

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

**федеральное государственное автономное  
образовательное учреждение высшего образования  
«Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет  
им. Н.И. Лобачевского»**

Институт биологии и биомедицины

---

УТВЕРЖДЕНО

решением президиума Ученого совета ННГУ

протокол № 1 от 16.01.2024 г.

**Рабочая программа дисциплины**

Аналитическая химия

---

Уровень высшего образования

Специалитет

---

Направление подготовки / специальность

30.05.01 - Медицинская биохимия

---

Направленность образовательной программы

Медицинская биохимия

---

Форма обучения

очная

---

г. Нижний Новгород

2024 год начала подготовки

## 1. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина Б1.О.19 Аналитическая химия относится к обязательной части образовательной программы.

## 2. Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями и индикаторами достижения компетенций)

Формируемые компетенции (код, содержание компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), в соответствии с индикатором достижения компетенции		Наименование оценочного средства	
	Индикатор достижения компетенции (код, содержание индикатора)	Результаты обучения по дисциплине	Для текущего контроля успеваемости	Для промежуточной аттестации
ОПК-1: Способен использовать и применять фундаментальные и прикладные медицинские, естественнонаучные знания для постановки и решения стандартных и инновационных задач профессиональной деятельности	ОПК-1.1: Обладает фундаментальными и прикладными знаниями в области медицинских и естественнонаучных дисциплин ОПК-1.2: Критически рассматривает возможные варианты решения задач профессиональной деятельности ОПК-1.3: Умеет грамотно применять знания в области медицинских и естественнонаучных дисциплин для решения стандартных и инновационных задач профессиональной деятельности	ОПК-1.1: Знать место аналитической химии в системе наук; существо реакций и процессов, используемых в аналитической химии; принципы использования основных методов химического анализа (химических, физических); иметь представление об особенностях анализа различных объектов. Владеть методологическими и метрологическими основами анализа, методологией выбора методов анализа конкретного объекта и методикой его проведения  ОПК-1.2: Уметь применять навыки выполнения аналитических операций для выбора метода и проведения анализа  ОПК-1.3: Знает принципы работы аналитического оборудования, правила представления результатов анализа Умеет обработать результаты исследований, включая представление результатов анализа и критическую оценку	Опрос Тест	Экзамен: Контрольные вопросы Задачи

		полученных данных Владеет навыками представления результатов химического анализа		
ПК-13: Способность анализировать, оценивать, подбирать оптимальные технологии и оформлять отчетные материалы по результатам исследований, научно-исследовательской работы и научно-исследовательских и опытно-конструкторских разработок	ПК-13.1: Владеет знаниями в области современных технологий и правил оформления отчетных материалов ПК-13.2: Умеет анализировать, оценивать, подбирать оптимальные технологии и оформлять отчетные материалы по результатам исследований ПК-13.3: Владеет методами выбора оптимальных технологических решений для выполнения научно-исследовательской работы и научно-исследовательских и опытно-конструкторских разработок.	ПК-13.1: Знать теоретические основы качественного и количественного анализа. Уметь проводить отбор источников информации, проводить их анализ и обобщение. Владеть навыками поиска информации, её структурирования и обобщения  ПК-13.2: Уметь анализировать полученные данные, оформить результаты эксперимента в соответствии с заявленными требованиями. Владеть навыками правильного протоколирования результатов опытов. Знать основные требования к оформлению результатов эксперимента.  ПК-13.3: Знать перспективы развития методов анализа, основные области применения. Уметь выбрать оптимальный метод определения компонента в растворе. Знать основные области применения методов анализа.	Допуск к лабораторной работе Отчет по лабораторным работам	Экзамен: Контрольные вопросы Задачи

### 3. Структура и содержание дисциплины

#### 3.1 Трудоемкость дисциплины

	<b>очная</b>
<b>Общая трудоемкость, з.е.</b>	<b>4</b>
<b>Часов по учебному плану</b>	<b>144</b>
в том числе	
<b>аудиторные занятия (контактная работа):</b>	

- занятия лекционного типа	64
- занятия семинарского типа (практические занятия / лабораторные работы)	32
- КСР	2
самостоятельная работа	10
Промежуточная аттестация	36 Экзамен

### 3.2. Содержание дисциплины

(структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и виды учебных занятий)

Наименование разделов и тем дисциплины	Всего (часы)	в том числе			
		Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем), часы из них			Самостоятельная работа обучающегося, часы
		Занятия лекционного типа	Занятия семинарского типа (практические занятия/лабораторные работы), часы	Всего	
Ф	Ф	Ф	Ф	Ф	
Тема 1. Предмет, цели и задачи аналитической химии.	9	4	4	8	1
Тема 2. Состояние вещества в растворе. Ионные равновесия	7	2	4	6	1
Тема 3. Титриметрические методы.	24	18	4	22	2
Тема 4. Реакции окисления-восстановления в аналитической химии. Окислительно-восстановительное титрование.	17	12	4	16	1
Тема 5. Комплексометрия	7	2	4	6	1
Тема 6. Гетерогенные системы.	15	8	6	14	1
Тема 7. Электрохимические методы анализа.	9	6	2	8	1
Тема 8. Спектроскопические методы анализа.	9	6	2	8	1
Тема 9. Хроматографические методы анализа.	9	6	2	8	1
Аттестация	36				
КСР	2			2	
Итого	144	64	32	98	10

### Содержание разделов и тем дисциплины

Предмет, цели и задачи аналитической химии. Классификация аналитических методов. Этапы химического анализа (постановка задачи; выбор метода и схемы анализа; отбор пробы; подготовка пробы к анализу; измерение аналитического сигнала; обработка результатов измерений). Способы определения концентрации (или массы) вещества по величине аналитического сигнала. Единицы количества вещества и способы выражения концентраций. Погрешности химического анализа. Источники систематических и случайных погрешностей. Расчет случайной погрешности. Состояние вещества в растворе Ионные равновесия. Активность ионов. Теория Дебая-Хюккеля. Титриметрические методы. Приготовление стандартных растворов. Основное уравнение титриметрии. Реакции в титриметрии. Метод нейтрализации (ацидиметрия, алкалометрия). Ионное произведение воды. Равновесие  $H^+$  и  $OH^-$  в водных растворах. Показатель концентрации ионов водорода. Расчет рН

водных растворах сильных кислот и оснований. Расчет pH в водных растворах слабых одноосновных кислот и оснований. Буферные растворы. Расчет pH буферного раствора. Равновесия в растворах гидролизующихся солей. Вычисление концентрации ионов водорода, pH и степени гидролиза водных растворов гидролизующихся бинарных средних солей (соль, образованная слабым основанием и сильной кислотой; соль, образованная сильным основанием и слабой кислотой; соль, образованная слабым основанием и слабой кислотой). Индикаторы в методе нейтрализации. Изменение цвета кислотно-основного индикатора. Теории индикаторов (ионная теория индикаторов, хромофорная теория индикаторов, ионно-хромофорная теория индикаторов). Выбор и использование кислотно-основного индикатора для титрования. Расчет кривых титрования в методе нейтрализации и их использование. Кривая титрования сильной кислоты щелочью. Кривая титрования сильной щелочи кислотой. Кривая титрования слабой кислоты щелочью. Кривая титрования слабого основания кислотой. Реакции окисления-восстановления в аналитической химии. Окислительно-восстановительное титрование. Окислительно-восстановительные реакции. Уравнивание окислительно-восстановительных реакций электронно-ионным методом (методом полуреакций). Уравнение Нернста. Стандартные электродные потенциалы. Направление протекания окислительно-восстановительных реакций. Реальные или формальные потенциалы. Влияние кислотности на направление окислительно-восстановительных реакций. Глубина протекания окислительно-восстановительных реакций. Методы окислительно-восстановительного титрования. Перманганатометрия. Йодометрические методы (Йодиметрия, Йодомерия). Комплексометрия. Комплексометрическое титрование. Индикаторы в комплексометрии. Гетерогенные системы. Равновесия в насыщенных растворах труднорастворимых электролитов. Произведение растворимости. Условие образования осадка. Растворимость труднорастворимых электролитов в воде. Влияние различных факторов на растворимость труднорастворимых электролитов. Гравиметрические методы (сущность метода, требования к осаждаемой форме, требования к гравиметрической форме, применение гравиметрических методов). Электрохимические методы анализа. Классификация электрохимических методов. Потенциометрия. Индикаторные электроды. Вспомогательные электроды. Ионометрия. Потенциометрическое титрование. Кондуктометрия. Вольтамперометрия и полярография. Кулонометрия. Спектроскопические методы анализа. Классификация спектроскопических методов анализа. Молекулярная спектроскопия. Спектрофотометрия. ИК-спектроскопия (или колебательная спектроскопия). Атомная спектроскопия. Атомно-абсорбционная спектроскопия. Атомно-эмиссионная спектроскопия. Хроматографические методы. Основные термины. Сущность метода. Классификации хроматографических методов анализа. Хроматографические параметр. Качественный и количественный анализ в колоночной хроматографии. Планарная хроматография (качественный и количественный анализ). Блок схема газового хроматографа.

#### **4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся**

Самостоятельная работа обучающихся включает в себя подготовку к контрольным вопросам и заданиям для текущего контроля и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины приведенным в п. 5.

Для обеспечения самостоятельной работы обучающихся используются:

- электронный курс "-" (-).
- открытый онлайн-курс МООС "-" (-).

Иные учебно-методические материалы: Практикум по качественному и количественному анализу. Авторы: Кулешова Н.В., Абражеев Р.В., Нипрук О.В., Елипашева Е.В., Клиньшова

К.А.: Учебно-методическое пособие. – Нижний Новгород: Нижегородский госуниверситет, 2022. – 58 с.

## **5. Фонд оценочных средств для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)**

### **5.1 Типовые задания, необходимые для оценки результатов обучения при проведении текущего контроля успеваемости с указанием критериев их оценивания:**

#### **5.1.1 Типовые задания (оценочное средство - Опрос) для оценки сформированности компетенции ОПК-1:**

1. Что такое «раствор»?
2. Чем отличаются истинные и коллоидные растворы?
3. Что такое «насыщенный раствор»?
4. Чем отличаются разбавленные и концентрированные растворы?
5. Может ли разбавленный раствор быть насыщенным,
6. а концентрированный – ненасыщенным? Если да, приведите примеры.
7. Как приготовить пересыщенный раствор и в чем его особенности?
8. Как приготовить раствор желаемой концентрации вещества из твердого вещества и из концентрированного раствора?
9. Как приготовить раствор путем разбавления концентрированного раствора в желаемом объемном соотношении?
10. Что происходит при растворении в воде ионных соединений и веществ с полярными ковалентными связями?
11. В чем различие сильных и слабых электролитов?
12. Каковы основные положения теории Дебая-Хюккеля?
13. Что понимают под условными константами равновесия? Приведите примеры их использования в аналитических расчетах.
14. Какие факторы влияют на величину коэффициента активности и ионной силы раствора?
15. Какие растворы называются насыщенными, концентрированными и разбавленными?
16. Какие равновесия устанавливаются в насыщенном водном растворе труднорастворимого электролита? Запишите формулы для расчета констант, характеризующих эти равновесия и укажите связь между ними.

17. Что такое произведение растворимости? В чем отличие концентрационного и термодинамического произведений растворимости? Какая величина приводится в справочниках?
18. Что такое «условие образования осадка»? Как можно сделать вывод о возможности образования осадка, если известно значение ПР труднорастворимого электролита и исходные концентрации реагентов?
19. Что такое растворимость? В каких единицах она измеряется? В чем разница между молекулярной и ионной растворимостью? В каких случаях можно пренебречь молекулярной составляющей растворимости?
20. Как рассчитывается ионная растворимость по известному значению произведения растворимости для электролитов различного состава (бинарных, тринарных, тетранарных)? Как рассчитывается молекулярная растворимость?
21. В чем заключается влияние индифферентного электролита на растворимость труднорастворимых солей? Как выводятся формулы для расчета ионной растворимости солей в этих условиях?
22. В чем заключается влияние одноименных ионов на растворимость труднорастворимых электролитов? В чем причина этого влияния? Как выводятся формулы для расчета ионной растворимости труднорастворимого электролита в присутствии одноименных ионов?
23. В чем заключается влияние кислотности среды на растворимость труднорастворимых солей и оснований? Как выводятся формулы для расчета растворимости труднорастворимых соединений различного состава в водных растворах, учитывающие кислотность среды?
24. Что такое рН начала и полного осаждения труднорастворимых гидроксидов и как рассчитываются эти величины?
25. Как влияет комплексообразование на растворимость труднорастворимых электролитов? Как выводятся формулы для расчета растворимости труднорастворимых электролитов при наличии комплексообразования?
26. В чем заключаются особенности окислительно-восстановительных реакций различных типов? Приведите примеры.
27. Каковы основные правила составления уравнений окислительно-восстановительных реакций методом ионно-электронного баланса?
28. Как используются редокс-реакции в качественном анализе для растворения малорастворимых соединений, разделения и маскирования ионов, обнаружения ионов? Приведите примеры.
29. Что принимается за эквивалент вещества в редокс-реакциях? Как рассчитывается число эквивалентов веществ с учетом фактора эквивалентности? Приведите примеры.
30. Каково соотношение между эквивалентной и молярной концентрацией раствора? Как рассчитываются массовая доля растворенного вещества и титр раствора? Приведите примеры.
31. Что является титрантами, стандартными (исходными) веществами и индикаторами в методах перманганатометрии и йодометрии?

32. Каковы возможности и ограничения методов перманганатометрии и йодометрии?
33. Каков механизм возникновения скачка потенциала на границе раздела фаз?
34. Что называется электродным потенциалом?
35. Запишите уравнение Нернста. Каковы размерность и смысл входящих в него величин?
36. Как рассчитывается константа равновесия окислительно-восстановительных реакций? Как с ее помощью оценивается направление и глубина протекания редокс реакций?
37. В чем отличия реального электродного потенциала от стандартного?
38. Как учитывают влияние кислотности среды, образования твердой фазы и процессов комплексообразования на величину редокс потенциала?
39. Что называют кривой окислительно-восстановительного титрования? Опишите ее общий вид и охарактеризуйте положение особых точек на кривой.
40. Как рассчитывается кривая титрования? Выполните расчеты на примере титрования железа(II) перманганатом калия (дихроматом калия) и постройте кривую.
41. Как рассчитывается протяженность (величина) скачка титрования?
42. Как зависит величина скачка титрования от концентрации исходных растворов и ионов водорода, разности стандартных потенциалов окислителя и восстановителя?
43. Как применяют кривые окислительно-восстановительного титрования?
44. Что такое ионное произведение воды? Какие факторы влияют на его величину?
45. Что такое водородный и гидроксидный показатели? Как рассчитать рН в растворах сильных кислот и оснований?
46. Выведите формулы для расчёта рН в растворах одноосновных слабых кислот и оснований.
47. Что такое гидролиз, константа гидролиза в свете протолитической теории Бренстеда-Лоури?
48. Какие факторы влияют на глубину протекания реакции гидролиза? Проиллюстрируйте ответ конкретными примерами.
49. Приведите примеры использования процессов гидролиза в систематическом ходе анализа катионов.
50. Что такое буферные растворы?
51. Что такое буферная ёмкость и от чего она зависит?
52. Как объяснить буферное действие растворов кислых солей?
53. Приведите примеры использования буферных растворов в химическом анализе.

54. В чем сущность методов кислотно-основного титрования и какие их разновидности используются?
55. Что применяют в качестве титрантов и исходных веществ в этом методе? Как готовят и стандартизируют растворы титрантов?
56. Какие важнейшие способы выражения концентрации используются в методе нейтрализации?
57. В чем заключаются особенности основных способов титрования (прямое и обратное титрование, способ отдельных проб и способ пипетирования)?
58. Что такое точка эквивалентности и конечная точка титрования?
59. Как рассчитываются кривые кислотно-основного титрования сильных и слабых протолитов (одно- и многоосновных на примере соляной, угольной и фосфорной кислот) и в чем их особенности? Как используются интегральная и дифференциальная формы кривых титрования?
60. Что такое константа титрования? Какова связь предельных возможности титрования сильных и слабых кислот и оснований (а также смесей протолитов) и константы титрования?
61. Что называется основным уравнением титриметрического анализа?
62. В чем заключается влияние концентрации и силы кислот и оснований на форму кривых титрования?
63. Как рассчитывается величина скачка титрования?
64. В каких случаях возможно и как реализуется раститровывание смеси протолитов (на примере смесей соляной и уксусной кислот, щелочи и соды)?
65. Что такое кислотно-основные индикаторы? В чем основные положения ионной и хромофорной теорий кислотно-основных индикаторов?
66. Что такое интервал перехода и показатель титрования кислотно-основных индикаторов?
67. Как выбирают индикатор для титрования конкретной системы?
68. Что такое индикаторные погрешности? Какие виды индикаторных погрешностей бывают, как они рассчитываются и как их использовать?
69. Качественный химический анализ в химических и биологических исследованиях.
70. Требования к аналитическим реакциям и условия их протекания.
71. Направление аналитических реакций.
72. Классификация реакций и реагентов для качественного химического анализа.
73. Чувствительность и селективность аналитических реакций.
74. Сильные и слабые электролиты. Степень и константа диссоциации.

75. Диссоциация солей различных типов.
76. Диссоциация полиэлектролитов (на примере угольной и фосфорной кислот).
77. Диаграмма состояния слабых электролитов в растворе (на примере угольной кислоты).
78. Сильные электролиты. Ионная сила раствора.
79. Активность ионов в растворе и коэффициент активности.
80. Концентрированные и разбавленные растворы. Насыщенные и ненасыщенные растворы. Растворимость.
81. Гетерогенное равновесие. Произведение растворимости.
82. Условия образования осадков.
83. Солевой эффект в гетерогенных системах.
84. Влияние избытка одноименных ионов на растворимость осадков малорастворимых соединений.
85. Влияние pH на растворимость осадков.
86. Окислительно-восстановительные реакции в аналитической химии. Правила уравнивания.
87. Константа равновесия и направление реакций окисления-восстановления.
88. Кисотно-основное равновесие. Теория Аррениуса.
89. Протолитическая теория Бренстеда-Лоури.
90. Автопротолиз воды. Ионное произведение воды. pH водных растворов.
91. Вычисление pH растворов сильных кислот и оснований.
92. Вычисление pH растворов слабых кислот и оснований.
93. Буферные растворы. Буферная емкость.
94. Вычисление pH буферных растворов. Уравнение Гендерсона.
95. Гидролиз солей различных типов.
96. Вычисление pH в растворах гидролизующихся солей.
97. Количественный анализ в химических и биологических исследованиях.
98. Способы выражения концентраций. Приготовление и разбавление растворов.
99. Титриметрический анализ. Классификация по типу протекающих реакций и способу проведения титрования.

100. Виды и источники погрешностей эксперимента.
101. Представление аналитических данных.
102. Растворы в титриметрии. Первичный и вторичный стандарты.
103. Метод нейтрализации. Титранты и индикаторы.
104. Выбор индикатора для кислотно-основного титрования.
105. Перманганатометрия. Возможности метода и условия определения. Определение перманганатного индекса.
106. Йодометрия. Возможности метода. Определение БПК.
107. Комплексонометрия. Определение жесткости воды.
108. Физико-химические методы анализа. Краткая характеристика.
109. Фотометрические методы анализа. Закон Бугера.
110. Фотометрическое титрование. Возможности и ограничения метода.
111. Фотометрическое определение методом градуировочного графика.
112. Спектральные методы анализа.
113. Потенциометрия. Уравнение Нернста.
114. Возможности метода потенциометрического титрования.
115. Ионометрия. Возможности и ограничения метода.
116. Хроматографические методы анализа.
117. Методы химического и биологического тестирования.

### Критерии оценивания (оценочное средство - Опрос)

Оценка	Критерии оценивания
зачтено	Даны исчерпывающие и обоснованные ответы на все поставленные вопросы, при ответах выделялось главное, развернутый ответ без принципиальных ошибок; логически выстроенное содержание ответа; мысли излагались в логической последовательности; показано умение самостоятельно анализировать факты, события, явления, процессы в их взаимосвязи и диалектическом развитии; полное знание терминологии по данной теме; четкое выделение причинно-следственных связей между основными категориями; умение ответить на вопрос без использования индивидуального письменного конспекта; использование презентационных материалов.
не	Неполный ответ на вопрос; неполное знание терминологии; наличие некоторых

Оценка	Критерии оценивания
зачтено	существенных ошибок в изложении основных фактов, теорий; неумение провести логические параллели, выводы; неумение выделить причины и следствия важнейших категорий; неспособность ответить без помощи письменного конспекта; знание основной литературы, рекомендованной к лабораторному занятию

### 5.1.2 Типовые задания (оценочное средство - Тест) для оценки сформированности компетенции ОПК-1:

1) Задачей элементарного анализа является

а) установить из каких химических веществ состоит проба

б) установить из каких фаз состоит проба

в) установить из каких химических элементов состоит проба

г) установить какие функциональные группы содержатся в пробе

2) Чем больше коэффициент градуировочного графика, тем

а) больше чувствительность определения и большие концентрации можно определять

б) меньше чувствительность определения и меньшие концентрации можно определять

в) больше чувствительность определения и меньшие концентрации можно определять

г) меньше чувствительность и большие концентрации можно определять

3) Фактор эквивалентности соляной кислоты в реакциях нейтрализации равен

а) 1/2      б) 1/3      в) 1/1      г) 1/4

4) Плотная часть ионной атмосферы создается

а) ионами того же знака и молекулами воды

б) молекулами воды

в) ионами противоположного знака и молекулами воды

г) ионами того же знака

5) При титровании по способу отдельных навесок оттитровывают

а) отдельную навеску пробы      б) раствор пробы целиком

в) аликвоты раствора пробы      г) весь объект целиком

6) Запись  $[H^+]$  обозначает

а) аналитическую концентрацию ионов водорода, выраженную в моль/л

б) равновесную концентрацию ионов водорода, выраженную в моль/л

в) аналитическую концентрацию ионов водорода, выраженную в г/мл

г) равновесную концентрацию ионов водорода, выраженную в г/мл

7) Какая из этих солей не подвергается гидролизу

а)  $K_2CO_3$

б)  $KNO_3$

в)  $KHCO_3$

г)  $CH_3COONa$

8) При титровании сильного основания в точке эквивалентности pH

а) равен 14

б) равен 7

в) меньше 7

г) больше 7

9) Для какой полуреакции стандартный нулевой и условный нулевой потенциал при  $pH=3$  будут отличаться

а)  $I_2 + 2e \rightleftharpoons 2I^-$

б)  $S_2O_8^{2-} + 2e \rightleftharpoons 2SO_4^{2-}$

в)  $Fe^{3+} + e \rightleftharpoons Fe^{2+}$

г)  $AsO_4^{3-} + 2H^+ + 2e \rightleftharpoons AsO_3^{3-} + H_2O$

10) Йодиметрическое редокс-титрование нельзя проводить в

а) сильно кислой среде

б) слабо кислой среде

в) нейтральной среде

г) сильно щелочной среде

11) Трилон Б - это

а) этилендиаминтетрауксусная кислота

б) натриевая соль этилендиаминтетрауксусной кислоты

в) эриохром черный Т

г) нитрилотриуксусная кислота

12) Если к насыщенному раствору добавить кристаллическое растворенное вещество, концентрация раствора

а) увеличится

б) уменьшится

в) не изменится

г) сначала увеличится, затем уменьшится

13) Растворимость хлорида серебра  $AgCl$  в воде можно рассчитать по формуле

а)

б)

в)

г)

14) Осадок, который взвешивают в гравиметрии, называют

- а) осаждаемой формой
- б) гравиметрической формой
- в) труднорастворимой формой
- г) обезвоженной формой

15) Оптическая плотность раствора в соответствии с законом Бугера-Ламберта-Бера пропорциональна

- а) молярному коэффициенту светопоглощения и температуре
- б) длине волны и молярному коэффициенту светопоглощения
- в) длине волны и толщине слоя раствора в кювете
- г) толщине слоя раствора в кювете и молярному коэффициенту светопоглощения

16) Погрешность определения концентрации в ионометрии составляет

- а) десятые доли процента
- б) десятки процентов
- в) несколько процентов
- г) сотые доли процента

17) Качественный анализ в хроматографии проводят по

- а) времени удерживания
- б) площади пика
- в) высоте пика
- г) форме пика

18) Смещение серии результатов относительно истинного значения измеряемой величины называется

- а) случайной погрешностью
- б) систематической погрешностью
- в) точностью
- г) неопределенностью

19) Согласно теории Аррениуса, слабая кислота диссоциирует

- а) необратимо с выделением иона водорода
- б) обратимо с выделением гидроксид-иона

в) обратимо с выделением иона водорода

г) необратимо с выделением гидроксид-иона

20) Раствор имеет кислую среду, если

а)  $[H^+] = 10^{-7}$  моль/л

б)  $[H^+] < 10^{-7}$  моль/л

в)  $[H^+] > 10^{-7}$  моль/л

г)  $[H^+] < 10^{-7}$  г/л

21) Какой раствор является буферным раствором

а) раствор соли

б) раствор, содержащий слабое основание и его соль

в) раствор, содержащий сильное основание и его соль

г) раствор слабого основания

22) Что такое показатель титрования рТ

а) рН

б) рКН<sub>инд</sub>

в) рК<sub>w</sub>

г) КН<sub>инд</sub>

23) Выберите наиболее сильный восстановитель для восстановления брома ( $E_0(Br_2/2Br^-) = +1.087$  В))

а) цинк ( $E_0(Zn^{2+}/Zn) = -0.764$  В))

б) ионы марганца (2+) ( $E_0(MnO_4^-/Mn^{2+}) = +1.51$  В))

в) ионы железа (2+) ( $E_0(Fe^{3+}/Fe^{2+}) = +0.771$  В))

г) ионы олова (2+) ( $E_0(Sn^{4+}/Sn^{2+}) = +0.15$  В))

24) Индикатором в перманганатометрическом редокс-титровании служит

а) раствор перманганата калия

б) раствор серной кислоты

в) раствор фенолфталеина

г) раствор метилоранжа

25) Если для комплексонометрического титрования используется специфический индикатор, то окраска в конечной точке титрования обусловлена

а) этилендиаминтетрауксусной кислотой

б) комплексом индикатора с определяемыми ионами

в) трилоном Б

г) комплексом трилона Б с определяемыми ионами

### Критерии оценивания (оценочное средство - Тест)

Оценка	Критерии оценивания
превосходно	25 баллов из 25 возможных баллов
отлично	23-24 балла из 25 возможных баллов
очень хорошо	21-22 балла из 25 возможных баллов
хорошо	16-20 балла из 25 возможных баллов
удовлетворительно	11-15 баллов из 25 возможных
неудовлетворительно	7-10 баллов из 25 возможных
плохо	1-6 баллов из 25 возможных

### 5.1.3 Типовые задания (оценочное средство - Допуск к лабораторной работе) для оценки сформированности компетенции ПК-13:

#### Лабораторная работа "Анализ смеси анионов"

1. Требования к аналитическим реакциям и условия их протекания.
2. Направление аналитических реакций.
3. Классификация реакций и реагентов для качественного химического анализа.
4. Чувствительность и селективность аналитических реакций.
5. В чем заключаются особенности обнаружения хлорид-ионов.
6. Химические реакции, положенные в основу обнаружения сульфат-ионов в присутствии карбонат-ионов.
7. С использованием каких реакций можно обнаружить фосфат- ионы.
8. Реакции обнаружения карбонат- и нитрат- ионов.
9. В чем заключается методика проведения реакции обнаружения арсенат-ионов.
10. Предложите способ обнаружения фосфат-ионов в присутствии арсенат- ионов.
11. Качественные реакции обнаружения фосфат- ионов.

#### Лабораторная работа "Определение общей жесткости воды"

1. Основы комплексонометрического метода анализа. Комплексометрия. Что применяется в качестве титрантов в данном методе.
2. Что такое металлохромные индикаторы. Примеры их применения.
3. Жесткость воды и ее виды.
4. Методика определения жесткости воды.
5. Методика определения ионов кальция в воде.
6. Расчет общей жесткости и содержания ионов кальция в воде.
7. Приведите химические реакции, положенные в основу определения
8. Представление аналитических данных

## Лабораторная работа "Фотометрическое определение массы железа(III)"

1. Какие основные величины, характеризующие поглощение и пропускание излучения, используются в фотометрии?
2. На чем основан фотометрический анализ; что является аналитическим сигналом?
3. Основной закон светопоглощения Бугера-Ламберта-Бера. Смысл величин, входящих в это уравнение, при каких условиях оно выполняется. Характеристика чувствительности фотометрических определений.
4. Что такое спектр поглощения? Экспериментальные условия его получения.
5. Правило выбора оптимального светофильтра для фотометрических измерений.
6. Способ градуировочного графика в фотометрии. Зачем используют "контрольный" раствор (или холостую пробу)?
7. Обосновать условия проведения фотометрической реакции: избыток реагента и выбор кислоты.
8. Методика эксперимента, необходимые реактивы и оборудование.
9. Расчет концентраций ионов Fe(III) в рабочих стандартных (градуировочных) растворах.
10. Представление первичных экспериментальных данных (таблица, графики).
11. Вычисление результатов анализа с указанием величины погрешности.

### Критерии оценивания (оценочное средство - Допуск к лабораторной работе)

Оценка	Критерии оценивания
зачтено	Даны исчерпывающие и обоснованные ответы на все поставленные вопросы, при ответах выделялось главное, развернутый ответ без принципиальных ошибок; логически выстроенное содержание ответа; мысли излагались в логической последовательности; показано умение самостоятельно анализировать факты, события, явления, процессы в их взаимосвязи и диалектическом развитии; полное знание терминологии по данной теме; четкое выделение причинно-следственных связей между основными категориями; умение ответить на вопрос без использования индивидуального письменного конспекта.
не зачтено	Неполный ответ на вопрос; неполное знание терминологии; наличие некоторых существенных ошибок в изложении основных фактов, теорий; неумение провести логические параллели, выводы; неумение выделить причины и следствия важнейших категорий; неспособность ответить без помощи письменного конспекта. Незнание хода выполнения лабораторной работы

### 5.1.4 Типовые задания (оценочное средство - Отчет по лабораторным работам) для оценки сформированности компетенции ПК-13:

Отчет по лабораторной работе должен отображать следующие разделы:

1. Обзор литературных источников по теме лабораторной работы, обобщение литературных данных.
2. Оформление списка литературы согласно требованиям к отчету; отражение литературных источников по теме работы.
3. Приборы и реактивы, необходимые для проведения лабораторной работы.
4. Протоколирование результатов опытов.
5. Представление результатов эксперимента в виде таблиц и (или) графических зависимостей в отчете.
6. Расчет содержания компонента (компонентов) по экспериментальным данным.
7. Статистическая обработка результатов анализа.

## Критерии оценивания (оценочное средство - Отчет по лабораторным работам)

Оценка	Критерии оценивания
зачтено	Отчет должен удовлетворять всем требованиям, предъявляемым к оформлению отчета. Содержание отчета соответствует названию лабораторной работы. Результаты эксперимента отражены в отчете, соответствуют данным в подписанном протоколе, обработаны, сделаны соответствующие выводы
не зачтено	Содержание отчета не соответствует теме лабораторной работы, предъявляемые требования к оформлению лабораторной работы не соблюдены. Результаты эксперимента не отражены в отчете, либо не соответствуют протоколу, не обработаны, выводы по работе не сделаны. Или отчет не предоставлен.

## 5.2. Описание шкал оценивания результатов обучения по дисциплине при промежуточной аттестации

### Шкала оценивания сформированности компетенций

Уровень сформированности компетенций (индикатора достижения компетенций)	плохо	неудовлетворительно	удовлетворительно	хорошо	очень хорошо	отлично	превосходно
	не зачтено			зачтено			
<u>Знания</u>	Отсутствие знаний теоретического материала. Невозможность оценить полноту знаний вследствие отказа обучающегося от ответа	Уровень знаний ниже минимальных требований. Имели место грубые ошибки	Минимально допустимый уровень знаний. Допущено много негрубых ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько негрубых ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько несущественных ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Ошибок нет.	Уровень знаний в объеме, превышающем программу подготовки.
<u>Умения</u>	Отсутствие минимальных умений. Невозможность оценить наличие умений вследствие отказа обучающегося от ответа	При решении стандартных задач не продемонстрированы основные умения. Имели место грубые ошибки	Продемонстрированы основные умения. Решены типовые задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания, но не в полном объеме	Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания в полном объеме, но некоторые с недочетами	Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания в полном объеме, но некоторые с недочетами.	Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с отдельными несущественными недочетами, выполнены все задания в	Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объеме без недочетов

						полном объеме	
<u>Навыки</u>	Отсутствие базовых навыков. Невозможность оценить наличие навыков вследствие отказа обучающегося от ответа	При решении стандартных задач не продемонстрированы базовые навыки. Имели место грубые ошибки	Имеется минимальный набор навыков для решения стандартных задач с некоторыми недочетами	Продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач с некоторыми недочетами	Продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач без ошибок и недочетов	Продемонстрированы навыки при решении нестандартных задач без ошибок и недочетов	Продемонстрирован творческий подход к решению нестандартных задач

### Шкала оценивания при промежуточной аттестации

Оценка		Уровень подготовки
зачтено	<b>превосходно</b>	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «превосходно», продемонстрированы знания, умения, владения по соответствующим компетенциям на уровне выше предусмотренного программой
	<b>отлично</b>	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «отлично».
	<b>очень хорошо</b>	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «очень хорошо»
	<b>хорошо</b>	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «хорошо».
	<b>удовлетворительно</b>	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «удовлетворительно», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «удовлетворительно»
не зачтено	<b>неудовлетворительно</b>	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «неудовлетворительно».
	<b>плохо</b>	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «плохо»

### 5.3 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения на промежуточной аттестации с указанием критериев их оценивания:

#### 5.3.1 Типовые задания (оценочное средство - Контрольные вопросы) для оценки сформированности компетенции ОПК-1

##### Введение

Предмет аналитической химии, ее структура; место в системе наук, связь с практикой. Виды анализа: изотопный, элементный, структурно-групповой (функциональный), молекулярный, вещественный, фазовый. Химические, физические и биологические методы анализа. Макро-, микро- и ультрамикрoанализ.

Современное состояние и тенденции развития аналитической химии: инструментализация, автоматизация, математизация, миниатюризация, увеличение доли физических методов, переход к многокомпонентному анализу, создание сенсоров и тест-методов. Научная химико-аналитическая литература.

### **Типы химических реакций и процессов в аналитической химии**

Основные типы химических реакций в аналитической химии: кислотно-основные, комплексообразования, окисления-восстановления. Используемые процессы: осаждение-растворение, экстракция, сорбция. Состояние веществ в идеальных и реальных системах. Поведение электролитов и неэлектролитов в растворах. Электролитическая диссоциация. Теория Дебая-Хюккеля. Коэффициенты активности. Общая и равновесная концентрации. Графическое описание равновесий.

**Кислотно-основные реакции.** Современные представления о кислотах и основаниях (теория Льюиса). Теория Бренстеда-Лоури. Константы кислотности и основности. Ионное произведение воды. Константа автопротолиза. Буферные растворы и их свойства. Буферная емкость. Вычисления pH растворов кислот и оснований, многоосновных кислот и оснований, смеси кислот и оснований.

**Реакции комплексообразования.** Типы комплексных соединений, используемых в аналитической химии. Классификация комплексных соединений (внутрисферные комплексы и ионные ассоциаты). Свойства комплексных соединений, имеющие аналитическое значение: устойчивость, растворимость, окраска, летучесть. Способы повышения чувствительности и селективности анализа с использованием комплексных соединений.

**Окислительно-восстановительные реакции.** Электродный потенциал. Уравнение Нернста. Стандартный и формальный потенциалы. Направление реакции окисления и восстановления. Факторы, влияющие на направление окислительно-восстановительных реакций. Основные неорганические и органические окислители и восстановители, применяемые в анализе.

**Процессы осаждения и соосаждения.** Равновесие в системе раствор - осадок. Осадки и их свойства. Произведение растворимости. Условия образования осадка. Факторы, влияющие на растворимость осадков: температура, ионная сила, действие одноименного иона.

### **Методы обнаружения и идентификации**

Задачи и выбор метода обнаружения и идентификации химических соединений. Идентификация атомов, ионов и веществ. Дробный и систематический анализ. Микрорентгенофлуоресцентный анализ. Капельный анализ. Анализ растиранием порошков. Хроматографические методы качественного анализа. Экспрессный качественный анализ в производственных и полевых условиях. Примеры практического применения методов обнаружения.

### **Гравиметрический метод анализа**

Сущность гравиметрического анализа, преимущества и недостатки метода. Общая схема определений. Требования к осаждаемой и гравиметрической формам. Примеры практического применения гравиметрического метода анализа.

### **Титриметрические методы анализа**

Методы титриметрического анализа. Классификация. Требования, предъявляемые к реакции в титриметрическом анализе. Виды титриметрических определений: прямое, обратное, косвенное титрование. Способы выражения концентраций растворов в титриметрии. Эквивалент. Молярная масса эквивалента. Первичные стандарты, требования к ним. Фиксаналы. Вторичные стандарты. Виды кривых титрования. Скачок титрования. Точка эквивалентности и конечная точка титрования.

**Кислотно-основное титрование.** Построение кривых титрования. Влияние величины констант кислотности или основности, концентрации кислот или оснований, температуры, ионной силы на величину скачка на кривой титрования. Кислотно-основные индикаторы. Погрешности титрования при определении сильных и слабых кислот и оснований, смесей кислот и оснований. Примеры практического применения.

**Окислительно-восстановительное титрование.** Построение кривых титрования. Факторы, влияющие на величину скачка на кривой титрования. Методы окислительно-восстановительного титрования (перманганатометрия, йодометрия и йодиметрия, бихроматометрия). Первичные и вторичные стандарты. Индикаторы.

**Осадительное титрование.** Способы обнаружения конечной точки титрования; индикаторы. Погрешности титрования. Примеры практического применения.

**Комплексометрическое титрование.** Использование аминополикарбоновых кислот (комплексонов) в комплексометрии. Металлохромные индикаторы и требования, предъявляемые к ним. Примеры практического применения.

### **Методы выделения, разделения и концентрирования**

Основные методы разделения и концентрирования, их роль в химическом анализе. Сочетание методов разделения и концентрирования с методами определения; гибридные методы.

### **Спектроскопические методы анализа**

Спектр электромагнитного излучения. Классификация спектроскопических методов на основе спектра электромагнитного излучения (атомная, молекулярная, абсорбционная, эмиссионная спектроскопия).

**Атомно-эмиссионный метод.** Спектрографический и спектрометрический методы анализа, их особенности, области применения. Качественный и количественный анализ..

**Атомно-абсорбционный метод.** Возможности, преимущества и недостатки метода, его сравнение с атомно-эмиссионными методами (точность, избирательность, чувствительность, экспрессность). Примеры практического применения атомно-эмиссионного и атомно-абсорбционного методов.

**Молекулярная абсорбционная спектроскопия (спектрофотометрия).** Основной закон светопоглощения. Отклонения от закона, их причины. Способы определения концентрации веществ. Анализ многокомпонентных систем. Примеры практического применения метода.

### **Электрохимические методы анализа**

Общая характеристика электрохимических методов. Классификация. Электрохимические ячейки. Индикаторный электрод и электрод сравнения.

## **Потенциометрия**

**Прямая потенциометрия.** Измерение потенциала. Индикаторные электроды. Электроды сравнения. Электродная функция, коэффициент селективности, время отклика. Ионметрия. Примеры практического применения ионметрии.

**Потенциометрическое титрование.** Изменение электродного потенциала в процессе титрования. Способы обнаружения конечной точки титрования. Примеры практического применения.

## **Кондуктометрия**

Электропроводность растворов и принципы кондуктометрии и кондуктометрического титрования.

Сравнительная характеристика чувствительности и избирательности, областей применения электрохимических методов.

## **Хроматографические методы анализа**

Определение хроматографии. Понятие о подвижной и неподвижной фазах. Классификация методов по агрегатному состоянию подвижной и неподвижной фаз, по механизму разделения, по технике выполнения. Основные параметры хроматограммы. Качественный и количественный хроматографический анализ.

### **Основные объекты анализа**

Объекты окружающей среды: воздух, природные и сточные воды, почвы, донные отложения. Характерные особенности и задачи их анализа.

Биологические и медицинские объекты. Аналитические задачи в этой области. Санитарно-гигиенический контроль.

Геологические объекты. Металлы и сплавы. Природные и синтетические органические вещества и элементоорганические соединения, полимеры. Виды анализа таких объектов и соответствующие методы. Специальные объекты анализа: токсичные и радиоактивные вещества, токсины в пищевых продуктах, наркотики, взрывчатые и легковоспламеняющиеся вещества, газы, космические объекты.

### **5.3.2 Типовые задания (оценочное средство - Контрольные вопросы) для оценки сформированности компетенции ПК-13**

#### **Метрологические основы химического анализа**

Основные стадии химического анализа. Выбор метода анализа и составление схем анализа. Основные метрологические понятия и представления: измерение, методы и средства измерений, погрешности. Аналитический сигнал и помехи. Способы определения содержания по данным аналитических измерений.

Основные характеристики метода и методики анализа: правильность и сходимости, предел обнаружения, нижняя и верхняя границы определяемых содержаний.

Классификация погрешностей анализа. Систематические и случайные погрешности. Погрешности отдельных стадий химического анализа. Способы оценки правильности: использование стандартных

образцов, метод добавок, метод варьирования навесок, сопоставление с другими методами. Статистическая обработка результатов измерений. Способы повышения сходимости и правильности анализа.

### Критерии оценивания (оценочное средство - Контрольные вопросы)

Оценка	Критерии оценивания
превосходно	Уровень знаний в объеме, превышающем программу подготовки. Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объеме без недочетов. Продемонстрирован творческий подход к решению нестандартных задач.
отлично	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки, без ошибок. Продемонстрированы все основные умения, решены все основные задачи с отдельными несущественным недочетами, выполнены все задания в полном объеме. Продемонстрированы навыки при решении нестандартных задач без ошибок и недочетов.
очень хорошо	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько несущественных ошибок. Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объеме, но некоторые с недочетами. Продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач без ошибок и недочетов.
хорошо	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько негрубых ошибок. Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания, в полном объеме, но некоторые с недочетами. Продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач с некоторыми недочетами.
удовлетворительно	Минимально допустимый уровень знаний. Допущено много негрубых ошибок. Продемонстрированы основные умения. Решены типовые задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания, но не в полном объеме. Имеется минимальный набор навыков для решения стандартных задач с некоторыми недочетами
неудовлетворительно	Уровень знаний ниже минимальных требований. Имели место грубые ошибки. При решении стандартных задач не продемонстрированы основные умения и базовые навыки
плохо	Отсутствие знаний теоретического материала. Отсутствие минимальных умений. Отсутствие владения материалом. Невозможность оценить наличие знаний, умений и навыков вследствие отказа обучающегося от ответа.

### 5.3.3 Типовые задания (оценочное средство - Задачи) для оценки сформированности компетенции ОПК-1

Рассчитайте концентрации ионов водорода, гидроксид-ионов, рН и рОН в растворе серной кислоты  $\text{H}_2\text{SO}_4$  с концентрацией  $5 \cdot 10^{-3}$  М.

Рассчитайте концентрации ионов водорода, гидроксид-ионов, рН и рОН в растворе хлорной кислоты  $\text{HClO}_4$  с концентрацией  $5 \cdot 10^{-3}$  М.

рН раствора равен 7.4. Вычислите концентрации ионов водорода, гидроксид-ионов, рОН в этом растворе.

рН раствора равен 4.3. Вычислите концентрации ионов водорода, гидроксид-ионов, рОН в этом растворе.

Рассчитайте концентрации ионов водорода, гидроксид-ионов, рН и рОН в растворе гидроксида натрия  $\text{NaOH}$  с концентрацией  $5 \cdot 10^{-2}$  М.

Рассчитайте концентрации ионов водорода, гидроксид-ионов, рН и рОН в растворе гидроксида бария  $\text{Ba}(\text{OH})_2$  с концентрацией  $5 \cdot 10^{-4}$  М.

Вычислите рН раствора синильной кислоты  $\text{HCN}$  с концентрацией 0.01 М ( $K_a = 7.2 \cdot 10^{-10}$ ).

Вычислите рН раствора молочной кислоты  $\text{CH}_3\text{CH}(\text{OH})\text{COOH}$  с концентрацией 0.001 М ( $K_a = 1.5 \cdot 10^{-4}$ ).

Вычислите рН раствора глюконовой кислоты  $\text{CH}_2\text{OH}(\text{CHOH})_4\text{COOH}$  с концентрацией 0.1 М ( $K_a = 1.4 \cdot 10^{-4}$ ).

Вычислите рН раствора аммиака  $\text{NH}_4\text{OH}$  с концентрацией 0.01 М ( $K_b = 1.76 \cdot 10^{-5}$ ).

Вычислите рН раствора аммиака  $\text{NH}_4\text{OH}$  с концентрацией 0.002 М ( $K_b = 1.76 \cdot 10^{-5}$ ).

Вычислите рН раствора аммиака  $\text{NH}_4\text{OH}$  с концентрацией 0.5 М ( $K_b = 1.76 \cdot 10^{-5}$ ).

Рассчитайте значение рН раствора, содержащего 0.01 моль глюконовой кислоты  $\text{CH}_2\text{OH}(\text{CHOH})_4\text{COOH}$  и 0.02 моль глюконата натрия  $\text{CH}_2\text{OH}(\text{CHOH})_4\text{COONa}$  в 1 литре ( $K_a = 1.4 \cdot 10^{-4}$ )?

Какое значение рН имеет раствор, содержащий 0.005 моль молочной кислоты  $\text{CH}_3\text{CH}(\text{OH})\text{COOH}$  и 0.001 моль ее соли  $\text{CH}_3\text{CH}(\text{OH})\text{COONa}$  в 1 литре ( $K_a = 1.5 \cdot 10^{-4}$ )?

Какое значение рН имеет раствор, содержащий 0.02 моль уксусной кислоты  $\text{CH}_3\text{COOH}$  и 0.05 моль ацетата натрия  $\text{CH}_3\text{COONa}$  в 1 литре ( $K_a = 1.74 \cdot 10^{-5}$ )?

Какое значение рН имеет раствор, содержащий 0.02 моль аммиака  $\text{NH}_4\text{OH}$  и 0.05 моль хлорида аммония  $\text{NH}_4\text{Cl}$  в 1 литре ( $K_b = 1.76 \cdot 10^{-5}$ )?

Какое значение рН имеет раствор, содержащий 0.2 моль аммиака  $\text{NH}_4\text{OH}$  и 0.1 моль хлорида аммония  $\text{NH}_4\text{Cl}$  в 1 литре ( $K_b = 1.76 \cdot 10^{-5}$ )?

Какое значение pH имеет раствор, содержащий 0.005 моль аммиака  $\text{NH}_4\text{OH}$  и 0.05 моль хлорида аммония  $\text{NH}_4\text{Cl}$  в 1 литре ( $K_b = 1.76 \cdot 10^{-5}$ )?

Рассчитайте ионную силу 0.02 моль/л раствора хлорида бария.

Рассчитайте ионную силу 0.02 моль/л раствора сульфата висмута (III).

Рассчитайте ионную силу смешанного раствора, одновременно содержащего 0.050 моль/л сульфата натрия и 0.020 моль/л хлорида натрия.

Рассчитайте коэффициенты активности одно-, двух- и трёхзарядных ионов при значениях ионной силы раствора: а) 0.0050 моль/л и б) 0.10 моль/л.

Рассчитайте коэффициенты активности: а) ионов цинка и б) нитрат-ионов в 0.0030 моль/л растворе нитрата цинка.

Рассчитайте коэффициент активности ионов магния: а) в 0.010 моль/л растворе хлорида магния; б) в растворе, содержащем 0.010 моль/л хлорида магния и 0.030 моль/л хлорида натрия.

Рассчитайте ионную силу раствора и коэффициенты активности ионов в растворе, содержащем одновременно 0.02 М  $\text{MgCl}_2$  и 0.01 М  $\text{KCl}$ .

Рассчитайте ионную силу раствора и коэффициенты активности ионов в растворе, содержащем одновременно 0.02 моль/л  $\text{NiCl}_2$  и 0.1 моль/л  $\text{HCl}$ .

Рассчитайте ионную силу раствора и коэффициенты активности ионов в растворе, содержащем 0.01 моль/л  $\text{AlCl}_3$  и 0.05 моль/л  $\text{HCl}$ .

Рассчитайте, во сколько раз ионная сила больше молярной концентрации для растворов следующих солей: а) сульфат натрия, б) сульфат цинка, в) гексацианоферрат(III) калия, г) нитрат тория(IV).

Рассчитайте ионную силу смешанного раствора, одновременно содержащего 0.5 моль/л уксусной кислоты, 0.2 моль/л ацетата аммония и 0.1 моль/л сульфата натрия. При решении задачи учтите взаимное влияние веществ на диссоциацию друг друга.

Рассчитайте ионную силу раствора и коэффициенты активности ионов в растворе, содержащем одновременно 0.01 моль/л  $\text{H}_3\text{PO}_4$  и 0.05 моль/л  $\text{Na}_3\text{PO}_4$ .

Рассчитайте ионную силу раствора и коэффициенты активности ионов в растворе, содержащем одновременно 0.05 моль/л  $\text{NH}_4\text{OH}$  и 0.2 моль/л  $\text{NH}_4\text{Cl}$ .

Вычислите значение pH 0.01 М раствора ацетата калия  $\text{CH}_3\text{COOK}$  ( $K_a = 1.74 \cdot 10^{-5}$ ).

Вычислите значение pH 0.1 М раствора глюконата натрия  $\text{CH}_2\text{OH}(\text{CHOH})_4\text{COONa}$  ( $K_a = 1.4 \cdot 10^{-4}$ ).

Вычислите значение pH 0.1 М раствора хлорида аммония  $\text{NH}_4\text{Cl}$  ( $K_b = 1.76 \cdot 10^{-5}$ ).

Вычислите значение pH 0.01 М раствора нитрата аммония  $\text{NH}_4\text{NO}_3$  ( $K_b = 1.76 \cdot 10^{-5}$ ).

Вычислите значение pH 0.005 М раствора нитрата аммония  $\text{NH}_4\text{NO}_3$  ( $K_b = 1.76 \cdot 10^{-5}$ ).

Вычислите значение pH 0.01 М раствора бензоата аммония  $\text{C}_6\text{H}_5\text{COONH}_4$  ( $K_a = 6.6 \cdot 10^{-5}$ ;  $K_b = 1.76 \cdot 10^{-5}$ ).

Вычислите значение pH 0.01 М раствора салицилата аммония  $\text{C}_6\text{H}_4(\text{OH})\text{COONa}$  ( $K_a = 1.1 \cdot 10^{-3}$ ;  $K_b = 1.76 \cdot 10^{-5}$ ).

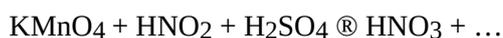
### 5.3.4 Типовые задания (оценочное средство - Задачи) для оценки сформированности компетенции ПК-13

Допишите следующую реакцию, используя электронно-ионный метод (метод полуреакции):



Рассчитайте сумму коэффициентов.

Допишите следующую реакцию, используя электронно-ионный метод (метод полуреакции):



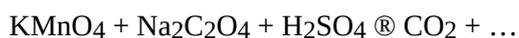
Рассчитайте сумму коэффициентов.

Допишите следующую реакцию, используя электронно-ионный метод (метод полуреакции):



Рассчитайте сумму коэффициентов.

Допишите следующую реакцию, используя электронно-ионный метод (метод полуреакции):



Рассчитайте сумму коэффициентов.

Допишите следующую реакцию, используя электронно-ионный метод (метод полуреакции):



Рассчитайте сумму коэффициентов.

Допишите следующую реакцию, используя электронно-ионный метод (метод полуреакции):



Рассчитайте сумму коэффициентов.

Допишите следующую реакцию, используя электронно-ионный метод (метод полуреакции):



Рассчитайте сумму коэффициентов.

Допишите следующую реакцию, используя электронно-ионный метод (метод полуреакции):



Рассчитайте сумму коэффициентов.

Допишите следующую реакцию, используя электронно-ионный метод (метод полуреакции):



Рассчитайте сумму коэффициентов.

Рассчитайте растворимость фосфата цинка  $\text{Zn}_3(\text{PO}_4)_2$  в воде, если его произведение растворимости  $\text{ПР} = 9.1 \cdot 10^{-33}$ .

Рассчитайте растворимость иодида золота  $\text{AuI}_3$  в воде, если известно, что его произведение растворимости  $\text{ПР} = 1 \cdot 10^{-46}$ .

Рассчитайте растворимость хромата бария  $\text{BaCrO}_4$  в воде, если его произведение растворимости  $\text{ПР} = 1.2 \cdot 10^{-10}$ .

Рассчитайте растворимость оксалата серебра  $\text{Ag}_2\text{C}_2\text{O}_4$  в воде, если его произведение растворимости равно  $\text{ПР} = 3.5 \cdot 10^{-11}$ .

Рассчитайте растворимость  $\text{MgNH}_4\text{PO}_4$  в воде, если его произведение растворимости  $\text{ПР} = 2.5 \cdot 10^{-13}$ .

Рассчитайте произведение растворимости сульфида серебра  $\text{Ag}_2\text{S}$ , если его растворимость в воде составляет  $1.7 \cdot 10^{-17}$  моль/л.

### Критерии оценивания (оценочное средство - Задачи)

Оценка	Критерии оценивания
превосходно	Уровень знаний в объеме, превышающем программу подготовки. Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объеме без недочетов. Продемонстрирован творческий подход к решению нестандартных задач.
отлично	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки, без ошибок. Продемонстрированы все основные умения, решены все основные задачи с отдельными несущественным недочетами, выполнены все задания в полном объеме. Продемонстрированы навыки при решении нестандартных

Оценка	Критерии оценивания
	задач без ошибок и недочетов.
очень хорошо	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько несущественных ошибок. Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объеме, но некоторые с недочетами. Продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач без ошибок и недочетов.
хорошо	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько негрубых ошибок. Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания, в полном объеме, но некоторые с недочетами. Продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач с некоторыми недочетами.
удовлетворительно	Минимально допустимый уровень знаний. Допущено много негрубых ошибок. Продемонстрированы основные умения. Решены типовые задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания, но не в полном объеме. Имеется минимальный набор навыков для решения стандартных задач с некоторыми недочетами
неудовлетворительно	Уровень знаний ниже минимальных требований. Имели место грубые ошибки. При решении стандартных задач не продемонстрированы основные умения и базовые навыки
плохо	Отсутствие знаний теоретического материала. Отсутствие минимальных умений. Отсутствие владения материалом. Невозможность оценить наличие знаний, умений и навыков вследствие отказа обучающегося от ответа.

## 6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)

Основная литература:

1. Никитина Н. Г. Аналитическая химия и физико-химические методы анализа : учебник и практикум / Н. Г. Никитина, А. Г. Борисов, Т. И. Хаханина ; под редакцией Н. Г. Никитиной. - 4-е изд. ; пер. и доп. - Москва : Юрайт, 2022. - 394 с. - (Высшее образование). - URL: <https://urait.ru/bcode/488614> (дата обращения: 14.08.2022). - ISBN 978-5-534-00427-4 : 1519.00. - Текст : электронный // ЭБС "Юрайт"., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=818980&idb=0>.
2. Борисов А. Н. Аналитическая химия. Расчеты в количественном анализе : учебник и практикум / А. Н. Борисов, И. Ю. Тихомирова. - 3-е изд. ; испр. и доп. - Москва : Юрайт, 2022. - 146 с. - (Профессиональное образование). - URL: <https://urait.ru/bcode/491227> (дата обращения: 14.08.2022). - ISBN 978-5-534-13828-3 : 469.00. - Текст : электронный // ЭБС "Юрайт"., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=819932&idb=0>.
3. Жебентяев Александр Ильич. Аналитическая химия. Химические методы анализа : Учебное

пособие / Витебский государственный медицинский университет. - 2. - Москва : ООО "Научно-издательский центр ИНФРА-М", 2023. - 542 с. - ВО - Бакалавриат. - ISBN 978-5-16-004685-3. - ISBN 978-5-16-108551-6. - ISBN 978-985-475-623-2., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=837768&idb=0>.

4. Барбалат Ю.А. Основы аналитической химии : практическое руководство / Барбалат Ю.А. - Москва : Лаборатория знаний, 2021. - 465 с. - ISBN 978-5-906828-21-7., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=809159&idb=0>.

Дополнительная литература:

1. Жебентяев Александр Ильич. Аналитическая химия. Хроматографические методы анализа : Учебное пособие / Витебский государственный медицинский университет. - 1. - Москва : ООО "Научно-издательский центр ИНФРА-М", 2020. - 206 с. - ВО - Бакалавриат. - ISBN 978-5-16-006615-8. - ISBN 978-5-16-111263-2. - ISBN 978-985-475-553-3., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=837764&idb=0>.

2. Подкорытов А. Л. Аналитическая химия. Окислительно-восстановительное титрование / Подкорытов А. Л., Неудачина Л. К., Штин С. А. - Москва : Юрайт, 2022. - 60 с. - (Высшее образование). - URL: <https://urait.ru/bcode/492254> (дата обращения: 05.01.2022). - ISBN 978-5-9916-9944-0 : 199.00. - Текст : электронный // ЭБС "Юрайт"., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=786838&idb=0>.

Программное обеспечение и Интернет-ресурсы (в соответствии с содержанием дисциплины):

1. Дорохова Е.Н., Прохорова Г.В. Задачи и вопросы по аналитической химии. М.: Мир, 2001. 267 с. [Электронный ресурс]:

<http://www.chem.msu.ru/rus/books/2001-2010/dorohova/all.pdf>

2. Шаповалова Е.Н., Пирогов А.В. Хроматографические методы анализа. Методическое пособие для специального курса. МГУ, 2007. [Электронный ресурс]:

<http://www.chem.msu.ru/rus/teaching/analyt/chrom/part1.pdf>

3. Гармаш А.В., Сорокина М.Н. Метрологические основы аналитической химии [Электронный ресурс]:

<http://www.chem.msu.ru/rus/teaching/analyt/garmash.pdf>,

4. Сайт научного совета по аналитической химии РАН: <http://www.rusanalytchem.org>.

## **7. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)**

Учебные аудитории для проведения учебных занятий, предусмотренных образовательной программой, оснащены мультимедийным оборудованием (проектор, экран), техническими средствами обучения, специализированным оборудованием: Учебные аудитории для проведения учебных занятий, предусмотренных образовательной программой, оснащены мультимедийным оборудованием (проектор, экран), техническими средствами обучения, специализированным оборудованием: Учебные аудитории для проведения учебных занятий, предусмотренных образовательной программой, оснащены мультимедийным оборудованием (проектор, экран), техническими средствами обучения, компьютерами, специализированным оборудованием: Лаборатория оснащена посудой, реактивами и оборудованием, необходимыми для проведения качественного и количественного анализа. Лаборатория физико-химических методов анализа оборудована газовым хроматографом Хромос-1000, фотоэлектроколориметрами КФК-2, кондуктометром № 5721, иономерами универсальными ЭВ-74, рН-метрами милливольтметрами рН-121, рН-метрами Mettler Toledo Five Easy FE 20,

магнитными мешалками, плитками и другим лабораторным оборудованием. Имеются помещения для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования. Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечены доступом в электронную информационно-образовательную среду.

Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечены доступом в электронную информационно-образовательную среду.

Программа составлена в соответствии с требованиями ОС ННГУ по специальности 30.05.01 - Медицинская биохимия.

Автор(ы): Елипашева Елена Валерьевна, кандидат химических наук, доцент  
Нипрук Оксана Валентиновна, доктор химических наук, профессор.

Заведующий кафедрой: Князев Александр Владимирович, доктор химических наук.

Программа одобрена на заседании методической комиссии от 05.12.2023г., протокол № 2.