



Министерство здравоохранения Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Рязанский государственный медицинский университет  
имени академика И.П. Павлова»  
Министерства здравоохранения Российской Федерации  
ФГБОУ ВО РязГМУ Минздрава России

Утверждено решением ученого совета  
Протокол № 1 от 01.09.2023 г.

Фонд оценочных средств по дисциплине	«Аналитическая химия»
Образовательная программа	Основная профессиональная образовательная программа высшего образования - программа специалитета по специальности 33.05.01 Фармация
Квалификация	Провизор
Форма обучения	Очная

Разработчик (и): кафедра фармацевтической химии и фармакогнозии

ИОФ	Ученая степень, ученое звание	Место работы (организация)	Должность
И.В. Черных	д.б.н., доц.	ФГБОУ ВО РязГМУ Минздрава России	заведующий кафедрой фармацевтической химии и фармакогнозии
М.А. Фролова	к.ф.н. доцент	ФГБОУ ВО РязГМУ Минздрава России	Доцент

Рецензент (ы):

ИОФ	Ученая степень, ученое звание	Место работы (организация)	Должность
А.Н. Николашкин	к.ф.н. доцент	ФГБОУ ВО РязГМУ Минздрава России	Заведующий кафедрой фармацевтической технологии
Д.А. Кузнецов	д.ф.н., доцент	ФГБОУ ВО РязГМУ Минздрава России	Доцент кафедры управления и экономики фармации

Одобрено учебно-методической комиссией по специальности Фармация и Промышленная фармация

Протокол № 11 от 26.06.2023г.

Одобрено учебно-методическим советом.

Протокол № 10 от 27.06.2023г.

**Фонды оценочных средств  
для проверки уровня сформированности компетенций (части компетенций)  
по итогам освоения дисциплины**

**1. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости**

**Примеры заданий в тестовой форме:**

Тест-контроль  
«Качественные реакции на катионы S<sup>1</sup>-элементов:  
Li<sup>+</sup>, Na<sup>+</sup>, K<sup>+</sup> и катионы аммония NH<sub>4</sub><sup>+</sup>»

**ВАРИАНТ № 1**

1. Укажите, при каком значении pH проводится реакция открытия катиона Na<sup>+</sup> гексагидроксоантимонатом (V) калия.  
1. pH = 7            2. pH = 5            3. pH = 12            4. pH = 2
2. Укажите реактив фармакопейной реакции открытия катиона K<sup>+</sup>.  
1. H<sub>2</sub>[PtCl<sub>6</sub>]    2. H<sub>2</sub>C<sub>4</sub>H<sub>4</sub>O<sub>6</sub>    3. Na<sub>2</sub>Pb[Cu(NO<sub>2</sub>)<sub>6</sub>]    4. NaClO<sub>3</sub>
3. Укажите, в какой цвет окрашивают пламя соединения лития:  
1. желтый    2. синий    3. карминово-красный    4. зеленый
4. Какой реактив используется для проверки полноты удаления катиона NH<sub>4</sub><sup>+</sup>.  
1. NaOH    2. NaHC<sub>4</sub>H<sub>4</sub>O<sub>6</sub>    3. K<sub>2</sub>[HgI<sub>4</sub>]    4. K<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>
5. Укажите катион, который можно открыть в смеси катионов s<sup>1</sup>-элементов и аммония в присутствии остальных катионов?  
1. K<sup>+</sup>            2. Li<sup>+</sup>            3. Na<sup>+</sup>            4. никакой
6. Можно ли анализ катионов s<sup>1</sup>-элементов и аммония начинать с открытия катиона K<sup>+</sup>?  
1. Да            2. Нет
7. Укажите реактив наиболее чувствительной реакции катиона Li<sup>+</sup>.  
1. NaF            2. Na<sub>2</sub>HPO<sub>4</sub>            3. Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>            4. K<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>
8. Укажите реактив, в котором не растворяется осадок гидротартрата калия.  
1. NaOH            2. HCl            3. CH<sub>3</sub>COOH            4. KOH

**ВАРИАНТ № 2**

1. Укажите в присутствии какого катиона нельзя открыть катион K<sup>+</sup> реакцией с Na<sub>3</sub>[Co(NO<sub>2</sub>)<sub>6</sub>].  
1. Na<sup>+</sup>            2. NH<sub>4</sub><sup>+</sup>            3. Li<sup>+</sup>            4. Na<sup>+</sup> и Li<sup>+</sup>
2. Укажите аналитический эффект реакции открытия катиона Na<sup>+</sup> цинкуранилацетатом.  
1. белый осадок            2. желтый осадок            3. зеленый осадок            4. черный осадок
3. При каком значении pH можно открыть катион Li<sup>+</sup> реакцией с Na<sub>2</sub>HPO<sub>4</sub>.  
1. pH=5            2. pH=3            3. pH=8            4. pH=2

4. Укажите, в какой цвет окрашивают пламя соединения калия.  
1. зеленый    2. красный    3. фиолетовый    4. желтый
5. Укажите реактив фармакопейной реакции катиона  $\text{NH}_4^+$ :  
1.  $\text{Na}_3[\text{Co}(\text{NO}_2)_6]$     2.  $\text{NaHC}_4\text{H}_4\text{O}_6$     3.  $\text{K}_2[\text{HgI}_4]$     4.  $\text{NaOH}$
6. Можно ли анализ смеси катионов  $s^1$ -элементов и аммония начинать с открытия катиона  $\text{Li}^+$ ?  
1. да    2. нет
7. Укажите реакцию среды в растворе  $\text{K}_2\text{CO}_3$ .  
1.  $\text{pH}=7$     2.  $\text{pH}>7$     3.  $\text{pH}<7$     4.  $\text{pH}=2$
8. Укажите реактив, в котором не растворяется осадок карбоната лития:  
1.  $\text{HCl}$     2.  $\text{CH}_3\text{COOH}$     3.  $\text{NH}_4\text{OH}$     4.  $\text{HNO}_3$

### ВАРИАНТ № 3

1. Укажите, в присутствии какого катиона нельзя открыть катион  $\text{Na}^+$  реакцией с  $\text{K}[\text{Sb}(\text{OH})_6]$ .  
1.  $\text{Li}^+$     2.  $\text{NH}_4^+$     3.  $\text{K}^+$     4.  $\text{K}^+$  и  $\text{Li}^+$
2. Укажите аналитический эффект реакции открытия катиона  $\text{K}^+$  с  $\text{Na}_3[\text{Co}(\text{NO}_4)_6]$ .  
1. белый осадок    2. зеленый осадок    3. желтый осадок    4. черный осадок
3. Укажите, в какой цвет окрашивают пламя соединения натрия.  
1. желтый    2. красный    3. зеленый    4. красный
4. Укажите реакцию среды в растворе  $\text{NH}_4\text{Cl}$ .  
1.  $\text{pH}=7$     2.  $\text{pH} = 5$     3.  $\text{pH} = 1$     4.  $\text{pH} = 10$
5. Укажите реактив фармакопейной реакции катиона  $\text{Na}^+$ :  
1.  $\text{K}[\text{Sb}(\text{OH})_6]$     2.  $\text{Zn}(\text{UO}_2)_3(\text{CH}_3\text{COO})_8$     3.  $\text{H}_2[\text{PtCl}_6]$     4.  $\text{KClO}_3$
6. Можно ли анализ смеси катионов  $s^1$ -элементов и аммония начинать с открытия катиона  $\text{NH}_4^+$ .  
1. да    2. нет
7. Укажите аналитический эффект реакции открытия катиона  $\text{Li}^+$  реакцией с  $\text{NaF}$ :  
1. желтый осадок    2. зеленый осадок    3. белый раствор    4. розовый осадок
8. Укажите реактив, в котором растворяется осадок  $\text{K}_2\text{Na}[\text{Co}(\text{NO}_2)_6]$   
1.  $\text{HNO}_3$     2.  $\text{CH}_3\text{COOH}$     3.  $\text{NaOH}$     4.  $\text{KOH}$

Ответы текущего тест-контроля № 1

Вопрос	Вопрос 1	Вопрос 2	Вопрос 3	Вопрос 4	Вопрос 5	Вопрос 6	Вопрос 7	Вопрос 8
Вариант	1	2	3	3	2	2	2	3
1	1	2	3	3	2	2	2	3

2	2	2	3	3	4	2	2	3
3	2	3	1	2	1	1	3	1

Критерии оценки тестового контроля: 8/8 – 5; 7/8 – 4; 6/8 – 3; 5/8 – 3-.

**Примеры контрольных вопросов для собеседования:**

1. Окислительно-восстановительные равновесия, их количественные характеристики и использование в качественном и количественном анализах.
2. Качественные реакции на анионы  $\text{CO}_3^{2-}$  и  $\text{C}_2\text{O}_4^{2-}$ , их использование в целях анализа. Значение для фармации.
3. Предложите схему анализа смеси анионов  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{Br}^-$ ,  $\text{NO}_2^-$ ,  $\text{NO}_3^-$ . Напишите уравнения реакций, используемых в ходе анализа, укажите условия их выполнения и аналитические эффекты.
4. Перманганатометрия. Сущность метода, условия. Титрант, его приготовление, стандартизация, хранение. Фиксирование точки эквивалентности. Способы титрования при определении восстановителей, окислителей, индифферентных веществ (на конкретных примерах).
5. Рассчитать область скачка на кривой титрования 10 мл р-ра  $\text{NaCl}(1/z)=0,2$  моль/л р-ром  $\text{Hg}_2(\text{NO}_3)_2(1/z)=0,1$  моль/л. ( $\text{P}r\text{Hg}_2\text{Cl}_2 = 1,3 \cdot 10^{-18}$ ).
6. Рассчитать область скачка на кривой титрования 10 мл р-ра  $\text{NaCl}(1/z)=0,2$  моль/л р-ром  $\text{Hg}_2(\text{NO}_3)_2(1/z)=0,1$  моль/л. ( $\text{P}r\text{Hg}_2\text{Cl}_2 = 1,3 \cdot 10^{-18}$ ).
7. Раствор солей Ca и Mg разбавили водой до 100,0 мл. На титрование 20,00 мл аликвоты с эриохромом черным Т израсходовали 18,45 мл 0,01020 М раствора Трилона Б, а на титрование такой же аликвоты с мурексидом затратили 8,22 мл Трилона Б. Вычислить массы Ca и Mg в исходном растворе. Решение задачи оформить в виде протокола.

Критерии оценки при собеседовании:

- Оценка "отлично" выставляется студенту, если он глубоко и прочно усвоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, свободно справляется с задачами, вопросами и другими видами применения знаний, причем не затрудняется с ответом при видоизменении заданий, использует в ответе материал монографической литературы, правильно обосновывает принятое решение, владеет разносторонними навыками и приемами выполнения практических задач.
- Оценка "хорошо" выставляется студенту, если он твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос, правильно применяет теоретические положения при решении практических вопросов и задач, владеет необходимыми навыками и приемами их выполнения.
- Оценка "удовлетворительно" выставляется студенту, если он имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении программного материала, испытывает затруднения при выполнении практических работ.
- Оценка "неудовлетворительно" выставляется студенту, который не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки, неуверенно, с большими затруднениями выполняет практические работы. Как правило, оценка "неудовлетворительно" ставится студентам, которые не могут продолжить

обучение без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине.

**Примеры ситуационных задач:**

Раствор 0:  $\text{NH}_4^+$ ,  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Li}^+$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Sr}^{2+}$ ,  $\text{Ba}^{2+}$

№	Исследуемое вещество	Проводимая операция	Реактив	Наблюдения	Выводы, уравнения реакций
1	2	3	4	5	6
<b>I Предварительные испытания</b>					
1	Раствор 0	Определение pH	Универсальный индикатор	pH < 7	В растворе возможно присутствие солей сильных кислот и слабых оснований (катионов $\text{NH}_4^+$ , $\text{Mg}^{2+}$ )
2	Раствор 0	Открытие катиона $\text{NH}_4^+$	$\text{NaOH} + t^\circ\text{C}$	Выделяется аммиак, который обнаружен по запаху и по изменению цвета универсального индикатора	В растворе 0 присутствует катион $\text{NH}_4^+$ $\text{NH}_4^+ + \text{OH}^- \rightarrow \text{NH}_3 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$
3	Раствор 0	Открытие катиона $\text{Ba}^{2+}$	$\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$	Выпадает желтый осадок	В растворе 0 присутствует катион $\text{Ba}^{2+}$ $2\text{Ba}^{2+} + \text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{BaCrO}_4 \downarrow + 2\text{H}^+$
<b>II Систематический анализ (кислотно-основная классификация)</b>					
4	Раствор 0	Отделение катионов III гр. ( $\text{Ca}^{2+}$ , $\text{Sr}^{2+}$ , $\text{Ba}^{2+}$ ) от катионов I гр. ( $\text{NH}_4^+$ , $\text{Li}^+$ , $\text{Na}^+$ , $\text{K}^+$ ) и $\text{Mg}^{2+}$ (V гр.)	$\text{H}_2\text{SO}_4$ в присутствии $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$	Отделение проведено полностью	Получено: Осадок 1 – $\text{CaSO}_4$ , $\text{SrSO}_4$ , $\text{BaSO}_4$ Центрифугат 1 – $\text{Mg}^{2+}$ , $\text{NH}_4^+$ , $\text{Li}^+$ , $\text{Na}^+$ , $\text{K}^+$
5	Осадок 1	Перевод сульфатов в карбонаты	$\text{Na}_2\text{CO}_3$ (насыщенный раствор + $t^\circ\text{C}$ )		Получен осадок 2 $\text{CaCO}_3$ , $\text{SrCO}_3$ , $\text{BaCO}_3$
6	Осадок 2	Растворение	$\text{CH}_3\text{COOH}$	Осадок растворился	Получен раствор 1 ( $\text{Ca}^{2+}$ , $\text{Sr}^{2+}$ , $\text{Ba}^{2+}$ )
7	Раствор 1	Удаление катиона $\text{Ba}^{2+}$	$\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + \text{CH}_3\text{COONa}$ , pH $\approx 5$	Катион $\text{Ba}^{2+}$ удален полностью	Получен центрифугат 2 ( $\text{Ca}^{2+}$ , $\text{Sr}^{2+}$ , $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ )

8	Центр-г 2	Осаждение катионов $\text{Ca}^{2+}$ и $\text{Sr}^{2+}$	$\text{Na}_2\text{CO}_3$ твердый, pH~10	Осаждение катионов $\text{Ca}^{2+}$ и $\text{Sr}^{2+}$ полное	Получен осадок 3 $\text{CaCO}_3$ и $\text{SrCO}_3$
9	Осадок 3	Растворение	$\text{CH}_3\text{COOH}$	Осадок растворился	Получен раствор 2 ( $\text{Ca}^{2+}$ и $\text{Sr}^{2+}$ )
10	Раствор 2	Открытие катиона $\text{Sr}^{2+}$	$(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ или насыщ. Раствор $\text{CaSO}_4$ при $t^\circ\text{C}$	Выпадает белый осадок	В растворе 0 присутствует катион $\text{Sr}^{2+}$
11	Раствор 2	Открытие катиона $\text{Ca}^{2+}$	$\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6] + \text{NH}_3 + \text{NH}_4\text{Cl}$ при $t^\circ\text{C}$	Выпадает белый осадок	В растворе 0 присутствует катион $\text{Ca}^{2+}$
12	Центр-г 1	Удаление катиона $\text{NH}_4^+$	Выпаривание и прокаливание сухого остатка	Удаление $\text{NH}_4^+$ проведено полностью (проба с р-вом Несслера)	Получен сухой остаток смеси солей $\text{Mg}^{2+}$ , $\text{K}^+$ , $\text{Na}^+\text{Li}^+$
13	Сухой остаток	Растворение	Остаток растворился		Получен раствор 3 с катионами $\text{Mg}^{2+}$ , $\text{K}^+$ , $\text{Na}^+\text{Li}^+$
14	Раствор 3	Открытие катиона $\text{Mg}^{2+}$	$\text{NaOH}$	Выпадает белый осадок	В растворе 0 присутствует катион $\text{Mg}^{2+}$
15	Раствор 3	Открытие катиона $\text{K}^+$	$\text{Na}_3[\text{Co}(\text{NO}_2)_6]$	Выпадает желтый осадок	В растворе 0 присутствует катион $\text{K}^+$
16	Центр-г 3	Удаление катиона $\text{Mg}^{2+}$	$\text{KOH}$	Удаление катиона $\text{Mg}^{2+}$ полное	Получен центрифугат 3: $\text{Li}^+$ , $\text{Na}^+$ , $\text{K}^+$
17	Центр-г 3	Открытие катиона $\text{Li}^+$	$\text{Na}_2\text{HPO}_4 + \text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$	Выпадает белый осадок	В растворе 0 присутствует катион $\text{Li}^+$
18	Центр-г 3	Открытие катиона $\text{Na}^+$	$\text{K}[\text{Sb}(\text{OH})_6]$ pH = 7	Выпадает белый осадок	В растворе 0 присутствует катион $\text{Na}^+$
19	ЗАКЛЮЧЕНИЕ:		В задаче № ** присутствуют следующие катионы: $\text{NH}_4^+$ , $\text{Ba}^{2+}$ , $\text{Sr}^{2+}$ , $\text{Ca}^{2+}$ , $\text{Mg}^{2+}$ , $\text{K}^+$ , $\text{Li}^+$ , $\text{Na}^+$ .		

Критерии оценки при решении ситуационных задач:

- Оценка «отлично» выставляется, если задача решена грамотно, ответы на вопросы сформулированы четко. Эталонный ответ полностью соответствует решению студента, которое хорошо обосновано теоретически.
- Оценка «хорошо» выставляется, если задача решена, ответы на вопросы сформулированы не достаточно четко. Решение студента в целом соответствует эталонному ответу, но не достаточно хорошо обосновано теоретически.
- Оценка «удовлетворительно» выставляется, если задача решена не полностью, ответы не содержат всех необходимых обоснований решения.
- Оценка «неудовлетворительно» выставляется, если задача не решена или имеет грубые теоретические ошибки в ответе на поставленные вопросы

### **Примеры тем рефератов:**

1. История развития аналитической химии.
2. Роль русских ученых в создании теории и методов химического анализа. (М.В. Ломоносов, Д.И. Менделеев, Н.А. Меншуткин, Т.Е. Ловиц, В.М. Севергин, М.С. Цвет, Л.А. Чугаев, Н.А. Тананаев, И.П. Алимарин и др.).
3. Применение комплексных соединений в аналитической химии.
4. Метод перманганатометрии. Его использование в медицине и фармации

#### Критерии оценки реферата:

- Оценка «отлично» выставляется, если реферат соответствует всем требованиям оформления, представлен широкий библиографический список. Содержание реферата отражает собственный аргументированный взгляд студента на проблему. Тема раскрыта всесторонне, отмечается способность студента к интегрированию и обобщению данных первоисточников, присутствует логика изложения материала. Имеется иллюстративное сопровождение текста.

- Оценка «хорошо» выставляется, если реферат соответствует всем требованиям оформления, представлен достаточный библиографический список. Содержание реферата отражает аргументированный взгляд студента на проблему, однако отсутствует собственное видение проблемы. Тема раскрыта всесторонне, присутствует логика изложения материала.

- Оценка «удовлетворительно» выставляется, если реферат не полностью соответствует требованиям оформления, не представлен достаточный библиографический список. Аргументация взгляда на проблему не достаточно убедительна и не охватывает полностью современное состояние проблемы. Вместе с тем присутствует логика изложения материала.

- Оценка «неудовлетворительно» выставляется, если тема реферата не раскрыта, отсутствует убедительная аргументация по теме работы, использовано не достаточное для раскрытия темы реферата количество литературных источников.

### **2. Оценочные средства для промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины**

#### **Форма промежуточной аттестации в 3 семестре - зачет, в 4 семестре - экзамен**

#### **Порядок проведения промежуточной аттестации**

Зачет – результат промежуточной аттестации за 3 семестр, не являющийся завершающим изучение дисциплины *«Аналитическая химия»*, оценивается как средний балл, рассчитанный как среднее арифметическое значение за все рубежные контроли семестра (учитываются только положительные результаты).

#### **Процедура проведения и оценивания экзамена**

Экзамен проводится по билетам в форме устного собеседования. Студенту достается экзаменационный билет путем собственного случайного выбора и предоставляется 45 минут на подготовку. Защита готового решения происходит в виде собеседования, на что отводится 20 минут.

Экзаменационный билет содержит четыре вопроса (теоретические и практические).

#### Критерии выставления оценок:

- Оценка «отлично» выставляется, если студент показал глубокое полное знание и усвоение программного материала учебной дисциплины в его взаимосвязи с другими дисциплинами и с предстоящей профессиональной деятельностью, усвоение основной литературы, рекомендованной рабочей программой учебной дисциплины, знание дополнительной литературы, способность к самостоятельному пополнению и

обновлению знаний.

– Оценки «хорошо» заслуживает студент, показавший полное знание основного материала учебной дисциплины, знание основной литературы и знакомство с дополнительной литературой, рекомендованной рабочей программой, способность к пополнению и обновлению знаний.

– Оценки «удовлетворительно» заслуживает студент, показавший при ответе на экзамене знание основных положений учебной дисциплины, допустивший отдельные погрешности и сумевший устранить их с помощью преподавателя, знакомый с основной литературой, рекомендованной рабочей программой.

– Оценка «неудовлетворительно» выставляется, если при ответе выявились существенные пробелы в знаниях студента основных положений учебной дисциплины, неумение даже с помощью преподавателя сформулировать правильные ответы на вопросы экзаменационного билета.

**Фонды оценочных средств  
для проверки уровня сформированности компетенций (части компетенций)  
для промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины**

**ОПК-1**

Способен использовать основные биологические, физико-химические, химические, математические методы для разработки, исследований и экспертизы лекарственных средств, изготовления лекарственных препаратов

**1) Типовые задания для оценивания результатов сформированности компетенции на уровне «Знать» (воспроизводить и объяснять учебный материал с требуемой степенью научной точности и полноты):**

Теоретические основы

1. Аналитическая химия - наука, предмет, дисциплина. Исторические этапы развития. Виды и методы анализа. Фармацевтический анализ.
2. Применение закона действующих масс в аналитической химии. Константы химического равновесия в растворах.
3. Применение закона действующих масс к равновесиям в системе осадок – насыщенный раствор малорастворимого электролита (растворимость, произведение растворимости, условие образования осадков малорастворимых электролитов).
4. Протолитические равновесия. Характеристика силы слабых кислот и оснований. Константы кислотности и основности.
5. Гидролиз. Константа и степень гидролиза. Вычисление значений рН растворов солей, подвергающихся гидролизу. Использование реакций гидролиза в аналитической химии.
6. Буферные системы. рН буферных растворов. Буферная емкость. Использование буферных растворов в аналитической химии.
7. Окислительно-восстановительные равновесия, их количественные характеристики и использование в качественном и количественном анализе.
8. Равновесия в растворах комплексных соединений. Константы устойчивости и нестойкости. Типы комплексных соединений, применяемых в качественном анализе.
9. Применение органических реагентов в химическом анализе. Реакции, основанные на образовании комплексных соединений металлов.

Качественный анализ

10. Кислотно-основная классификация катионов, ее аналитические групповые реагенты и особенности разделения на группы.
11. Аммиачно-фосфатная классификация катионов, характеристика ее групповых

- реагентов. Преимущества и недостатки при применении.
12. Сульфидная классификация катионов. Групповые реагенты, особенности разделения на группы. Преимущества и недостатки классификации.
  13. Аналитические классификации анионов. Дробный анализ смеси анионов, его принципы и значение.

#### Титриметрический анализ

14. Гравиметрический анализ. Основные понятия. Классификация методов. Метод осаждения, основные этапы.
15. Метод кислотно-основного титрования. Сущность. Титранты. Варианты титрования. Применение метода в фармации и медицине.
16. Характеристика кислотно-основных индикаторов. Теории индикаторов (ионная, хромоформная, ионно-хромоформная). Способы выбора индикаторов. Ошибки кислотно-основного титрования, их источники, учет и устранение.
17. Кислотно-основное титрование в неводных средах. Сущность. Классификация растворителей, их свойства. Факторы, определяющие выбор протолитического растворителя. Примеры определения слабых кислот и оснований. Применение метода в фармации.
18. Способы индикации состояния эквивалентности в методах окислительно-восстановительного титрования. Индикаторы, их классификация. Интервал изменения окраски индикатора. Примеры типичных индикаторов. Ошибки титрования.
19. Перманганометрия. Сущность, условия титрования. Титрант, его приготовление, стандартизация. Примеры определений. Достоинства и недостатки метода.
20. Метод йодиметрического титрования. Сущность. Титранты. Индикаторы. Условия титрования. Примеры определений. Применение метода в фармации.
21. Метод йодометрического титрования. Сущность. Титрант. Индикаторы. Условия титрования. Примеры определений. Применение метода в фармации.
22. Хлорйодиметрия. Сущность. Титрант, его приготовление, стандартизация. Условия титрования. Способы индикации. Применение метода.
23. Метод йодатометрического титрования. Сущность. Титрант и индикаторы метода. Примеры определений.
24. Метод бромометрического титрования. Сущность. Титрант. Индикаторы. Примеры определений. Применение метода в фармации.
25. Метод броматометрического титрования. Сущность и условия метода. Титрант. Индикаторы. Примеры определений.
26. Дихроматометрия. Сущность. Титрант. Индикаторы метода. Определение окислителей и восстановителей. Достоинства и недостатки метода.
27. Метод нитритометрического титрования. Сущность. Титрант, его приготовление, стандартизация. Условия титрования. Индикаторы. Примеры определений. Применение метода в фармации.
28. Цериметрия. Сущность. Титрант, его приготовление, стандартизация. Индикаторы метода. Примеры определений.
29. Меркурометрия. Сущность. Титрант, его приготовление, стандартизация. Индикаторы. Применение метода.
30. Аргентометрия — разновидности её методов и их сущность. Титранты. Условия титрования. Примеры определений.
31. Индикаторы метода осадительного титрования (осадительные, металлохромные, адсорбционные). Механизм действия адсорбционных индикаторов, условия их применения.
32. Комплексометрия. Сущность. Титрант. Условия и способы титрования. Примеры определений.
33. Индикация состояния эквивалентности в комплексометрии. Металлохромные индикаторы – их характеристики, принцип действия, примеры, выбор.

### Инструментальные методы анализа

34. Общая характеристика инструментального анализа. Классификация методов. Основные характеристики методов: правильность, селективность, чувствительность, точность, воспроизводимость.
35. Цвет и спектр. Основные законы светопоглощения. Оптическая плотность, пропускание, связь между ними. Коэффициент поглощения света ( $k$ ) и коэффициент погашения – молярный и удельный.
36. Приемы определения неизвестной концентрации в инструментальных методах анализа.
37. Оптические методы анализа: фотоэлектроколориметрия, эмиссионный спектральный анализ, пламенная фотометрия, спектрофотометрия (УФ-, В-, ИК-), люминесцентный анализ. Сущность, приборное обеспечение, использование в качественном и количественном анализе.
38. Электрохимические методы анализа: потенциометрия, кулонометрия, кондуктометрия, амперометрия, полярография. Сущность, приборное обеспечение, использование в качественном и количественном анализе.
39. Хроматографические методы анализа: ионообменная, тонкослойная, газовая хроматография, ВЭЖХ. Сущность, приборное обеспечение, использование в качественном и количественном анализе.

#### **2) Типовые задания для оценивания результатов сформированности компетенции на уровне «Уметь» (решать типичные задачи на основе воспроизведения стандартных алгоритмов решения):**

1. Вычислить растворимость хромата серебра в воде, в 0,1 М растворе  $\text{AgNO}_3$  и в 0,1 М растворе  $\text{Na}_2\text{CrO}_4$  ( $\text{IPAg}_2\text{CrO}_4 = 2 \cdot 10^{-12}$ ).
2. Выпадет ли осадок оксалата стронция, если к 10 мл раствора  $\text{Sr}(\text{NO}_3)_2$   $c(1/z) = 0,01$  моль/л прибавить 20 мл раствора  $(\text{NH}_4)_2\text{C}_2\text{O}_4$   $c(1/z) = 0,02$  моль/л? ( $\text{IPSrC}_2\text{O}_4 = 5,6 \cdot 10^{-8}$ )
3. Выпадет ли осадок  $\text{Mg}(\text{OH})_2$ , если к 25 мл раствора, содержащего 0,6 моль/л  $\text{NH}_3$  и 5,35 г/л  $\text{NH}_4\text{Cl}$  прибавить 5 мл 0,03 М раствора  $\text{MgCl}_2$ ?
4. Растворимость  $\text{CaSO}_4$  равна 2 г/л. Насыщенный раствор сульфата кальция смешали с равным объемом раствора оксалата аммония, содержащего 0,0248 г  $(\text{NH}_4)_2\text{C}_2\text{O}_4$  в 1 л. Будет ли выпадать осадок оксалата кальция? ( $\text{IPCaC}_2\text{O}_4 = 2,3 \cdot 10^{-9}$ )
5. К раствору, полученному при смешивании равных объемов 0,2 М растворов  $\text{NH}_4\text{OH}$  и  $\text{NH}_4\text{Cl}$ , добавили 0,2 М раствор  $\text{MgSO}_4$ . Будет ли выпадать осадок гидроксида магния? ( $\text{IPMg}(\text{OH})_2 = 1,1 \cdot 10^{-11}$ )
6. При каком значении pH начнется выпадение осадка  $\text{Mg}(\text{OH})_2$  из 0,01 М раствора хлорида магния?
7. К 10 мл раствора  $\text{FeSO}_4$   $c(1/z) = 0,02$  моль/л прибавили 15 мл раствора  $\text{KMnO}_4$   $c(1/z) = 0,02$  моль/л. Рассчитать окислительно-восстановительный потенциал системы.
8. Определить потенциал редокс системы:  $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} + 14\text{H}^+ + 6\text{e}^- \rightleftharpoons 2\text{Cr}^{3+} + 7\text{H}_2\text{O}$ , если  $[\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}] = 0,1$  моль/л;  $[\text{Cr}^{3+}] = 0,2$  моль/л при  $\text{pH} = 2$ .  $\varphi^\circ(\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}/2\text{Cr}^{3+}) = +1,22$  В
9. В растворе, полученном при смешении равных объемов 0,1 М  $\text{AgNO}_3$  и 2 М  $\text{NH}_3$ , образуется комплекс  $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]^+$ . Рассчитать равновесные концентрации ионов  $\text{Ag}^+$  и  $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]^+$ .
10. Сколько мл раствора  $\text{KOH}$  с  $\omega = 23,13\%$  ( $\rho = 1,22$  г/мл) надо прибавить к 1 л раствора с  $c(1/z) = 0,9840$  моль/л для того, чтобы получить раствор с  $c(1/z, \text{KOH}) = 1,000$  моль/л?
11. Навеску  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  массой 0,1032 г обработали 50,00 мл 0,09496 М  $\text{HCl}$ , избыток кислоты оттитровали 24,80 мл 0,1М  $\text{NaOH}$  ( $K = 1,298$ ) по метиловому оранжевому. Вычислить массовую долю (%) индифферентных примесей в образце.
12. На титрование с фенолфталеином смеси, состоящей из  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ,  $\text{NaHCO}_3$  и  $\text{NaCl}$ , массой 0,4478 г потребовалось 18,80 мл 0,1998 М раствора  $\text{HCl}$ . При титровании с

- метиловым оранжевым на ту же навеску израсходовали 40,00 мл раствора кислоты. Вычислить массовую долю (%)  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  и  $\text{NaHCO}_3$  в образце.
13. Навеску технического гидроксида натрия массой 0,3251 г растворили в мерной колбе вместимостью 100,0 мл. На титрование 25,00 мл раствора с фенолфталеином израсходовали 18,40 мл 0,1000 М  $\text{HCl}$ , а с метиловым оранжевым – 18,80 мл той же кислоты. Вычислить массовую долю (%)  $\text{NaOH}$  в образце.
  14. Чему равна индикаторная ошибка титрования 0,1 М  $\text{HCl}$  раствором 0,1 М  $\text{NaOH}$  с метиловым красным ( $\text{pT} = 5$ )?
  15. Определите тип и рассчитайте значение индикаторной ошибки, возникающей при титровании раствора  $\text{HCl}(1/z) = 0,1$  моль/л раствором  $\text{NaOH}(1/z) = 0,1$  моль/л с индикатором бромфеноловым синим ( $\text{pT} = 4,0$ ).
  16. Определите тип и рассчитайте значение индикаторной ошибки, возникающей при титровании раствора  $\text{NH}_4\text{OH}(1/z) = 0,2$  моль/л раствором  $\text{HNO}_3(1/z) = 0,2$  моль/л с индикатором метиловым желтым ( $\text{pT} = 3,0$ ).
  17. На титрование 20,00 мл раствора  $\text{FeSO}_4$  в сернокислой среде израсходовали 22,50 мл раствора 0,1000 н.  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$  ( $f_{\text{экв}} = 1/6$ ). Какой объем воды нужно добавить к 200,0 мл раствора сульфата железа (II), чтобы сделать раствор точно 0,0500 н. ( $f_{\text{экв}} = 1$ )?
  18. Навеску пергидроля массой 2,5000 г перенесли в мерную колбу вместимостью 500,0 мл. На титрование 25,00 мл раствора израсходовали 18,72 мл раствора  $\text{KMnO}_4(1/5) = 0,1$  моль/л ( $K = 1,124$ ). Вычислить массовую долю (%)  $\text{H}_2\text{O}_2$  в пергидроле.

**3) Типовые задания для оценивания результатов сформированности компетенции на уровне «Владеть»** (решать усложненные задачи на основе приобретенных знаний, умений и навыков, с их применением в нетипичных ситуациях, формируется в процессе практической деятельности):

1. Предложите схему анализа смеси катионов:  $\text{Li}^+$ ,  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{NH}_4^+$ . Приведите уравнения реакций, лежащих в основе разделения и обнаружения.
2. Предложите схему анализа смеси катионов:  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Sr}^{2+}$ ,  $\text{Ba}^{2+}$ . Приведите уравнения реакций, лежащих в основе разделения и обнаружения.
3. Предложите схему анализа смеси анионов:  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{Br}^-$ ,  $\text{I}^-$ . Приведите уравнения реакций, лежащих в основе разделения и обнаружения.
4. Предложите схему анализа смеси анионов:  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{SO}_3^{2-}$ ,  $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$ ,  $\text{S}^{2-}$ . Приведите уравнения реакций, лежащих в основе разделения и обнаружения.
5. Предложите схему анализа смеси анионов:  $\text{I}^-$ ,  $\text{NO}_2^-$ ,  $\text{CH}_3\text{COO}^-$ . Приведите уравнения реакций, лежащих в основе разделения и обнаружения.
6. Смесь сухих солей: нитрат марганца (II), нитрат висмута, хлорид калия, нитрат ртути (I), нитрат стронция растворили в воде. Какие соединения будут в осадке, а какие ионы будут в растворе? Составьте схему анализа. Приведите уравнения реакций разделения и определения.
7. Смесь сухих солей: нитрат ртути (I), хлорид хрома (III), нитрат цинка растворили в воде. Какие соединения будут в осадке, а какие ионы будут в растворе? Составьте схему анализа. Приведите уравнения реакций разделения и определения.
8. Смесь сухих солей: хлорид стронция, нитрат бария, нитрат меди (II), сульфат железа (II) растворили в воде. Какие соединения будут в осадке, а какие ионы будут в растворе? Составьте схему анализа. Приведите уравнения реакций разделения и определения.
9. Смесь сухих солей: сульфат аммония, сульфат калия, хлорид стронция, нитрат бария растворили в воде. Какие соединения будут в осадке, а какие ионы будут в растворе? Составьте схему анализа. Приведите уравнения реакций разделения и определения.
10. Соли:  $\text{KCl}$ ,  $\text{NaBr}$ ,  $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ ,  $\text{Co}(\text{NO}_3)_2$  растворили в воде. Какой цвет будет иметь полученный раствор? Составьте схему анализа. Приведите уравнения реакций разделения и определения.

11. Соли:  $\text{CrCl}_3$ ,  $\text{Co}(\text{NO}_3)_2$ ,  $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ ,  $\text{CH}_3\text{COONa}$  растворили в воде. Какой цвет будет иметь полученный раствор? Составьте схему анализа. Приведите уравнения реакций разделения и определения.
12. Соли:  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ,  $\text{NH}_4\text{Cl}$ ,  $\text{CuSO}_4$ ,  $\text{Al}(\text{NO}_3)_3$  растворили в воде. Какой цвет будет иметь полученный раствор? Составьте схему анализа. Приведите уравнения реакций разделения и определения.
13. Приготовление и стандартизация титрантов в ацидиметрии.
14. Приготовление и стандартизация титрантов в алкалометрии.
15. Приготовление и стандартизация титрантов в перманганатометрии.
16. Приготовление и стандартизация титрантов в комплексонометрии.
17. Определение массы гидроксида натрия и карбоната натрия при их совместном присутствии в растворе методом кислотно-основного титрования.
18. Определение массы гидроксида натрия и гидрокарбоната натрия при их совместном присутствии в растворе методом кислотно-основного титрования.
19. Определение массы карбоната калия и гидрокарбоната калия при их совместном присутствии в растворе методом кислотно-основного титрования.
20. Определение массы хлороводородной и уксусной кислот при их совместном присутствии в растворе методом кислотно-основного титрования.
21. Определение массы бихромата калия в растворе различными методами окислительно-восстановительного титрования.
22. Определение массы нитрита натрия в растворе различными методами окислительно-восстановительного титрования.
23. Определение массы перекиси водорода в растворе различными методами окислительно-восстановительного титрования.
24. Определение массы формальдегида в растворе методом йодометрии.
25. Определение массы кальция в растворе его соли методами комплексонометрии и перманганатометрии.
26. Определение жесткости воды (общей, временной и постоянной).
27. Определение массы железа (III) в растворе фотоэлектроколориметрическим методом.
28. Определение массы меди (II) в растворе фотоэлектроколориметрическим методом.
29. Идентификация и количественное определение натрия хлорида различными методами инструментального и химического анализа.
30. Идентификация и количественное определение калия йодида различными методами инструментального и химического анализа.
31. Идентификация и количественное определение натрия бромиды различными методами инструментального и химического анализа.
32. Идентификация и количественное определение магния сульфата различными методами инструментального и химического анализа.
33. Идентификация и количественное определение меди сульфата различными методами инструментального и химического анализа.
34. Идентификация и количественное определение кальция хлорида различными методами инструментального и химического анализа.
35. Идентификация и количественное определение аммония хлорида различными методами инструментального и химического анализа.