

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 Ученого совета ННГУ  
протокол № 6 от 31.05.2023 г.

**Рабочая программа дисциплины**

Аналитическая химия

---

Уровень высшего образования  
Бакалавриат

---

Направление подготовки / специальность  
06.03.01 - Биология

---

Направленность образовательной программы  
Биология (общий профиль)

---

Форма обучения  
очная

---

г. Нижний Новгород

2023 год начала подготовки

## 1. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина Б1.О.14 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-6: Способен использовать в профессиональной деятельности основные законы физики, химии, наук о Земле и биологии, применять методы математического анализа и моделирования, теоретических и экспериментальных исследований, приобретать новые математические и естественнонаучные знания, используя современные образовательные и информационные технологии;	ОПК-6.1: Знает: - основные концепции и методы, современные направления математики, физики, химии и наук о Земле, актуальные проблемы биологических наук и перспективы междисциплинарных исследований ОПК-6.2: Умеет: - использовать навыки лабораторной работы и методы химии, физики, математического моделирования и математической статистики в профессиональной деятельности ОПК-6.3: Владеет: - методами статистического оценивания и проверки гипотез, прогнозирования перспектив и социальных последствий своей профессиональной деятельности	ОПК-6.1: 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.  ОПК-6.2: Владеть методологическими и метрологическими основами анализа, методологией выбора методов анализа конкретного объекта и методикой его проведения  ОПК-6.3: Уметь применять навыки выполнения аналитических операций для выбора метода и проведения анализа	Опрос Тест	Экзамен: Задачи Контрольные вопросы

ОПК-8: Способен использовать методы сбора, обработки, систематизации и представления полевой и лабораторной информации, применять навыки работы с современным оборудованием, анализировать полученные результаты.	<p>ОПК-8.1: Знает:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- основные типы экспедиционного и лабораторного оборудования, особенности выбранного объекта профессиональной деятельности, условия его содержания и работы с ним с учетом требований биоэтики;</li> </ul> <p>ОПК-8.2: Умеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- анализировать и критически оценивать развитие научных идей, на основе имеющихся ресурсов составить план решения поставленной задачи, выбрать и модифицировать методические приемы</li> </ul> <p>ОПК-8.3: Владеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- навыками использования современного оборудования в полевых и лабораторных условиях, способностью грамотно обосновать поставленные задачи в контексте современного состояния проблемы, способностью использовать математические методы оценивания гипотез, обработки экспериментальных данных, математического моделирования биологических процессов и адекватно оценить достоверность и значимость полученных результатов, представить их в широкой аудитории и вести дискуссию</li> </ul>	<p>ОПК-8.1:</p> <p>Знает принципы работы аналитического оборудования, правила представления результатов анализа</p> <p>ОПК-8.2:</p> <p>Умеет обработать результаты исследований, включая представление результатов анализа и критическую оценку полученных данных</p> <p>ОПК-8.3:</p> <p>Владеет навыками представления результатов химического анализа</p>	Отчет по лабораторным работам	Экзамен: Контрольные вопросы
---	--	---	-------------------------------	---------------------------------

### 3. Структура и содержание дисциплины

#### 3.1 Трудоемкость дисциплины

	<b>очная</b>
<b>Общая трудоемкость, з.е.</b>	<b>3</b>
<b>Часов по учебному плану</b>	<b>108</b>
в том числе	
<b>аудиторные занятия (контактная работа):</b>	

- занятия лекционного типа	28
- занятия семинарского типа (практические занятия / лабораторные работы)	28
- КСР	2
самостоятельная работа	14
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 и краткое содержание 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	
	о ф о	о ф о	о ф о	о ф о	о ф о
Предмет, цели и задачи аналитической химии. Классификация аналитических методов. Характеристика аналитических реакций и реагентов.	2.5	1	1	2	0.5
Состояние вещества в растворе. Ионные равновесия.	4.5	2	2	4	0.5
Равновесия раствор-осадок малорастворимого электролита.	4.5	2	2	4	0.5
Реакции окисления-восстановления в аналитической химии.	5	2	2	4	1
Кислотно-основные равновесия. Теории кислот и оснований.	5	2	2	4	1
Комплексные соединения в аналитической химии.	5	2	2	4	1
Количественный анализ. Основные принципы и классификация методов количественного анализа. Отбор и подготовка проб к анализу. Гравиметрия	5	2	2	4	1
Титриметрический анализ. Классификация методов, требования к реакциям, применяемым в титриметрии. Окислительно-восстановительное, кислотно-основное и комплексонометрическое титрование. Погрешности титрования.	5	2	2	4	1
Методы разделения и концентрирования в аналитической химии.	5	2	2	4	1
Представление результатов химического анализа. Основы химической метрологии. Классификация погрешностей измерений. Оценка сходимости результатов. Правильность анализа и устранение систематических погрешностей. Понятие о стандартных образцах.	5	2	2	4	1
Классификация физических и физико-химических (инструментальных) методов анализа. Основные характеристики методов и требования, предъявляемые к ним.	5	2	2	4	1
Методы молекулярного спектрального анализа. Анализ по ИК спектрам. Спектрофотометрия и фотоколориметрия в видимой области спектра.	5	2	2	4	1
Элементный спектральный анализ. Атомно-эмиссионный спектральный анализ. Атомно-абсорбционный метод.	3	1	1	2	1
Электрохимические методы анализа. Общая характеристика и классификация электрохимических методов. Потенциометрия. Кондуктометрия.	5	2	2	4	1
Хроматографические методы. Принципы метода хроматографии. Качественный и количественный хроматографический анализ.	3	1	1	2	1
Анализ промышленных, природных и биологических объектов.	2.5	1	1	2	0.5
Аттестация	36				
КСР	2				2
Итого	108	28	28	58	14

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

**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-6**

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 расчётах.
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  $PP$  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  $pH$  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 pH в растворах сильных кислот и оснований?
46. Выведите формулы для расчёта pH 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. Кислотно-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. Ионметрия. Возможности и ограничения метода.
116. Хроматографические методы анализа.
117. Методы химического и биологического тестирования.

#### Критерии оценивания (оценочное средство - Опрос)

Оценк а	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 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; знание основной литературы, рекомендованной к лабораторному занятию.

#### 5.1.2 Типовые задания (оценочное средство - Тест) для оценки сформированности компетенции ОПК-6

- 1) Задачей элементного 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)  $I_2 + 2e \rightarrow 2I^-$                                       б)  $S_2O_8^{2-} + 2e \rightarrow 2SO_4^{2-}$   
в)  $Fe^{3+} + e \rightarrow Fe^{2+}$                                       г)  $AsO_4^{3-} + 2H^+ + 2e \rightarrow AsO_3^{3-} + H_2O$

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) динатриевая соль этилендиаминтетрауксусной кислоты  
в) эриохром черный Т  
г) нитрилотриуксусная кислота

б) уменьшится

г) сначала увеличится, затем уменьшится

13) Растворимость хлорида серебра  $\text{AgCl}$  в воде можно рассчитать по формуле

 $\Gamma)$ 

14) Осадок, который взвешивают в гравиметрии, называют

б) гравиметрической 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) рКНind                      в) рКw                      г) КНInd

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)**

<b>Оценка</b>	<b>Критерии оценивания</b>
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 - Отчет по лабораторным работам) для оценки сформированности компетенции ОПК-8

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)

<b>Оценка</b>	<b>Критерии оценивания</b>
зачтено	Выполнены следующие критерии представления отчета: 1. Степень соответствия выполненного задания поставленным требованиям; 2. Структурирование и комментирование лабораторной работы; 3. Уникальность выполнения работы (отличие от работ коллег); 4. Успешные ответы на контрольные вопросы.
не зачтено	Не выполнение хотя бы одного из критериев отчета: 1. Степень соответствия выполненного задания поставленным требованиям; 2. Структурирование и комментирование лабораторной работы; 3. Уникальность выполнения работы (отличие от работ коллег); 4. Успешные ответы на контрольные вопросы.

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

#### Шкала оценивания сформированности компетенций

Уровень сформированности компет	плохо	неудовлетворительно	удовлетворительно	хорошо	очень хорошо	отлично	превосходно
---------------------------------	-------	---------------------	-------------------	--------	--------------	---------	-------------

енций (индик атора достиж ения компет енций)	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	Продemonстрированы основные умения. Решены типовые задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания, но не в полном объеме	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания в полном объеме, но некоторые с недочетами	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания в полном объеме, но некоторые с недочетами	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с отдельным и несущественными недочетами, выполнены все задания в полном объеме	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объеме без недочетов
<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	Продemonстрированы базовые навыки при решении стандартных задач с некоторыми недочетами	Продemonстрированы базовые навыки при решении стандартных задач без ошибок и недочетов	Продemonстрированы навыки при решении нестандартных задач без ошибок и недочетов	Продemonстрирован 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»
<b>не зачтено</b>	<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

#### 5.3.1 Типовые задания, выносимые на промежуточную аттестацию:

##### Оценочное средство - Задачи

##### Экзамен

##### Критерии оценивания (Задачи - Экзамен)

Оценка	Критерии оценивания
превосходно	в работе присутствуют все структурные элементы, вопросы раскрыты полно, изложение материала логично, выводы аргументированы, работа правильно оформлена, недочеты отсутствуют
отлично	в работе присутствуют все структурные элементы, вопросы раскрыты полно, изложение материала логично, выводы аргументированы, работа правильно оформлена, допускается 1-2 недочета в оформлении работы
очень хорошо	в работе присутствуют все структурные элементы, изложение материала логично, выводы аргументированы, работа правильно оформлена, один вопрос раскрыт не полностью полно,
хорошо	в работе есть 2-3 незначительные ошибки, изложенный материал не противоречит выводам, нет грубых ошибок в оформлении
удовлетворительно	один из вопросов раскрыт не полностью, присутствуют логические и фактические ошибки, плохо прослеживается связь между ответом и выводами, допущены существенные ошибки в оформлении
неудовлетворительно	количество ошибок превышает допустимую норму, в работе отсутствуют выводы или не хватает других структурных элементов, работа оформлена не по требованиям
плохо	работа не выполнена полностью



**Типовые задания (Задачи - Экзамен) для оценки сформированности компетенции ОПК-6**  
(Способен использовать в профессиональной деятельности основные законы физики, химии, наук о Земле и биологии, применять методы математического анализа и моделирования, теоретических и экспериментальных исследований, приобретать новые математические и естественнонаучные знания, используя современные образовательные и информационные технологии;)

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.

Ответ:  $[\text{H}^+] = 1 \cdot 10^{-2}$  моль/л;  $[\text{OH}^-] = 1 \cdot 10^{-12}$  моль/л; рН = 2; рОН = 12

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

Ответ:  $[\text{H}^+] = 5 \cdot 10^{-3}$  моль/л;  $[\text{OH}^-] = 2 \cdot 10^{-12}$  моль/л; рН = 2.2; рОН = 11.7

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

Ответ:  $[\text{H}^+] = 4 \cdot 10^{-8}$  моль/л;  $[\text{OH}^-] = 2.5 \cdot 10^{-7}$  моль/л; рОН = 6.6

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

Ответ:  $[\text{H}^+] = 5 \cdot 10^{-5}$  моль/л;  $[\text{OH}^-] = 2 \cdot 10^{-10}$  моль/л; рОН = 9.7

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

Ответ:  $[\text{H}^+] = 2 \cdot 10^{-13}$  моль/л;  $[\text{OH}^-] = 5 \cdot 10^{-2}$  моль/л; рН = 12.7; рОН = 1.3

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.

Ответ:  $[\text{H}^+] = 1 \cdot 10^{-11}$  моль/л;  $[\text{OH}^-] = 1 \cdot 10^{-3}$  моль/л; рН = 11; рОН = 3

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

Ответ: 5.7

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

Ответ: 3.4

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

Ответ: 2.4

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

Ответ: 10.6

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

Ответ: 10.3

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

Ответ: 11.5

Рассчитайте значение pH 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 ( $K_a = 1.4 \cdot 10^{-4}$ )?

Ответ: 4.2

Какое значение pH 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 ( $K_a = 1.5 \cdot 10^{-4}$ )?

Ответ: 3.1

Какое значение pH 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 ( $K_a = 1.74 \cdot 10^{-5}$ )?

Ответ: 5.2

Какое значение pH 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 ( $K_b = 1.76 \cdot 10^{-5}$ )?

Ответ: 8.8

Какое значение pH 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 ( $K_b = 1.76 \cdot 10^{-5}$ )?

Ответ: 9.5

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 ( $K_b = 1.76 \cdot 10^{-5}$ )?

Ответ: 8.2

Рассчитайте ионную силу  $0.02$  моль/л раствора хлорида бария.

Ответ:  $0.06$  моль/л.

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

Ответ:  $0.3$  моль/л.

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

Ответ:  $0.17$  моль/л.

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

Ответ: а)  $0.92$ ;  $0.72$ ;  $0.47$ ;

б)  $0.75$ ;  $0.32$ ;  $0.079$ .

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

Ответ: а) 0.64; 0.89.

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.

Ответ: а) 0.50; б) 0.40.

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

Ответ:  $I = 0.07$ ;  $\gamma(\text{Mg}^{2+}) = 0.382$ ;  $\gamma(\text{K}^+) = 0.786$ ;  $\gamma(\text{Cl}^-) = 0.786$ .

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

Ответ:  $I = 0.16$ ;  $\gamma(\text{Ni}^{2+}) = 0.268$ ;  $\gamma(\text{H}^+) = 0.720$ ;  $\gamma(\text{Cl}^-) = 0.720$ .

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

Ответ:  $I = 0.11$ ;  $\gamma(\text{Al}^{3+}) = 0.076$ ;  $\gamma(\text{H}^+) = 0.750$ ;  $\gamma(\text{Cl}^-) = 0.750$ .

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).

Ответ: а) 3; б) 4; в) 6; г) 10.

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.

Ответ: 0.5 моль/л.

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  $\text{Na}_3\text{PO}_4$ .

Ответ:  $I = 0.30$ ;  $\gamma(\text{Na}^+) = 0.665$ ;  $\gamma(\text{PO}_4^{3-}) = 0.026$ .

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  $\text{NH}_4\text{Cl}$ .

Ответ:  $I = 0.2$ ;  $\gamma(\text{NH}_4^+) = 0.701$ ;  $\gamma(\text{Cl}^-) = 0.701$ .

( $K_a = 1.1 \cdot 10^{-3}$ ).

Ответ:  $\text{pH} = 7.78$

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

Ответ:  $\text{pH} = 8.38$

Вычислите значение  $\text{pH}$  0.1 М раствора глюконата натрия

$\text{CH}_2\text{OH}(\text{CHOH})_4\text{COONa}$  ( $K_a = 1.4 \cdot 10^{-4}$ ).

Ответ:  $\text{pH} = 8.43$

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

Ответ:  $\text{pH} = 5.12$

Вычислите значение  $\text{pH}$  0.01 М раствора нитрата аммония  $\text{NH}_4\text{NO}_3$

( $K_b = 1.76 \cdot 10^{-5}$ ).

Ответ:  $\text{pH} = 5.62$

Вычислите значение  $\text{pH}$  0.005 М раствора нитрата аммония  $\text{NH}_4\text{NO}_3$

( $K_b = 1.76 \cdot 10^{-5}$ ).

Ответ:  $\text{pH} = 5.77$

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

Ответ:  $\text{pH} = 6.71$

Вычислите значение  $\text{pH}$  0.01 М раствора салицилата

аммония  $\text{C}_6\text{H}_4(\text{OH})\text{COONa}$  ( $K_a = 1.1 \cdot 10^{-3}$ ;  $K_b = 1.76 \cdot 10^{-5}$ ).

Ответ:  $\text{pH} = 6.10$

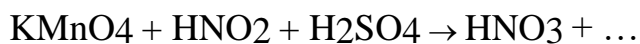
Допишите следующую реакцию, используя электронно-ионный метод (метод полуреакции):



Рассчитайте сумму коэффициентов.

Ответ: 41

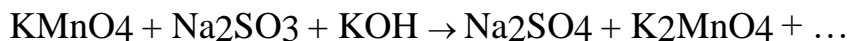
Допишите следующую реакцию, используя электронно-ионный метод (метод полуреакции):



Рассчитайте сумму коэффициентов.

Ответ: 21

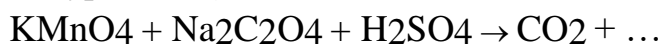
Допишите следующую реакцию, используя электронно-ионный метод (метод полуреакции):



Рассчитайте сумму коэффициентов.

Ответ: 9

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



Рассчитайте сумму коэффициентов.

Ответ: 41

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



Рассчитайте сумму коэффициентов.

Ответ: 8

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



Рассчитайте сумму коэффициентов.

Ответ: 26

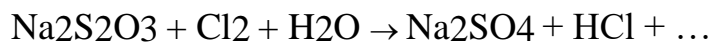
Допишите следующую реакцию, используя электронно-ионный метод (метод полуреакции):



Рассчитайте сумму коэффициентов.

Ответ: 12

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



Рассчитайте сумму коэффициентов.

Ответ: 20

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



Рассчитайте сумму коэффициентов.

Ответ: 18 (без дробных коэффициентов 36)

Рассчитайте растворимость фосфата цинка  $\text{Zn}_3(\text{PO}_4)_2$  в воде, если его

произведение растворимости  $\text{ПР} = 9.1 \cdot 10^{-33}$ .

Ответ:  $1.5 \cdot 10^{-7}$  моль/л

Рассчитайте растворимость иодида золота  $\text{AuI}_3$  в воде, если известно, что его

произведение растворимости  $\text{ПР} = 1 \cdot 10^{-46}$ .

Ответ:  $1.4 \cdot 10^{-12}$  моль/л

Рассчитайте растворимость хромата бария  $\text{BaCrO}_4$  в воде, если его произведение

растворимости  $\text{ПР} = 1.2 \cdot 10^{-10}$ .

Ответ:  $1.1 \cdot 10^{-5}$  моль/л

Рассчитайте растворимость оксалата серебра  $\text{Ag}_2\text{C}_2\text{O}_4$  в воде, если его

произведение растворимости равно  $\text{ПР} = 3.5 \cdot 10^{-11}$ .

Ответ:  $2.1 \cdot 10^{-4}$  моль/л

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

Ответ:  $6.3 \cdot 10^{-5}$  моль/л

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

Ответ:  $2.0 \cdot 10^{-50}$

### Оценочное средство - Контрольные вопросы

#### Экзамен

#### Критерии оценивания (Контрольные вопросы - Экзамен)

Оценка	Критерии оценивания
превосходно	Даны исчерпывающие и обоснованные ответы на все поставленные вопросы, при ответах выделялось главное, развернутый ответ без 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
отлично	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, возможны некоторые незначительные недочеты в ответе
очень хорошо	Даны полные, достаточно обоснованные ответы на поставленные вопросы, правильно решены практические задания; при ответах не всегда выделялось главное, отдельные положения недостаточно увязывались с требованиями программы, ответы в основном были краткими, но не всегда четкими; практически полное знание терминологии данной темы; использование презентационных материалов
хорошо	Даны полные, достаточно обоснованные ответы на поставленные вопросы, правильно решены практические задания; при ответах не всегда выделялось главное, отдельные положения недостаточно увязывались с требованиями программы, ответы в основном были краткими, но не всегда четкими; практически полное знание терминологии данной темы; использование презентационных материалов, возможны некоторые незначительные недочеты в ответе
удовлетворительно	Даны в основном правильные ответы на все поставленные вопросы, но без должной глубины и обоснования, при решении практических задач студент использовал прежний опыт и не применял новые знания,

Оценка	Критерии оценивания
	однако, на уточняющие вопросы даны правильные ответы; при ответах не выделялось главное; ответы были многословными, нечеткими и без должной логической последовательности; на отдельные дополнительные вопросы не даны положительные ответы
неудовлетворительно	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; знание основной литературы, рекомендованной к семинару.
плохо	Студент затрудняется при выполнении практических задач, работа проводится с опорой на преподавателя или других студентов; отсутствие прямого ответа на поставленный вопрос либо ответ, содержащий бессистемную, минимальную информацию; отсутствие логических связей в ответе; отсутствие знания терминологии по теме вопроса.

**Типовые задания (Контрольные вопросы - Экзамен) для оценки сформированности компетенции ОПК-6** (Способен использовать в профессиональной деятельности основные законы физики, химии, наук о Земле и биологии, применять методы математического анализа и моделирования, теоретических и экспериментальных исследований, приобретать новые математические и естественнонаучные знания, используя современные образовательные и информационные технологии;)

### 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 ультрамикроанализ.

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. Ионометрия. Примеры практического применения ионометрии.

**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.

**Типовые задания (Контрольные вопросы - Экзамен) для оценки сформированности компетенции ОПК-8 (Способен использовать методы сбора, обработки, систематизации и**

представления полевой и лабораторной информации, применять навыки работы с современным оборудованием, анализировать полученные результаты.)

### **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.

### **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 для педагогов. Расчеты в количественном анализе : учебник и практикум / А. Н. Борисов, И. Ю. Тихомирова. - 3-е изд. ; испр. и доп. - Москва : Юрайт, 2023. - 153 с. - (Высшее образование). - ISBN 978-5-534-09281-3. - Текст : электронный // ЭБС "Юрайт"., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=843707&idb=0>.
3. Жебентяев Александр Ильич. Аналитическая химия. Химические методы анализа : Учебное пособие. - 2-е изд. - Москва : ООО "Научно-издательский центр ИНФРА-М", 2020. - 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=632400&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. - Москва : ООО "Научно-издательский центр ИНФРА-М", 2017. - 206 с. - ВО - Бакалавриат. - ISBN 978-5-16-006615-8. - ISBN 978-5-16-104380-6. - ISBN 978-985-475-553-3., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=629270&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-

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, 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.

Программа составлена в соответствии с требованиями ОС ННГУ по направлению 06.03.01 - Биология.

Автор(ы): Нипрук Оксана Валентиновна, доктор химических наук, профессор  
Созин Андрей Юрьевич, доктор химических наук.

Рецензент(ы): Зеленцов Сергей Васильевич, доктор химических наук.

Заведующий кафедрой: Князев Александр Владимирович, доктор химических наук.

Программа одобрена на заседании методической комиссии от 06.09.2022, протокол № 1.