

Санкт-Петербург
2026

СОДЕРЖАНИЕ

1. ПАСПОРТ ПРОГРАММЫ ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО МОДУЛЯ.....	3
1.1. Место профессионального модуля в структуре основной профессиональной образовательной программы.....	3
1.2. Цель и планируемые результаты освоения профессионального модуля.	3
2. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО МОДУЛЯ.....	11
2.1. Объем профессионального модуля и виды учебной деятельности.....	11
2.2. Содержание и тематическое планирование профессионального модуля	13
3. УСЛОВИЯ РЕАЛИЗАЦИИ ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО МОДУЛЯ....	19
3.1. Требования к минимальному материально-техническому обеспечению	19
3.2. Информационное обеспечение обучения.....	19
3.3. Использование в образовательном процессе активных и интерактивных форм проведения занятий.....	21
4. КОНТРОЛЬ И ОЦЕНКА РЕЗУЛЬТАТОВ ОСВОЕНИЯ ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО МОДУЛЯ.....	21
5. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ.....	23
6. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ	35
7. МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ ПО ПРОФЕССИОНАЛЬНОМУ МОДУЛЮ.....	38

1. ПАСПОРТ ПРОГРАММЫ ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО МОДУЛЯ

1.1. Место профессионального модуля в структуре основной профессиональной образовательной программы

Рабочая программа профессионального модуля «Лабораторный контроль качества и безопасности сырья, полуфабрикатов и готовой продукции для химических отраслей» является частью образовательной программы ППКРС в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом по профессии среднего профессионального образования 18.01.34 Лаборант по контролю качества сырья, реактивов, промежуточных продуктов, готовой продукции, отходов производства (по отраслям) (Приказ Минпросвещения России от 15.11.2023 г. № 860 «Об утверждении федерального государственного образовательного стандарта среднего профессионального образования по профессии 18.01.34 Лаборант по контролю качества сырья, реактивов, промежуточных продуктов, готовой продукции, отходов производства (по отраслям)»).

Рабочая программа профессионального модуля (ПМ) относится к профессиональному циклу (ПЦ).

1.2. Цель и планируемые результаты освоения профессионального модуля

В результате изучения профессионального модуля обучающихся должен освоить основной вид деятельности по профессии 18.01.34 Лаборант по контролю качества сырья, реактивов, промежуточных продуктов, готовой продукции, отходов производства (по отраслям) и соответствующие ему общие компетенции и профессиональные компетенции:

Перечень общих компетенций ОК 01, ОК 07, ОК 09:

ОК 01. Выбирать способы решения задач профессиональной деятельности применительно к различным контекстам;

ОК 07. Содействовать сохранению окружающей среды, ресурсосбережению, применять знания об изменении климата, принципы бережливого производства, эффективно действовать в чрезвычайных ситуациях;

ОК 09. Пользоваться профессиональной документацией на государственном и иностранном языках.

	ОК 01	ОК 02	ОК 03	ОК 04	ОК 05	ОК 06	ОК 07	ОК 08	ОК 09
МДК.02.01 Проведение методов химического анализа для химических отраслей	+						+		+
МДК.02.02 Проведение методов физико-химического анализа для химических отраслей	+						+		+
УП.02.01 Учебная практика. Изучение методов	+						+		+

	ОК 01	ОК 02	ОК 03	ОК 04	ОК 05	ОК 06	ОК 07	ОК 08	ОК 09
химического и физико-химического анализа									
ПП.02.01 Производственная практика. Проведение химических и физико-химических анализов	+						+		+

Перечень профессиональных компетенций:

Лабораторный контроль качества и безопасности сырья, полуфабрикатов и готовой продукции для химических отраслей

ПК 2.1. Проводить отбор проб для проведения лабораторных исследований качества и безопасности сырья, полуфабрикатов и готовой продукции в соответствии с техническими регламентами (в зависимости от отрасли).

ПК 2.2. Проводить химический анализ состава и параметров сырья, полуфабрикатов и готовой продукции в соответствии со стандартными (аттестованными) методиками, требованиями нормативно-технической документации, требованиями охраны труда и экологической безопасности в соответствии с действующей нормативной документацией.

ПК 2.3. Проводить физико-химический анализ состава и параметров сырья, полуфабрикатов и готовой продукции в соответствии со стандартными (аттестованными) методиками, требованиями нормативно-технической документации, требованиями охраны труда и экологической безопасности в соответствии с действующей нормативной документацией.

ПК 2.4. Проводить электрохимический анализ состава и параметров сырья, полуфабрикатов и готовой продукции в соответствии со стандартными (аттестованными) методиками, требованиями нормативно-технической документации, требованиями охраны труда и экологической безопасности в соответствии с действующей нормативной документацией.

ПК 2.5. Проводить обработку, расчет, оценку и регистрацию результатов исследований состава и параметров сырья, полуфабрикатов и готовой продукции.

ПК 2.6. Оформлять результаты испытаний (анализов) с математической обработкой и метрологической оценкой.

	ПК 2.1	ПК 2.2	ПК 2.3	ПК 2.4	ПК 2.5	ПК 2.6
МДК.02.01 Проведение методов химического анализа для химических отраслей	+	+			+	+
МДК.02.02 Проведение методов физико-химического анализа для химических отраслей	+		+	+	+	+
УП.02.01 Учебная практика. Изучение методов химического и физико-химического анализа	+	+	+	+	+	+
ПП.02.01 Производственная практика. Проведение химических и физико-химических анализов	+	+	+	+	+	+

В результате освоения профессионального модуля обучающийся должен освоить следующие знания и умения, получить практический опыт:

Код ОК, ПК	Уметь	Знать	Владеть навыками
ОК 01	- распознавать задачу и/или проблему в профессиональном и/или социальном контексте, анализировать и выделять её составные части; - определять этапы решения задачи, составлять план действия, реализовывать составленный план; - определять необходимые ресурсы выявлять и эффективно искать информацию, необходимую для решения задачи и/или проблемы; - владеть актуальными методами работы в профессиональной и смежных сферах; - оценивать результат и последствия своих действий (самостоятельно или с помощью наставника);	- актуальный профессиональный и социальный контекст, в котором приходится работать и жить; - структура плана для решения задач, алгоритмы выполнения работ в профессиональной и смежных областях; - основные источники информации и ресурсы для решения задач и/или проблем в профессиональном и/или социальном контексте; - методы работы в профессиональной и смежных сферах; - порядок оценки результатов решения задач профессиональной деятельности.	-
ОК 07	- соблюдать нормы экологической безопасности; - определять направления ресурсосбережения в рамках профессиональной деятельности по профессии; - организовывать профессиональную деятельность с соблюдением принципов бережливого	- правила экологической безопасности при ведении профессиональной деятельности; - основные ресурсы, задействованные в профессиональной деятельности; - пути обеспечения ресурсосбережения принципы бережливого производства; - основные направления изменения	-

	производства; - организовывать профессиональную деятельность с учетом знаний об изменении климатических условий региона; - эффективно действовать в чрезвычайных ситуациях.	климатических условий региона; - правила поведения в чрезвычайных ситуациях.	
ОК 09	- понимать общий смысл четко произнесенных высказываний на известные темы (профессиональные и бытовые), понимать тексты на базовые профессиональные темы; - участвовать в диалогах на знакомые общие и профессиональные темы; - строить простые высказывания о себе и о своей профессиональной деятельности; - кратко обосновывать и объяснять свои действия (текущие и планируемые); - писать простые связные сообщения на знакомые или интересующие профессиональные темы.	- правила построения простых и сложных предложений на профессиональные темы; - основные общеупотребительные глаголы (бытовая и профессиональная лексика); - лексический минимум, относящийся к описанию предметов, средств и процессов профессиональной деятельности; - особенности произношения; - правила чтения текстов профессиональной направленности.	-
ПК 2.1	- проводить отбор генеральной пробы; - проводить отбор лабораторной пробы; - проводить отбор анализируемой пробы; - проводить отбор твердых проб, проб газов и жидкостей в соответствии с требованиями нормативной	- виды проб; - требования, предъявляемые к отбору генеральной, лабораторной, анализируемой пробы; - факторы, обуславливающие размер и способ отбора представительной пробы; - правила отбора	-отбор проб для проведения лабораторных исследований.

	документации; - проводить гомогенизацию пробы; - оформлять сопроводительную документацию.	твердых проб, проб газов и жидкостей; - способы гомогенизация пробы; - правила оформления сопроводительной документации.	
ПК 2.2	- применять техническую документацию, такую как ГОСТы, методические указания, инструкции, спецификации производителей, диаграммы, необходимую для проведения химических анализов; - устанавливать и проверять концентрации растворов, определять поправочные коэффициенты; - выбирать наиболее оптимальные средства и методы химического анализа объекта; - проводить анализ природных и промышленных материалов химическими методами в соответствии с требованиями нормативной документации.	- основы общей химии; - основы аналитической химии; - качественный и количественный анализ неорганических и органических веществ химическими методами; - методы анализа природных и промышленных материалов химическими методами; - техника проведения основных операций химического анализа (растворение, смешение, нагревание, фильтрование и др.); - методы установки и проверки концентрации растворов; - требования, предъявляемые к показателям качества проб.	- проведение качественного и количественного химического анализа в соответствии со стандартными и нестандартными методиками, техническими требованиями и требованиями охраны труда и экологической безопасности в соответствии с действующей нормативной документацией.
ПК 2.3	- применять техническую документацию, такую как ГОСТы, методические указания, инструкции, спецификации производителей, диаграммы, необходимую для проведения анализа; - выбирать наиболее оптимальные средства и методы анализа объекта; - осуществлять		- проведение качественного и количественного физико-химического анализа состава и параметров сырья, полуфабрикатов и готовой продукции в соответствии со стандартными (аттестованными) методиками, требованиями нормативно-технической

	подготовительные работы для проведения физико-химического анализа; - проводить анализ природных и промышленных материалов физико-химическими методами в соответствии с требованиями нормативной документации; - осуществлять наладку лабораторного оборудования для проведения физико-химического анализа. собирать лабораторные установки по имеющимся схемам под руководством лаборанта более высокой квалификации; - наблюдать за работой лабораторной установки и снимать ее показания; осуществлять физико-химический анализ; - проводить сравнительный анализ качества продукции в соответствии со стандартными образцами состава.		документации, требованиями охраны труда и экологической безопасности в соответствии с действующей нормативной документацией.
ПК 2.4	- применять техническую документацию, такую как ГОСТы, методические указания, инструкции, спецификации производителей, диаграммы, необходимую для проведения электрохимических анализов; - проводить анализ природных и промышленных материалов методом	- классификация электрохимических методов анализа; - теоретические основы прямой потенциометрии и потенциометрического титрования; - виды электродов; - теоретические основы прямой кондуктометрии и кондуктометрического титрования; - теоретические основы полярографии и вольтамперометрии.	- проведение электрохимических анализов в соответствии со стандартными и нестандартными методиками, техническими требованиями и требованиями охраны труда и экологической безопасности в соответствии с действующей нормативной документацией.

	прямой кондуктометрии и кондуктометрического титрования; - проводить анализ природных и промышленных материалов методом прямой потенциометрии и потенциометрического титрования.		
ПК 2.5	- рассчитывать массовую долю вещества, молярную концентрацию, молярную концентрацию эквивалента (нормальную), титр и другие виды концентрации вещества в растворе; - правильно выбирать указанные в методике формулы расчета заданных величин; - использовать при расчетах значения величин, имеющие требуемые размерности; - использовать общепринятые буквенные обозначения физических величин и их размерность; - правильно проводить математические расчеты и округление полученных результатов; - использовать методы интерполяции данных; - проводить математическую обработку результатов анализов с использованием специального программного обеспечения к соответствующему оборудованию.	- способы расчета массовой доли, молярной концентрации, молярной концентрации эквивалента (нормальной), титра и других видов выражения концентрации веществ в растворе; - правила математической обработки результатов анализа; - общепринятые обозначения величин, используемых в химическом анализе; - единицы измерения определяемых величин; - правила перевода единиц измерения; - правила пересчета концентраций с учетом разбавления и концентрирования проб; - методы обработки информации с помощью специальных программ к соответствующему лабораторному оборудованию и программ для работы с электронными таблицами.	- проведение расчетов, оценки и регистрации результатов исследований состава и параметров сырья, полуфабрикатов и готовой в соответствии со стандартными (аттестованными) методиками, требованиями нормативно-технической документации, требованиями охраны труда и экологической безопасности.
ПК 2.6	- проводить	- правила статистической	- проведение оценки

	статистическую обработку результатов и оценку основных метрологических характеристик; - проводить определение погрешности измерений в соответствии с используемой методикой; - оценивать приемлемость результатов измерений параллельных определений; - оценивать воспроизводимость результатов параллельных определений.	обработки результатов анализов; - принципы расчета показателей контроля качества измерений; - правильное представление результатов анализа в соответствии с НД; - принципы оценки достоверности результатов анализа.	достоверности результатов анализа;
--	--	---	---

2. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО МОДУЛЯ

2.1. Объем профессионального модуля и виды учебной деятельности

Индекс	Наименование	Формы пром. атт.		Итого акад. часов					Курс 3											
									Семестр 5					Семестр 6						
		Экз а мен	Заче т с оц.	Трудо - емкос ть	По план у	Кон т. раб.	С Р	ПАТ т	Итог о	Кон т. раб.	Ле к	Пр	С Р	ПАТ т	Итог о	Кон т. раб.	Ле к	Пр	С Р	ПАТ т
ПМ.02	Лабораторный контроль качества и безопасности сырья, полуфабрикатов и готовой продукции для химических отраслей	556	56	984	984	936	18	30	372	342	48	29 4	12	18	612	594	48	54 6	6	12
МДК.02.01	Проведение методов химического анализа для химических отраслей	5		252	252	240	6	6	132	120	24	96	6	6	120	120	24	96		
МДК.02.02	Проведение методов физико-химического анализа для химических отраслей	5		252	252	240	6	6	132	120	24	96	6	6	120	120	24	96		
УП.02.01	Учебная практика.		5	108	108	102		6	108	102		10 2		6						

Индекс	Наименование	Формы пром. атт.		Итого акад. часов					Курс 3											
									Семестр 5						Семестр 6					
		Экз а мен	Заче т с оц.	Трудо - емкос ть	По план у	Кон т. раб.	С Р	ПАТ т	Итог о	Кон т. раб.	Ле к	Пр	С Р	ПАТ т	Итог о	Кон т. раб.	Ле к	Пр	С Р	ПАТ т
	Изучение методов химического и физико-химического анализа																			
ПП.02.01	Производственная практика. Проведение химических и физико-химических анализов		6	360	360	354		6							360	354		354		6
ПМ.02.01(К)	Экзамен по модулю ПМ.02 Лабораторный контроль качества и безопасности сырья, полуфабрикатов и готовой продукции для химических отраслей	6		12	12		6	6							12				6	6

2.2. Содержание и тематическое планирование профессионального модуля

Наименование разделов и тем профессионального модуля (ПМ), междисциплинарных курсов (МДК)	Содержание учебного материала, лабораторные работы и практические занятия, самостоятельная учебная работа обучающихся		Объем часов	Уровень освоения	Коды компетенций, формирование которых способствует элемент программы
Раздел 1. Качественный анализ неорганических соединений			32		
Тема 1.1. Цели и методы качественного анализа	Содержание учебного материала		6	1, 2, 3	ОК 01, ОК 07, ОК 09, ПК 2.1, ПК 2.2, ПК 2.3, ПК 2.4, ПК 2.5, ПК 2.6
	1	Назначение качественного анализа. Качественные аналитические реакции			
	2	Аналитическая классификация катионов и анионов.			
	Практические занятия		10		
	1	Составление уравнений реакций в молекулярном , ионном виде, окислительно-восстановительных реакций.			
	Лабораторные работы		16		
	1	Анализ катионов первой аналитической группы			
	2	Анализ катионов второй аналитической группы			
	3	Анализ катионов третьей аналитической группы			
	4	Анализ катионов четвёртой аналитической группы			
	5	Анализ катионов пятой аналитической группы			
	6	Анализ анионов первой аналитической группы			
7	Анализ анионов второй аналитической группы				
8	Анализ анионов третьей аналитической группы				
Раздел 2. Проведение анализа сырья, материалов и готовой продукции количественными методами анализа			122		
Тема 2.1. Гравиметрический весовой анализ	Содержание учебного материала		12	1, 2, 3	ОК 01, ОК 07, ОК 09, ПК 2.1, ПК 2.2, ПК 2.3, ПК 2.4, ПК 2.5, ПК 2.6
	1	Классификация методов. Общие понятия			
	2	Теоретические основы метода			
	3	Основные операции гравиметрического анализа			
	4	Расчёты в гравиметрическом анализе			
	5	Устройство и принцип работы технохимических весов			
	6	Устройство и принцип работы аналитических весов			
	Лабораторные работы		10		
	1	Доведение бюкса до постоянного веса			

Наименование разделов и тем профессионального модуля (ПМ), междисциплинарных курсов (МДК)	Содержание учебного материала, лабораторные работы и практические занятия, самостоятельная учебная работа обучающихся		Объем часов	Уровень освоения	Коды компетенций, формированию которых способствует элемент программы
	2	Доведение тигля до постоянного веса			
	3	Определение влаги в порошке глюкозы			
	4	Определение кристаллизационной воды в кристаллогидрате $\text{BaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$.			
	5	Определение процентного содержания иона бария в $\text{BaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$.			
	Практические работы		24		
	1	Обучение взвешиванию на технохимических весах.			
	2	Обучение взвешиванию на аналитических весах.			
	3	Промывка осадка методом декантации.			
	4	Расчеты в гравиметрическом анализе.			
	5	Расчеты массовой доли влаги и золы в определяемом веществе.			
	6	Семинар по теме «Весовой анализ»			
Тема 2.2. Объёмный анализ	Содержание		16	1, 2, 3	ОК 01, ОК 07, ОК 09, ПК 2.1, ПК 2.2, ПК 2.3, ПК 2.4, ПК 2.5, ПК 2.6
	1	Теоретические основы титриметрического (объёмного) анализа.			
	2	Классификация методов. Общие понятия.			
	3	Основные операции титриметрического анализа			
	4	Метод нейтрализации			
	5	Метод оксидиметрии			
	6	Метод осаждения			
	7	Метод комплексообразования			
	8	Расчёты в объёмном анализе			
	Практические работы		60		
	1	Калибрование и проверка мерной посуды.			
	2	Определение поправки соляной кислоты по 0.1 Н раствору х. ч. Na_2CO_3			
	3	Определение временной жёсткости воды методом нейтрализации			
	4	Определение поправки KMnO_4 по 0.01 Н раствору $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$			
	5	Определение процентного содержания железа (+2) в железном купоросе.			
	6	Определение содержания хрома (+6) в $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$			
	7	Определение поправочного коэффициента раствора H_2SO_4 по 0.1 Н раствору			

Наименование разделов и тем профессионального модуля (ПМ), междисциплинарных курсов (МДК)	Содержание учебного материала, лабораторные работы и практические занятия, самостоятельная учебная работа обучающихся		Объем часов	Уровень освоения	Коды компетенций, формированию которых способствует элемент программы
		$\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$			
	8	Определение поправки йода по титрованному раствору $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$.			
	9	Определение поправки сульфита натрия по титрованному раствору $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$.			
	10	Определение поправки раствора $\text{Hg}_2(\text{NO}_3)_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ по х.ч 0.01 Н раствору NaCl.			
	11	Определение содержания иона никеля (массовой доли) в растворе его соли комплексонометрическим титрованием			
	12	Определение поправки раствора трилона Б по 0.01 Н раствору $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$			
	13	Определение общей жёсткости воды методом комплексонометрии			
	14	Семинар по теме: «Количественный анализ»			
	15	Семинар по теме «Объёмный анализ»			
Раздел 3. Проведение анализа сырья, материалов и готовой продукции физико-химическими методами анализа			110		
Тема 3.1. Оптические методы анализа	Содержание учебного материала		26	1, 2, 3	ОК 01, ОК 07, ОК 09, ПК 2.1, ПК 2.2, ПК 2.3, ПК 2.4, ПК 2.5, ПК 2.6
	1	Техника безопасности и противопожарная безопасность в лаборатории. Физико-химических методов анализа.			
	2	Обучение в лаборатории физико-химических методов анализа.			
	3	Рефрактометрический метод анализа.			
	4	Устройство и принцип работы рефрактометра.			
	5	Определение показателя преломления методом предельного угла			
	6	Абсорбционный спектральный анализ.			
	7	Устройство и принцип работы ФЭКа.			
	8	Метод стандартных серий.			
	9	Устройство и принцип работы спектрофотометра			
	10	Поляриметрический метод анализа.			
	11	Устройство и принцип работы поляриметра.			
	12	Эмиссионный спектральный анализ			
	13	Устройство и принцип работы пламенного фотометра			

Наименование разделов и тем профессионального модуля (ПМ), междисциплинарных курсов (МДК)	Содержание учебного материала, лабораторные работы и практические занятия, самостоятельная учебная работа обучающихся		Объем часов	Уровень освоения	Коды компетенций, формирование которых способствует элемент программы
	Практические работы		52		
	1	Определение показателя преломления глюкозы на рефрактометре.			
	2	Определение показателя преломления спирта на рефрактометре.			
	3	Определение фактора показателя преломления одного из препаратов.			
	4	Определение фактора показателя преломления одного из препаратов..			
	5	Построение калибровочной кривой для определения концентрации $\text{CuSO}_4 \cdot 5 \text{H}_2\text{O}$ на ФЭКе.			
	6	Определение концентрации неизвестного раствора $\text{CuSO}_4 \cdot 5 \text{H}_2\text{O}$ на ФЭКе по калибровочной кривой.			
	7	Построение калибровочной кривой для определения концентрации KMnO_4 на ФЭКе.			
	8	Определение концентрации неизвестного раствора KMnO_4 на ФЭКе.			
	9	Определение содержания массовой доли хрома в воде методом стандартных серий фотометрическим методом по предложенной методике на спектрофотометре			
	10	Построение калибровочной кривой на ФЭКе для определения концентрации $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ на ФЭКе.			
	11	Определение цветности готового продукта на спектрофотометре.			
	12	Определение процентного содержания сахара поляриметрическим методом.			
	13	Определение процентного содержания глюкозы на поляриметре.			
Тема 3.2. Электрохимические методы анализа	Содержание учебного материала		8	1, 2, 3	ОК 01, ОК 07, ОК 09, ПК 2.1, ПК 2.2, ПК 2.3, ПК 2.4, ПК 2.5, ПК 2.6
	1	Потенциометрический метод анализа.			
	2	Устройство и принцип работы потенциометра.			
	3	Измерение электродного потенциала.			
	4	Устройство электрода сравнения и индикаторного электрода.			
	5	Потенциометрическое титрование (общие приёмы)			
	6	Хроматографические методы анализа			
	7	Классификация хроматографических методов.			

Наименование разделов и тем профессионального модуля (ПМ), междисциплинарных курсов (МДК)	Содержание учебного материала, лабораторные работы и практические занятия, самостоятельная учебная работа обучающихся		Объем часов	Уровень освоения	Коды компетенций, формирование которых способствует элемент программы
	Лабораторные работы		24		
	1	Определение концентрации водородных ионов.			
	2	Определение кислотности пищевых продуктов потенциометрическим методом.			
	3	Ионообменная хроматография.			
	4	Жидкостная хроматография			
	5	Распределительная хроматография на бумаге.			
	6	Семинар по теме «Физико-химические методы анализа»			
Промежуточная аттестация		Экзамен по модулю	6	2, 3	ОК 01, ОК 07, ОК 09, ПК 2.1, ПК 2.2, ПК 2.3, ПК 2.4, ПК 2.5, ПК 2.6
Учебная практика. Изучение методов химического и физико-химического анализа Виды работ: Анализ воды. Анализ газов. Анализ металлов и сплавов. Анализ пищевых продуктов. Анализ лекарственных препаратов. Анализ твердого топлива. Анализ нефти и нефтепродуктов. Ведение и оформление лабораторных журналов.			108	1, 2, 3	ОК 01, ОК 07, ОК 09, ПК 2.1, ПК 2.2, ПК 2.3, ПК 2.4, ПК 2.5, ПК 2.6
Производственная практика. Проведение химических и физико-химических методов анализа Виды работ: Исследование химического состава вещества. Анализ газа и контроль воздуха производственных помещений, анализ твердого топлива, нефтепродуктов. Контроль качества производственных и сточных вод. Определение вязкости, растворимости, удельного веса материалов и веществ пикнометром. Проведение качественного и количественного анализа неорганических и органических веществ физико-			360	1, 2, 3	ОК 01, ОК 07, ОК 09, ПК 2.1, ПК 2.2, ПК 2.3, ПК 2.4, ПК 2.5, ПК 2.6

Наименование разделов и тем профессионального модуля (ПМ), междисциплинарных курсов (МДК)	Содержание учебного материала, лабораторные работы и практические занятия, самостоятельная учебная работа обучающихся	Объем часов	Уровень освоения	Коды компетенций, формирование которых способствует элемент программы
химическими методами. Проведение статистической оценки получаемых результатов и оценка основных метрологических характеристик. Приборы, материалы, посуда, их подготовка к работе. Выполнение химических и физико-химических исследований по профилю предприятия. Наблюдение за работой лабораторных установок и фиксация ее показаний. Оформление и расчет результатов анализа. Обработка результатов химического анализа с использованием современных средств вычислительной техники.				

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 ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО МОДУЛЯ

3.1. Требования к минимальному материально-техническому обеспечению

Для реализации программы профессионального модуля 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. Помещение 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 профессионального модуля используется стандартный комплект программного обеспечения (ПО), включающий регулярно обновляемое свободно распространяемое и лицензионное ПО, в т.ч. MS Office.

Оборудование, обеспечивающее адаптацию электронных и печатных образовательных ресурсов для обучающиеся 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. Беляков, Г. И. Пожарная безопасность : учебное пособие для среднего профессионального образования / Г. И. Беляков. – 2-е изд. – Москва : Издательство Юрайт, 2026. – 143 с. – Текст : электронный // Образовательная

платформа Юрайт [сайт]. – URL: <https://urait.ru/bcode/490054> (дата обращения: 25.06.2026).

2. Беляков, Г. И. Электробезопасность : учебное пособие для среднего профессионального образования / Г. И. Беляков. – Москва : Издательство Юрайт, 2026. – 125 с. – (Профессиональное образование). – Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. – URL: <https://urait.ru/bcode/490056> (дата обращения: 25.06.2026).

3. Завертаная, Е. И. Управление качеством в области охраны труда и предупреждения профессиональных заболеваний : учебное пособие для среднего профессионального образования / Е. И. Завертаная. – Москва : Издательство Юрайт, 2026. – 307 с. – (Профессиональное образование). – Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. – URL: <https://urait.ru/bcode/491937> (дата обращения: 25.06.2026).

4. Латышенко, К. П. Метрология и измерительная техника. Лабораторный практикум : учебное пособие для среднего профессионального образования / К. П. Латышенко, С. А. Гарелина. – 2-е изд., испр. и доп. – Москва : Издательство Юрайт, 2026. – 186 с. – (Профессиональное образование). – Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. – URL: <https://urait.ru/bcode/491310> (дата обращения: 25.06.2026).

5. 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, 2026. – 107 с. – (Профессиональное образование). – Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. – URL: <https://urait.ru/bcode/492467> (дата обращения: 25.06.2026).

6. Опарин, Р. В. Организация лабораторно-производственной деятельности : учебное пособие для среднего профессионального образования / Р. В. Опарин, И. В. Гузенко. – Москва : Издательство Юрайт, 2026. – 216 с. – (Профессиональное образование). – Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. – URL: <https://urait.ru/bcode/496731> (дата обращения: 25.06.2026).

Дополнительные источники:

1. Родионова, О. М. Медико-биологические основы безопасности. Охрана труда : учебник для среднего профессионального образования / О. М. Родионова, Д. А. Семенов. – Москва : Издательство Юрайт, 2026. – 441 с. – (Профессиональное образование). – Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. – URL: <https://urait.ru/bcode/491234> (дата обращения: 25.06.2026).

2. Никитина, Н. Г. Аналитическая химия : учебник и практикум для среднего профессионального образования / Н. Г. Никитина, А. Г. Борисов, Т. И. Хаханина ; под редакцией Н. Г. Никитиной. – 4-е изд., перераб. и доп. – Москва : Издательство Юрайт, 2026. – 394 с. – (Профессиональное образование). – Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. – URL: <https://urait.ru/bcode/489602> (дата обращения: 25.06.2026).

3. 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, 2026. – 344 с. – (Профессиональное образование). – Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. – URL: <https://urait.ru/bcode/489663> (дата обращения: 25.06.2026).

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 ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО МОДУЛЯ

Код ПК, ОК	Критерии оценки результата (показатели освоения компетенций)	Формы контроля и методы оценки
ПК 2.1 ПК 2.2 ПК 2.3 ПК 2.4 ПК 2.5 ПК 2.6 ОК.01 ОК 07 ОК 09	- проводит отбор проб для проведения лабораторных исследований качества и безопасности сырья, полуфабрикатов и готовой продукции в соответствии с техническими регламентами (в зависимости от отрасли) - проводит химический анализ состава и параметров сырья, полуфабрикатов и готовой продукции, в соответствии со стандартными (аттестованными методиками), требованиями нормативно-технической документации, требованиями охраны труда и экологической безопасности в соответствии с действующей нормативной документацией. - проводит физико-химический анализ состава и параметров сырья, полуфабрикатов и готовой продукции, в соответствии со стандартными (аттестованными) методиками, требованиями нормативно-технической документации, требованиями охраны труда и экологической безопасности в соответствии с	Оценка решений ситуационных задач; Тестирование; Устный опрос; Практические занятия; Ролевые игры; Зачет.

	действующей нормативной документацией. - проводит электрохимический анализ состава и параметров сырья, полуфабрикатов и готовой продукции, в соответствии со стандартными (аттестованными) методиками, требованиями нормативно-технической документации, требованиями охраны труда и экологической безопасности в соответствии с действующей нормативной документацией. - проводит обработку, расчет, оценку и регистрацию результатов исследования состава и параметров сырья, полуфабрикатов и готовой продукции. - оформляет результаты испытаний (анализов) с математической обработкой и метрологической оценкой. - распознает задачу и/или проблему в профессиональном и/или социальном контексте, анализирует и выделяет её составные части; - определяет этапы решения задачи, составляет план действия, реализовывает составленный план, определяет необходимые ресурсы; - выявляет и эффективно ищет информацию, необходимую для решения задачи и/или проблемы; - владеет актуальными методами работы в профессиональной и смежных сферах; - оценивает результат и последствия своих действий (самостоятельно или с помощью наставника). - определяет задачи для поиска информации, планирует процесс поиска, выбирает необходимые источники информации; - выделяет наиболее значимое в перечне информации, структурирует получаемую информацию, оформляет результаты поиска; - оценивает практическую значимость результатов поиска; - применяет средства информационных технологий для решения профессиональных задач; - использует современное программное обеспечение в профессиональной деятельности;	
--	---	--

	- использует различные цифровые средства для решения профессиональных задач. - организует работу коллектива и команды; - взаимодействует с коллегами, руководством, клиентами в ходе профессиональной деятельности. - соблюдает нормы экологической безопасности; - определяет направления ресурсосбережения в рамках профессиональной деятельности по профессии; - организует профессиональную деятельность с соблюдением принципов бережливого производства; - организует профессиональную деятельность с учетом знаний об изменении климатических условий региона; - эффективно действует в чрезвычайных ситуациях. - понимает общий смысл четко произнесенных высказываний на известные темы (профессиональные и бытовые), понимает тексты на базовые профессиональные темы; - участвует в диалогах на знакомые общие и профессиональные темы; - строит простые высказывания о себе и о своей профессиональной деятельности; - кратко обосновывает и объясняет свои действия (текущие и планируемые); - пишет простые связные сообщения на знакомые или интересующие профессиональные темы.	
--	---	--

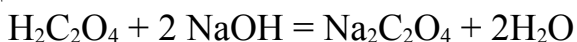
5. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ

Лабораторная работа. Приготовление и стандартизация рабочего раствора NaOH

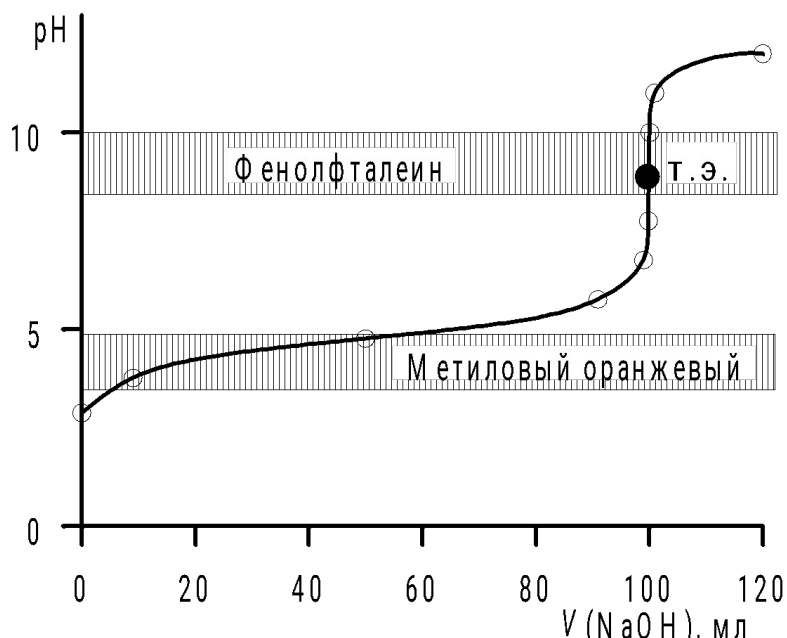
Цель работы – приготовление 0,1 н. раствора NaOH путем разбавления более концентрированного раствора и установление точной концентрации приготовленного раствора (стандартизация).

Сущность работы. Для установления точной концентрации раствора NaOH используют в качестве установочного вещества $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$

(щавелевую кислоту), которая с NaOH взаимодействует по уравнению реакции:



Таким образом, в точке эквивалентности pH раствора определяется присутствием соли слабой кислоты. Анализ кривой титрования (рис. 4.2) показывает, что т. э. находится в области $\text{pH} > 7$.



Кривая титрования 0,1 н. раствора $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$ 0,1 н. раствором NaOH

Скачок титрования для 0,1 н. растворов соответствует изменению pH от 8 до 10. Для этого титрования пригоден фенолфталеин. Индикаторы метиловый оранжевый, метиловый красный непригодны для данного титрования. Фактор эквивалентности $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$ равен $\frac{1}{2}$.

Приборы и посуда: технические и аналитические весы; мерные цилиндры (10–20 мл, 250 мл и 500 мл); денсиметр (ареометр); склянка с этикеткой для хранения рабочего раствора; мерная колба; пипетка; бюретка; конические колбы для титрования; тигель.

Реактивы: $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ (х. ч.), концентрированный раствор NaOH, индикатор – фенолфталеин.

Выполнение работы.

1. Приготовление рабочего раствора NaOH.

Для определения плотности концентрированного раствора NaOH в мерный цилиндр помещают денсиметр и осторожно приливают испытуемый раствор до всплытия денсиметра. Отсчет показаний денсиметра проводят по верхнему делению шкалы, выступающему на уровне поверхности жидкости. Измерив таким образом плотность концентрированного раствора NaOH, по справочнику находят массовую долю (%) или молярную концентрацию

(моль/л) NaOH в растворе. Затем рассчитывают объем концентрированного раствора, необходимый для приготовления 500 мл 0,1 н. раствора NaOH.

В мерный цилиндр вместимостью 500 мл предварительно наливают небольшое количество дистиллированной воды (~ 100 мл) и вносят рассчитанный объем концентрированного раствора NaOH, отмеренный мерным цилиндром. Объем раствора доводят дистиллированной водой до 500 мл. Приготовленный раствор тщательно перемешивают, переливают через воронку в склянку для хранения, закрывают пробкой и наклеивают на склянку этикетку.

2. Установление точной концентрации приготовленного раствора NaOH (стандартизация).

Для стандартизации приготовленного раствора NaOH в качестве установочного вещества используют $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ (щавелевую кислоту). Рассчитывают ориентировочную массу $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, необходимую для приготовления 100,0 мл 0,1 н. раствора.

На технических весах взвешивают пустой тигель, затем вносят в него рассчитанную массу щавелевой кислоты ($\pm 10\%$ от расчетного), переносят тигель с веществом на аналитические весы и снова взвешивают. Навеску аккуратно пересыпают через сухую воронку в мерную колбу. Пустой тигель с оставшимися на стенках частицами щавелевой кислоты взвешивают на аналитических весах. По разности двух взвешиваний находят точную массу $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, перенесенную в мерную колбу. Струей дистиллированной воды смывают навеску в мерную колбу и добавляют воды до $\frac{2}{3}$ объема колбы. Снимают с колбы воронку и, перемешивая содержимое колбы плавными круговыми движениями, добиваются полного растворения щавелевой кислоты. Раствор доводят до метки дистиллированной водой, причем последнюю порцию воды добавляют по каплям до тех пор, пока вогнутый мениск раствора своей нижней частью не совпадет с линией метки на верхней узкой части колбы (метка должна находиться на уровне глаз). Содержимое колбы тщательно перемешивают. Рассчитывают молярную концентрацию эквивалента раствора щавелевой кислоты $C(\frac{1}{2}\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4)$ с точностью до 4-х значащих цифр.

Вымытую бюретку промывают небольшим количеством приготовленного раствора щелочи и заполняют через воронку этим же раствором щелочи выше нулевой отметки. Подняв вверх стеклянный кончик бюретки и нажав на шарик, удаляют пузырьки воздуха из трубки. Затем, убрав воронку, доводят объем раствора в бюретке до нуля по нижнему мениску. На основание штатива кладут лист белой бумаги.

Промывают пипетку небольшим количеством раствора щавелевой кислоты. Раствор набирают при помощи резиновой груши или других специальных устройств.

В чистую коническую колбу помещают аликвоту раствора $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, прибавляют 1–2 капли фенолфталеина и титруют, перемешивая содержимое колбы плавными круговыми движениями. Вначале раствор

щелочи добавляют небольшими порциями, а затем по каплям до появления бледно-розовой окраски от одной избыточной капли щелочи. Титрование повторяют до тех пор, пока объемы щелочи в параллельных пробах будут отличаться не более чем на 0,1 мл. Все результаты записывают в рабочий журнал. Рассчитывают среднее значение объема раствора NaOH, пошедшего на титрование, и вычисляют точную (до 4-х значащих цифр) концентрацию приготовленного раствора щелочи.

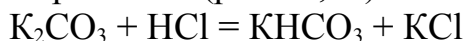
Лабораторная работа. Определение содержания K_2CO_3

Цель работы – определить массу K_2CO_3 в растворе, г.

Сущность работы.

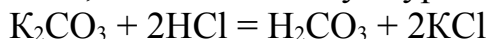
K_2CO_3 является двухкислотным основанием с константами основности $K_{b,1} = 2,1 \cdot 10^{-4}$ и $K_{b,2} = 2,1 \cdot 10^{-8}$. Поскольку отношение $K_{b,1}/K_{b,2}=10^4$, то на кривой титрования K_2CO_3 наблюдаются два отчетливых скачка титрования (рис. 4.3).

Первая т. эк. (pH = 8,34) соответствует уравнению

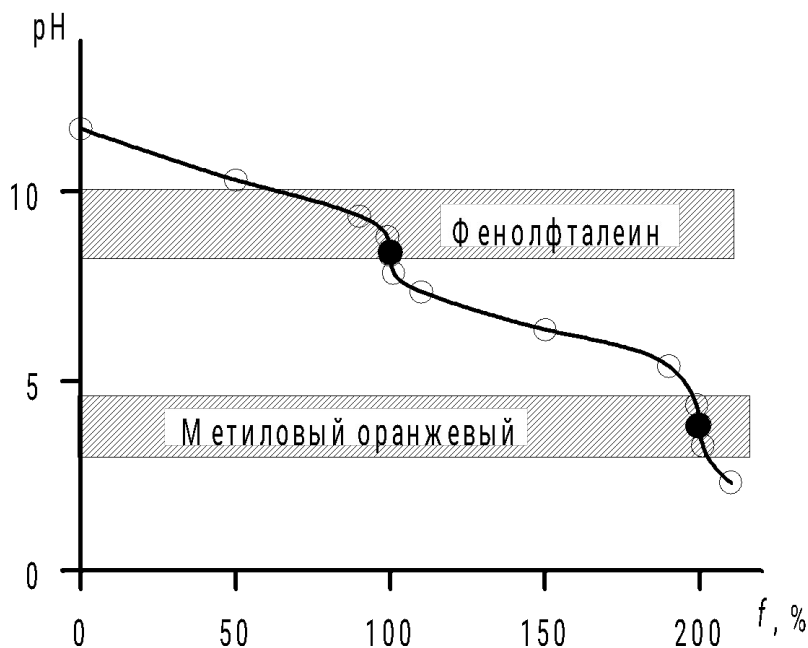


и может быть зафиксирована с помощью фенолфталеина ($\Delta pH = 8-10$). Фактор эквивалентности K_2CO_3 в этой реакции равен 1.

Вторая т. эк. на кривой титрования K_2CO_3 раствором HCl наблюдается при pH = 4,25 и соответствует уравнению



Для фиксирования второй т. эк. пригоден метиловый оранжевый ($\Delta pH = 3,1-4,4$). В этом случае $f_{\text{экв}} (K_2CO_3)$ равен $\frac{1}{2}$.



Кривая титрования 0,1 н. раствора K_2CO_3 0,1 н. раствором HCl

Приборы и посуда: мерная колба; пипетка; бюретка; конические колбы для титрования.

Реактивы: стандартный раствор HCl , индикаторы – фенолфталеин и метиловый оранжевый.

Выполнение работы.

В мерную колбу получают у лаборантов анализируемый раствор, доводят объем до метки дистиллированной водой, тщательно перемешивают. Аликвотную часть анализируемого раствора с помощью пипетки помещают в коническую колбу. Прибавляют 1–2 капли индикатора (фенолфталеина или метилового оранжевого) и титруют стандартным раствором HCl до изменения окраски индикатора.

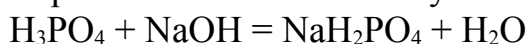
Титрование с каждым индикатором повторяют не менее 3 раз до получения сходимых результатов. По полученным результатам рассчитывают массу K_2CO_3 в анализируемом растворе, г.

Лабораторная работа. Определение содержания H_3PO_4

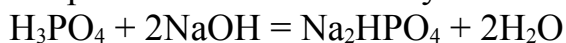
Цель работы – определить массу H_3PO_4 в растворе, г.

Сущность работы. H_3PO_4 является трехосновной кислотой с константами кислотности: $K_{a,1} = 7,1 \cdot 10^{-3}$; $K_{a,2} = 6,2 \cdot 10^{-8}$; $K_{a,3} = 5,0 \cdot 10^{-13}$. Поскольку значение $K_{a,3} < 10^{-7}$ и отношение $K_{a,1}/K_{a,2} \sim 10^5$, то на кривой титрования H_3PO_4 наблюдается два скачка титрования (рис. 4.4).

Первый скачок соответствует оттитровыванию кислоты по 1-й ступени.



Второй скачок соответствует оттитровыванию H_3PO_4 по 2-й ступени.



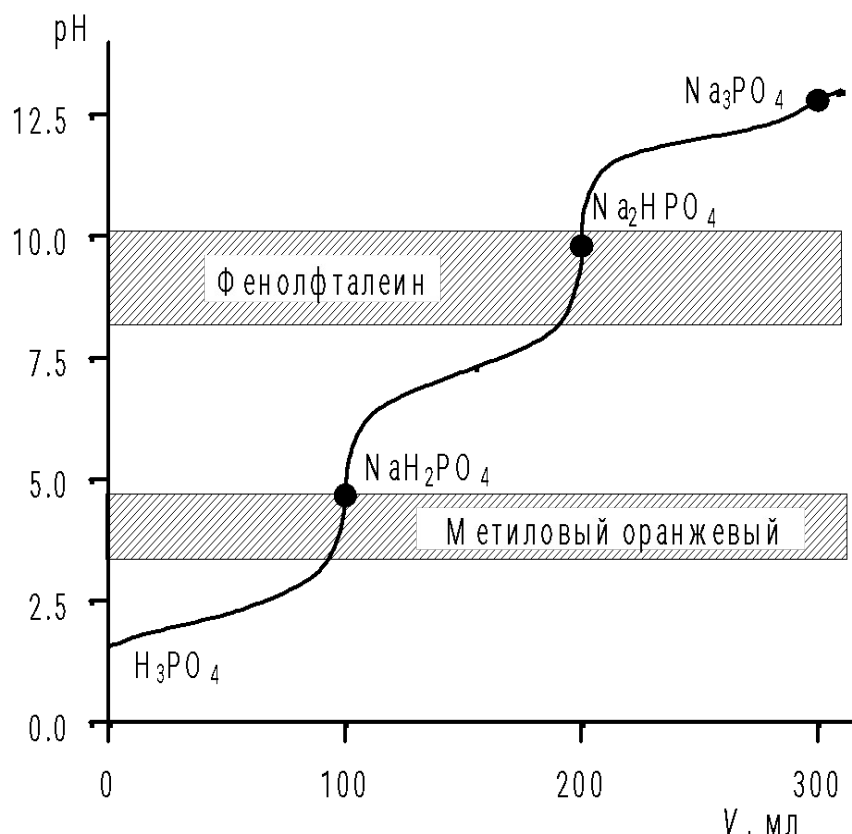
1-я т. эк. соответствует $\text{pH} = 4,5$. В этой области лежит интервал перехода окраски метилового оранжевого ($\Delta\text{pH} = 3,1\text{--}4,4$).

2-я т. эк. соответствует $\text{pH} = 9,2$. В этой области лежит интервал перехода окраски фенолфталеина ($\Delta\text{pH} = 8\text{--}10$).

Таким образом, с метиловым оранжевым H_3PO_4 оттитровывается щелочью как одноосновная кислота, а с фенолфталеином – как двухосновная. Фактор эквивалентности H_3PO_4 при титровании с метиловым оранжевым равен 1, а с фенолфталеином – $\frac{1}{2}$.

Приборы и посуда: мерная колба; пипетка; бюретка; конические колбы для титрования.

Реактивы: Стандартный раствор NaOH , индикаторы – фенолфталеин и метиловый оранжевый.



Кривая титрования 0,1 н. раствора H_3PO_4 0,1 н. раствором NaOH

Выполнение работы.

В мерную колбу получают у лаборантов анализируемый раствор. Дистиллированной водой доводят объем раствора до метки, тщательно перемешивают. Ополаскивают и заполняют бюретку щелочью. Отбирают пипеткой аликвотную часть анализируемого раствора из мерной колбы и переносят в коническую колбу для титрования. Прибавляют 1–2 капли индикатора (метилового оранжевого или фенолфталеина) и титруют стандартным раствором щелочи до перехода окраски.

Титрование с каждым индикатором проводят не менее 3 раз до получения сходимых результатов. По полученным результатам рассчитывают массу H_3PO_4 в анализируемом растворе, г.

Лабораторная работа. Определение содержания солей аммония методом обратного титрования

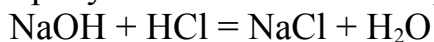
Цель работы – определить массу хлорида аммония в анализируемом растворе методом обратного титрования, г.

Сущность работы. По теории Бренстеда – Лоури ион аммония NH_4^+ является очень слабой кислотой ($\text{pK}_a = 9,24$), поэтому прямое титрование его невозможно. Чаще всего соли аммония определяют методом обратного титрования.

Определение основано на том, что к анализируемому раствору соли аммония добавляют **точно отмеренный**, но заведомо **избыточный** объем стандартного раствора NaOH и нагревают смесь до полного удаления аммиака:



Непрореагировавший избыток NaOH титруют стандартным раствором HCl в присутствии метилового оранжевого:



Приборы и посуда: мерная колба; пипетка; бюретка; конические колбы для титрования; электрическая плитка.

Реактивы: стандартный раствор NaOH, стандартный раствор HCl, индикатор – метиловый оранжевый, универсальная индикаторная бумага.

Выполнение работы.

Анализируемую пробу получают у лаборантов в мерную колбу, доводят объем раствора до метки и содержимое колбы тщательно перемешивают. В 2–3 конические колбы переносят одинаковые аликвоты анализируемого раствора и добавляют в каждую из них пипеткой по два таких же объема стандартного раствора NaOH.

Растворы кипятят на плитке до полного удаления аммиака. Полноту удаления контролируют по универсальной индикаторной бумаге. Для этого смоченную дистиллированной водой бумагу вносят в пары над кипящим в колбе раствором. Если индикаторная бумага не синее, то NH_3 полностью удален.

Колбы снимают с электроплитки и охлаждают до комнатной температуры. Затем проводят титрование стандартным раствором HCl, добавив 1–2 капли метилового оранжевого.

По полученным результатам рассчитывают массу NH_4Cl в анализируемом растворе, г.

Примеры ситуационных задач по прямому титрованию:

1. На титрование раствора, содержащего 1,5742 г технического KOH, израсходовали 13,7 мл раствора HCl [$T(\text{HCl}/\text{Na}_2\text{O}) = 0,06228$ г/мл]. Вычислить массовую долю (%) KOH в образце.

2. Из навески $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ массой 0,5500 г приготовили 100,0 мл раствора. На титрование аликвоты 10,0 мл этого раствора с фенолфталеином ($pT = 9,0$) израсходовали 9,2 мл раствора NaOH. Найти молярную концентрацию раствора NaOH.

3. В мерную колбу, объемом 250,0 мл поместили раствор H_3PO_4 и содержимое колбы довели до метки водой. Аликвоту объемом 15,0 мл перенесли в мерную колбу объемом 100,0 мл и содержимое колбы довели до метки водой. В две колбы для титрования поместили по 10,0 мл полученного раствора. На титрование первой пробы с метиловым оранжевым пошло 5,6 мл 0,1000 М раствора KOH. На титрование второй пробы с фенолфталеином

израсходовали 11,4 мл того же титранта. Найти массу H_3PO_4 (г), взятой для анализа, по результатам обоих определений.

4. Какая масса $\text{Ca}(\text{OH})_2$ (г) была растворена в мерной колбе объемом 500 мл, если на титрование 25,0 мл этого раствора затрачено 9,8 мл 0,1000 М раствора HCl ?

5. Из навески соли K_2CO_3 приготовили раствор объемом 250,0 мл. Аликвоту объемом 15,0 мл перенесли в мерную колбу объемом 50,0 мл и содержимое колбы довели до метки водой. На титрование 10,0 мл полученного раствора с фенолфталеином пошло 6,7 мл 0,1000 М раствора HCl . На титрование такой же пробы с метиловым оранжевым израсходовали 13,2 мл HCl . Найти массу навески K_2CO_3 (г) по результатам обоих определений.

6. Из навески $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ массой 1,2560 г приготовили 100,0 мл раствора. На титрование аликвоты 10,0 мл этого раствора с фенолфталеином ($pT = 9,0$) израсходовали 7,2 мл раствора NaOH . Найти молярную концентрацию раствора NaOH и титр по CO_2 ($T(\text{NaOH}/\text{CO}_2)$).

7. Навеску $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10 \text{H}_2\text{O}$ массой 3,8054 г растворили в горячей воде, перенесли в мерную колбу объемом 200,0 мл, охладили и содержимое довели до метки водой. На титрование 15,0 мл полученного раствора с метиловым оранжевым израсходовали 16,4 мл раствора HCl . Найти молярную концентрацию раствора HCl и титр по Na_2CO_3 ($T(\text{HCl}/\text{Na}_2\text{CO}_3)$).

8. Для стандартизации раствора KOH приготовили первичный стандартный раствор янтарной кислоты путем растворения 0,5923 г $\text{H}_2\text{C}_4\text{H}_4\text{O}_4$ в мерной колбе объемом 100,0 мл. На титрование 15,0 мл полученного раствора с фенолфталеином израсходовали 13,4 мл раствора KOH . Найти молярную концентрацию раствора KOH и титр по H_2SO_4 ($T(\text{KOH}/\text{H}_2\text{SO}_4)$).

9. Какую массу безводного Na_2CO_3 (г) нужно взять для приготовления 250,0 мл раствора, чтобы на титрование 10,0 мл этого раствора с метиловым оранжевым израсходовать 14,2 мл 0,1000 М раствора H_2SO_4 ?

10. Навеску неизвестного вещества массой 1,0000 г растворили в мерной колбе вместимостью 100,0 мл. На титрование 25,0 мл раствора с метиловым оранжевым израсходовали 20,0 мл 0,2358 М HCl . Определить, что входило в состав анализируемого вещества: Na_2CO_3 или K_2CO_3 .

11. Проба муравьиной кислоты массой 1,1600 г разбавлена водой в мерной колбе вместимостью 50,0 мл. На титрование 10,0 мл разбавленного раствора затрачено 7,1 мл 0,1502 М раствора KOH . Рассчитайте массовую долю (%) муравьиной кислоты в исходном растворе.

12. Какова масса навески образца (г), содержащего NaOH и 3% индифферентных примесей, если ее растворили в мерной колбе объемом 500 мл, а на титрование 10,0 мл этого раствора затрачено 11,4 мл 0,2000 М раствора HCl ?

13. Из навески $\text{H}_2\text{C}_4\text{H}_4\text{O}_4$ массой 1,1860 г приготовили 200,0 мл раствора. На титрование аликвоты 10,0 мл этого раствора с фенолфталеином ($pT = 9,0$) израсходовали 11,7 мл раствора NaOH . Найти молярную концентрацию раствора NaOH и титр по SO_2 ($T(\text{NaOH}/\text{SO}_2)$).

14. Из навески $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10 \text{H}_2\text{O}$ массой 0,9580 г приготовили 50,0 мл раствора. На титрование 10,0 мл полученного раствора с метиловым оранжевым израсходовали 14,9 мл раствора HCl . Найти молярную концентрацию раствора HCl и титр по CaO $T(\text{HCl}/\text{CaO})$.

15. Проба CH_3COOH разбавлена водой в мерной колбе вместимостью 100,0 мл. На титрование 10,0 мл полученного раствора затрачено 12,4 мл 0,1221 М раствора KOH . Рассчитайте массу CH_3COOH (г) в исходном растворе.

16. Какую массу безводного Na_2CO_3 (г) нужно взять для приготовления 250,0 мл раствора, чтобы на титрование 20,0 мл этого раствора с метиловым оранжевым израсходовать 21,2 мл 0,1000 М раствора HNO_3 ?

Титрование смесей.

1. В мерную колбу объемом 250,0 мл поместили раствор, содержащий NaH_2PO_4 и H_3PO_4 . Содержимое колбы довели до метки водой. Аликвоту объемом 15,0 мл перенесли в мерную колбу объемом 100,0 мл и содержимое колбы довели до метки водой. В две колбы для титрования поместили по 10,0 мл полученного раствора. На титрование первой пробы с метиловым оранжевым пошло 5,6 мл 0,1 М раствора KOH . На титрование второй пробы с фенолфталеином израсходовали 12,4 мл того же титранта. Найти массу NaH_2PO_4 и H_3PO_4 (г), взятых для анализа.

2. Раствор смеси H_3PO_4 и H_2SO_4 был помещен в мерную колбу на 100,0 мл. Содержимое колбы довели до метки водой и перемешали. На титрование 20,0 мл раствора с метиловым оранжевым затрачено 12,5 мл 0,1000 М раствора KOH . На титрование такой же пробы с фенолфталеином израсходовали 15,4 мл того же титранта. Определить массу H_2SO_4 (г) в исходном растворе.

3. Из навески соли K_2CO_3 с примесью KHCO_3 приготовили раствор объемом 250,0 мл. Аликвоту объемом 15,0 мл перенесли в мерную колбу объемом 50,0 мл и содержимое колбы довели до метки водой. На титрование 10,0 мл полученного раствора с фенолфталеином пошло 6,7 мл 0,1 М раствора HCl . На титрование такой же пробы с метиловым оранжевым израсходовали 15,2 мл HCl . Найти массу KHCO_3 и K_2CO_3 (г).

4. Навеску технического гидроксида натрия массой 0,6502 г растворили в мерной колбе вместимостью 100,0 мл. На титрование 25,00 мл раствора с фенолфталеином израсходовали 18,4 мл 0,2000 М HCl , а с метиловым оранжевым – 18,8 мл той же кислоты. Вычислить массовую долю (%) NaOH в образце, в котором Na_2CO_3 присутствует в качестве примеси.

5. На титрование с фенолфталеином смеси, состоящей из Na_2CO_3 , NaHCO_3 и NaCl , массой 0,2539 г потребовалось 9,4 мл 0,1998 М раствора HCl . При титровании с метиловым оранжевым на ту же навеску израсходовали 20,0 мл раствора кислоты. Вычислить массовую долю (%) Na_2CO_3 , NaHCO_3 в образце.

6. Пробу экстракционной фосфорной кислоты объемом 5,0 мл разбавили до 250,0 мл. На титрование 15,0 мл полученного раствора в

присутствии метилового оранжевого израсходовали 12,1 мл 0,1004 М раствора NaOH, а на титрование такой же пробы с фенолфталеином – 19,2 мл NaOH. Вычислить концентрацию H_3PO_4 и H_2SO_4 в реакционной массе (г/л).

7. Из навески технического гидроксида натрия массой 2,0600 г приготовили 0,5000 л раствора. На титрование 20,0 мл этого раствора с метиловым оранжевым ($\text{pT} = 4,0$) израсходовали 18,1 мл 0,1030 М раствора HCl. В другой аликвоте осадили карбонат-ион в виде BaCO_3 и на титрование с фенолфталеином ($\text{pT} = 9,0$) израсходовали 17,6 мл раствора HCl. Найдите массовые доли (%) NaOH и Na_2CO_3 в образце.

8. Аликвоту смеси (15,0 мл) азотной и ортофосфорной кислоты разбавили водой до 0,5000 л. На титрование 20,0 мл этого раствора с метиловым оранжевым ($\text{pT} = 4,0$) израсходовали 12,8 мл 0,09560 М раствора KOH, а на титрование такой же пробы с фенолфталеином ($\text{pT} = 9,0$) израсходовали 20,2 мл раствора KOH. Вычислить исходную концентрацию каждой кислоты в исходной смеси (г/л).

9. Навеску технического гидроксида натрия массой 2,3425 г растворили в мерной колбе вместимостью 200,0 мл. На титрование 5,0 мл раствора с фенолфталеином израсходовали 11,4 мл раствора HCl с $T(\text{HCl/KOH}) = 0,006812$ г/мл, а с метиловым оранжевым – 11,8 мл той же кислоты. Вычислить массовую долю (%) NaOH в образце, в котором Na_2CO_3 присутствует в качестве примеси.

10. Раствор, содержащий NaH_2PO_4 и H_3PO_4 , поместили в мерную колбу объемом 250,0 мл. Содержимое колбы довели до метки водой. В две колбы для титрования поместили по 10,0 мл полученного раствора. На титрование первой пробы с метиловым оранжевым пошло 10,4 мл 0,1 М раствора KOH. На титрование второй пробы с фенолфталеином израсходовали 25,0 мл того же титранта. Найти массу NaH_2PO_4 и H_3PO_4 (г), взятых для анализа.

11. Раствор смеси H_3PO_4 и H_2SO_4 разбавили до 50,0 мл. На титрование 10,0 мл раствора с метиловым оранжевым затрачено 12,3 мл раствора KOH с $T(\text{NaOH/H}_2\text{SO}_4) = 0,004982$ г/мл. На титрование такой же пробы с фенолфталеином израсходовали 15,4 мл того же титранта. Определить массу H_2SO_4 (г) в исходном растворе.

12. Навеску образца 2,8364 г, содержащего Na_3PO_4 и Na_2HPO_4 , поместили в мерную колбу объемом 250,0 мл и растворили ее в воде. Затем объем раствора довели до метки. На титрование 15,0 мл этого раствора в присутствии фенолфталеина израсходовали 7,5 мл раствора HCl с титром $T = 0,003598$ г/мл. Такую же аликвоту оттитровали в присутствии метилового оранжевого и затратили 17,3 мл титранта. Вычислить массовую долю (%) Na_3PO_4 и Na_2HPO_4 в образце.

13. На титрование смеси NaHCO_3 и NaOH массой 0,1657 г в присутствии фенолфталеина потребовалось 9,4 мл 0,1998 М раствора HCl. При титровании с метиловым оранжевым на ту же навеску израсходовали

14,8 мл раствора кислоты. Вычислить массовую долю (%) NaOH и NaHCO₃ в образце.

14. Раствор смеси H₃PO₄ и H₂SO₄ разбавили до 100,0 мл. На титрование 15,0 мл полученного раствора с метиловым оранжевым затрачено 8,5 мл раствора NaOH с $T(\text{NaOH/HCl}) = 0,003582$ г/мл. На титрование такой же пробы с фенолфталеином израсходовали 10,4 мл того же титранта. Определить массу H₃PO₄ и H₂SO₄ (г) в исходном растворе.

15. Из навески соли K₂CO₃ с примесью KHCO₃ массой 0,5728 г приготовили раствор объемом 100,0 мл. На титрование 20,0 мл полученного раствора с фенолфталеином пошло 6,7 мл раствора HCl с $T(\text{HCl/CaO}) = 0,002904$ г/мл. На титрование такой же пробы с метиловым оранжевым израсходовали 15,2 мл HCl. Вычислить массовую долю (%) KHCO₃ и K₂CO₃ в навеске.

16. Смесь, состоящую из Na₂CO₃ и NaHCO₃, массой 2,3962 г растворили в мерной колбе объемом 200,0 мл. На титрование 10,0 мл полученного раствора с фенолфталеином потребовалось 7,8 мл 0,09971 М раствора HCl. При титровании с метиловым оранжевым такой же аликвоты израсходовали 20,0 мл раствора кислоты. Вычислить массовую долю (%) Na₂CO₃, NaHCO₃ в образце.

Обратное титрование.

1. Навеску образца, содержащего CaO, массой 1,3000 г растворили в 50,0 мл 0,1000 М раствора HCl. Избыток непрореагировавшей кислоты оттитровали 3,5 мл раствора NaOH. Найти массовую долю (%) CaO в образце, если 1,0 мл раствора HCl соответствует 1,3 мл раствора NaOH.

2. Из навески NH₄Cl приготовили 500,0 мл раствора. К 20,0 мл полученного раствора добавили 40,0 мл 0,1056 М раствора NaOH и содержимое колбы нагрели до полного удаления аммиака. После охлаждения избыток NaOH оттитровали 23,0 мл 0,1000 М раствора HCl. Вычислить массу навески NH₄Cl (г).

3. Навеску технического образца, содержащего Na₂CO₃, массой 0,1032 г обработали 50,0 мл 0,09496 М раствора HCl. Избыток кислоты оттитровали 24,9 мл 0,1298 М раствора NaOH. Найти массовую долю (%) Na₂CO₃.

4. Навеску мрамора массой 0,2834 г растворили в 30,0 мл 0,3933 М раствора HCl. На титрование избытка кислоты пошло 14,1 мл 0,4400 М NaOH. Найти массовую долю (%) примесей в образце.

5. Навеску соли аммония массой 0,7200 г обработали избытком концентрированного раствора NaOH. Выделившийся аммиак поглотили 25,0 мл 0,2040 М раствора HCl. Избыток кислоты оттитровали 12,7 мл 0,1030 М раствора NaOH. Найти массовую долю (%) NH₃.

6. Навеску технического образца, содержащего (NH₄)₂SO₄, массой 0,9560 г обработали 50,0 мл 0,2255 М раствора NaOH и при кипячении удалили аммиак. На титрование избытка NaOH пошло 12,6 мл 0,2153 М раствора HCl. Найти массовую долю (%) (NH₄)₂SO₄ в образце.

7. Навеску мрамора массой 0,5584 г растворили в 50,0 мл 0,2392 М раствора HCl. На титрование избытка кислоты пошло 12,2 мл 0,2652 М NaOH. Найти массовую долю (%) CaCO_3 в образце.

8. Вычислить массу навески NH_4Cl (г), если после ее растворения в воде, добавления 40,0 мл 0,1000 М раствора NaOH и нагревания до полного удаления аммиака избыток NaOH оттитрован 17,6 мл 0,1000 М раствора HCl.

9. Навеску образца, содержащего соль аммония, массой 1,3800 г обработали избытком концентрированного раствора NaOH. Выделившийся аммиак поглотили 25,8 мл 0,1840 М раствора HCl. Избыток кислоты оттитровали 12,7 мл 0,1092 М раствора NaOH. Найти массовую долю (%) NH_3 .

10. Навеску образца, содержащего CaCO_3 , массой 0,9258 г растворили в 25,0 мл 0,1030 М раствора HCl. Избыток непрореагировавшей кислоты оттитровали 0,1000 М раствором NaOH, израсходовав 5,5 мл. Найти массовую долю (%) CaCO_3 в образце.

11. Навеску NH_4Cl растворили в 250,0 мл воды, отобрали аликвоту объемом 10,0 мл полученного раствора в коническую колбу, добавили 20,0 мл 0,1000 М раствора NaOH и нагрели до полного удаления аммиака. Избыток NaOH оттитровали 5,8 мл 0,1000 М раствора HCl. Вычислить массу навески NH_4Cl (г).

12. Рассчитать массу навески ZnO (г), которую растворили в 30,0 мл 0,1000 М HCl, если на титрование избытка кислоты израсходовали 12,4 мл 0,08956 М раствора KOH.

13. В каком объеме 0,09876 М раствора HCl нужно растворить навеску CaCO_3 массой 0,26458 г, чтобы на титрование избытка кислоты с метиловым оранжевым израсходовать 12,5 мл 0,1024 М раствора NaOH?

14. Из навески NH_4Cl приготовили 200,0 мл раствора. К 15,0 мл полученного раствора добавили 30,0 мл 0,1000 М раствора NaOH и содержимое колбы нагрели до полного удаления аммиака. После охлаждения избыток NaOH оттитровали 11,8 мл 0,1000 М раствора HCl. Вычислить массу навески NH_4Cl (г).

15. Навеску соли аммония массой 0,3580 г обработали избытком концентрированного раствора NaOH. Выделившийся аммиак поглотили 50,0 мл 0,1840 М раствора HCl. Избыток кислоты оттитровали 22,4 мл 0,1992 М раствора NaOH. Найти массовую долю (%) NH_3 .

16. Навеску мела массой 0,2058 г растворили в 50,0 мл 0,1030 М раствора HCl. Избыток непрореагировавшей кислоты оттитровали 0,1000 М раствором NaOH, израсходовав 15,2 мл титранта. Найти массовую долю (%) CaO в образце.

Критерии оценки:

«отлично»: обучающийся имеет всесторонние, систематические и глубокие знания по вопросам текущей темы, свободно владеет терминологией, проявляет творческие способности в процессе изложения учебного материала; анализирует факты, явления и процессы, проявляет способность делать обобщающие выводы, обнаруживает свое видение решения проблем; уверенно владеет понятийным аппаратом; активно участвует в семинаре,

полностью отвечает на заданные вопросы (основные и дополнительные), стремясь к развитию дискуссии.

«хорошо»: обучающийся имеет полные знания по вопросам данной темы, умеет правильно оценивать эти вопросы, потенциально способен к овладению знаний и обновлению их в ходе дальнейшей учебы и предстоящей профессиональной деятельности; дал ответы на основные и дополнительные вопросы, но не исчерпывающего характера; владеет понятийным аппаратом.

«удовлетворительно»: обучающийся имеет знания по основным вопросам данной темы в объеме, достаточном для дальнейшей учебы и предстоящей работы по профессии, в достаточной мере владеет терминологией; проявил неглубокие знания при освещении принципиальных вопросов и проблем; неумение делать выводы обобщающего характера и давать оценку значения освещаемых рассматриваемых вопросов и т.п.; ответил только на один вопрос семинара, при этом поверхностно, или недостаточно полно осветил его и не дал ответа на дополнительный вопрос.

«неудовлетворительно»: обучающийся имеет значительные пробелы в знаниях основного учебно-программного материала, допускает принципиальные ошибки при ответе на вопросы; не ответил ни на один вопрос семинара (основной и/или дополнительный); отказался участвовать в работе семинара.

6. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

Перечень вопросов к экзамену:

1. Сущность и основные операции метода. Классификация гравиметрических методов анализа. Этапы определения по методу осаждения. Осаждаемая и гравиметрическая формы, требования к ним. Неорганические и органические осадители. Выбор осадителя и расчет его количества.

2. Механизм образования кристаллических и аморфных осадков. Коагуляция и пептизация. Оптимальные условия осаждения кристаллических и аморфных осадков. Влияние различных факторов на полноту осаждения. Типы соосаждения. Способы уменьшения соосаждения и очистки осадков от примесей. Роль соосаждения в химическом анализе. Осаждение с коллектором.

3. Аналитические возможности, достоинства и недостатки гравиметрических методов анализа.

4. Титриметрические методы анализа. Сущность титриметрии. Требования к реакциям, используемым в титриметрии. Способы титрования. Способы выражения концентрации растворов. Первичные и вторичные стандартные растворы, способы их приготовления. Классификация титриметрических методов анализа.

5. Метод кислотно-основного титрования, его аналитические возможности.

6. Индикаторы метода, требования к ним. Теория индикаторов. Основное уравнение теории индикаторов. Основные характеристики индикаторов. Универсальные и смешанные индикаторы.

7. Кривые титрования метода нейтрализации. Скачок на кривой титрования. Факторы, влияющие на величину скачка. Правило выбора индикатора. Кривые титрования сильных и слабых кислот основаниями, сильных и слабых оснований кислотами. Кривые титрования солей слабых кислот и солей слабых оснований. Кривые титрования многоосновных кислот и их солей. Кривые титрования смесей кислот, смесей оснований, смесей кислота+соль, основание+соль.

8. Методы окислительно-восстановительного титрования, их общая характеристика и классификация. Требования к окислительно-восстановительным реакциям, используемым в титриметрии. Расчет факторов эквивалентности веществ в окислительно-восстановительном титровании.

9. Факторы, влияющие на скорость окислительно-восстановительных реакций. Автокаталитические и индуцированные реакции, их роль в химическом анализе.

10. Кривые окислительно-восстановительного титрования, их расчет. Факторы, влияющие на величину скачка кривой титрования.

11. Способы фиксирования конечной точки титрования. Безиндикаторное титрование. Окислительно-восстановительные индикаторы, механизм их действия, интервал перехода окраски. Правило выбора индикатора.

12. Перманганатометрия. Сущность метода. Стандартные и вспомогательные растворы. Фиксирование конечной точки титрования. Условия проведения перманганатометрических определений. Аналитические возможности метода. Определение восстановителей, окислителей, органических веществ и веществ, не обладающих окислительно-восстановительными свойствами.

13. Иодометрия. Сущность метода. Стандартные и вспомогательные растворы. Фиксирование конечной точки титрования. Условия проведения иодометрических определений. Аналитические возможности метода. Определение восстановителей, окислителей, органических веществ и веществ, не обладающих окислительно-восстановительными свойствами.

14. Комплексометрическое титрование. Общая характеристика и классификация методов.

15. Комплексонометрия. Сущность метода. Стандартные и вспомогательные растворы метода. Комплексоны, их строение и свойства. Реакции комплексонов с ионами металлов. Побочные реакции, которые оказывают влияние на равновесие образования комплексонов.

16. Условные константы устойчивости комплексонов. Коэффициенты побочных реакций. Условия проведения комплексонометрических определений.

17. Кривые комплексонометрического титрования, их расчет.

18. Способы фиксирования конечной точки титрования. Металлохромные индикаторы, механизм их действия, интервал перехода окраски. Правило выбора индикатора.

19. Аналитические возможности метода. Определение ионов многовалентных металлов, щелочных металлов, анионов.

Критерии оценки:

«отлично»: обучающийся имеет всесторонние, систематические и глубокие знания по вопросам текущей темы, свободно владеет терминологией, проявляет творческие способности в процессе изложения учебного материала; анализирует факты, явления и процессы, проявляет способность делать обобщающие выводы, обнаруживает свое видение решения проблем; уверенно владеет понятийным аппаратом; активно участвует в семинаре, полностью отвечает на заданные вопросы (основные и дополнительные), стремясь к развитию дискуссии.

«хорошо»: обучающийся имеет полные знания по вопросам данной темы, умеет правильно оценивать эти вопросы, потенциально способен к овладению знаний и обновлению их в ходе дальнейшей учебы и предстоящей профессиональной деятельности; дал ответы на основные и дополнительные вопросы, но не исчерпывающего характера; владеет понятийным аппаратом.

«удовлетворительно»: обучающийся имеет знания по основным вопросам данной темы в объеме, достаточном для дальнейшей учебы и предстоящей работы по профессии, в достаточной мере владеет терминологией; проявил неглубокие знания при освещении принципиальных вопросов и проблем; неумение делать выводы обобщающего характера и давать оценку значения освещаемых рассматриваемых вопросов и т.п.; ответил только на один вопрос семинара, при этом поверхностно, или недостаточно полно осветил его и не дал ответа на дополнительный вопрос.

«неудовлетворительно»: обучающийся имеет значительные пробелы в знаниях основного учебно-программного материала, допускает принципиальные ошибки при ответе на вопросы; не ответил ни на один вопрос семинара (основной и/или дополнительный); отказался участвовать в работе семинара.

7. МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ ПО ПРОФЕССИОНАЛЬНОМУ МОДУЛЮ

В ходе реализации учебного процесса по профессиональному модулю 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/>

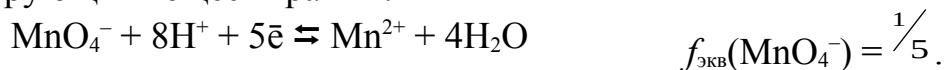
Лабораторная работа. Стандартизация рабочего раствора перманганата калия

Цель работы – установить точную концентрацию раствора KMnO_4 .

Сущность работы. Точную концентрацию раствора перманганата калия устанавливают через 8–10 дней после его приготовления. За это время происходит окисление восстановителей, присутствующих в дистиллированной воде (пыль, следы органических соединений), и концентрация KMnO_4 стабилизируется. В качестве установочных веществ для стандартизации используют: щавелевую кислоту $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, оксалат натрия $\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4$, оксалат калия $\text{K}_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$, которые устойчивы при хранении. Титрование оксалат-ионов перманганатом калия проводят в сильно кислой среде, добавляя H_2SO_4 :



В соответствии с полуреакциями факторы эквивалентности реагирующих веществ равны:



Реакция взаимодействия перманганата калия с оксалат-ионами относится к типу автокаталитических. Она катализируется ионами Mn^{2+} . Первые капли перманганата калия обесцвечиваются медленно даже в горячем растворе. В ходе титрования концентрация ионов Mn^{2+} возрастает, и скорость реакции увеличивается.

Титрование ведут в сильноокислой среде, которую создают, добавляя большой избыток H_2SO_4 . Нельзя использовать для подкисления раствора HCl и HNO_3 , т. к. в их присутствии протекают побочные реакции.

Нагревание титруемого раствора способствует увеличению скачка титрования.

Приборы и посуда: электрическая плитка; мерный цилиндр (10–20 мл); пипетка; бюретка; конические колбы для титрования.

Реактивы: раствор $\text{KMnO}_4 \sim 0,05$ н., стандартный раствор $\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4$ или $\text{K}_2\text{C}_2\text{O}_4$, 2 н. раствор H_2SO_4 .

Выполнение работы.

Промывают и заполняют бюретку раствором KMnO_4 и устанавливают уровень жидкости на нулевом делении бюретки. Отсчеты объема при титровании перманганатом калия целесообразно делать по верхнему уровню мениска.

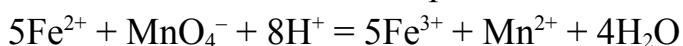
В коническую колбу для титрования помещают 10 мл 2 н. раствора H_2SO_4 , отмеренного при помощи мерного цилиндра, и нагревают содержимое колбы до 80–85°C (*раствор нельзя доводить до кипения во избежание*

выделения раздражающих паров.) К горячему раствору в колбе приливают аликвотную часть стандартного раствора оксалата и титруют раствором KMnO_4 , прибавляя очередную каплю только после того, как исчезнет окраска от предыдущей. Титрование считают законченным, если слабо-розовая окраска раствора не исчезает в течение 30 с. Все результаты записывают в рабочий журнал. Титрование проводят не менее 3-х раз до получения воспроизводимых результатов и рассчитывают точную концентрацию раствора KMnO_4 .

Лабораторная работа. Определение содержания железа (II)

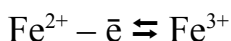
Цель работы – определить массу железа(II) или соли Мора $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 \cdot \text{FeSO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ в растворе.

Сущность работы. Определение основано на окислении железа (II) перманганатом калия в кислой среде:



Реакция протекает быстро и без нагревания. В титруемый раствор добавляют в качестве маскирующего агента 3–4 мл ортофосфорной кислоты, образующей с окрашенными в желтый цвет ионами Fe^{3+} бесцветные комплексы $\text{Fe}(\text{PO}_4)_2^{3-}$. Благодаря этому более отчетливо наблюдается переход окраски от бесцветной к розовой. Кроме того, связывание ионов Fe^{3+} в прочные ортофосфатные комплексы способствует снижению потенциала системы $\text{Fe}^{3+}/\text{Fe}^{2+}$ и, как результат, увеличению скачка титрования.

Фактор эквивалентности Fe^{2+} в этой реакции равен 1 в соответствии с полуреакцией:



Приборы и посуда: мерная колба; мерные цилиндры (100 мл и 10–20 мл), пипетка; бюретка; колбы для титрования.

Реактивы: стандартный раствор KMnO_4 , 2 н. раствор H_2SO_4 , H_3PO_4 (конц.).

Выполнение работы.

Анализируемый раствор получают у лаборантов в мерную колбу. К содержимому колбы прибавляют 20–40 мл 2 н. раствора H_2SO_4 . Затем доводят водой объем раствора до метки, тщательно перемешивают. Ополаскивают и заполняют бюретку раствором перманганата. Отбирают пипеткой аликвотную часть анализируемого раствора из мерной колбы и переносят в колбу для титрования. Перед титрованием в раствор вводят ортофосфорную кислоту (3–4 мл). Титруют до появления слабо-розовой окраски, вызываемой одной избыточной каплей раствора перманганата калия.

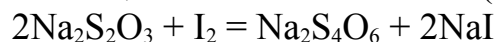
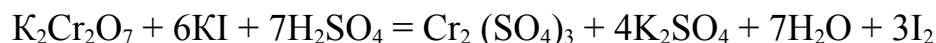
Титруют не менее 3 раз до получения сходимых результатов. По полученным данным рассчитывают массу железа (II) или соли Мора в анализируемом растворе, г.

Лабораторная работа. Стандартизация рабочего раствора тиосульфата натрия

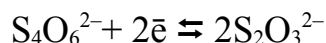
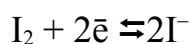
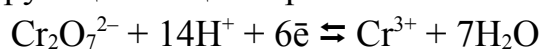
Цель работы – установить точную концентрацию раствора $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$.

Сущность работы. Кристаллический тиосульфат натрия содержит кристаллизационную воду ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$), количество которой может меняться со временем. Непостоянный состав вещества не позволяет готовить стандартный раствор по точной навеске. В водном растворе ионы $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$ разлагаются под влиянием угольной кислоты, растворенной в воде, а также окисляются кислородом воздуха. Поэтому точную концентрацию раствора тиосульфата натрия устанавливают через 8–10 дней после его приготовления. В качестве установочных веществ для стандартизации рабочего раствора тиосульфата натрия используют: стандартный раствор иода (I_2), дихромат калия ($\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$) и др.

Стандартизацию раствора $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ с применением дихромата калия проводят методом замещения. К определенному количеству $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ прибавляют избыток иодида калия и кислоты, затем выделившийся I_2 оттитровывают раствором $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$:



В соответствии с полуреакциями факторы эквивалентности реагирующих веществ равны:



$$f_{\text{ЭКВ}}(\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}) = \frac{1}{6};$$

$$f_{\text{ЭКВ}}(\text{I}^-) = 1;$$

$$f_{\text{ЭКВ}}(\text{S}_2\text{O}_3^{2-}) = 1.$$

По закону эквивалентов количество молей эквивалента дихромата калия при титровании I_2 равно количеству молей эквивалента $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$:

$$v\left(\frac{1}{6}\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7\right) = v\left(\frac{1}{2}\text{I}_2\right) = v(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3)$$

Приборы и посуда: мерный цилиндр (100 мл, 10–20 мл); пипетка; бюретка; конические колбы для титрования.

Реактивы: раствор $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \sim 0,05$ н., 10%-ный раствор KI , стандартный раствор $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$, 2 н. раствор H_2SO_4 , раствор крахмала.

Выполнение работы.

Промывают и заполняют бюретку раствором $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ и устанавливают уровень жидкости на нулевом делении бюретки.

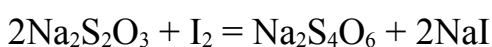
В коническую колбу для титрования помещают 10–15 мл раствора KI (одинаковое для всех параллельных определений) и 10 мл 2 н. раствора H_2SO_4 . К полученной смеси в колбе приливают аликвотную часть (10,0 мл) стандартного раствора дихромата калия и, накрыв колбу часовым стеклом, чтобы предупредить потери от улетучивания иода, оставляют смесь на 5 минут в темном месте. Далее в колбу прибавляют 100 мл воды и титруют при интенсивном перемешивании раствором $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ до **бледно-желтой окраски**. Затем прибавляют раствор крахмала и продолжают титрование до

исчезновения интенсивно-синей окраски. Все результаты записывают в рабочий журнал. На основании трех сходимых результатов рассчитывают точную концентрацию раствора $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ (моль/л).

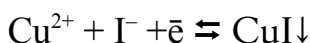
Лабораторная работа. Определение содержания меди (II)

Цель работы – определить массу меди (II) или соли $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ в пробе, г.

Сущность работы. Определение меди (II) основано на взаимодействии ионов Cu^{2+} с иодид-ионами с последующим титрованием выделившегося иода стандартным раствором тиосульфата натрия:



Фактор эквивалентности Cu^{2+} в этой реакции равен 1 в соответствии с полуреакцией:



Реакцию следует проводить в кислой среде для подавления гидролиза ионов меди (II). Для проведения реакции необходим большой избыток раствора KI, который расходуется на:

- ✓ образование I_2 ;
- ✓ связывание Cu^+ в малорастворимое соединение CuI ;
- ✓ растворение выделяющегося иода с образованием комплексного соединения KI_3 .

Приборы и посуда: мерная колба (100,0 мл); мерные цилиндры (100 мл и 10–20 мл), пипетка (10,0 мл); бюретка; конические колбы для титрования.

Реактивы: стандартный раствор $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$, 10%-ный раствор KI, 2 н. раствор H_2SO_4 , раствор крахмала.

Выполнение работы.

Анализируемый раствор получают у лаборантов в мерную колбу. Затем доводят водой объем раствора до метки, тщательно перемешивают. Переносят пипеткой аликвотную часть анализируемого раствора в колбу для титрования. К содержимому колбы прибавляют 3 мл 2 н. раствора H_2SO_4 , и 10–15 мл раствора KI. Накрыв колбу часовым стеклом, оставляют смесь на 5 минут в темном месте для завершения реакции. Выделившийся I_2 титруют раствором $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ при интенсивном перемешивании. Для фиксирования конечной точки титрования используют раствор крахмала.

Титруют не менее 3 раз до получения сходимых результатов. По полученным данным рассчитывают массу меди (II) или ее соли в анализируемой пробе, г.