саенко. – Ростов н/Д: Феникс, 2017. – 287 с.
2. 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.
3. Аналитическая химия: химические методы анализа / Е.Г. Власова; под ред. О.М. Петрухина, Л.Б. Кузнецовой. – М.: Лаборатория знаний, 2017. – 464 с.

### Самостоятельная работа

«Составление схемы разделения и открытия смеси катионов, предложенных преподавателем»

## Раздел 1 Качественный анализ

### Тема 1.4. Третья аналитическая группа катионов, их характеристика

#### Цель:

1. Закрепить и расширить навыки, полученные на уроке.
2. Углубить знания о разделении и открытии смеси катионов.
3. Развить навыки поиска информации.

**Оснащение:** тетрадь, письменные принадлежности, список рекомендуемой литературы, интернет-ресурс.

#### Задание:

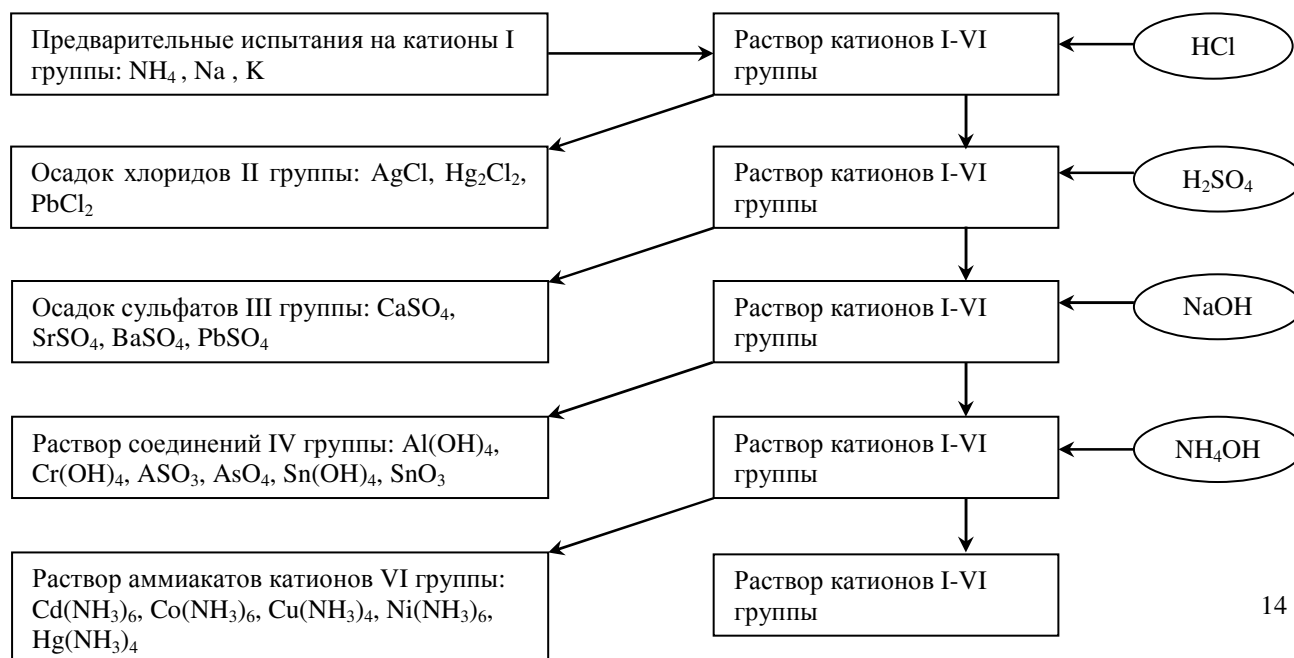
1. Составить схему разделения и открытия смеси катионов.

#### Порядок выполнения задания.

1. На основании литературы, рекомендованной к выполнению самостоятельной работы, необходимо изучить теоретические вопросы по данной теме согласно плану.
2. Составить краткий конспект данного материала.

#### Краткая аннотация:

В основу кислотно-основной схемы анализа положено разное отношение катионов к действию на них разных кислот и оснований, в частности, HCl, H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, NaOH, NH<sub>4</sub>OH. В соответствии с их действием выделены шесть групп катионов.



III группа: Ag, Hg<sub>2</sub>, Pb. Эти катионы образуют малорастворимые сульфаты. Групповой реагент – раствор серной кислоты. Из сульфатов катионов этой группы наибольшей растворимостью обладает сульфат кальция (произведение растворимости –  $2,5 \cdot 10^{-5}$ ). Для снижения растворимости рекомендуется добавлять равный объем этилового спирта.

**Форма контроля** – оценка за устный опрос по теме.

#### **Вопросы для самоконтроля.**

1. Каковы принципы разделения катионов на аналитические группы, свойства катионов, лежащие в основе их распределения по аналитическим группам?
2. Какие катионы входят в каждую аналитическую группу? Дайте химическую характеристику этих групп.
3. Что называется произведением растворимости?
4. Какой фактор влияет на изменение величины произведения растворимости?
5. Как можно обнаружить при совместном присутствии Ca<sup>2+</sup>, Sr<sup>2+</sup>, Ba<sup>2+</sup>?
6. Можно ли обнаружить Ba<sup>2+</sup> в присутствии Ca<sup>2+</sup> и Sr<sup>2+</sup> реакцией с серной кислотой?
7. Можно ли обнаружить Ba<sup>2+</sup> в присутствии Ca<sup>2+</sup> и Sr<sup>2+</sup> реакцией с K<sub>2</sub>Cr<sub>2</sub>O<sub>7</sub>?

#### **Рекомендуемая литература:**

1. Саенко О.Е. Аналитическая химия: учебник для средних специальных учебных заведений / О.Е. Саенко. – Ростов н/Д: Феникс, 2017. – 287 с.
2. 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.
3. Аналитическая химия: химические методы анализа / Е.Г. Власова; под ред. О.М. Петрухина, Л.Б. Кузнецовой. – М.: Лаборатория знаний, 2017. – 464 с.

#### **Самостоятельная работа**

«Составление схемы разделения и открытия смеси катионов, предложенных преподавателем»

### **Раздел 1 Качественный анализ**

#### **Тема 1.5. Четвертая аналитическая группа катионов, их характеристика**

##### **Цель:**

1. Закрепить и расширить навыки, полученные на уроке.
2. Углубить знания о разделении и открытии смеси катионов.
3. Развить навыки поиска информации.

**Оснащение:** тетрадь, письменные принадлежности, список рекомендуемой литературы, интернет-ресурс.

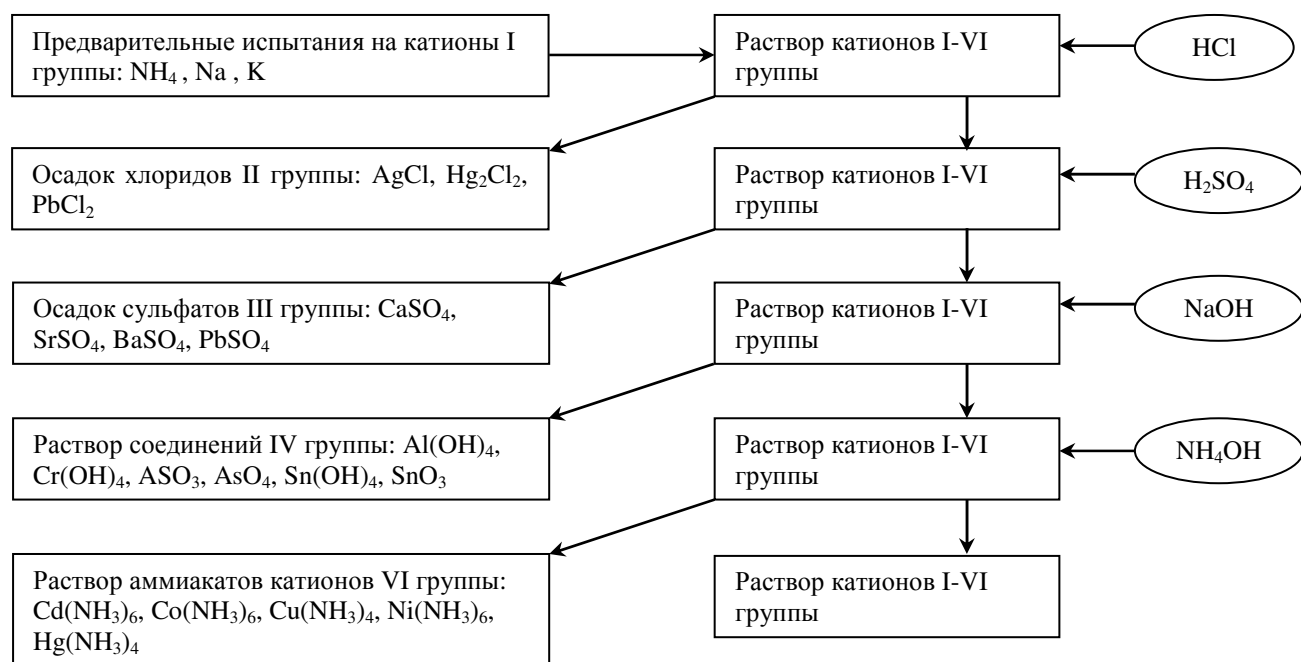
##### **Задание:**

1. На основании литературы, рекомендованной к выполнению самостоятельной работы, необходимо изучить теоретические вопросы по данной теме согласно плану.
2. Составить краткий конспект учебного материала.

##### **Краткая аннотация:**

В основу кислотно-основной схемы анализа положено разное отношение катионов к действию на них разных кислот и оснований, в частности, HCl, H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, NaOH, NH<sub>4</sub>OH. В соответствии с их действием выделены шесть групп катионов.





IV группа: Al, Cr, Zn, As(III), As(V), Sn(II), Sn(IV). Эти катионы образуют амфотерные гидроксиды или растворимые соли кислородосодержащих кислот и поэтому хорошо растворяются в избытке щелочей. Групповым реагентом для этой группы служит раствор гидроксида натрия.

**Форма контроля** – оценка за устный опрос по теме.

#### Вопросы для самоконтроля.

1. Гидролиз солей как частный случай протолитических реакций.
2. Виды гидролиза; факторы, влияющие на гидролиз солей.
3. Константа и степень гидролиза. Расчет pH в растворах гидролизующихся солей.
4. Что такое амфотерность?
5. Четвертая аналитическая группа катионов. Специфические и характерные реакции катионов  $Al^{3+}$ ,  $Cr^{3+}$ ,  $Zn^{2+}$ ,  $Sn^{2+}$ ,  $Sn^{4+}$ ,  $As^{3+}$ ,  $As^{5+}$ .
6. Систематический анализ смеси катионов IV аналитической группы.
7. Какими реакциями обнаруживают  $Al^{3+}$ ,  $Cr^{3+}$ ,  $Zn^{2+}$ ,  $Sn^{2+}$ ,  $Sn^{4+}$ ,  $As^{3+}$ ,  $As^{5+}$ ?
8. Почему при действии аммония сульфида на растворы солей алюминия и хрома (III) образуются осадки  $Al(OH)_3$  и  $Cr(OH)_3$ ?

#### Рекомендуемая литература:

1. Саенко О.Е. Аналитическая химия: учебник для средних специальных учебных заведений / О.Е. Саенко. – Ростов н/Д: Феникс, 2017. – 287 с.
2. 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.
3. Аналитическая химия: химические методы анализа / Е.Г. Власова; под ред. О.М. Петрухина, Л.Б. Кузнецовой. – М.: Лаборатория знаний, 2017. – 464 с.

#### Самостоятельная работа

«Составление схемы разделения и открытия смеси катионов, предложенных преподавателем»

## Раздел 1 Качественный анализ

### Тема 1.6. Пятая и шестая аналитические группы катионов, их характеристика

#### Цель:

1. Закрепить и расширить навыки, полученные на уроке.
2. Углубить знания о разделении и открытии смеси катионов.
3. Развить навыки поиска информации.

**Оснащение:** тетрадь, письменные принадлежности, список рекомендуемой литературы, интернет-ресурс.

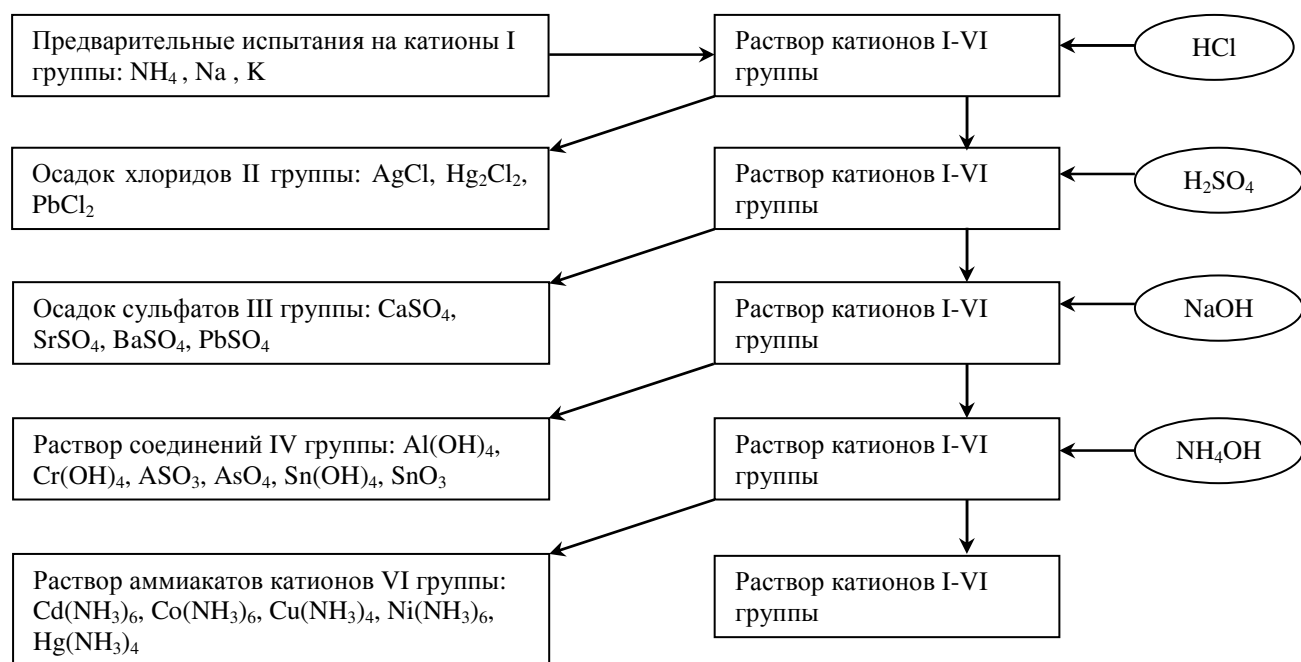
#### Задание:

1. На основании литературы, рекомендованной к выполнению самостоятельной работы, необходимо изучить теоретические вопросы по данной теме согласно плану.

2. Составить краткий конспект учебного материала.

#### Краткая аннотация:

В основу кислотно-основной схемы анализа положено разное отношение катионов к действию на них разных кислот и оснований, в частности, HCl, H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, NaOH, NH<sub>4</sub>OH. В соответствии с их действием выделены шесть групп катионов.



V группа: Bi<sup>3+</sup>, Fe<sup>3+</sup>, Mg<sup>2+</sup>, Mn<sup>2+</sup>, Sb(III), Sb(V). Эти катионы характеризуются образованием малорастворимых гидроксидов или кислородосодержащих кислот. Групповым реагентом является гидроксид натрия;

VI группа: Cd<sup>2+</sup>, Co<sup>2+</sup>, Cu<sup>2+</sup>, Ni<sup>2+</sup>, Hg<sup>2+</sup>. Эти катионы характеризуются существованием прочных растворимых в воде аммиаков, в результате образования которых нерастворимые гидроксиды легко переходят в раствор. Групповой реагент – раствор аммиака.

**Форма контроля** – оценка за устный опрос по теме.

#### Вопросы для самоконтроля.

1. Факторы, влияющие на растворимость.
2. Осадки, их образование и свойства.
3. Пятая аналитическая группа катионов. Характерные и специфические реакции катионов Fe<sup>2+</sup>, Fe<sup>3+</sup>, Mn<sup>2+</sup>, Bi<sup>3+</sup>, Mg<sup>2+</sup>.
4. Систематический анализ смеси катионов V аналитической группы.

5. Как отделить а)  $Mg^{2+}$  от  $Mn^{2+}$ , б)  $Fe^{3+}$  от  $Bi^{3+}$ ?
6. Предложите схему систематического анализа смеси катионов:  $Fe^{2+}$ ,  $Fe^{3+}$ ,  $Mn^{2+}$ .
7. Систематический анализ смеси катионов VI аналитической группы.
8. При помощи какой реакции можно обнаружить катион  $Hg^{2+}$  в присутствии катионов всех аналитических групп?
9. При помощи какой реакции можно обнаружить катион  $Cd^{2+}$  в присутствии катионов всех аналитических групп?
10. Предложите схему систематического анализа смеси катионов:  $Cu^{2+}$ ,  $Ni^{2+}$ ,  $Cd^{2+}$ .

#### Рекомендуемая литература:

1. Саенко О.Е. Аналитическая химия: учебник для средних специальных учебных заведений / О.Е. Саенко. – Ростов н/Д: Феникс, 2017. – 287 с.
2. 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.
3. Аналитическая химия: химические методы анализа / Е.Г. Власова; под ред. О.М. Петрухина, Л.Б. Кузнецовой. – М.: Лаборатория знаний, 2017. – 464 с.

#### Самостоятельная работа

«Обнаружение смеси анионов различных групп, предложенных преподавателем»

### Раздел 1 Качественный анализ

#### Тема 1.7. Характеристика и аналитическая классификация анионов

##### Цель:

1. Закрепить и расширить навыки, полученные на уроке.
2. Научиться различать смеси анионов различных групп.
3. Развить навыки поиска информации.

**Оснащение:** тетрадь, письменные принадлежности, список рекомендуемой литературы, интернет-ресурс.

##### Задание:

1. Изучить §4.5.2, §4.5.3 учебного пособия «Аналитическая химия для студенческих учреждений среднего профессионального образования» Глубоков Ю.М., Головачева В.А., Ефимова Ю.А.
2. Изучить §19 учебника «Аналитическая химия: учебник для средних специальных учебных заведений» О.Е. Саенко.
2. Подготовиться к уроку по данной теме.

##### Порядок выполнения задания.

1. На основании литературы, рекомендованной к выполнению самостоятельной работы, необходимо изучить теоретические вопросы по данной теме согласно плану.
2. Составить краткий конспект учебного материала.

##### Краткая аннотация:

Анионы обычно классифицируют по растворимости солей или по окислительно-восстановительным свойствам. Наиболее часто применяемой является классификация в зависимости от растворимости их бариевых и серебряных солей. Исследуемые анионы подразделяются в этом случае на 3 группы.

Группа	Анионы	Групповой реагент	Характеристика группы
I	$\text{SO}_4^{2-}$ , $\text{SO}_3^{2-}$ , $\text{CO}_3^{2-}$ , $\text{PO}_4^{3-}$ , $\text{SiO}_3^{2-}$	$\text{BaCl}_2$ в нейтральном или слабощелочном растворе	Соли бария практически нерастворимы в воде
II	$\text{Cl}^-$ , $\text{Br}^-$ , $\text{I}^-$ , $\text{S}^{2-}$	$\text{AgNO}_3$ в присутствии $\text{HNO}_3$	Соли серебра практически нерастворимы в воде и в разбавленной азотной кислоте
III	$\text{NO}_3^-$ , $\text{NO}_2^-$ , $\text{CH}_3\text{COO}^-$	Группового реагента	Соли бария и серебра растворимы в воде

**Форма контроля** – оценка за устный опрос по теме.

#### Вопросы для самоконтроля.

1. На чем основана аналитическая классификация анионов?
2. Какие анионы проявляют свойства окислителей?
3. Какие анионы образуют с катионом серебра осадки, нерастворимые в кислоте?
4. Что происходит при действии  $\text{HCl}$  на осадки солей бария с анионами первой группы?
5. Какими реакциями можно обнаружить  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{SO}_3^{2-}$ ,  $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$  при их совместном присутствии?
6. Как можно обнаружить  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{Br}^-$ ,  $\text{I}^-$  при их совместном присутствии?
7. Как можно обнаружить анионы  $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{NO}_2^-$ ,  $\text{CH}_3\text{COO}^-$ ?

#### Рекомендуемая литература:

1. Саенко О.Е. Аналитическая химия: учебник для средних специальных учебных заведений / О.Е. Саенко. – Ростов н/Д: Феникс, 2017. – 287 с.
2. 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.
3. Аналитическая химия: химические методы анализа / Е.Г. Власова; под ред. О.М. Петрухина, Л.Б. Кузнецовой. – М.: Лаборатория знаний, 2017. – 464 с.

#### Самостоятельная работа

«Составление конспекта по теме: «Влияние избытка осадителя на растворимость осадка. Перечисление условий осаждения кристаллических осадков»»

## Раздел 2 Количественный анализ

### Тема 2.1. Основные принципы количественного анализа

#### Цель:

1. Закрепить и расширить навыки, полученные на уроке.
2. Углубить знания по теме «Влияние избытка осадителя на растворимость осадка. Перечисление условий осаждения кристаллических осадков».
3. Развить навыки поиска информации.

**Оснащение:** тетрадь, письменные принадлежности, список рекомендуемой литературы, интернет-ресурс.

#### Задание:

1. Изучить §6.1.1. - §6.1.2. учебного пособия «Аналитическая химия для студенческих учреждений среднего профессионального образования» Глубоков Ю.М., Головачева В.А., Ефимова Ю.А

2. Написать конспект на тему «Влияние избытка осадителя на растворимость осадка. Перечисление условий осаждения кристаллических осадков»

**Порядок выполнения задания.**

1. На основании литературы, рекомендованной к выполнению самостоятельной работы, необходимо изучить теоретические вопросы по данной теме согласно плану.
2. Составить краткий конспект учебного материала.

**Краткая аннотация:**

Образование осадка начинается с формирования зародышей или центров кристаллизации. Если скорость образования центров кристаллизации небольшая по сравнению со скоростью роста кристаллов, то в растворе образуется небольшое число крупных кристаллов. Если скорость образования центров кристаллизации превышает скорость роста кристаллов, то в растворе образуется больше мелких кристаллов.

Существуют соединения (гидроксиды алюминия, железа и др.), растворимость осадков которых нельзя увеличить перед осаждением, не удастся получить в виде крупнокристаллических образований, и они выпадают в виде мелкокристаллических или амфотерных.

**Форма контроля** – оценка за устный опрос по теме.

**Вопросы для самоконтроля.**

1. Какое основное условие выпадения осадка?
2. Какие требования предъявляются к осадителю?
3. Какой объем осадителя рекомендуется брать для анализа?
4. Какие факторы влияют на полноту осаждения осадка?

**Рекомендуемая литература:**

1. Саенко О.Е. Аналитическая химия: учебник для средних специальных учебных заведений / О.Е. Саенко. – Ростов н/Д: Феникс, 2017. – 287 с.
2. 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.
3. Аналитическая химия: химические методы анализа / Е.Г. Власова; под ред. О.М. Петрухина, Л.Б. Кузнецовой. – М.: Лаборатория знаний, 2017. – 464 с.

**Самостоятельная работа**

«Составление конспекта по теме: «Влияние избытка осадителя на растворимость осадка. Перечисление условий осаждения кристаллических осадков»»

**Раздел 2 Количественный анализ**

**Тема 2.1. Основные принципы количественного анализа**

**Цель:**

1. Закрепить и расширить навыки, полученные на уроке.
2. Изучить требования, предъявляемые к осадкам.
3. Развить навыки поиска информации.

**Оснащение:** тетрадь, письменные принадлежности, список рекомендуемой литературы, интернет-ресурс.

**Задание:**

1. Изучить §1-3 учебника «Аналитическая химия: учебник для средних специальных учебных заведений» О.Е. Саенко.
2. Создать презентацию на тему «Требования, предъявляемые к осадкам»

### **Порядок выполнения задания.**

1. На основании литературы, рекомендованной к выполнению самостоятельной работы, необходимо изучить теоретические вопросы по данной теме согласно плану.
2. Составить презентацию по заданной теме учебного материала.

### **Краткая аннотация:**

Гравиметрический анализ – совокупность методов количественного анализа, основанных на выделении определяемого количества в виде какого-либо соединения и определения его массы.

Для осаждаемой формы осадок должен быть практически нерастворим: после осаждения и промывания осадка его потери не должны превышать погрешности взвешивания на аналитических весах (приблизительно  $\pm 0,0002$  г для обычно используемых в лаборатории). Расчеты показывают, что такие осадки соответствуют произведению растворимости  $PP \leq 10^{-12}$ . Для уменьшения растворимости обычно прибавляют избыток осадителя;

Должен образоваться в форме, удобной для его отделения от раствора фильтрованием и промыванием, а также в чистом виде. Таким требованиям отвечают крупнокристаллические осадки. Они легко фильтруются, имеют общую поверхность, поэтому адсорбцией посторонних веществ можно пренебречь, и такие осадки легче отмыть при промывании. Если осадки получаются аморфными (скрытокристаллическими), то они должны быть однородными и скоагулированными, легко и полностью превращаться в вещество гравиметрической формы.

Для вещества в гравиметрической форме осадок должен после высушивания и прокаливания соответствовать определенной химической формуле;

Быть химически устойчивым на воздухе, т.е. малогигроскопичным, не поглощать диоксид углерода и другие газы, входящие в состав воздуха.

Иметь, по возможности, большую молекулярную массу. Тогда относительная погрешность взвешивания уменьшается.

**Форма контроля** – оценка за устный опрос по теме.

### **Вопросы для самоконтроля.**

1. На чем основан гравиметрический анализ?
2. Перечислите основные этапы гравиметрического определения.
3. Что называют осаждаемой формой?
4. Что такое гравиметрическая форма?
5. Есть ли разница между химическими формулами осаждаемой и гравиметрическими формами осадка, образующегося при осаждении иона кальция раствором оксалата аммония.
6. Какой из осадителей: серная кислота, сульфат натрия, сульфат аммония более пригоден для осаждения ионов бария из раствора в виде сульфата бария? Дайте пояснения.

### **Рекомендуемая литература:**

1. Саенко О.Е. Аналитическая химия: учебник для средних специальных учебных заведений / О.Е. Саенко. – Ростов н/Д: Феникс, 2017. – 287 с.
2. 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.
3. Аналитическая химия: химические методы анализа / Е.Г. Власова; под ред. О.М. Петрухина, Л.Б. Кузнецовой. – М.: Лаборатория знаний, 2017. – 464 с.

## Самостоятельная работа

«Решение задач по теме «количественный анализ», предложенных преподавателем»

### Раздел 2 Количественный анализ

#### Тема 2.1. Основные принципы количественного анализа

##### Цель:

1. Закрепить и расширить навыки, полученные на уроке.
2. Углубить знания по разделу: «Количественный анализ».
3. Развить навыки поиска информации.

**Оснащение:** тетрадь, письменные принадлежности, список рекомендуемой литературы, интернет-ресурс.

##### Задание:

1. Решить задачи по разделу «Гравиметрический анализ», рассмотрев §1 учебника «Аналитическая химия: учебник для средних специальных учебных заведений» О.Е. Саенко и §6.1.4 учебного пособия «Аналитическая химия для студенческих учреждений среднего профессионального образования» Глубоков Ю.М., Головачева В.А., Ефимова Ю.А.

##### Порядок выполнения задания.

1. На основании литературы, рекомендованной к выполнению самостоятельной работы, необходимо изучить теоретические вопросы по данной теме согласно плану.
2. Решить задачи по разделу «Гравиметрический анализ».

##### Краткая аннотация:

Гравиметрический, или весовой, анализ, один из важных методов количественного химического анализа, основан на точном измерении массы вещества.

Существует несколько способов проведения гравиметрического анализа.

Определяемое вещество удаляют из исследуемой пробы и по разнице в массе рассчитывают содержание определяемого вещества. Таким способом проводят определение влажности сырья. Например, если масса пробы до высушивания  $a$ , масса пробы после высушивания  $b$ , то влажность рассчитывается по следующей формуле:

$$\omega = \frac{a - b}{a} 100\%$$

Определяемое вещество полностью выделяют из анализируемой пробы и по его массе проводят расчет. Данный метод применяют для определения зольности продукта. Пусть  $a$  — масса пробы,  $b$  — масса золы после обугливания, тогда расчет проводят следующим образом:

$$\omega = \frac{b}{a} 100\%$$

Зная навеску анализируемой пробы  $a$ , массу осадка (гравиметрической формы)  $b$  и его состав, вычисляют содержание определяемого вещества  $x$  (обычно в % по массе):

$$x = b \cdot F \cdot 100 / a$$

где  $F$  — фактор пересчета (аналитический множитель), представляющий собой отношение атомной массы определяемого вещества (или величины, кратной атомной массе) к молекулярной массе соединения в осадке (гравиметрической формы).

Например, при определении содержания железа (атомная масса 55,85), выделенного в виде его окиси  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  (молярная масса 159,70).

$$F = \frac{2 \cdot 55.85}{159.7} = 0.6994$$

**Форма контроля** – оценка за устный опрос по теме.

**Вопросы для самоконтроля.**

1. Каковы основные операции гравиметрического метода?
2. Назовите способы перевода навески из исследуемого вещества в раствор.
3. Что такое гравиметрический фактор (фактор пересчета F)?
4. Как производится расчет определяемого элемента в анализируемой пробе?

**Рекомендуемая литература:**

1. Саенко О.Е. Аналитическая химия: учебник для средних специальных учебных заведений / О.Е. Саенко. – Ростов н/Д: Феникс, 2017. – 287 с.
2. 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.
3. Аналитическая химия: химические методы анализа / Е.Г. Власова; под ред. О.М. Петрухина, Л.Б. Кузнецовой. – М.: Лаборатория знаний, 2017. – 464 с.

**Самостоятельная работа**

«Составление опорного конспекта по теме «Кислотно-основное титрование, методы титрования»

**Раздел 2 Количественный анализ**

**Тема 2.2.** Титриметрический анализ, его сущность

**Цель:**

1. Закрепить и расширить навыки, полученные на уроке.
2. Углубить знания по теме «Кислотно-основное титрование, методы титрования».
3. Развить навыки поиска информации.

**Оснащение:** тетрадь, письменные принадлежности, список рекомендуемой литературы, интернет-ресурс.

**Задание:**

1. Изучить §6.2.3.-6.2.4., §6.3.1.-6.3.4. учебного пособия «Аналитическая химия для студенческих учреждений среднего профессионального образования» Глубоков Ю.М., Головачева В.А., Ефимова Ю.А.
2. Составить конспект по теме: «Кислотно-основное титрование, методы титрования»

**Порядок выполнения задания.**

1. На основании литературы, рекомендованной к выполнению самостоятельной работы, необходимо изучить теоретические вопросы по данной теме согласно плану.
2. Составить краткий конспект учебного материала.

**Краткая аннотация:**

Титриметрические методы дифференцируют по типу титриметрической реакции, способу фиксирования конечной точки титрования (к.т.т.), способу титрования, природе растворителя.



В соответствии с типом титриметрической реакции различают методы кислотно-основного, окислительно-восстановительного, комплексообразовательного и осадительного титрования.

Кислотно-основное титрование в водных растворах основано на взаимодействии между кислотой и основанием, точнее – ионами гидроксония и гидроксида. Поскольку кислотно-основную реакцию называют реакцией нейтрализации, то и метод иногда называют методом нейтрализации.

**Форма контроля** – оценка за устный опрос по теме.

#### **Вопросы для самоконтроля.**

1. Дайте классификацию титриметрических методов анализа.
2. Основные понятия титриметрического анализа.
3. Закон эквивалентов. Расчеты в титриметрическом анализе.
4. Расскажите о методе кислотно-основного титрования (нейтрализации): сущность метода нейтрализации; кислотно-основные индикаторы; кривые кислотно-основного титрования.
5. Дайте определения основным понятиям объемного анализа: титрование, титрант, точка эквивалентности. Закон эквивалентов.
6. Назовите требования к реакциям, применяемым в титриметрическом анализе.
7. Какие факторы определяют выбор индикатора при кислотно-основном титровании?
8. Какие стандартные растворы применяются при кислотно-основном титровании?

#### **Рекомендуемая литература:**

1. Саенко О.Е. Аналитическая химия: учебник для средних специальных учебных заведений / О.Е. Саенко. – Ростов н/Д: Феникс, 2017. – 287 с.
2. 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.
3. Аналитическая химия: химические методы анализа / Е.Г. Власова; под ред. О.М. Петрухина, Л.Б. Кузнецовой. – М.: Лаборатория знаний, 2017. – 464 с.

#### **Самостоятельная работа**

«Решение типовых задач, предложенных преподавателем»

### **Раздел 2 Количественный анализ**

#### **Тема 2.2. Титриметрический анализ, его сущность**

##### **Цель:**

1. Закрепить и расширить навыки, полученные на уроке.
2. Углубить знания по теме «Кислотно-основное титрование, методы титрования».
3. Развить навыки поиска информации.

**Оснащение:** тетрадь, письменные принадлежности, список рекомендуемой литературы, интернет-ресурс.

##### **Задание:**

1. Решить задачи по разделу «Кислотно-основное титрование», рассмотрев §1-3 раздела 2 учебника «Аналитическая химия: учебник для средних специальных учебных заведений» О.Е. Саенко.

##### **Порядок выполнения задания.**

1. На основании литературы, рекомендованной к выполнению самостоятельной работы, необходимо изучить теоретические вопросы по данной теме согласно плану.
2. Решить задачи по разделу «Кислотно-основное титрование».

**Краткая аннотация:**

Расчет результатов титриметрического анализа основан на принципе эквивалентности. Вещества реагируют между собой в эквивалентных количествах.

*Эквивалент* – это реальная или условная частица, которая может присоединять, освобождать или быть каким-либо другим образом эквивалентна одному иону водорода в кислотно-основных реакциях или одному электрону в окислительно-восстановительных реакциях.

Число, показывающее, какая доля молекулы или иона эквивалентна в данной реакции одному иону  $H^+$  или одному электрону, называется *фактором эквивалентности*. Фактор эквивалентности обозначается буквой *f*:  $f(HCl)$ ,  $f(Na_2CO_3)$

Для расчетов результатов устанавливают количество (объем, иногда массу) стандартного раствора, затраченного на взаимодействие с определяемым веществом. Точность определений зависит от правильности установления концентрации стандартного раствора. Обычно ее выражают нормальностью.

*Нормальность*, или *молярная концентрация эквивалента*, показывает количество молей эквивалента, находящегося в 1 л раствора. Нормальность можно рассчитать по формуле:

$$C(X) = \frac{n_{\text{экв}}}{V}, \text{ моль-экв/л}$$

где  $C(X)$  – нормальная концентрация, моль-экв/л;

$V$  – объем раствора, л;

$n_{\text{экв}}$  – число молей эквивалента вещества. Рассчитывается по формуле:

$$n_{\text{экв}} = \frac{m}{M(1/zX)}, \text{ моль-экв}$$

где  $m$  – масса вещества;

$M(1/zX)$  – молярная масса эквивалента. Рассчитывается по формуле:

$M(1/zX) = (1/z) M(X)$ , где  $M(X)$  – молярная масса вещества;  $f = 1/z$  – фактор эквивалентности

Молярная концентрация (молярность)  $C(X)$  показывает отношение количества растворенного вещества, содержащегося в растворе, к объему раствора.

Молярную концентрацию рассчитывают по формуле:

$$C(X) = \frac{n}{V}$$

где  $C(X)$  – молярная концентрация, моль/л;

$n$  – количество растворенного вещества, моль;

$V$  – объем раствора, л.

Для практических целей пользуются также титром. *Титром* называется количество граммов растворенного вещества, содержащееся в 1 мл раствора. Рассчитывается по формуле:

$$T = \frac{m}{V} \text{ (г/мл)} \quad T = \frac{C(1/z X) \cdot M(1/z X)}{1000}$$

Формулы пересчета концентраций:

$$C(1/z X) = \frac{\omega \cdot \rho \cdot 10}{M(1/z X)} \quad C(X) = \frac{\omega \cdot \rho \cdot 10}{M(X)} \quad C(X) = \frac{C(1/z X) \cdot M(1/z X)}{M(X)} \quad C(1/z X) = \frac{C(X) \cdot M(X)}{M(1/z X)}$$

**Форма контроля** – оценка за устный опрос по теме.

**Вопросы для самоконтроля.**

1. Назовите способы выражения состава растворов: массовая доля вещества; молярная концентрация; молярная концентрация эквивалента; молярная концентрация; титр; мольная доля.
2. Основные понятия титриметрического анализа.
3. Закон эквивалентов. Расчеты в титриметрическом анализе.
4. Расскажите о методе кислотно-основного титрования (нейтрализации): сущность метода нейтрализации; кислотно-основные индикаторы; кривые кислотно-основного титрования.

#### **Рекомендуемая литература:**

1. Саенко О.Е. Аналитическая химия: учебник для средних специальных учебных заведений / О.Е. Саенко. – Ростов н/Д: Феникс, 2017. – 287 с.
2. 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.
3. Аналитическая химия: химические методы анализа / Е.Г. Власова; под ред. О.М. Петрухина, Л.Б. Кузнецовой. – М.: Лаборатория знаний, 2017. – 464 с.

#### **Самостоятельная работа**

«Составление таблицы важнейших окислителей и восстановителей. Решение уравнений окислительно-восстановительных реакций, предложенных преподавателем»

### **Раздел 2 Количественный анализ**

#### **Тема 2.3. Метод окисления-восстановления**

##### **Цель:**

1. Закрепить и расширить навыки, полученные на уроке.
2. Углубить знания по теме «Окислительно-восстановительные реакции».
3. Развить навыки поиска информации.

**Оснащение:** тетрадь, письменные принадлежности, список рекомендуемой литературы, интернет-ресурс.

##### **Задание:**

1. Изучить §6.5. учебного пособия «Аналитическая химия для студентов учреждений среднего профессионального образования» Глубоков Ю.М., Головачева В.А., Ефимова Ю.А. и §15 глава 1 учебника «Аналитическая химия: учебник для средних специальных учебных заведений» О.Е. Саенко
2. Составить таблицу важнейших окислителей и восстановителей в редоксиметрии.
3. Решить уравнения по теме «Окислительно-восстановительные реакции».

##### **Порядок выполнения задания.**

1. На основании литературы, рекомендованной к выполнению самостоятельной работы, необходимо изучить теоретические вопросы по данной теме согласно плану.
2. Составить таблицу.
3. Решить уравнения.

##### **Краткая аннотация:**

В титриметрических методах этого типа используется реакции окисления-восстановления, сопровождающиеся переносом электронов от одних частиц (молекул, ионов) к другим. При протекании этих реакций меняются окислительно-восстановительные потенциалы реагирующих веществ. Наибольшее практическое применение нашли методы

титрования с применением в качестве титрантов растворов окислителей. Такие методы титрования иногда называют редоксиметрией.

Перманганатометрия является частным случаем титрования окислителем (оксидиметрия), в котором в качестве титранта применяют раствор  $\text{KMnO}_4$ .

Йодометрия – титриметрический метод анализа, основанный на реакциях, в ходе которых выделяется или расходуется свободный йод.

**Форма контроля** – оценка за устный опрос по теме.

#### **Вопросы для самоконтроля.**

1. Какова сущность ОВ реакций. Назовите важнейшие окислители и восстановители.
2. Каковы бывают типы ОВР. Расскажите о методах электронного баланса и ионно-электронных схем.
3. Дайте определение окислительно-восстановительным реакциям.
4. Приведите классификацию методов окислительно-восстановительного титрования.
5. Чем отличаются реакции окисления-восстановления от реакций обмена?
6. Что такое окисление? Восстановление?
7. Какую роль играют при реакции окислитель и восстановитель?

#### **Рекомендуемая литература:**

1. Саенко О.Е. Аналитическая химия: учебник для средних специальных учебных заведений / О.Е. Саенко. – Ростов н/Д: Феникс, 2017. – 287 с.
2. 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.
3. Аналитическая химия: химические методы анализа / Е.Г. Власова; под ред. О.М. Петрухина, Л.Б. Кузнецовой. – М.: Лаборатория знаний, 2017. – 464 с.

#### **Самостоятельная работа**

«Перманганатометрия. Сущность метода. Молярная масса эквивалента окислителя и восстановителя. Приготовление и хранение раствора перманганата калия. Применение перманганатометрии в гидрохимическом анализе. Йодометрия. Сущность метода»

## **Раздел 2 Количественный анализ**

### **Тема 2.3. Метод окисления-восстановления**

#### **Цель:**

1. Закрепить и расширить навыки, полученные на уроке.
2. Углубить знания по теме «Перманганатометрия, йодометрия».
3. Развить навыки поиска информации.

**Оснащение:** тетрадь, письменные принадлежности, список рекомендуемой литературы, интернет-ресурс.

#### **Задание:**

1. Изучить §6.1, §6.3 глава 2 учебника «Аналитическая химия: учебник для средних специальных учебных заведений» О.Е. Саенко.
2. Составить конспект по теме: «Перманганатометрия, йодометрия».

#### **Порядок выполнения задания.**

1. На основании литературы, рекомендованной к выполнению самостоятельной работы, необходимо изучить теоретические вопросы по данной теме согласно плану.
2. Составить краткий конспект учебного материала.

#### **Краткая аннотация:**

Перманганометрия является частным случаем титрования окислителем (оксидиметрия), в котором в качестве титранта применяют раствор  $\text{KMnO}_4$ . При действии восстановителей перманганат-ион в кислотной среде переходит в бесцветный катион марганца ( $2+$ ). Окончание титрования устанавливается по отсутствию розовой окраски перманганат-иона или с помощью индикатора (например, дифениламина).

Иодометрия – титриметрический метод анализа, основанный на реакциях, в ходе которых выделяется или расходуется свободный йод. Следовательно, данный метод позволяет определять как окислители, так и восстановители. При этом используются два стандартных раствора: для определения восстановителей – раствор йода (окислитель), для определения окислителей – раствор тиосульфата натрия (восстановитель).

**Форма контроля** – оценка за устный опрос по теме.

### **Вопросы для самоконтроля.**

1. Расскажите о теоретических основах перманганометрии. Объясните влияние pH на окислительную способность веществ. Какие окислительные свойства  $\text{KMnO}_4$  проявляются в различных средах.
2. Стандартизация титрантов в перманганометрии.
3. Почему нельзя приготовить точный раствор  $\text{KMnO}_4$  прямо из навески?
4. Чем отличается течение реакции окисления перманганатом в кислой среде от течения этой реакции в щелочной (или нейтральной) среде и как это различие объясняется? Чему равны эквивалентные массы  $\text{KMnO}_4$  в том и другом случае?
5. Какие реакции лежат в основе метода йодометрии?
6. Стандартизация титрантов в иодометрии.

### **Рекомендуемая литература:**

1. Саенко О.Е. Аналитическая химия: учебник для средних специальных учебных заведений / О.Е. Саенко. – Ростов н/Д: Феникс, 2017. – 287 с.
2. 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.
3. Аналитическая химия: химические методы анализа / Е.Г. Власова; под ред. О.М. Петрухина, Л.Б. Кузнецовой. – М.: Лаборатория знаний, 2017. – 464 с.

### **Самостоятельная работа**

«Подготовка к тестированию по разделу «Количественный анализ»

## **Раздел 2 Количественный анализ**

### **Тема 2.4. Метод осаждения (аргентометрия)**

#### **Цель:**

1. Закрепить и расширить навыки, полученные на уроке.
2. Научиться отвечать всем требованиям тестирования.
3. Развить навыки поиска информации.

**Оснащение:** тетрадь, письменные принадлежности, список рекомендуемой литературы, интернет-ресурс.

#### **Задание:**

1. Изучить §6.6.1 учебного пособия «Аналитическая химия для студентов учреждений среднего профессионального образования» Глубоков Ю.М., Головачева В.А., Ефимова Ю.А.
2. Составить краткий конспект по теме «Аргентометрия»

3. Повторить темы: гравиметрический анализ, кислотно-основное и окислительно-восстановительное титрование.

#### **Порядок выполнения задания.**

1. На основании литературы, рекомендованной к выполнению самостоятельной работы, необходимо изучить теоретические вопросы по данной теме согласно плану.
2. Составить краткий конспект учебного материала.
3. Подготовиться к тестированию.

#### **Краткая аннотация:**

В осадительном титровании используют химические реакции, дающие практически нерастворимые, быстровыпадающие осадки постоянного состава. Применимость осадительной реакции для целей титрования определяют, задав полноту связывания вещества А титрантом Т в осадок АТ на 99,9%.

Известны несколько методов осадительного титрования, одним из которых является аргентометрия. В аргентометрическом титровании в качестве титранта применяют раствор нитрата серебра  $\text{AgNO}_3$ . Он образует осадки с ионами галогенидов ( $\text{AgCl}$ ,  $\text{AgBr}$ ,  $\text{AgI}$ ), тиоцианатов ( $\text{AgSCN}$ ) и цианидов ( $\text{AgCN}$ ), для определения которых и используется.

**Форма контроля** – оценка за устный опрос по теме.

#### **Вопросы для самоконтроля.**

1. На чем основан метод осаждения?
2. К каким методам (гравиметрическому или объемному) следует отнести метод осаждения и почему?
3. Каким требованиям должна удовлетворять реакция осаждения, чтобы ее можно было использовать для количественных определений?
4. Что такое аргентометрия?
5. В чем состоит метод Мора?
6. Почему определение хлоридов способом Мора рекомендуется производить в нейтральной среде? Что произойдет, если среда будет аммиачной?

#### **Рекомендуемая литература:**

1. Саенко О.Е. Аналитическая химия: учебник для средних специальных учебных заведений / О.Е. Саенко. – Ростов н/Д: Феникс, 2017. – 287 с.
2. 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.
3. Аналитическая химия: химические методы анализа / Е.Г. Власова; под ред. О.М. Петрухина, Л.Б. Кузнецовой. – М.: Лаборатория знаний, 2017. – 464 с.

#### **Самостоятельная работа**

«Составление обобщающей таблицы «Физико-химические методы анализа»

### **Раздел 3 Физико-химические методы анализа**

#### **Тема 3.1. Физико-химические методы анализа**

#### **Цель:**

1. Закрепить и расширить навыки, полученные на уроке.
2. Расширить знания по теме: физико-химические методы анализа.
3. Развить навыки поиска информации.

**Оснащение:** тетрадь, письменные принадлежности, список рекомендуемой литературы, интернет-ресурс.

**Задание:**

1. Изучить главу 3 учебника «Аналитическая химия: учебник для средних специальных учебных заведений» О.Е. Саенко.
2. Составить обобщающую таблицу физико-химических методов анализа.

**Порядок выполнения задания.**

1. На основании литературы, рекомендованной к выполнению самостоятельной работы, необходимо изучить теоретические вопросы по данной теме согласно плану.
2. Составить обобщающую таблицу физико-химических методов анализа.

**Краткая аннотация:**

Физико-химические методы основаны на связи между составом исследуемого вещества (или готового продукта) и каким-либо физико-химическим свойством.

В зависимости от того, какое свойство определяют, все физико-химические методы подразделяются на оптические, электрохимические, хроматографические и т.п. В оптических методах используется зависимость между составом исследуемого вещества (или материала) и каким-либо оптическим свойством: светопоглощением (колориметрия и др.); светорассеянием (нефелометрия); преломлением света (рефрактометрия); вращением плоскости поляризации (поляриметрия) и т.д. В электрохимических методах пользуются измерениями электрической проводимости (кондуктометрия), равновесных электродных потенциалов (потенциометрия), количества электричества, затраченного на электролитическое выделение вещества (электрогравиметрический анализ) и др. Хроматографические методы анализа основаны на различиях в адсорбционной способности веществ, а также на распределении их между двумя фазами.

**Форма контроля** – оценка за устный опрос по теме.

**Вопросы для самоконтроля.**

1. Дайте общую характеристику физико-химических методов анализа.
2. Чем отличаются физико-химические методы от химических?
3. Что такое колориметрический метод анализа?
4. Теоретические основы оптических методов анализа.
5. Приведите классификацию оптических методов анализа.
6. Что такое электрохимические методы анализа, их классификация и сущность.
7. Потенциометрия и потенциметрическое титрование, их сущность и использование в количественном анализе.
8. В чем заключается сущность хроматографического метода анализа?

**Рекомендуемая литература:**

1. Саенко О.Е. Аналитическая химия: учебник для средних специальных учебных заведений / О.Е. Саенко. – Ростов н/Д: Феникс, 2017. – 287 с.
2. 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.
3. Аналитическая химия: химические методы анализа / Е.Г. Власова; под ред. О.М. Петрухина, Л.Б. Кузнецовой. – М.: Лаборатория знаний, 2017. – 464 с.