

МИНИСТЕРСТВО ЗДРАВООХРАНЕНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования  
САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
ХИМИКО-ФАРМАЦЕВТИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ  
**ФАРМАЦЕВТИЧЕСКИЙ ТЕХНИКУМ**

Автор программы:  
Маркова Е.А.

**УТВЕРЖДАЮ**  
Директор фармацевтического техникума  
Д.С. Лисицкий



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ  
В Т.Ч. ОЦЕНОЧНЫЕ И МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ**

**ОПЦ.03 АНАЛИТИЧЕСКАЯ ХИМИЯ**

по профессии: 18.01.35 Аппаратчик-оператор производства химических соединений  
квалификация: аппаратчик-оператор производства химических соединений  
срок обучения СПО по ППКРС на базе среднего общего образования в очной форме  
обучения: 1 год 10 месяцев  
срок обучения СПО по ППКРС на базе основного общего образования в очной форме  
обучения: 2 года 10 месяцев

Санкт-Петербург  
2024

## СОДЕРЖАНИЕ

<b>1. ПАСПОРТ ПРОГРАММЫ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ.....</b>	<b>3</b>
1.1. Место учебной дисциплины в структуре основной профессиональной образовательной программы.....	3
1.2. Цель и планируемые результаты освоения дисциплины.....	3
<b>2. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ....</b>	<b>5</b>
2.1. Объем учебной дисциплины и виды учебной деятельности.....	5
2.2. Содержание и тематическое планирование учебной дисциплины...6	
<b>3. УСЛОВИЯ РЕАЛИЗАЦИИ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ.....</b>	<b>9</b>
3.1. Требования к минимальному материально-техническому обеспечению.....	9
3.2. Информационное обеспечение обучения.....	9
3.3. Использование в образовательном процессе активных и интерактивных форм проведения занятий.....	10
<b>4. КОНТРОЛЬ И ОЦЕНКА РЕЗУЛЬТАТОВ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ.....</b>	<b>10</b>
<b>5. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ.....</b>	<b>12</b>
<b>6. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ.....</b>	<b>14</b>
<b>7. МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ.....</b>	<b>16</b>

# 1. ПАСПОРТ ПРОГРАММЫ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

## 1.1. Место учебной дисциплины в структуре основной профессиональной образовательной программы

Рабочая программа учебной дисциплины «Аналитическая химия» является частью образовательной программы ППКРС в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом по профессии среднего профессионального образования 18.01.35 Аппаратчик-оператор производства химических соединений (Приказ Министерства просвещения Российской Федерации от 27.10.2023 № 795 «Об утверждении федерального государственного образовательного стандарта среднего профессионального образования по профессии 18.01.35 Аппаратчик-оператор производства химических соединений»).

Рабочая программа относится к общепрофессиональному циклу (ОПЦ).

## 1.2. Цель и планируемые результаты освоения дисциплины

В рамках программы учебной дисциплины обучающимися осваиваются умения и знания:

Коды ОК, ПК	Умения	Знания
ОК 01, ОК 02, ОК 03, ОК 04, ОК 05, ОК 09, ПК 2.1, ПК 2.2, ПК 2.3	У.1. Описывать механизм химических реакций количественного и качественного анализа; У.2. Обосновывать выбор методики анализа, реактивов и химической аппаратуры по конкретному заданию; У.3. Готовить растворы заданной концентрации; У.4. Анализировать смеси катионов и анионов; У.5. Проводить количественный и качественный анализ с соблюдением правил техники безопасности; анализировать смеси катионов и анионов; У.6. Контролировать и оценивать протекание химических процессов; У.7. Проводить расчеты по химическим формулам и уравнениям реакций; У.8. Производить анализы и	3.1. Агрегатные состояния вещества; 3.2. Аналитическую классификацию ионов; 3.3. Аппаратуру и технику выполнения анализов; 3.4. Значение химического анализа, методы качественного и количественного анализа химических соединений; 3.5. Периодичность свойств элементов; 3.6. Способы выражения концентрации растворов; 3.7. Теоретические основы методов анализа; 3.8. Теоретические основы химических и физико-химических процессов; 3.9. Технику и этапы выполнения анализов; 3.10. Типы ошибок в анализе; 3.11. Устройство основного

Коды ОК, ПК	Умения	Знания
	оценивать достоверность результатов.	лабораторного оборудования и правила его применения и эксплуатации.

## 2. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

### 2.1. Объем учебной дисциплины и виды учебной деятельности

Индекс	Наименование циклов, разделов, дисциплин, профессиональных модулей, МДК, практик	Формы промежуточной аттестации		Учебная нагрузка обучающихся, ч.							Распределение по курсам и семестрам						
		Экзамены	Диффер. зачеты	Объём ОП	Самост.	Консультации	С преподавателем			Промежут. аттестация	Курс 1/2						
							Всего	в том числе			Семестр 2/4						
		Уроки, семинары	Пр. и лаб занятия	8 (14) недель							Объём ОП	Самост.	Консульт.	С препод.	в том числе		Промежут. аттестация
				Уроки, семинары	Пр. и лаб занятия	Уроки, семинары	Пр. и лаб занятия										
ОПЦ.03	Аналитическая химия	2	–	64	4	2	52	16	36	6	64	4	2	52	16	36	6

## 2.2. Содержание и тематическое планирование учебной дисциплины

Наименование разделов и тем	Содержание учебного материала, самостоятельная работа обучающихся, практические работы обучающихся	Объем часов	Уровень освоения	Коды компетенций, формированию которых способствует элемент программы
<b>Раздел 1. Теоретические основы аналитической химии</b>		<b>14</b>		
<b>Тема 1.1. Основы аналитической химии</b>	1. Аналитическая химия как наука о методах анализа вещества, ее место в системе наук. Классификация химических, физико-химических, биологических видов анализа. Качественный и количественный анализы, их взаимосвязь. Виды анализа: элементарный, функциональный, изотопный, вещественный, фазовый. 2. Характеристики реальных объектов, особенности их анализа. Отбор проб. Выбор метода анализа. Аналитические реакции: специфические, селективные, групповые. Этапы анализа. Методика анализа. 3. Равновесие в гомогенной системе. Диссоциация сильных и слабых электролитов. Составление уравнений реакций в молекулярной и ионной формах. Константа диссоциации. Закон разбавления. Смещение ионных равновесий. 4. Ионное произведение воды. Равновесные концентрации ионов водорода и гидроксид – анионов в водных растворах. Значение pH. Буферные растворы. 5. Окислительно-восстановительные реакции в анализе, окислительно-восстановительные потенциалы, направление реакций ОВР. 6. Равновесие в гетерогенных системах. Произведение растворимости. Степень насыщенности растворов. Влияние различных факторов на растворимость и полноту образования осадка малорастворимого электролита. 7. Дробное осаждение.	8	1, 2, 3	ОК 01, ОК 02, ОК 03, ОК 04, ОК 05, ОК 09, ПК 2.1, ПК 2.2, ПК 2.3, У.1-8, 3.1-11
	<b>Практические занятия:</b> 1. Решение зачётных задач на тему «Способы выражения концентрации растворов». 2. Лабораторная работа. Вычисление pH и pOH в различных средах.	6		
<b>Раздел 2. Качественный анализ</b>		<b>18</b>		
<b>Тема 2. 1. Катионы и анионы</b>	1. Аналитическая классификация катионов. Характеристика аналитических групп катионов. Групповые реагенты, характерные реакции катионов. Условия проведения аналитических реакций. 2. Общая характеристика катионов 1 группы. 3. Общая характеристика катионов 2 группы 4. Общая характеристика катионов 3 группы. 5. Общая характеристика катионов 4 группы.	10	1, 2, 3	ОК 01, ОК 02, ОК 03, ОК 04, ОК 05, ОК 09, ПК 2.1, ПК 2.2, ПК 2.3, У.1-8, 3.1-11

Наименование разделов и тем	Содержание учебного материала, самостоятельная работа обучающихся, практические работы обучающихся	Объем часов	Уровень освоения	Коды компетенций, формированию которых способствует элемент программы
	6.Общая характеристика катионов 5-6 групп. <b>Практические занятия:</b> Аналитическая классификация катионов. 1. Изучение характерных реакций катионов 1 аналитической группы. 2. Изучение характерных реакций катионов 2 аналитической группы. 3. Изучение характерных реакций катионов 3 аналитической группы. 4. Анализ смеси катионов 1-3 групп. 5. Изучение характерных реакций катионов 4 аналитической группы. 6. Изучение характерных реакций катионов 5 аналитической группы. 7. Изучение характерных реакций катионов 6 аналитической группы. 8. Аналитическая классификация анионов. Общие и характерные реакции анионов 1-3 группы.	8		
<b>Раздел 3. Количественный анализ</b>		<b>20</b>		
<b>Тема 3.1. Титриметрический анализ</b>	1. Задачи и методы количественного анализа. Подготовка веществ к анализу, отбор пробы. Погрешность определения. Расчеты в количественном анализе. 2. Сущность и классификация методов титриметрического анализа. Особенности методов титриметрии. Приемы (типы) титрования (прямое, обратное, реверсивное, титрование по способу замещения. Способы выражения концентрации рабочих растворов. (Титр. Нормальная концентрация эквивалента. Поправочный коэффициент к нормальности). Титрант. Первичный и вторичный стандарты.	2	1, 2, 3	ОК 01, ОК 02, ОК 03, ОК 04, ОК 05, ОК 09, ПК 2.1, ПК 2.2, ПК 2.3, У.1-8, 3.1-11
	<b>Практические занятия:</b> Отработка приемов титриметрического анализа	2		
<b>Тема 3.2. Окислительно-восстановительное титрование</b>	1. Классификация методов редоксиметрии (окислительно-восстановительного титрования). 2. Окислительно-восстановительный потенциал и направление окислительно-восстановительных реакций. Фактор эквивалентности окислителя и восстановителя. 3. Перманганатометрия. Рабочий раствор, способы приготовления. Установочные вещества. Способы титрования. Фиксирование точки эквивалентности. 4. Дихроматометрия. Рабочий раствор, способы приготовления. Способы титрования. Фиксирование точки эквивалентности 5. Йодометрия. Рабочие растворы, способы приготовления. Установочные вещества. Способы титрования. Фиксирование точки эквивалентности	6	1, 2, 3	ОК 01, ОК 02, ОК 03, ОК 04, ОК 05, ОК 09, ПК 2.1, ПК 2.2, ПК 2.3, У.1-8, 3.1-11

Наименование разделов и тем	Содержание учебного материала, самостоятельная работа обучающихся, практические работы обучающихся	Объем часов	Уровень освоения	Коды компетенций, формированию которых способствует элемент программы
<b>Тема 3.4. Комплексонометрическое титрование</b>	Теоретические основы комплексонометрического титрования. Характеристика метода комплексонометрии. Индикаторы в методе комплексонометрии. Применение комплексонометрического титрования.	2	1, 2, 3	ОК 01, ОК 02, ОК 03, ОК 04, ОК 05, ОК 09, ПК 2.1, ПК 2.2, ПК 2.3, У.1-8, 3.1-11
	<b>Практические занятия:</b> 1. Определение общей жесткости водопроводной, природной воды. 2. Методы оксидиметрии. Метод перманганатометрии. Расчёт навески перманганата калия. Расчёт г-экв окислителей и восстановителей. Метод йодометрии. Приготовление рабочих растворов. 3. Расчет массы навесок для приготовления растворов заданной концентрации.	4		
<b>Тема 3.5. Гравиметрический анализ</b>	Сущность Гравиметрического анализа. Осаждаемая и весовая формы, требования, предъявляемые к ним. Гравиметрический фактор. Расчеты в гравиметрии. Операции метода, их последовательность.	2	1, 2, 3	ОК 01, ОК 02, ОК 03, ОК 04, ОК 05, ОК 09, ПК 2.1, ПК 2.2, ПК 2.3, У.1-8, 3.1-11
	<b>Практические занятия:</b> Определение кристаллизационной воды в кристаллогидрате хлорида бария.	2		
<b>Промежуточная аттестация</b>	<b>Консультации</b>	<b>2</b>	2, 3	ОК 01, ОК 02, ОК 03, ОК 04, ОК 05, ОК 09, ПК 2.1, ПК 2.2, ПК 2.3, У.1-6, 3.1-3
	<b>Самостоятельная работа</b>	<b>4</b>		
	<b>Экзамен</b>	<b>6</b>		

Для характеристики уровня освоения учебного материала используются следующие обозначения:

1. – ознакомительный (узнавание ранее изученных объектов, свойств)
2. – репродуктивный (выполнение деятельности по образцу, инструкции или под руководством)
3. – продуктивный (планирование и самостоятельное выполнение деятельности, решение проблемных задач)

### **3. УСЛОВИЯ РЕАЛИЗАЦИИ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

#### **3.1. Требования к минимальному материально-техническому обеспечению**

Для реализации программы учебной дисциплины должны быть предусмотрены следующие специальные помещения:

1. Специальные помещения, представляющие собой учебные аудитории для проведения занятий всех видов, предусмотренных образовательной программой, в том числе групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, а также помещения для самостоятельной работы, мастерские и лаборатории, оснащенные оборудованием, техническими средствами обучения и материалами, учитывающими требования международных стандартов: проектор, персональные компьютеры с возможностью подключения к сети Интернет и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду лицензиата, учебная мебель для педагогического работника и обучающихся (столы и стулья), экран для проектора, маркерная доска, весы аналитические, спектрофотометр, рефрактометр, вытяжной шкаф, водяная баня, рН метр, штатив лабораторный, холодильник.

2. Помещения для самостоятельной работы обучающихся, оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к информационно-коммуникационной сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду: персональные компьютеры с возможностью подключения к сети Интернет и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду лицензиата, учебная мебель для педагогического работника и обучающихся (столы и стулья), маркерная доска.

Для обеспечения реализации дисциплины используются стандартные комплекты программного обеспечения (ПО), включающие регулярно обновляемое свободно распространяемое и лицензионное ПО, в т.ч. MS Office.

Оборудование, обеспечивающее адаптацию электронных и печатных образовательных ресурсов для обучающихся из числа лиц с ограниченными возможностями здоровья: портативный ручной видеувеличитель – 2 шт, радиокласс (заушный индуктор и индукционная петля) – 1 шт.

Выход в сеть «Интернет» в наличии (с возможностью доступа в электронную информационно-образовательную среду), скорость подключения 100 мбит/сек.

#### **3.2. Информационное обеспечение обучения**

##### **Основные источники:**

1. Александрова, Э. А. Аналитическая химия в 2 книгах. Книга 1. Химические методы анализа : учебник и практикум для вузов / Э. А. Александрова, Н. Г. Гайдукова. – 3-е изд., испр. и доп. – Москва :

Издательство Юрайт, 2022. – 537 с. – (Высшее образование). – Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. – URL: <https://urait.ru/bcode/489395> (дата обращения: 11.04.2024).

2. Александрова, Э. А. Аналитическая химия в 2 книгах. Книга 2. Физико-химические методы анализа : учебник и практикум для среднего профессионального образования / Э. А. Александрова, Н. Г. Гайдукова. – 3-е изд., испр. и доп. – Москва : Издательство Юрайт, 2022. – 344 с. – (Профессиональное образование). – Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. – URL: <https://urait.ru/bcode/489663> (дата обращения: 11.04.2024).

#### **Дополнительные источники:**

1. Борисов, А. Н. Аналитическая химия. Расчеты в количественном анализе : учебник и практикум для среднего профессионального образования / А. Н. Борисов, И. Ю. Тихомирова. – 3-е изд., испр. и доп. – Москва : Издательство Юрайт, 2022. – 146 с. – (Профессиональное образование). – Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. – URL: <https://urait.ru/bcode/491227> (дата обращения: 11.04.2024).

2. Аналитическая химия : учебное пособие для среднего профессионального образования / А. И. Апарнев, Г. К. Лупенко, Т. П. Александрова, А. А. Казакова. – 2-е изд., испр. и доп. – Москва : Издательство Юрайт, 2022. – 107 с. – (Профессиональное образование). – Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. – URL: <https://urait.ru/bcode/492467> (дата обращения: 11.04.2024).

### **3.3. Использование в образовательном процессе активных и интерактивных форм проведения занятий**

Рабочая программа дисциплины предусматривает в целях реализации компетентностного подхода использование в образовательном процессе активных и интерактивных форм проведения занятий (компьютерных симуляций, деловых и ролевых игр, разбора конкретных ситуаций – кейсов, психологических и иных тренингов, групповых дискуссий – круглых столов) в сочетании с внеаудиторной работой для формирования и развития общих и профессиональных компетенций обучающихся.

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

<b>Результаты обучения</b>	<b>Критерии оценки</b>	<b>Методы оценки</b>
<b>Знания</b>		
– агрегатные состояния вещества; – аналитическую классификацию ионов; – аппаратуру и технику выполнения анализов; – значение химического анализа,	Демонстрирует знания аналитической классификации ионов; Демонстрирует знания аппаратуры и техники выполнения анализов;	Оценка решений ситуационных задач Тестирование Устный опрос Практические

Результаты обучения	Критерии оценки	Методы оценки
<p>методы качественного и количественного анализа химических соединений;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– периодичность свойств элементов;</li> <li>– способы выражения концентрации растворов;</li> <li>– теоретические основы методов анализа;</li> <li>– теоретические основы химических и физико-химических процессов;</li> <li>– основы техники выполнения анализов;</li> <li>– основные типы ошибок в анализе;</li> <li>– устройство основного лабораторного оборудования и правила его эксплуатации.</li> </ul>	<p>Демонстрирует знания значения химического анализа, методов качественного и количественного анализа химических соединений;</p> <p>Демонстрирует знания периодичности свойств элементов;</p> <p>Демонстрирует знания способов выражения концентрации растворов;</p> <p>Демонстрирует знания теоретических основ методов анализа;</p> <p>Демонстрирует знания теоретических основ химических и физико-химических процессов;</p> <p>Демонстрирует знания основ техники выполнения анализов;</p> <p>Демонстрирует знания устройств основного лабораторного оборудования и правила его эксплуатации.</p>	<p>занятия</p> <p>Ролевые игры</p>
<b>Осваиваемые умения:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>– описывать механизм химических реакций количественного и качественного анализа;</li> <li>– обосновывать выбор методики анализа, реактивов и химической аппаратуры по конкретному заданию;</li> <li>– готовить растворы заданной концентрации;</li> <li>– проводить количественный и качественный анализ с соблюдением правил техники безопасности;</li> <li>– анализировать смеси катионов и анионов;</li> <li>– контролировать и оценивать протекание химических процессов;</li> <li>– проводить расчеты по химическим формулам и уравнениям реакций;</li> <li>– производить анализы и оценивать достоверность результатов.</li> </ul>	<p>Демонстрирует умения описывать механизм химических реакций количественного и качественного анализа;</p> <p>Демонстрирует умения обосновывать выбор методики анализа, реактивов и химической аппаратуры по конкретному заданию;</p> <p>Демонстрирует умения готовить растворы заданной концентрации;</p> <p>Демонстрирует умения проводить количественный и качественный анализ с соблюдением правил техники безопасности;</p> <p>Демонстрирует умения анализировать смеси катионов и анионов;</p> <p>Демонстрирует умения контролировать и оценивать протекание химических процессов;</p> <p>Демонстрирует умения проводить расчеты по химическим формулам и уравнениям реакций;</p> <p>Демонстрирует умения производить анализы и оценивать</p>	<p>Оценка решений ситуационных задач</p> <p>Тестирование</p> <p>Устный опрос</p> <p>Практические занятия</p> <p>Ролевые игры</p>

Результаты обучения	Критерии оценки	Методы оценки
	достоверность результатов.	

## 5. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ

### Вариант задания по Качественному анализу

1. К раствору желто-бурого цвета прибавили раствор щелочи. Образовался осадок бурого цвета. Осадок растворился в кислоте, не растворился в избытке щелочи. К новой порции раствора прибавили раствор гексациано-феррат (II) калия. Образовался осадок синего цвета. Какой это катион? К какой группе катионов относится? Какие реакции позволяют доказать присутствие этого катиона? Для определения аниона к исследуемому раствору прибавили раствор нитрата серебра. Образовался белый творожистый осадок, не растворимый в азотной кислоте, растворимый в растворе аммиака. Приведите формулу соли в исследуемом растворе. Напишите уравнения проведенных реакций/

2. К бесцветному прозрачному раствору прибавили раствор серной кислоты. При нагревании образовался белый кристаллический осадок, который не растворяется в растворе азотной или соляной кислоты. Графитовую палочку смочили исследуемым раствором и внесли в бесцветное пламя, которое окрасилось в кирпично-красный цвет. Какой катион присутствует в растворе? Для обнаружения аниона к исследуемому раствору прибавили раствор хлорида бария. Осадок отсутствует. Прибавили раствор нитрата серебра. Образовался белый творожистый осадок, растворимый в растворе аммиака, не растворимый в растворе азотной кислоты. Приведите формулу соли в исследуемом растворе. Напишите уравнения проведенных реакций

3. К бесцветному прозрачному раствору без запаха прибавили раствор кислоты хлористоводородной. Образовался белый осадок, растворимый при нагревании. Осадок растворим в избытке щелочи, не растворим в азотной кислоте. Катион какой группы присутствует в растворе? Для обнаружения аниона к исследуемому раствору прибавили раствор хлорида бария. Осадок отсутствует. Прибавили раствор нитрата серебра. Эффект отрицательный. Провели реакцию «бурого кольца». Эффект положительный. Приведите формулу соли в исследуемом растворе. Напишите уравнения проведенных реакций. Приведите формулу соли в исследуемом растворе. Напишите уравнения проведенных реакций

4. К бесцветному прозрачному раствору без запаха прибавили раствор нитрата серебра. Образовался жёлтый осадок. К новой порции исследуемого раствора прибавили раствор перманганата калия и серной кислоты. Реакция отрицательная, т.е. раствор остался розовым. Какой анион может давать такой эффект? Графитовую палочку смочили исследуемым раствором и внесли в бесцветное пламя, которое окрасилось в фиолетовый цвет. Какая соль находится в исследуемом растворе?

Укажите группу катиона, групповой реактив на анион. Напишите уравнения проведенных реакций

5. К бесцветному прозрачному раствору с характерным запахом прибавили раствор щелочи. Запах усилился. Поднесли влажную красную лакмусовую бумагу к горлышку пробирки. Бумага посинела. К новой порции исследуемого раствора прибавили раствор нитрата серебра. Образовался осадок жёлтого цвета, не растворимый в растворе аммиака. К новой порции исследуемого раствора прибавили раствор калия перманганата, серной кислоты и хлороформ. Встряхнули. Хлороформный слой окрасился в фиолетовый цвет. Какая соль находится в исследуемом растворе? Укажите группу катиона, групповой реактив на анион. Напишите уравнения проведенных реакций.

### **Критерии оценки:**

За каждое задание выставляется от 0 до 5 баллов в зависимости от правильности и полноты выполнения задания. Оценка за работу выставляется исходя из общей суммы баллов (максимальная сумма баллов – 25):

«Отлично» – от 24 баллов.

«Хорошо» – от 19 баллов

«Удовлетворительно» – от 14 баллов.

«Неудовлетворительно» – менее 14 баллов.

### Вариант задания по Количественному анализу

1) Вычислить молярную концентрацию раствора азотной кислоты, если на титрование 0,25 г химически чистого карбоната натрия израсходовали 20,5 мл этого раствора.

2) Навеску карбоната натрия массой 0,53 г растворили в мерной колбе вместимостью 250 мл; 25 мл этого раствора оттитровали 24,5 мл раствора соляной кислоты в присутствии метилового оранжевого. Вычислить нормальную концентрацию раствора карбоната натрия и молярную концентрацию раствора соляной кислоты.

3) Навеска уксусной кислоты массой 1 г растворена в мерной колбе вместимостью в 200 мл. На титрование 20 мл этого раствора израсходовали 15,5 мл раствора гидроксида натрия,  $T(\text{NaOH}) = 0,004088$  г/мл. Вычислить массовую долю уксусной кислоты в образце.

4) В 300 мл раствора содержится 40 г сульфата натрия. Определите молярную концентрацию раствора.

5) Рассчитать эквивалентную концентрацию раствора перманганата калия, приготовленного растворением 18 г препарата, предназначенного для титрования в кислой среде, в 250 мл воды.

### **Критерии оценки:**

За каждое задание выставляется от 0 до 5 баллов в зависимости от правильности и полноты выполнения задания. Оценка за работу выставляется исходя из общей суммы баллов (максимальная сумма баллов – 25):

«Отлично» – от 24 баллов.

«Хорошо» – от 19 баллов

«Удовлетворительно» – от 14 баллов.

«Неудовлетворительно» – менее 14 баллов.

## **6. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ**

В каждый экзаменационный билет будет включено два вопроса, по одному из каждого блока вопросов – качественный и количественный анализ.

Перечень вопросов для подготовки к экзамену:

1. Предмет «Аналитическая химия». Ее значение, задачи, основные разделы, современные достижения как науки.

2. Качественный анализ. Реакции, используемые в качественном анализе. Кислотно-основная классификация катионов.

3. Катионы I аналитической группы. Общая характеристика. Свойства катионов. Применение в медицине. Анализ смеси катионов I группы.

4. Катионы II аналитической группы. Общая характеристика. Действие группового реактива. Применение в медицине. Понятие о произведении растворимости  $K_s$ . Условия образования и растворения осадков. Факторы, влияющие на растворимость труднорастворимых элементов.

5. Катионы III аналитической группы. Общая характеристика. Действие группового реактива. Применение в медицине. Анализ смеси катионов III группы.

6. Катионы IV аналитической группы. Общая характеристика. Действие группового реактива. Применение в медицине.

7. Катионы V аналитической группы. Общая характеристика. Действие группового реактива. Применение в медицине.

8. Катионы VI аналитической группы. Общая характеристика. Действие группового реактива. Применение в медицине.

9. Анализ смеси катионов I-VI групп.

10. Анионы I аналитической группы. Общая характеристика. Действие группового реагента.

11. Анионы II аналитической группы. Общая характеристика. Действие группового реагента.

12. Анионы III аналитической группы. Общая характеристика. Действие группового реагента.

13. Анализ смеси анионов I-III аналитических групп.

14. Количественный анализ. Титриметрический анализ. Основные сведения. Требования к реакциям, точка эквивалентности и способы ее фиксации. Классификация методов. Понятие о титре.

15. Кислотно-основное титрование. Основное уравнение метода. Рабочие и стандартные растворы. Индикаторы, их подбор.

16. Окислительно-восстановительные методы Перманганатометрия – рабочие и стандартные растворы. Условие титрования. Фиксация точки эквивалентности.

17. Йодометрия. Рабочие растворы. Стандартные растворы. Условия титрования. Индикаторы. Способы добавления индикатора.

18. Нитритометрия – теоретические основы метода. Индикаторы. Рабочие и стандартные растворы. Фиксация точки эквивалентности.

19. Броматометрия. Рабочие и стандартные растворы. Прямое и обратное титрование. Фиксация точки эквивалентности.

20. Методы осаждения. Требования к реакциям. Исходное вещество. Рабочий раствор. Индикаторы в методах Мора, Фольгарда, Фаянса. Меркурометрия.

21. Комплексометрия. Рабочие и стандартные растворы. Характеристика метода. Индикаторы. Буферные растворы. Механизм титрования.

22. Физические и физико-химические методы анализа. Классификация методов. Обзор оптических, хроматографических и электрохимических методов. Рефрактометрия.

### **Пример билета:**

Дана соль (раствор) сульфата железа (III)

Опишите качественный анализ данной соли (укажите группу катиона и аниона, напишите качественные реакции, укажите эффект реакции).

Предложите и опишите метод количественного определения (рабочий раствор, условия титрования, индикатор, эффект в точке эквивалентности).

Определите чистоту соли (процент безводного в кристаллогидрате), (соли в растворе), если взяли (указана масса соли) или масса анализируемого раствора и растворили в мерной колбе на ...мл, объём водой довели до метки. Перемешали. Пипеткой взяли ... мл разведения и оттитровали рабочим раствором с концентрацией  $C(f) = 0.1$  моль/л. По результатам трех титрований средний объём равен ..... мл. Проведите все необходимые расчеты. Сделайте заключение (объясните, что показывает полученная цифра).

$M.M Fe_2(SO_4)_3 = 399,88$  г/моль

### **Критерии оценивания:**

Ответ по каждому из двух вопросов экзаменационного билета оценивается отдельно, в соответствии с приведенными ниже критериями; оценка за экзамен выставляется по средней оценке за ответы на отдельные вопросы экзаменационного билета.

Оценка «отлично»: ответ на вопрос экзаменационного билета полный и правильный, материал изложен в определенной логической последовательности, иллюстрирован примерами, ответ самостоятельный.

Оценка «хорошо»: ответ на вопрос экзаменационного билета полный и правильный, материал изложен в определенной логической последовательности, при этом допущены две-три несущественные ошибки, исправленные по требованию экзаменатора; студент может иллюстрировать ответ примерами по требованию экзаменатора.

Оценка «удовлетворительно»: ответ на вопрос экзаменационного билета полный, но при этом допущена существенная ошибка или ответ неполный, несвязный, студент испытывает затруднения в иллюстрировании ответа примерами.

Оценка «неудовлетворительно»: при ответе на вопрос экзаменационного билета обнаружено непонимание обучающимся основного содержания учебного материала или допущены существенные ошибки, которые обучающийся не может исправить при наводящих вопросах экзаменатора.

## 7. МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ

В ходе реализации учебного процесса по дисциплине проводятся учебные занятия и выполняется самостоятельная работа.

По вопросам, возникающим в процессе выполнения самостоятельной работы, проводятся консультации. Для организации и контроля самостоятельной работы обучающихся, а также проведения консультаций применяются информационно-коммуникационные технологии:

Информирование: <https://spo-spcpu.ru/>

Консультирование: <https://spo-spcpu.ru/>

Контроль: <https://spo-spcpu.ru/>

Размещение учебных материалов: <https://spo-spcpu.ru/>

Методические указания по Практическому занятию «Классы неорганических соединений»:

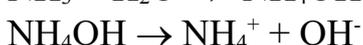
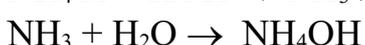
### Ход анализа смеси катионов I аналитической группы

Внешний вид задачи: бесцветный, прозрачный раствор.

I. Открытие катиона  $\text{NH}_4^+$

1) Реактив щелочь КОН или NaOH при нагревании

В тигель берем 3-4 капли раствора задачи, прибавляем туда 3-4 капель раствора КОН или NaOH. Тигель закрываем часовым стеклом, к которому прикреплены влажные фенолфталеиновая и красная лакмусовая бумажки. Нагреваем на водяной бане. Если в задаче присутствует катион  $\text{NH}_4^+$ , то выделяющийся  $\text{NH}_3$  обнаруживают по посинению красной лакмусовой бумажки и покраснению фенолфталеиновой, а также по выделению запаха  $\text{NH}_3$ .



## 2) Реактив Несслера - $K_2[HgI_4]$ в КОН

В пробирку берем 1-2 капли задачи и прибавляем 2-3 капли реактива Несслера. Если при этом образуется красно-бурый осадок, значит в задаче присутствует катион  $NH_4^+$ .



## II. Удаление катиона $NH_4^+$

1) Если в задаче не обнаружен  $NH_4^+$ , то проверив реакцию среды задачи (пункт III) открывают в отдельных порциях задачи катион  $K^+$  (пункт IV) и  $Na^+$  (пункт V).

2) Если в задаче обнаружен  $NH_4^+$ , то его надо удалить из задачи, так как он мешает открытию  $K^+$  и  $Na^+$ .

Для этого в тигель помещают 15-20 капель задачи, выпаривают раствор и прокаливают остаток на песчаной бане в вытяжном шкафу до полного прекращения выделения белого дыма.



Остаток собирают стеклянной палочкой со стенок тигля и периодически помешивают. Проверяют полноту удаления  $NH_4^+$ . Для этого тигель с сухим остатком охлаждают, несколько кристаллов берут стеклянной палочкой растворяют при помешивании в 1-2 каплях воды на предметной стекле и прибавляют 1-2 капли реактива Несслера. Если получается красно-бурый осадок или желтый раствор, то  $NH_4^+$  еще присутствует в задаче. Тогда операцию прокаливания повторяют до тех пор, пока реакция на  $NH_4^+$  будет отрицательной.

## III. Проверка реакции среды

На красную и синюю лакмусовую бумажки наносят по капле полученного раствора.

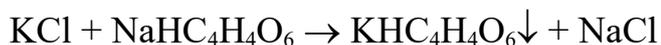
а) Если реакция среды щелочная, то ее нейтрализуют  $CH_3COOH$ . Если реакция среды кислая, то раствор в пробирке, где будет открывать  $K^+$  нейтрализуют  $NaOH$ , а где будем открывать  $Na^+$  нейтрализуем  $KOH$ . Нейтрализацию раствора производят следующим образом: стеклянной палочкой в пробирку вносят каплю кислоты или щелочи и раствор перемешивают. Затем раствор стеклянной палочкой выносят на лакмусовые бумажки. Так поступают до тех пор, пока цвет бумажки будет неизменным.

б) Если лакмусовые бумажки цвет не меняют – среда нейтральная.

## IV. Открытие катиона $K^+$

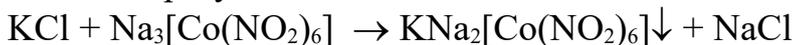
а) К 2 каплям нейтрального раствора прибавляем 2 капли реактива  $NaHC_4H_4O_6$  и потираем стеклянной палочкой о стенки пробирки на холоду.

Если образуется белый кристаллический осадок, то в задаче присутствует  $K^+$ :



б) Реактив  $\text{Na}_3[\text{Co}(\text{NO}_2)_6]$

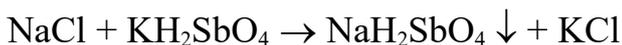
К 2-3 каплям раствора соли калия прибавляют равный объем реактива. При стоянии образуется осадок желтого цвета.



V. Открытие катиона  $\text{Na}^+$

К 2 каплям нейтрального раствора прибавляем 2 капли реактива  $\text{KH}_2\text{SbO}_4$  и потираем стеклянной палочкой о стенки пробирки на холоду.

Если образуется кристаллический осадок, значит в задаче присутствует катион  $\text{Na}^+$ .



На основании выполненной работы оформляется протокол.

### **Критерии оценки:**

Допуск к лабораторной работе:

Подготовлен проект отчёта по лабораторной работе в соответствии с рекомендованным шаблоном. Для каждого опыта приведены молекулярные уравнения проводимых химических реакций, названия продуктов реакций в соответствии с систематической номенклатурой. Подготовлены ответы на теоретические вопросы.

Критерии выставления оценки за отчет по лабораторной работе:

«**Отлично**» – в отчёте указаны: название работы, дата выполнения работы, цель работы, названия опытов; правильно записаны уравнения всех химических реакций, указаны условия их протекания (при необходимости); правильно названы продукты реакций; правильно указано, к какому типу относится каждая реакция; корректно описаны явления, наблюдаемые при протекании каждой из химических реакций; даны правильные и полные ответы на все вопросы (выделены курсивом).

«**Хорошо**» – отчет в целом соответствует приведенным выше критериям, но при этом содержит не более трех недочетов (например, не везде, где это необходимо, указаны условия протекания реакций, или даны названия не всем продуктам реакций, или даны в целом правильные, но не достаточно полные ответы на некоторые вопросы).

«**Удовлетворительно**» – отчет в целом соответствует приведенным выше критериям, но при этом содержит до пяти недочетов, или же отчет содержит не более двух грубых ошибок при отсутствии недочетов.

В остальных случаях выставляется оценка «**неудовлетворительно**».