

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:

ФИО: Лужанин Владимир Геннадьевич

Должность: Ректор

Дата подписания: 19.01.2026 10:25:38

Уникальный программный ключ: «Пермская государственная фармацевтическая академия»  
d56ba45a9b6e5c64a319e2c5ae3bb20d4b840af0

Министерства здравоохранения Российской Федерации

## МИНИСТЕРСТВО ЗДРАВООХРАНЕНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

«Пермская государственная фармацевтическая академия»

### Кафедра аналитической химии

(наименование кафедры)

УТВЕРЖДЕНА

решением кафедры

Протокол от « 27 » октября 2025 г. № 4

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

### Б1.О.18 Аналитическая химия

(индекс, наименование дисциплины), в соответствии с учебным планом

### Б1.О.18 Аналит.х.

(индекс, краткое наименование дисциплины)

### 33.05.01 Фармация

(код, наименование направления подготовки (специальности))

### Провизор

(квалификация)

### Очная

(форма(ы) обучения)

### 5 лет

(нормативный срок обучения)

Год набора - 2026

Пермь, 2025 г.

**Автор(ы)–составитель(и):**

кандидат химических наук, доцент кафедры аналитической химии Колотова Н.В.

и.о. заведующего кафедрой аналитической химии,  
канд. фармацевт. наук

Е.С. Лиманский

Согласовано Центральным методическим советом ФГБОУ ВО ПГФА Минздрава России  
протокол от 05.12.2025 г. № 2.

## **СОДЕРЖАНИЕ**

1.	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы.....	4
2.	Объем и место дисциплины в структуре ОПОП.....	5
3.	Содержание и структура дисциплины.....	5
4.	Фонд оценочных средств по дисциплине.....	10
5.	Методические материалы для обучающихся по освоению дисциплины.....	26
6.	Учебная литература для обучающихся по дисциплине.....	26
7.	Материально-техническая база, информационные технологии, программное обеспечение и информационные справочные системы.....	27

**1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы**

<b>Код компетенции</b>	<b>Наименование компетенции</b>	<b>Код индикатора достижения компетенции</b>	<b>Наименование индикатора достижения компетенции</b>	<b>Результаты обучения, соотнесенные с индикаторами достижения компетенций</b>
ОПК-1	Способен использовать основные биологические, физико-химические, химические, математические методы для разработки, исследований и экспертизы лекарственных средств, изготовления лекарственных препаратов	ИДОПК-1.2	Применяет основные физико-химические и химические методы анализа для разработки, исследований и экспертизы лекарственных средств, лекарственного растительного сырья и биологических объектов	<p><b>На уровне знаний:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Знает основные закономерности химических равновесий в растворах</li> <li>- Знает теоретические основы физико-химических методов анализа</li> <li>- Знает методы, приемы и способы выполнения химических методов анализа для установления качественного состава веществ и количественного определения БАВ, ЛРС и биологических объектов</li> <li>- Знает методы, приемы и способы выполнения физико-химических методов анализа для установления качественного состава веществ и количественного определения БАВ, ЛРС и биологических объектов</li> <li>- Знает основное оборудование и реагенты для проведения химических, физико-химических методов анализа</li> </ul> <p><b>На уровне умений:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Умеет выбрать и обосновать метод и способ проведения анализа в зависимости от свойств анализируемого объекта</li> <li>- Умеет работать на аналитическом оборудовании, используемом для качественного и количественного анализа при выполнении химических методов анализа</li> <li>- Умеет работать на аналитических приборах,</li> </ul>

				используемых выполнении химических анализа	при физико- методов
				- Умеет	оформить результаты анализа

## 2. Объем и место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина относится к обязательной части ОПОП, осваивается на 2 курсе (3, 4 семестры), в соответствии с учебным планом, общая трудоемкость дисциплины в зачетных единицах составляет 10 з. е. (360 акад. часов).

## 3. Содержание и структура дисциплины

### 3.1. Структура дисциплины.

№ п/п	Наименование разделов, тем	Всего	Объем дисциплины, час.			СР	Конт- роль	Форма текущего контроля успеваемости*, промежуточной аттестации
			Контактная работа обучающихся с преподавателем по видам учебных занятий	Л	ЛЗ			
<i>Семестр №3</i>								
Раздел 1	Теоретические основы химического анализа. Качественный химический анализ.	128	14	44		70		Т, К
Тема 1.1.	Основные понятия химического анализа. Классификации катионов и анионов. Анализ неорганических соединений.	15	1	4		10		Т, К
Тема 1.2.	Теория растворов, химическое равновесие и закон действующих масс. Константы равновесия и их значение в анализе.	19	1	8		10		Т, К
Тема 1.3.	Гетерогенное равновесие и закон действующих масс в химическом анализе. Произведение растворимости, растворимость.	16	2	4		10		Т, К

№ п/п	Наименование разделов, тем	Объем дисциплины, час.					Форма текущего контроля успеваемости*, промежуточной аттестации	
		Всего	Контактная работа обучающихся с преподавателем по видам учебных занятий			СР	Контроль	
			Л	ЛЗ	ПЗ			
	Условия образования и растворения осадков. Дробное осаждение.							
Тема 1.4.	Равновесие и закон действующих масс в растворах протолитов применительно к химическому анализу. Константы кислотности и основности. Автопротолиз воды. Буферные растворы. Амфолиты.	20	2	8		10		Т, К
Тема 1.5.	Равновесие и закон действующих масс в растворах комплексных соединений в химическом анализе.	14	2	4		8		Т, К
Тема 1.6.	Окислительно-восстановительное равновесие и закон действующих масс в химическом анализе.	20	2	8		10		Т, К
Тема 1.7.	Анализ смеси веществ неизвестного состава	18	2	6		10		К
Тема 1.8.	Качественный анализ органических веществ. Элементный анализ. Структурный анализ. Использование органических реагентов в химическом анализе	6	2	2		2		К
Раздел 2	Количественный химический анализ	115	23	44		48		Т, К
Тема 2.1.	Гравиметрический анализ	10	2	4		4		Т, К

№ п/п	Наименование разделов, тем	Объем дисциплины, час.					Форма текущего контроля успеваемости*, промежуточной аттестации	
		Всего	Контактная работа обучающихся с преподавателем по видам учебных занятий			СР	Контроль	
			Л	ЛЗ	ПЗ			
Тема 2.2.	Титrimетрический анализ. Основные понятия. Титрованные растворы.	16	4	4		8		Т, К
Тема 2.3.	Методы кислотно-основного титрования (нейтрализации). Титрование в водных и неводных средах.	26	4	12		10		Т, К
<i>Всего часов за 3 семестр</i>		<b>180</b>	<b>24</b>	<b>64</b>		<b>92</b>		
<b>Семестр №4</b>								
Тема 2.4.	Общая характеристика методов окислительно-восстановительного титрования	4	1	1		2		Т, К
Тема 2.5.	Перманганатометрия	8	1	3		4		Т, К
Тема 2.6.	Йодометрия	9	2	3		4		Т, К
Тема 2.7.	Бромато- и бромометрия	10	2	4		4		Т, К
Тема 2.8.	Нитритометрия	7	1	4		2		Т, К
Тема 2.9.	Цериметрия. Дихроматометрия	5	1	2		2		Т, К
Тема 2.10.	Комплексиметрия. Комплексонометрическое титрование	9	2	3		4		Т, К
Тема 2.11.	Методы осадительного титрования. Аргентометрия. Тиоцианатометрия	9	3	4		4		Т, К
Раздел 3	Инструментальные (физико-химические) методы анализа	81	15	40		26		Т, КР
Тема 3.1.	Инструментальные методы анализа. Классификация. Общая характеристика	3	1	1				Т
Тема 3.2.	Оптические методы	22	2	16		4		Т, КР

№ п/п	Наименование разделов, тем	Объем дисциплины, час.					Форма текущего контроля успеваемости*, промежуточной аттестации	
		Всего	Контактная работа обучающихся с преподавателем по видам учебных занятий			СР	Контроль	
			Л	ЛЗ	ПЗ			
	анализа. Классификация. Теоретические основы спектральных методов анализа. Фотометрия.							
Тема 3.3.	Люминесцентный анализ. Рефрактометрия	7	2	3		2		Т, КР
Тема 3.4.	Электрохимические методы анализа. Потенциометрия	9	2	4		3		Т, КР
Тема 3.5.	Полярография.	5	1	2		2		Т, КР
Тема 3.6.	Амперометрическое титрование	5	1	2		2		Т, КР
Тема 3.7.	Кулонометрия	7	2	2		3		Т, КР
Тема 3.8.	Хроматографические методы анализа. Ионообменная хроматография.	8	1	4		3		Т, КР
Тема 3.9.	Хроматографические методы анализа: бумажная и тонкослойная хроматография	8	1	4		3		Т, КР
Тема 3.10.	Хроматографические методы анализа: газовая, жидкостная, газо-жидкостная	7	2	2		3		Т, КР
Промежуточная аттестация						36		Экзамен
<i>Всего часов за 4 семестр</i>		180	28	64		52	36	
<b>Всего:</b>		<b>360</b>	<b>52</b>	<b>128</b>		<b>144</b>	<b>36</b>	

*Примечание:*

\* Т - тестирование, КР – контрольная работа, К – коллоквиум.

### 3.2. Содержание дисциплины.

Раздел 1. Теоретические основы химического анализа. Качественный химический анализ. Тема 1.1. Основные понятия химического анализа. Классификации катионов и анионов. Анализ неорганических соединений. Постановка целей и задач аналитической химии: получение опытным путем данных о химическом составе вещества любыми методами: физическими, химическими, физико-химическими методами. Тема 1.2. Теория растворов, химическое равновесие и закон действующих масс. Константы равновесия и их значение в анализе. В рамках данной темы

обучающиеся знакомятся с озаглавленными законами, проводят взаимосвязь озаглавленных понятий с основными принципами анализа. Тема 1.3. Гетерогенное равновесие и закон действующих масс в химическом анализе. Произведение растворимости, растворимость. Условия образования и растворения осадков. Дробное осаждение. В рамках данной темы обучающиеся знакомятся с законом действующих масс применительно к гетерогенным равновесиям, проводят взаимосвязь озаглавленных понятий с основными принципами анализа. Тема 1.4. Равновесие и закон действующих масс в растворах протолитов применительно к химическому анализу. Константы кислотности и основности. Автопротолиз воды. Буферные растворы. Амфолиты. В рамках данной темы обучающиеся знакомятся с озаглавленными понятиями, проводят взаимосвязь их с основными принципами анализа. Тема 1.5. Равновесие и закон действующих масс в растворах комплексных соединений в химическом анализе. В рамках данной темы обучающиеся знакомятся с озаглавленными понятиями, проводят взаимосвязь их с основными принципами анализа. Тема 1.6. Окислительно-восстановительное равновесие и закон действующих масс в химическом анализе. В рамках данной темы обучающиеся знакомятся с озаглавленными понятиями, проводят взаимосвязь их с основными принципами анализа. Тема 1.7. Анализ смеси веществ неизвестного состава. В рамках данной темы обучающиеся знакомятся анализом смеси веществ неизвестного состава: предварительный анализ, анализ катионов и анализ анионов, проводя взаимосвязь с основными принципами анализа. Тема 1.8. Качественный анализ органических веществ. Элементный анализ. Структурный анализ. Использование органических реагентов в химическом анализе. В рамках данной темы обучающиеся знакомятся с озаглавленными понятиями, проводят взаимосвязь их с основными принципами анализа органических соединений.

Раздел 2. Количественный химический анализ. Тема 2.1. Гравиметрический анализ. Знакомство с принципами и способами гравиметрического анализа и основными направлениями, использования его в анализе. Тема 2.2. Титриметрический анализ. Основные понятия. Титрованные растворы. Знакомство с принципами и способами титриметрического анализа и основными направлениями, использования его в анализе. Основные используемые законы. Тема 2.3. Методы кислотно-основного титрования (нейтрализации). Титрование в водных и неводных средах. Изучение методов кислотно-основного титрования: титранты, их способы приготовления, варианты, способы титрования, индикаторы. Круг определяемых веществ. Тема 2.4. Общая характеристика методов окислительно-восстановительного титрования. Знакомство с классификацией методов, титрантами методов, индикацией конечной точки титрования. Тема 2.5. Перманганатометрия. Изучение метода перманганического титрования, титранты метода, их приготовление, стандартные вещества, индикация конечной точки титрования. Варианты титрования. Круг определяемых веществ. Тема 2.6. Йодометрия. Изучение методов йодометрии, титранты метода, их приготовление, стандартные вещества, индикация конечной точки титрования. Варианты титрования. Круг определяемых веществ. Тема 2.7. Бромато- и бромометрия. Изучение методов, титранты, их приготовление, индикация конечной точки титрования. Варианты титрования. Круг определяемых веществ. Тема 2.8. Нитритометрия. Изучение метода, способ приготовления титранта. Стандартные вещества. Варианты титрования. Индикация конечной точки титрования. Условия титрования. Круг определяемых веществ. Тема 2.9. Цериметрия. Диоксигенометрия. Изучение методов, титранты и их приготовление, стандартные вещества, индикация конечной точки титрования. Варианты титрования. Круг определяемых веществ. Тема 2.10. Методы осадительного титрования. Аргентометрия. Тиоционатометрия. Изучение методов, титранты и их приготовление, стандартные вещества, индикация конечной точки титрования. Варианты титрования. Круг определяемых веществ. Тема 2.11. Комплексиметрия. Комплексонометрическое титрование. Изучение методов, титранты и их приготовление, стандартные вещества, индикация конечной точки титрования. Варианты титрования. Круг определяемых веществ.

Раздел 3. Инструментальные (физико-химические) методы анализа. Тема 3.1. Инструментальные методы анализа. Классификация. Общая характеристика. Знакомство с основными принципами, законами, классификацией инструментальных методов анализа и способами определения концентрации веществ. Тема 3.2. Оптические методы анализа. Классификация. Теоретические основы спектральных методов анализа. Фотометрия. Знакомство с

основными принципами, законами и классификацией оптических методов анализа. Фотометрия. Закон Бугера-Ламберта-Бера. Молярный и удельный коэффициенты светопоглощения. Электронные спектры. Способы определения концентрации веществ. Тема 3.3. Люминесцентный анализ. Рефрактометрия. Изучение люминисцентного анализа и рефрактометрии: законы методов, способы определения концентрации веществ, достоинства и недостатки методов. Тема 3.4. Электрохимические методы анализа. Потенциометрия. Знакомство с основными принципами, законами и классификацией электрохимических методов анализа. Изучение методов потенциометрии: вариантов, способов, использования в анализе. Тема 3.5. Полярография. Изучение методов полярографии: вариантов, способов, использования в анализе. Тема 3.6. Амперометрическое титрование. Изучение метода: обоснование, вольтамперметрические кривые, поляограммы. Качественный и количественный полярографический анализ. Тема 3.7. Кулонометрия. Изучение методов кулонометрии: вариантов, способов, использования в анализе. Тема 3.8. Хроматографические методы анализа. Ионообменная хроматография. Знакомство с основными принципами, законами и классификацией хроматографических методов анализа. Сущность и применение в анализе ионообменной хроматографии. Тема 3.9. Хроматографические методы анализа: бумажная и тонкослойная хроматография. Изучение методов бумажной и тонкослойной хроматографии: вариантов, способов, использования в анализе. Тема 3.10. Хроматографические методы анализа: газовая, жидкостная, газо-жидкостная. Изучение методов газовой, жидкостной, газо-жидкостной хроматографии: вариантов, способов, использования в анализе.

#### **4. Фонд оценочных средств по дисциплине**

4.1. Формы и материалы текущего контроля.

4.1.1. В ходе реализации дисциплины используются следующие формы текущего контроля успеваемости обучающихся: тестирование, контрольная работа, коллоквиум.

4.1.2. Материалы текущего контроля успеваемости.

Примеры текущего контроля:

**Тестирование:** (темы 1.1 - 1.6. «Основные понятия химического анализа. Классификации катионов и анионов. Анализ неорганических соединений. Теория растворов, химическое равновесие и закон действующих масс. Гетерогенное равновесие и закон действующих масс в химическом анализе. Равновесие и закон действующих масс в растворах протолитов применительно к химическому анализу. Равновесие и закон действующих масс в растворах комплексных соединений в химическом анализе. Окислительно-восстановительное равновесие и закон действующих масс в химическом анализе»).

#### **Билет**

<b>№ п/п</b>	<b>Задание</b>	<b>Индикатор</b>
1	Сульфит-ионы и сульфат-ионы различают с помощью: а. нитата серебра (+ HNO <sub>3</sub> ) б. хлорида бария с. хлорида кальция <b>д. раствора йода</b>	ИДОПК-1.2
2	Групповым реагентом катионов II аналитической группы является: а. гидроксид натрия б. гидроксид аммония <b>с. хлороводородная кислота</b> д. серная кислота	ИДОПК-1.2
3	Буферным действием обладает раствор: а. NH <sub>4</sub> Cl + HCl б. CH <sub>3</sub> COONa + NaOH	ИДОПК-1.2

	c. $\text{CH}_3\text{COOH} + \text{CH}_3\text{COONa}$ d. $\text{CH}_3\text{COOH} + \text{CH}_3\text{COONH}_4$	
и т.д.		

**Тестирование:** Количественный химический анализ (темы 2.5 - 2.8. «Перманганатометрия. Иодометрия. Бромато- и бромометрия. Нитритометрия. Цериметрия. Дихроматометрия»).

### Билет

№ п/п	Задание	Индикатор
1	Основное уравнение перманганатометрии: a. $\text{MnO}_4^- + \bar{e} \leftrightarrow \text{MnO}_4^{2-}$ <b>b. <math>\text{MnO}_4^- + 8\text{H}^+ + 5\bar{e} \leftrightarrow \text{Mn}^{2+} + 4\text{H}_2\text{O}</math></b> c. $\text{MnO}_4^- + 4\text{H}^+ + 3\bar{e} \leftrightarrow \text{MnO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$ d. $\text{Mn}^{2+} + 2\bar{e} \leftrightarrow \text{Mn}^0$	ИДОПК-1.2
2	Титрование титрантом нескольких точных навесок определяемого вещества – это способ ..... навесок.  <b>Правильный ответ - отдельных</b>	ИДОПК-1.2
3	В качестве индикатора в иодометрии применяют: a. фенолфталеин b. дифениламин <b>c. крахмал</b> d. метилоранж	ИДОПК-1.2
и т.д.		

**Контрольная работа.** Расчетные задачи: Инструментальные (физико-химические) методы анализа (тема 3.2-3.10. «Оптические методы анализа. Классификация. Теоретические основы спектральных методов анализа. Фотометрия. Рефрактометрия. Потенциометрия. Полярография. Амперометрическое титрование. Кулонометрия. Ионообменная хроматография. Бумажная и тонкослойная газовая, жидкостная, газо-жидкостная хроматография»)

### Билет 1

Навеску дихромата натрия массой 0,0280 г растворили в мерной колбе объёмом 100,00 см<sup>3</sup>. Оптическая плотность полученного раствора при  $\lambda=430$  нм и толщине слоя 1 см равна 0,715. Вычислить молярный и удельный коэффициенты светопоглощения.

Решение.

В основе решения задачи лежит закон Бугера-Ламберта-Бера:  $A=k \cdot C \cdot \ell$ , где  $k = E$  или  $\epsilon$ ,  $C=C (\%)$  или  $C_m$ .

$$E=A/C (\%); \quad \epsilon=A/C_m$$

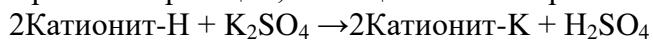
**Ответ:**  $25,53 \text{ г}^{-1} \cdot \text{дм}^3 \cdot \text{см}^{-1}$        $751,1 \text{ моль}^{-1} \cdot \text{дм}^3 \cdot \text{см}^{-1}$

### Билет 2

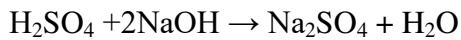
Через колонку, заполненную катионитом в H<sup>+</sup>-форме, пропустили раствор сульфата калия. На титрование элюата затратили 6,50 см<sup>3</sup> 0,0100 моль/дм<sup>3</sup> раствора гидроксида натрия. Рассчитать содержание (г) сульфата калия в растворе.

Решение.

Уравнения реакций, лежащих в основе расчетов:



$$f_9 = 1/2$$



$$Q = T_{\text{NaOH}} / K_{\text{SO}_4} \cdot V$$

**Ответ:** 0,0056 г

### Коллоквиум (темы 1.2 - 1.6 «Качественный анализ»).

#### Билет 1

1. Окислительно-восстановительные реакции и направление их протекания. ЭДС реакции в стандартных условиях. Стандартный и реальный редокс-потенциалы. Уравнение Нернста.

2. Общая характеристика анионов II группы. Уравнения реакций с групповым реагентом. Типы аналитических реакций, применяемые для обнаружения этих анионов (примеры). Обнаружение оксалат- и фосфат-ионов, аналитические сигналы и способы выполнения реакций.

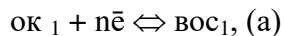
3. Рассчитать водородный и гидроксидный показатели 0,2 моль/дм<sup>3</sup> растворе аммиака ( $K_b = 1,75 \cdot 10^{-5}$ ).

**Ответ:**

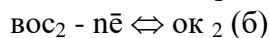
1. Окислительно-восстановительные реакции – это реакции, протекающие с изменением степени окисления реагирующих частиц (ионов, атомов, молекул), что связано с переносом электронов между ними. В общем виде ОВР можно записать:



Процесс присоединения электронов называют восстановлением



Процесс отдачи электронов – процесс окисления



Пары  $\text{ок}_1/\text{вос}_1$  и  $\text{ок}_2/\text{вос}_2$  – называются сопряженными или окислительно–восстановительными парами.

Направление протекания ОВР определяется электродвижущей силой реакции (ЭДС или  $\Delta E$ ). Электродвижущая сила реакции в стандартных условиях определяется как разность стандартных окислительно–восстановительных потенциалов окислителя и восстановителя:

$$\text{ЭДС} = \Delta E = E_{\text{ок}}^0 - E_{\text{вос}}^0$$

Стандартным окислительно–восстановительным потенциалом пары называют потенциал, измеренный по отношению к нормальному водородному электроду в стандартных условиях ( $P = 1,013$  кПа,  $t = 25^\circ\text{C}$ ) при активностях окисленной и восстановленной форм равных 1 моль/дм<sup>3</sup>. Потенциал водородного электрода при любой температуре, при  $P_{\text{H}_2} = 1,013$  кПа (1 атм.) и  $a_{\text{H}^+} = 1$  моль/дм<sup>3</sup> принят равным нулю.

Для условий, отличных от стандартных, равновесный потенциал окислительно–восстановительной пары рассчитывают по уравнению Нернста, которое выражает зависимость потенциала от природы редокс–пары, температуры, активности окисленной и восстановленной форм и pH среды.

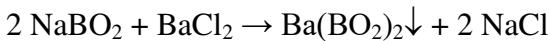
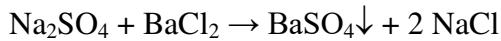
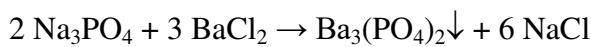
Для приближенных расчетов при  $25^\circ\text{C}$  уравнение Нернста имеет вид:

$$E_x = E^0 + \frac{0,059}{n} \cdot \lg \frac{[\text{окисл.}]^x \cdot [\text{H}^+]^z}{[\text{восст.}]^y}$$

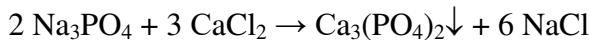
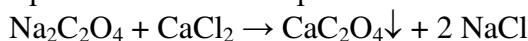
2. Вторая группа анионов объединяет анионы, образующие малорастворимые соединения с солями кальция и бария:  $\text{PO}_4^{3-}$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{C}_2\text{O}_4^{2-}$ ,  $\text{BO}_2^-$ ,  $\text{BO}_3^{3-}$ ,  $\text{B}_4\text{O}_7^{2-}$ .

Оксалат-ион является восстановителем, остальные анионы не участвуют в окислительно–восстановительных реакциях.

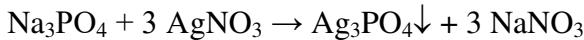
Фосфат-, сульфат- и борат-анионы образуют малорастворимые бариевые соли белого цвета,



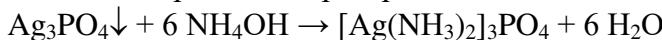
Оксалат- и фосфат-анионы образуют малорастворимые кальциевые соли белого цвета, растворимые в разбавленных минеральных кислотах.



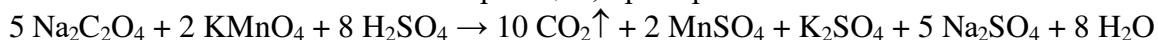
Для обнаружения этих анионов используют осадительные реакции, пример:



реакции комплексообразования, пример:

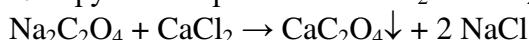


окислительно-восстановительные реакции, пример:



Реакции обнаружения оксалат-ионов:

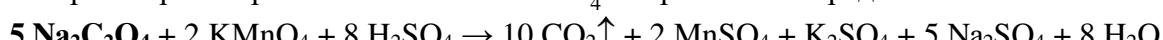
1. С групповым реагентом  $\text{BaCl}_2 + \text{CaCl}_2$



Аналитический сигнал: белый кристаллический осадок, растворимый в разбавленных минеральных кислотах, но не растворимый в  $\text{CH}_3\text{COOH}$ .

Способ выполнения реакции: пробирочный

2. С раствором перманганата калия  $\text{KMnO}_4$  в сернокислой среде.

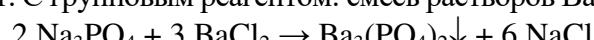


Аналитический сигнал: обесцвечивание раствора  $\text{KMnO}_4$

Способ выполнения реакции: пробирочный

Реакции обнаружения фосфат-ионов:

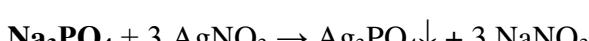
1. С групповым реагентом: смесь растворов  $\text{BaCl}_2 + \text{CaCl}_2$



Аналитический сигнал: белый кристаллический осадок, растворимый в разбавленных минеральных кислотах.

Способ выполнения реакции: пробирочный

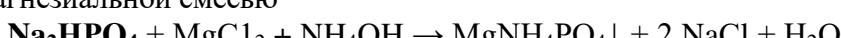
2. С нитратом серебра



Аналитический сигнал: жёлтый осадок, растворимый в разбавленной азотной кислоте и растворе аммиака.

Способ выполнения реакции: пробирочный

3. С магнезиальной смесью



Аналитический сигнал: белый кристаллический осадок, растворимый в разбавленных минеральных кислотах и уксусной кислоте.

Способ выполнения реакции: пробирочный или микрокристаллоскопический

3. Решение:



$$[\text{OH}^-] = \sqrt{\text{K}_\text{B}} \times \text{C}_{\text{осн.}}$$

$$\text{pOH} = -\lg [\text{OH}^-]$$

$$\text{pH} = 14 - \text{pOH}$$

Ответ: 2,728, 11,272

1. Гетерогенное равновесие в растворах электролитов. Произведение растворимости (концентрационное и термодинамическое). Молярная и массовая растворимости (расчетные формулы).

2. Общая характеристика катионов VI группы. Уравнения реакций с групповым реагентом. Типы аналитических реакций, применяемые для обнаружения этих катионов (примеры). Обнаружение катионов меди(II) и Co(II), аналитические сигналы и способы выполнения.

3. Рассчитать концентрацию гидроксид-ионов и ионов водорода в растворе гидроксида натрия, если водородный показатель раствора равен 11.

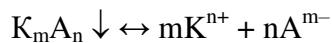
**Ответ:**

Ионные равновесия, связанные с образованием и растворением осадков, являются обратимыми, подчиняются закону действующих масс и характеризуются константой равновесия, называемой термодинамическим произведением растворимости ( $\Pi P^T$ ).

Термодинамическое произведение растворимости – постоянная величина при стандартных условиях ( $T = 298 \text{ K}$ ,  $p = 1 \text{ атм.}$ ), равная произведению активностей ионов в насыщенном растворе малорастворимого электролита с учетом стехиометрических коэффициентов в уравнении химического равновесия.

В отсутствие посторонних ионов концентрации незначительно отличаются от активностей ионов вследствие малой ионной силы раствора и коэффициентов активности близких к 1. На этом основании для приближенных расчётов вместо активностей ионов можно использовать их молярные концентрации.

Для некоторой малорастворимой соли состава  $K_m A_n$  можно записать:



$$\Pi P^T = (a_K^{n+})^m \cdot (a_A^{m-})^n \text{ или для приближенных расчётов: } \Pi P^C = [K^{n+}]^m \cdot [A^{m-}]^n$$

Растворимостью данного вещества называется концентрация его насыщенного раствора при постоянной температуре. Различают молярную растворимость  $S$  (моль/дм<sup>3</sup>) и массовую растворимость  $P$  (г/дм<sup>3</sup> или г/100 см<sup>3</sup>). Для электролита состава  $K_m A_n$  молярную растворимость рассчитывается по общей формуле:

$$S = \sqrt[m+n]{\frac{\Pi P}{m^m \cdot n^n}} ;$$

Массовую растворимость рассчитывается по формуле:

$$P = S \cdot M$$

О возможности образования и растворения осадка судят по величине произведения молярных концентраций ионов (ПИ), сравнивая его с ПР..

Условие выпадения осадка: ПИ > ПР

Если ПИ < ПР и ПИ = ПР - осадок не образуется

Условие растворения осадка: ПИ < ПР

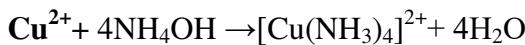
2. Шестая (аммиакатная) аналитическая группа катионов включает следующие катионы:  $Cu^{2+}$ ,  $Co^{2+}$ ,  $Ni^{2+}$ ,  $Cd^{2+}$ ,  $Hg^{2+}$ .

Все ионы шестой аналитической группы являются простыми катионами d-элементов, которые расположены в периодической таблице Д.И. Менделеева в побочных подгруппах I (Cu), II (Cd, Hg), VIII (Co, Ni) групп.

Гидроксиды катионов этой группы не растворимы в воде, щелочах, но растворимы в избытке концентрированного раствора аммиака.

Способы проведения аналитических реакций катионов этой группы: пробирочный, экстракционный, хроматографический, микрокристаллоскопический.

Пример реакции  $Mg^{2+}$  групповым реагентом:



Для обнаружения катионов этой группы используются реакции комплексообразования, ОВР, осаждения.

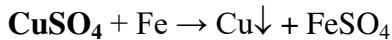
Реакции обнаружения ионов меди (II):



Аналитический сигнал: интенсивно синий раствор аммиачного комплекса меди(II).

Способ выполнения: пробирочный.

2. Реакция выделения меди на железной пластинке. На пластинке образуется.



Аналитический сигнал: красноватое пятно меди

Способ выполнения: на железной пластинке

3. С гексацианоферратом(II) калия



Аналитический сигнал: красно-бурый осадок

Способ выполнения: пробирочный

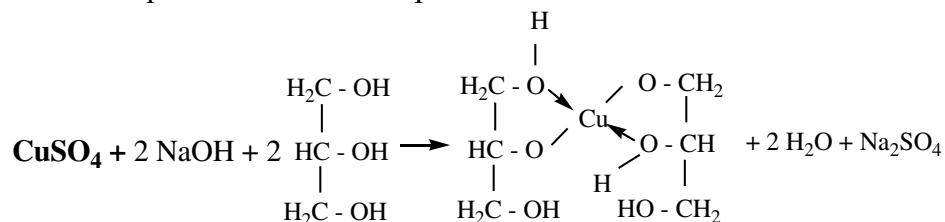
4. С иодидом калия **KI** осадка иодида меди(I) цвета «слоновой кости», одновременно выделившийся свободный иод окрашивает раствор в буро-коричневый цвет.



Аналитический сигнал: осадок цвета «слоновой кости»

Способ выполнения: пробирочный

6. С глицерином в основной среде

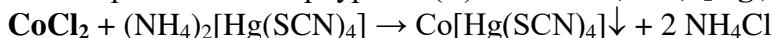


Аналитический сигнал: интенсивно-синий раствор

Способ выполнения: пробирочный

Реакции обнаружения иона кобальта(II):

1. С тетратриоцианомеркуратом(II) аммония **(NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>[Hg(SCN)<sub>4</sub>]**



Аналитический сигнал: кристаллы ярко-синего цвета в форме дендритов, вытянутых треугольников и крестов

Способ выполнения: МКС

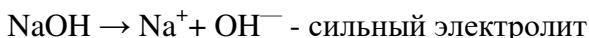
2. С тиоцианатом аммония **NH<sub>4</sub>SCN**



Аналитический сигнал: органический слой ярко-синего цвета

Способ выполнения: экстракционный

3. Решение:



$$[\text{H}^+] = 10^{-\text{pH}}$$

$$[\text{OH}^-] = \text{K}_w / [\text{H}^+]$$

Ответ: 10<sup>-11</sup> моль/дм<sup>3</sup>, 10<sup>-3</sup> моль/дм<sup>3</sup>

**Коллоквиум** (темы 2.2 - 2.11 «Титриметрические методы анализа»).

## Билет 1

1. Аргентометрия, обоснование и основное уравнение метода.

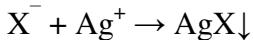
Классификация по характеру применяемых индикаторов.

2. Способы приготовления титрантов. Приготовление раствора перманганата калия.

3. Рассчитайте массовую долю (%) сульфата магния в растворе, если на титрование 10,00 см<sup>3</sup> этого раствора израсходовано 9,00 см<sup>3</sup> 0,1 моль/дм<sup>3</sup> раствора трилона Б с K<sub>п</sub> = 1,0200.

**Ответ:**

1. Метод основан на образовании малорастворимых солей серебра. Основное уравнение метода:



Методы: Гей\_Люссака (безындикаторный), Мора (индикатор хромат калия), Фаянса\_Ходакова (адсорбционные индикаторы), Фольгарда (индикатор железоаммониевые квасцы), Кольтгоффа (индикатор йодкрахмальный комплекс)

2. Три способа приготовления титрантов: по точной навеске (из первичных стандартов), по приблизительной навеске (из вторичных стандартов), из фиксанала.

Титрованный раствор перманганата калия готовится по приблизительной навеске. Этапы приготовления:

1. расчет теоретической навески вещества для приготовления раствора необходимой концентрации и объема по формуле: a=T×V;

2. взятие навески на технохимических весах с точностью до сотых грамма;

3. перенос навески в заранее откалибранный сосуд темного стекла и растворение в дистиллированной воде. Довести до метки, перемешать и оставить в темном прохладном месте на 7-10 суток;

4. раствор отфильтровать через стеклянный фильтр;

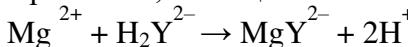
5. провести стандартизацию по стандартным веществам (щавелевой кислоте, оксалату натрия, оксиду мышьяка (III), соли Мора) способом отдельных навесок или пипетирования;

6. рассчитать коэффициент поправки по формулам:

$$K_{\pi} = \frac{a_{CT.B-BA}^{TP}}{T_{TP/CT.B-BV}} \cdot V_{TP}; \quad K_{\pi} = \frac{V_{CT} \cdot K_{CT}}{V_{TP}}$$

3. Решение.

Уравнение, лежащее в основе расчетов:



f<sub>o</sub>=1, прямое титрование.

$$Q = T_{Na_2H_2Y/MgSO_4} \cdot V \cdot K_{\pi}$$

Способ отдельных навесок.

$$\omega (\%) = Q/a$$

Ответ: 0,11%

## Билет 2

1. Классификация титrimетрических методов по типу реакций, лежащих в основе метода, по варианту титрования. Примеры.

2. Определение массовой доли уксусной кислоты в растворе, обоснование, вариант титрования, индикация, расчетные формулы.

3. Рассчитать коэффициент поправки раствора бромата калия, если для приготовления 3,00 дм<sup>3</sup> раствора его с молярной концентрацией эквивалента 0,0250 моль/дм<sup>3</sup> взята навеска 2,5000 г.

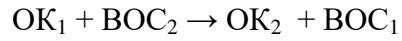
**Ответ:**

1. По типу реакций:

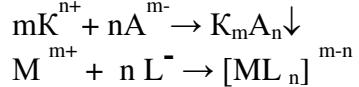
Кислотно-основное титрование  
(протолитометрия)



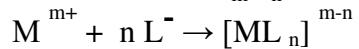
Окислительно-восстановительное  
титрование (редоксметрия)



Осадительное титрование (седиметрия)



Комплексиметрическое титрование  
(комплексиметрия)



По варианту титрования:

Прямое титрование

Непосредственное титрование

Обратное титрование (по  
остатку)

анализируемого вещества титрованным раствором  
Взаимодействие анализируемого вещества  
с избытком титранта, непрореагировавшую часть  
которого титруют вторым титрованным  
раствором

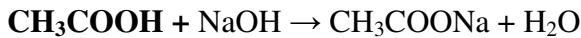
Заместительное титрование  
(по заместителю)

Взаимодействие анализируемого вещества  
со вспомогательным реагентом, в результате  
которого выделяется эквивалентное количество  
продукта (заместителя) реакции, который титруют  
титрованным раствором

Реверсивное титрование

Титрование известного объёма титранта  
раствором анализируемого вещества

2. Уравнение реакции, лежащее в основе определения:



М CH<sub>3</sub>COOH = 60,00 г/моль, фактор эквивалентности равен 1.

Вариант титрования: прямое титрование

Индикатор: фенолфталеин, титровать от бесцветного до бледно-розового, устойчивого 30 сек

Способ титрования: отдельные навески.

Формула расчета массовой доли в %:

$$\omega\%_{(X)} = \frac{T_{TP/X}^{meop} \cdot K_{II} \cdot V_{TP} \cdot 100}{a_X^{np}}$$

3. Решение.

Основное уравнение броматометрии: BrO<sub>3</sub><sup>-</sup> + 6H<sup>+</sup> + 6e  $\leftrightarrow$  Br<sup>-</sup> + 3H<sub>2</sub>O

f<sub>o</sub> = 1/6

K<sub>II</sub> = C<sub>пр</sub>/C<sub>теор</sub>. C<sub>пр</sub> = a/M<sub>o</sub> · V

Ответ: 1,1977

#### 4.1.3. Шкала оценивания для текущего контроля.

Тестирование - дифференцированная оценка:

90 - 100 % баллов – оценка «отлично»,

75 - 89 % баллов – оценка «хорошо»,

51- 74 % баллов – оценка «удовлетворительно»,

0 – 50 % баллов – оценка «неудовлетворительно».

Контрольная работа - дифференцированная оценка:

- оценка «отлично» – выставляется обучающемуся, правильно решившему задачу, написавшему уравнение реакции, если это необходимо для решения задачи, указавшему все единицы измерения различных величин и не сделавшему математической ошибки в вычислениях.
- оценка «хорошо» – выставляется обучающемуся, если он допустил незначительные ошибки (не проставлены коэффициенты в уравнении реакции, не везде указал единицы измерения).
- оценка «удовлетворительно» – выставляется обучающемуся, если он решил задачу, но не проставил коэффициенты в уравнении реакции, не указал в ряде случаев единицы измерения, сделал математическую ошибку в вычислениях.
- оценка «неудовлетворительно» – выставляется обучающемуся, если он не решил задачу.

Коллоквиум - дифференцированная оценка:

- оценка «отлично» – выставляется обучающему всесторонние, систематизированные, глубокие знания вопросов коллоквиума и умение уверенно применять их на практике при решении конкретных задач, свободное и правильное обоснование принятых решений;

- оценка «хорошо» – выставляется обучающемуся, если он твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, умеет применять полученные знания на практике, но допускает в ответе или в решении задач некоторые неточности, которые может устранить с помощью дополнительных вопросов преподавателя.

- оценка «удовлетворительно» – выставляется обучающему фрагментарный, разрозненный характер знаний, недостаточно правильные формулировки базовых понятий, нарушения логической последовательности в изложении программного материала, но при этом он владеет основными понятиями выносимых на коллоквиум тем, необходимыми для дальнейшего обучения и может применять полученные знания по образцу в стандартной ситуации.

- оценка «неудовлетворительно» – выставляется обучающемуся, который не знает большей части основного содержания выносимых на коллоквиум тем, допускает грубые ошибки в формулировках основных понятий и не умеет использовать полученные знания при решении типовых практических задач.

#### 4.2. Формы и материалы промежуточной аттестации.

4.2.1. Промежуточная аттестация проводится в форме экзамена.

4.2.2. Оценочные средства для промежуточной аттестации.

Пример типового билета:

#### ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ 1

I. Проведите качественный, количественный химический и инструментальный анализ соединения

Соединение: хлорид натрия.

1. Качественный химический анализ соединения

1.1. Качественный анализ катиона соединения (назвать группу и групповой реагент катиона по кислотно-основной классификации, дать характеристику группы, написать уравнение реакции с групповым реагентом и уравнения реакций обнаружения с указанием способа выполнения, условий проведения и аналитического сигнала).

1.2. Качественный анализ аниона соединения (назвать номер группы по классификации И.П. Алимарина и Н.И. Блок, написать уравнение реакции с групповым реагентом и уравнения реакций обнаружения с указанием способа выполнения, условий проведения и аналитического сигнала. ОВР уравнивать ионно-электронным методом).

2. Количественный химический анализ соединения

Количественное определение соединения методом Мора (определение метода и его обоснование, условия и вариант титрования, написать уравнение реакции определения и индикации конечной точки титрования, фактор эквивалентности, способ титрования, формулы расчета массы и массовой доли вещества в анализируемом образце).

### 3. Количественный инструментальный анализ соединения

Количественное определение соединения методом ионообменной хроматографии (определение метода, на чем основан метод, выбор ионита, уравнение реакции, лежащей в основе хроматографирования, элюат и его титрование, индикация конечной точки титрования, формулы расчета массы и массовой доли вещества в анализируемом образце).

II. Решить задачу

Раствор серной кислоты с  $T=0,009800 \text{ г/см}^3$  объемом 15,00  $\text{см}^3$  оттитровали 12,50  $\text{см}^3$  раствора гидроксида натрия. Рассчитайте молярную концентрацию раствора гидроксида натрия.

*Ответ:*

1. Качественный химический анализ соединения

1.1. Катион натрия по кислотно-основной классификации находится в I (водорастворимой группе катионов) группе. Группового реагента нет. Большинство солей натрия и гидроксид растворимы в воде. Ион натрия не участвует в окислительно-восстановительных реакциях.

Реакции обнаружения:

1. Реакция с ацетатом диоксоуран(VI)цинка



Способ проведения реакции: МКС

Аналитический сигнал: жёлтые кристаллы тетра - и октаэдрической формы, нерастворимые в уксусной кислоте.

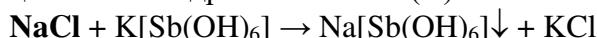
2. Окрашивание бесцветного пламени горелки в жёлтый цвет.

3. Реакция с пикриновой кислотой

Способ проведения реакции: МКС

Аналитический сигнал: жёлтые кристаллы игольчатой формы, исходящие из одной точки.

4. Реакция с гексагидрокостибатом(V) калия



Способ проведения реакции: пробирочный

Аналитический сигнал: белый кристаллический осадок, растворимый в щелочах.

1.2. Хлорид-ион по классификации И.П. Алимарина и Н.И. Блок относится к III группе анионов. С групповым реагентом разбавленным раствором нитрата серебра в среде 1 моль/дм<sup>3</sup>  $\text{HNO}_3$  образует малорастворимую в воде соль.

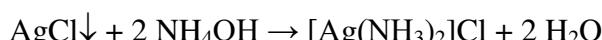
Реакции обнаружения:

1. С групповым реагентом

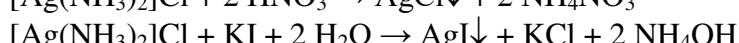
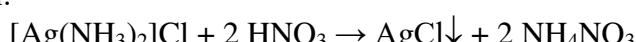


Способ проведения реакции: пробирочный

Аналитический сигнал: белый творожистый осадок, растворимый в избытке концентрированного раствора аммиака, карбоната аммония и тиосульфата натрия.



Аммиакат серебра разрушают действием раствора концентрированной азотной кислоты и йодида калия:

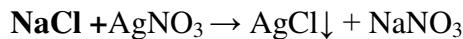


Наблюдают выпадение белого и желтого осадка.

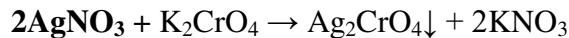
## 2. Количественный химический анализ соединения

Метод Мора позволяет определить хлорид натрия прямым вариантом титрования в присутствии осадительного индикатора  $K_2CrO_4$  в нейтральной или слабощелочной среде, так как хлорид натрия с нитратом серебра образует малорастворимое соединение.

Уравнения реакции, лежащие в основе определения:



*в конечной точке титрования:*



$$M\ NaCl = 58,44\ g/mol\ M\ AgNO_3 = 169,87\ g/mol$$

Фактор эквивалентности хлорида натрия равен 1.

Формулы расчета Q и ω (%):

$$Q = T_{TP/X}^{meop} \cdot K_{Pi_{TP}} \cdot V_{TP}^{np} ; \quad \omega = \frac{Q \cdot 100}{a_X^{nprak}} \text{ - способ отдельных навесок}$$

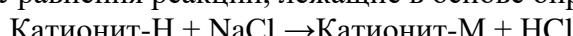
$$\omega = \frac{Q \cdot 100}{a_X^{\phiakt}} \text{ - способ пипетирования, где } a_X^{\phiakt} = \frac{a_X^{nprak} \cdot V_{nun}}{V_{M.K.}}$$

## 3. Количественный инструментальный анализ соединения

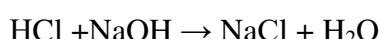
**Ионообменная хроматография** основана на обратимом стехиометрическом обмене ионов в растворах электролитов на подвижные ионы ионообменного сорбента – ионита (ионообменника).

Для проведения определения выбираем катионит в активной  $H^+$ -форме.

Уравнения реакции, лежащие в основе определения:



$$M\ NaCl = 58,44\ g/mol$$



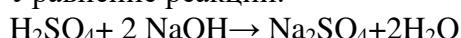
Титруют с индикатором метилоранжем от розовой окраски раствора до оранжевой.

Формулы расчета Q и ω (%):

$$Q = T_{TP/X}^{meop} \cdot K_{Pi_{TP}} \cdot V_{TP}^{np} ; \quad \omega = \frac{Q \cdot 100}{a_X^{nprak}} \text{ - способ отдельных навесок}$$

## II. Решить задачу

Уравнение реакции:



$$f_3 = 1/2$$

Задача решается на основании следствия закона эквивалентов:  $C_{\omega 1} \cdot V_1 = C_{\omega 2} \cdot V_2$

Ответ: 0,24 моль/дм<sup>3</sup>

Проведите качественный, количественный химический и инструментальный анализ соединения

Соединение: **иодид натрия.**

### **1. Качественный химический анализ соединения**

1.1. Качественный анализ катиона соединения (назвать группу и групповой реагент катиона по кислотно-основной классификации, дать характеристику группы, написать уравнение реакции с групповым реагентом и уравнения реакций обнаружения с указанием способа выполнения, условий проведения и аналитического сигнала).

1.2. Качественный анализ аниона соединения (назвать группу по классификации Н.А. Тананаева, написать уравнение реакции с групповым реагентом и уравнения реакций обнаружения с указанием способа выполнения, условий проведения и аналитического сигнала. ОВР уравнивать ионно-электронным методом).

### **2. Количественный химический анализ соединения**

Количественное определение соединения гравиметрическим методом осаждения (определение метода, на каких свойствах вещества основан метод, выбор осадителя, осаждаемая и гравиметрическая формы, написать уравнение реакции определения, гравиметрический фактор, формулы расчета массы и массовой доли вещества в анализируемом образце).

### **3. Количественный инструментальный анализ соединения**

Количественное определение соединения рефрактометрическим методом (определение метода и его обоснование, показатель преломления и его зависимость от различных факторов, рефрактометрический фактор, способы расчета концентрации вещества в анализируемом образце).

## **II. Решить задачу**

Навеску нитрита натрия массой 1,0154 г растворили в мерной колбе объёмом 200,00 см<sup>3</sup>. Рассчитать объём раствора перманганата калия с молярной концентрацией эквивалента 0,0200 моль/дм<sup>3</sup> и K<sub>п</sub>=0,9803, необходимый на полное окисление в кислой среде нитрита натрия, содержащегося в 10,00 см<sup>3</sup> полученного раствора.

**Ответ:**

### **1. Качественный химический анализ соединения**

1.1. Катион натрия по кислотно-основной классификации находится в I (водорастворимой группе катионов) группе. Группового реагента нет. Большинство солей натрия и гидроксид растворимы в воде. Ион натрия не участвует в окислительно-восстановительных реакциях.

Реакции обнаружения:

1. Реакция с ацетатом диоксоуран(VI)цинка



Способ проведения реакции: МКС

Аналитический сигнал: жёлтые кристаллы тетра - и октаэдрической формы, нерастворимые в уксусной кислоте.

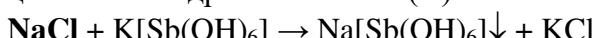
2. Окрашивание бесцветного пламени горелки в жёлтый цвет.

3. Реакция с пикриновой кислотой

Способ проведения реакции: МКС

Аналитический сигнал: жёлтые кристаллы игольчатой формы, исходящие из одной точки.

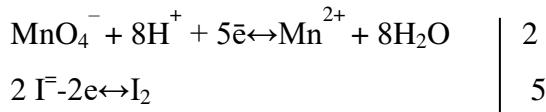
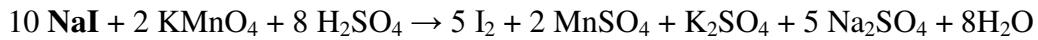
4. Реакция с гексагидроксостибатом(V) калия



Способ проведения реакции: пробирочный

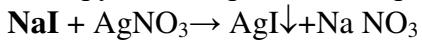
Аналитический сигнал: белый кристаллический осадок, растворимый в щелочах.

1.2. Йодид-ион по классификации по классификации Н.А. Тананаева относится к анионам восстановителям, которые обесцвечивают перманганат калия в сернокислой среде:



Реакции обнаружения:

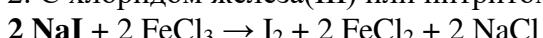
1. С групповым реагентом - раствором  $\text{AgNO}_3$



Способ проведения реакции: пробирочный

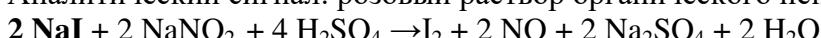
Аналитический сигнал: желтый осадок, не растворимый в концентрированном растворе аммиака.

2. С хлоридом железа(III) или нитритом натрия в кислой среде (экстракционный способ)



Способ проведения реакции: пробирочный

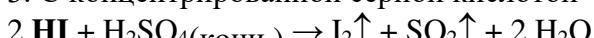
Аналитический сигнал: розовый раствор органического неполярного растворителя.



Способ проведения реакции: пробирочный

Аналитический сигнал: розовый раствор органического неполярного растворителя.

3. С концентрированной серной кислотой



Способ проведения реакции: пробирочный

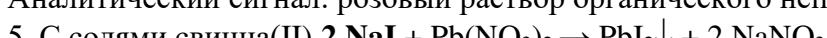
Аналитический сигнал: фиолетовые пары йода

4. С хлорамином Б (хлорной водой) с выделением молекулярного иода.



Способ проведения реакции: пробирочный

Аналитический сигнал: розовый раствор органического неполярного растворителя.



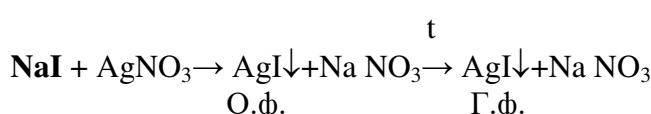
Способ проведения реакции: пробирочный

Аналитический сигнал: желтый осадок, растворимый в кислотах и щелочах.

## 2. Количествоенный химический анализ соединения

*Гравиметрический анализ* – метод количественного химического анализа, основанный на измерении массы определяемого вещества или его составных частей, выделяемых в химически чистом состоянии или в виде соответствующего соединения точно известного состава, полученного с помощью химической реакции или в результате физических или физико-химических процессов.

Йодид натрия с нитратом серебра образует малорастворимое в воде соединение, поэтому его концентрацию можно определять гравиметрически методом осаждения.



Расчеты:

$$F = M_{\text{NaI}} / M_{\text{AgI}}$$

$$\omega (\%) = F \cdot m_{\text{AgI}} / a_{\text{NaI}}$$

### 3. Количественный инструментальный анализ соединения

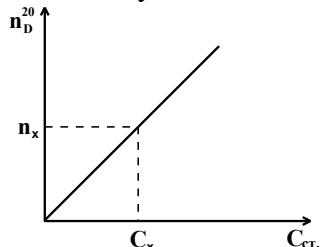
**Рефрактометрия** – оптический метод анализа, основанный на измерении показателя преломления светового луча исследуемым веществом на границе раздела двух различных оптических сред.

**Показателем преломления** называют отношение скорости распространения света в воздухе к скорости распространения света в испытуемом веществе.

Йодид натрия растворим в воде и его концентрацию в растворе можно определять рефрактометрическим методом.

Этапы анализа:

1. Приготовление стандартного раствора с определенной массовой долей.
2. Приготовление из стандартного раствора 10 эталонных растворов путем разведения.
3. Определение показателя преломления на рефрактометре для эталонных растворов и расчет среднего рефрактометрического фактора.
4. По полученным показателям преломления построение калибровочного графика.



5. Измерение показателя преломления для раствора с неизвестной концентрацией.
6. Нахождение концентрации раствора по калибровочному графику.
7. Расчетный способ концентрации раствора по формуле:

$$C_x = \frac{n_x - n_0}{F}$$

8. Нахождение концентрации раствора по рефрактометрическим таблицам.

#### II. Решить задачу



$$f_3 = \frac{1}{2}$$

Масса определяемого вещества в 10 см<sup>3</sup> раствора рассчитывается па формуле расчета  $a_\phi$ .

$$a_\phi = a \cdot V_{\text{пип}} / V_{\text{м.к.}}$$

$$a_\phi = Q$$

Из формулы расчета  $Q$  для прямого титрования рассчитывается объем перманганата калия:

$$Q = T_{\text{KMnO}_4 / \text{NaNO}_2} \cdot V \cdot K_n$$

Ответ: 75,06 см<sup>3</sup>

#### 4.2.3. Шкала оценивания.

- оценка «отлично» – выставляется обучающемуся, показавшему всесторонние, систематизированные, глубокие знания вопросов билета экзамена и умение уверенно применять их на практике при решении конкретных задач, свободное и правильное обоснование принятых решений;

- оценка «хорошо» – выставляется обучающемуся, если он твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, умеет применять полученные знания на практике, но допускает в ответе или в решении задач некоторые неточности, которые может устранить с помощью дополнительных вопросов преподавателя.

- оценка «удовлетворительно» – выставляется обучающемуся, показавшему фрагментарный, разрозненный характер знаний, недостаточно правильные формулировки базовых понятий, нарушения логической последовательности в изложении программного материала, но при этом он владеет основными понятиями выносимых на экзамен тем, необходимыми для дальнейшего обучения и может применять полученные знания по образцу в стандартной ситуации.

- оценка «неудовлетворительно» – выставляется обучающемуся, который не знает большей части основного содержания входящих в билет экзамена вопросов тем дисциплины, допускает грубые ошибки в формулировках основных понятий и не умеет использовать полученные знания при решении типовых практических задач.

4.3. Соответствие оценочных средств промежуточной аттестации по дисциплине формируемым компетенциям

Код компетенции	Код индикатора достижения компетенции	Оценочные средства промежуточной аттестации	
		Опрос по билетам	Теоретический вопрос
ОПК-1	ИДОПК-1.2.	+	Ситуационная задача

4.4. Критерии оценки сформированности компетенций в рамках промежуточной аттестации по дисциплине

Код компетенции	Код индикатора достижения компетенции	Структурные элементы оценочных средств	Критерии оценки сформированности компетенции	
			Не сформирована	Сформирована

			<ul style="list-style-type: none"> <li>- Не знает основные закономерности химических равновесий в растворах</li> <li>- Не знает теоретические основы физико-химических методов анализа</li> <li>- Не знает методы, приемы и способы выполнения химических методов анализа для установления качественного состава веществ и количественного определения БАВ, ЛРС и биологических объектов</li> <li>- Не знает методы, приемы и способы выполнения физико-химических методов анализа для установления качественного состава веществ и количественного определения БАВ, ЛРС и биологических объектов</li> <li>- Не знает основное оборудование и реактивы для проведения химических, физико-химических методов анализа</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Знает основные закономерности химических равновесий в растворах</li> <li>- Знает теоретические основы физико-химических методов анализа</li> <li>- Знает методы, приемы и способы выполнения химических методов анализа для установления качественного состава веществ и количественного определения БАВ, ЛРС и биологических объектов</li> <li>- Знает методы, приемы и способы выполнения физико-химических методов анализа для установления качественного состава веществ и количественного определения БАВ, ЛРС и биологических объектов</li> <li>- Знает основное оборудование и реактивы для проведения химических, физико-химических методов анализа</li> </ul>
ПК-1	ИДОПК-1.2.		<p>Опрос по билетам (теоретический вопрос)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Не умеет выбирать и обосновать метод и способ проведения анализа в зависимости от свойств анализируемого объекта</li> <li>- Не умеет работать на аналитическом оборудовании, используемом для</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Умеет выбрать и обосновать метод и способ проведения анализа в зависимости от свойств анализируемого объекта</li> <li>- Умеет работать на аналитическом оборудовании, используемом для качественного и</li> </ul>

		<p>качественного и количественного анализа при выполнении химических методов анализа</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Не умеет работать на аналитических приборах, используемых при выполнении физико-химических методов анализа</li> <li>- Не умеет оформить результаты анализа</li> </ul>	<p>количественного анализа при выполнении химических методов анализа</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Умеет работать на аналитических приборах, используемых при выполнении физико-химических методов анализа</li> <li>- Умеет оформить результаты анализа</li> </ul>
--	--	---	---

Компетенция считается сформированной на уровне требований к дисциплине в соответствии с образовательной программой, если по итогам применения оценочных средств промежуточной аттестации или их отдельных элементов результаты, демонстрируемые обучающимся, отвечают критерию сформированности компетенции.

Если по итогам проведенной промежуточной аттестации хотя бы одна из компетенций не сформирована на уровне требований к дисциплине в соответствии с образовательной программой (результаты обучающегося не соответствуют критерию сформированности компетенции), обучающемуся выставляется оценка "неудовлетворительно".

## 5. Методические материалы по освоению дисциплины

Полный комплект методических материалов для обучающихся на дисциплине находится на кафедре аналитической химии.

1. Сборник задач по аналитической химии /задачник для студентов, обучающихся по специальности «Фармация» // Колотова Н.В., Вихарева Е.В., Касьянов З.В., Курбатова А.А., Непогодина Е.А., Буканова Е.В., Колобова М.П., Долбилкина Э.В., Хренков А.Н. – Пермь. – 2019. – 143с.
2. Качественный химический анализ / Учебное пособие для студентов // Н.В. Колотова, М.П. Колобова, Э.В. Долбилкина; под ред. Е. В. Вихаревой.- Пермь.- 2012.- 102 с.
- 3 . Качественный анализ (химические и инструментальные методы) / Учебное пособие для студентов // Колотова Н.В., Колобова М.П., Долбилкина Э.В., Вихарева Е.В. Пермь, ПГФА. 2014. 154 с.
4. Рабочая тетрадь для лабораторных занятий по аналитической химии / Е.С. Лиманский, Е.А. Непогодина, Н.В. Колотова, А.А. Курбатова, Е.В. Вихарева, - Пермь, ПГФА.- 2025.- 140 с.

## 6. Учебная литература для обучающихся по дисциплине

### 6.1. Основная литература.

1. Кучеренко, С. В. Аналитическая химия и физико-химические методы анализа: учебное пособие / С. В. Кучеренко, В. В. Демьян, И. Ю. Жукова. — Ростов-на-Дону: Донской государственный технический университет, 2020. — 98 с. — ISBN 978-5-7890-1809-5. — Текст: электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL:

<https://www.iprbookshop.ru/118023.html> (дата обращения: 27.04.2025). — Режим доступа: для авторизир. пользователей. - DOI: <https://doi.org/10.23682/118023>

2. Бурмагина, Т. Ю. Аналитическая химия: основы химического анализа. Качественный анализ: учебное пособие / Т. Ю. Бурмагина, И. С. Полянская. — Москва: Ай Пи Ар Медиа, 2022. — 106 с. — ISBN 978-5-4497-1996-6. — Текст: электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART: [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/127845.html> (дата обращения: 27.04.2025). — Режим доступа: для авторизир. пользователей. - DOI: <https://doi.org/10.23682/127845>

#### 6.2. Дополнительная литература.

3. Ненашева, Л. В. Аналитическая химия: учебник / Л. В. Ненашева, Т. Г. Юдина. — Ростов-на-Дону: Феникс, 2022. — 301 с. — ISBN 978-5-222-38568-5. — Текст: электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART: [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/137054.html> (дата обращения: 27.04.2025). — Режим доступа: для авторизир. пользователей

## **7. Материально-техническая база, информационные технологии, программное обеспечение и информационные справочные системы**

Лабораторные занятия по качественному и количественному химическому анализу на кафедре проводятся в учебных аудиториях, в которых имеются в наличии необходимые реактивы и оборудование (химическая посуда, эксикаторы, центрифуги, сушильные шкафы, аналитические весы). Для проведения занятий по инструментальным методам анализа используются фотометры, рефрактометры, хроматографические колонки, хроматографические пластины, потенциометры. Практические занятия проводятся в виде семинаров, демонстрации экспериментов и использования наглядных пособий, решения задач, ответов на тестовые задания и написания контрольных работ. Каждый обучающийся обеспечен доступом к библиотечным фондам академии и кафедры, есть возможность работы с сайтами BookUp, Consultantplus. На лекциях и занятиях используется мультимедийный комплекс (ноутбук, проектор). Имеются наборы таблиц/мультимедийных наглядных материалов по различным разделам дисциплины. Для освоения и закрепления отдельных вопросов разработаны тестовые задания по изучаемым темам.

Образовательные технологии – коммуникативные технологии (собеседование), не имитационные технологии (лекции, тестирование).

## **АННОТАЦИЯ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **Б1.О.18 Аналитическая химия**

**Код и наименование направления подготовки, профиля:** 33.05.01 Фармация

**Квалификация (степень) выпускника:** Провизор

**Форма обучения:** Очная

**Формируемая(ые) компетенция(и):**

Дисциплина «Аналитическая химия» обеспечивает овладение следующими компетенциями:

**ОПК-1:** Способен использовать основные биологические, физико-химические, химические, математические методы для разработки, исследований и экспертизы лекарственных средств, изготовления лекарственных препаратов.

**ИДОПК-1.2.** Применяет основные физико-химические и химические методы анализа для разработки, исследований и экспертизы лекарственных средств, лекарственного растительного сырья и биологических объектов

**Объем и место дисциплины в структуре ОПОП:**

Дисциплина относится к обязательной части ОПОП, осваивается на 2 курсе (3, 4 семестры), в соответствии с учебным планом, общая трудоемкость дисциплины в зачетных единицах составляет 10 з.е. (360 акад. часов).

**Содержание дисциплины:**

Раздел 1. Теоретические основы химического анализа. Качественный химический анализ. Тема 1.1. Основные понятия химического анализа. Классификации катионов и анионов. Анализ неорганических соединений. Постановка целей и задач аналитической химии: получение опытным путем данных о химическом составе вещества любыми методами: физическими, химическими, физико-химическими методами. Тема 1.2. Теория растворов, химическое равновесие и закон действующих масс. Константы равновесия и их значение в анализе.. Тема 1.3 Гетерогенное равновесие и закон действующих масс в химическом анализе. Произведение растворимости, растворимость. Условия образования и растворения осадков. Дробное осаждение. Тема 1.4. Равновесие и закон действующих масс в растворах протолитов применительно к химическому анализу. Константы кислотности и основности. Автопротолиз воды. Буферные растворы. Амфолиты. Тема 1.5. Равновесие и закон действующих масс в растворах комплексных соединений в химическом анализе. Тема 1.6. Окислительно-восстановительное равновесие и закон действующих масс в химическом анализе. Тема 1.7. Анализ смеси веществ неизвестного состава. Тема 1.8. Качественный анализ органических веществ. Элементный анализ. Структурный анализ. Использование органических реагентов в химическом анализе.

Раздел 2. Количественный химический анализ. Тема 2.1. Гравиметрический анализ. Знакомство с принципами и способами гравиметрического анализа и основными направлениями, использования его в анализе. Тема 2.2. Титриметрический анализ. Основные понятия. Титрованные растворы. Знакомство с принципами и способами титриметрического анализа и основными направлениями, использования его в анализе. Основные используемые законы. Тема 2.3. Методы кислотно-основного титрования (нейтрализации). Титрование в водных и неводных средах. Изучение методов кислотно-основного титрования: титранты, их способы приготовления, варианты, способы титрования, индикаторы. Тема 2.4. Общая характеристика методов окислительно-восстановительного титрования. Знакомство с классификацией методов, титрантами методов, индикацией конечной точки титрования. Тема 2.5. Перманганатометрия. Изучение метода перманганического титрования, титранты метода, их приготовление, стандартные вещества, индикация конечной точки титрования. Варианты титрования. Тема 2.6. Йодометрия. Изучение методов йодометрии, титранты метода, их приготовление, стандартные вещества, индикация конечной точки титрования. Варианты титрования. Тема 2.7. Бромато- и бромометрия. Изучение методов, титранты, их приготовление, индикация конечной точки титрования. Варианты титрования. Круг определяемых веществ. Тема 2.8. Нитритометрия. Изучение метода, способ приготовления титранта. Стандартные вещества. Варианты титрования. Индикация

конечной точки титрования. Условия титрования. Тема 2.9. Цериметрия. Дихроматометрия. Изучение методов, титранты и их приготовление, стандартные вещества, индикация конечной точки титрования. Варианты титрования. Тема 2.10. Методы осадительного титрования. Аргентометрия. Тиоционатометрия. Изучение методов, титранты и их приготовление, стандартные вещества, индикация конечной точки титрования. Варианты титрования. Тема 2.11. Комплексиметрия. Комплексонометрическое титрование. Изучение методов, титранты и их приготовление, стандартные вещества, индикация конечной точки титрования. Варианты титрования.

Раздел 3. Инструментальные (физико-химические) методы анализа. Тема 3.1. Инструментальные методы анализа. Классификация. Общая характеристика. Знакомство с основными принципами, законами, классификацией инструментальных методов анализа и способами определения концентрации веществ. Тема 3.2. Оптические методы анализа. Классификация. Теоретические основы спектральных методов анализа. Фотометрия. Знакомство с основными принципами, законами и классификацией оптических методов анализа. Фотометрия. Закон Бугера-Ламберта-Бера. Молярный и удельный коэффициенты светопоглощения. Электронные спектры. Способы определения концентрации веществ. Тема 3.3. Люминесцентный анализ. Рефрактометрия. Изучение люминисцентного анализа и рефрактометрии: законы методов, способы определения концентрации веществ, достоинства и недостатки методов. Тема 3.4. Электрохимические методы анализа. Потенциометрия. Знакомство с основными принципами, законами и классификацией электрохимических методов анализа. Изучение методов потенциометрии: вариантов, способов, использования в анализе. Тема 3.5. Полярография. Изучение методов полярографии: вариантов, способов, использования в анализе. Тема 3.6. Амперометрическое титрование. Изучение метода: обоснование, вольтамперметрические кривые, поляограммы. Качественный и количественный полярографический анализ. Тема 3.7. Кулонометрия. Изучение методов кулонометрии: вариантов, способов, использования в анализе. Тема 3.8. Хроматографические методы анализа. Ионообменная хроматография. Знакомство с основными принципами, законами и классификацией хроматографических методов анализа. Сущность и применение в анализе ионообменной хроматографии. Тема 3.9. Хроматографические методы анализа: бумажная и тонкослойная хроматография. Изучение методов бумажной и тонкослойной хроматографии: вариантов, способов, использования в анализе. Тема 3.10. Хроматографические методы анализа: газовая, жидкостная, газо-жидкостная. Изучение методов газовой, жидкостной, газо-жидкостной хроматографии: вариантов, способов, использования в анализе.

**Форма промежуточной аттестации:**

Промежуточная аттестация - экзамен.