

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
ФГБОУ ВО «Уфимский университет науки и технологий»  
Сибайский институт (филиал) УУНиТ  
Естественно-математический факультет



УТВЕРЖДАЮ:

Декан И.В. Суюндуков  
(подпись, инициалы, фамилия)  
«20» июня 2025 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

**АНАЛИТИЧЕСКАЯ ХИМИЯ**

*(наименование дисциплины)*

ОПОП ВО **05.03.06 Экология и природопользование**

*шифр и наименование направления подготовки (специальности)*

**направленность (профиль, специализация) Экология**

*наименование направленности (профиля, специализации)*

форма обучения **очно-заочная**

*(очная, очно-заочная, заочная)*

Рабочая программа составлена на основании учебного плана основной профессиональной образовательной программы 05.03.06 Экология и природопользование, направленность (профиль, специализация) Экология, одобренного ученым советом СИ (филиала) УУНиТ (протокол №8 от 19.03.2025) и утвержденного директором 19.03.2025.

Заведующий кафедрой естественных наук  
(наименование кафедры разработчика программы)



Ягафарова Г.А.  
(Ф.И.О.)

\_\_\_\_\_  
(подпись)

Разработчик программы



Кужина Г.Ш.  
(Ф.И.О.)

\_\_\_\_\_  
(подпись)

Руководитель образовательной программы



Ягафарова Г.А.  
(Ф.И.О.)

\_\_\_\_\_  
(подпись)

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

**1.1 Цель дисциплины**

Дисциплина «Аналитическая химия» относится к обязательной части Блока 1 учебного плана данного направления подготовки. Дисциплина изучается на 2 курсе в 4 семестре очно-заочной формы обучения.

Цель дисциплины: формирование и развитие у студентов компетенций, позволяющих им в дальнейшем осуществлять профессиональную деятельность в области экологии и природопользования посредством освоения теоретических и экспериментальных основ методов анализа различных объектов окружающей среды.

**1.2 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения основной профессиональной образовательной программы**

Таблица 1. – Результаты обучения по дисциплине

<i>Планируемые результаты освоения основной профессиональной образовательной программы (компетенции, закрепленные за дисциплиной)</i>		<i>Код и наименование индикатора достижения компетенции, закрепленного за дисциплиной</i>
<i>код компетенции</i>	<i>наименование компетенции</i>	
УК-1	Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач.	УК-1.1 Знает методы критического анализа и оценки современных научных достижений; основные принципы критического анализа и синтеза информации; основы системного подхода при решении поставленных задач
		УК-1.2 Умеет получать новые знания на основе анализа и синтеза информации; собирать и обобщать данные по научным проблемам, относящимся к профессиональной области; осуществлять поиск информации и применять системный подход для решения поставленных задач; определять и оценивать практические последствия возможных решений задачи.
		УК-1.3 Владеет навыками исследования проблем профессиональной деятельности с применением анализа, синтеза и других методов интеллектуальной деятельности; выявления научных проблем и использования адекватных методов для их решения; формулирования оценочных суждений при решении профессиональных задач
ОПК-1	Способен применять базовые знания фундаментальных разделов наук о Земле, естественнонаучного и математического циклов при решении задач в области экологии и природопользования.	ОПК-1.1 Знает теоретические основы распространенных химических, физико-химических методов анализа; методы отбора и последовательность выполнения анализа проб основных природных компонентов (воды, воздуха, почв), определение загрязнения химическими веществами; современные методы количественной обработки информации.
		ОПК-1.2 Умеет аналитически обрабатывать и данные химико-аналитического анализа вредных выбросов в

<i>Планируемые результаты освоения основной профессиональной образовательной программы (компетенции, закрепленные за дисциплиной)</i>		<i>Код и наименование индикатора достижения компетенции, закрепленного за дисциплиной</i>
<i>код компетенции</i>	<i>наименование компетенции</i>	
		окружающую среду, геохимических исследований для получения комплексных и интегральных характеристик состояния окружающей среды.
		ОПК-1.3 Владеет навыками комплексного и сравнительного анализа состава, строения и химических свойств химических соединений; работы на современных приборах, используемых для проведения научных исследований и способами обработки полученной информации.

## 2. Структура и трудоемкость дисциплины

Общая трудоемкость (объем) дисциплины составляет 2 зачетные единицы (з.е.), 72 академических часов.

Таблица 2 – Объем дисциплины

Виды учебной работы	Всего, часов	Количество часов в семестре
Общая трудоемкость дисциплины	72	72
Контактная работа обучающихся с преподавателем по видам учебных занятий (всего)	34,2	34,2
в том числе:		
лекции	16	16
лабораторные занятия	18	18
практические занятия	-	-
Другие виды работ в соответствии с УП: - эссе - контрольная работа - и др.	-	-
Самостоятельная работа обучающихся (всего)	37,8	37,8
Контактная работа по промежуточной аттестации	0,2	0,2
в том числе:		
зачет	0,2	0,2
зачет с оценкой	-	-
курсовая работа (проект)	-	-
экзамен	-	-

### 3. Содержание дисциплины

Таблица 3 – Содержание дисциплины

№	Раздел (тема) дисциплины	Виды деятельности				Формы текущего контроля успеваемости
		Лек., час	Лаб. раб., час	Практ. раб., час	СРС, час	
1.	<p><b>Введение в современную аналитическую химию</b>                      Аналитическая химия как наука. Предмет и задачи, основные этапы развития АХ. Структура современной АХ: качественный и количественный анализ. Методы АХ: физические, химические, физико-химические, биологические. Классификация методов по видам анализа: элементный, вещественный, фазовый, молекулярный, структурно-групповой, изотопный. Классификация методов по количеству анализируемого вещества: макро-, полумикро-, ультрамикро-, субмикроанализ. Выбор метода анализа объекта в зависимости его состава и задачи анализа. Связь аналитической химии с другими естественными дисциплинами.</p>	3	-	-	3	ИЗ1, СТ
2.	<p><b>Теоретические основы аналитической химии</b>                      Термодинамика и кинетика химических реакций и процессов. Кислотно-основное равновесие. Комплексообразование. Органические реагенты в химическом анализе. Окислительно-восстановительные реакции.</p>	2	2	-	10	ИЗ2, СТ
3.	<p><b>Метрологические основы аналитической химии</b>                      Основные этапы химического анализа. Метод и методика. Аналитический сигнал: полезный аналитический сигнал, аналитический сигнал фона. Основные понятия химической метрологии: воспроизводимость и правильность. Классификация погрешностей анализа: абсолютная и относительная, систематическая и случайная, промахи. Способы оценки правильности: метод добавок, сравнение результатов анализа, проведенных двумя независимыми методами, применение стандартных образцов. Отбор проб. Методы выделения, разделения и концентрирования</p>	4	-	-	2	ИЗ3, СТ, Т
4.	<p><b>Основы качественного анализа</b>                      Аналитическая химическая реакция. Аналитические признаки. Общие реакции. Групповые реакции. Характерные реакции (специфические и селективные). Условия проведения аналитических химических реакций. Использование реакций осаждения,</p>	2	8	-	8	СТ, Т

	окисления и восстановления, комплексообразования, нейтрализации в качественном анализе.					
5.	<b>Гравиметрический (весовой) метод</b> Сущность гравиметрического анализа. Границы его применимости. Методы отгонки (прямые, косвенные). Механизм образования осадка. Осаждаемая и гравиметрическая форма осадка. Требования, предъявляемые к осадкам в количественном анализе. Выбор осадителя. Условия образования кристаллических и аморфных осадков. Растворимость и загрязнение осадков: влияние одноименных ионов, посторонних электролитов, комплексообразователей, температуры, рН и природы растворителя. Условия получения чистых осадков. Расчеты в гравиметрическом анализе.	2	2	-	4	СТ, Т
6.	<b>Титриметрический (объемный) метод</b> Сущность титриметрического анализа. Способы выражения состава растворов в титриметрическом анализе. Исходные вещества и требования к ним. Стандартные и стандартизированные растворы. Измерительная посуда и ее поверка. Вычисления в титриметрическом анализе. Методы титрования. Точка эквивалентности и конечная точка титрования. Кривые титрования. Индикаторы. Выбор индикатора.	2	6	-	8	ИКР, Т
7.	<b>Физические и физико-химические методы анализа</b> Потенциометрия. Кулонометрия. Фотометрические методы анализа. Рефрактометрия. Кондуктометрия. Физические методы анализа.	2	-	-	2,8	

ИЗ-индивидуальное задание, СТ-словарь терминов, К – коллоквиум, Т – тестирование, Р – защита (проверка) рефератов, ИКР-индивидуальная контрольная работа, БРС – модульно-рейтинговая система

Таблица 4 – Лабораторные работы

№	Наименование лабораторной работы	Объем, час.
1.	Первая аналитическая группа катионов (ионы калия, натрия, аммония и магния)	2
2.	Вторая аналитическая группа катионов (ионы бария и кальция)	2
3.	Третья аналитическая группа катионов (ионы цинка, марганца, алюминия, хрома, железа)	2
4.	Аналитические реакции анионов.	2
5.	Определение кристаллизационной воды в кристаллогидрате хлорида бария	2
6.	Определение содержания HCl в растворе.	2
7.	Определение содержания Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> в растворе	2

8.	Определение содержания ионов железа +2 в растворе соли Мора	2
9.	Определение общей жесткости воды	2
Итого		18

Таблица 5 – Практические (семинарские) занятия

№	Наименование практических занятий	Объем, час.
Итого		

#### 4. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

##### Контрольные задания для проведения текущего контроля успеваемости Тестовые задания

##### Модуль 1. Теоретические основы аналитической химии

1. Раствор  $MgNH_4PO_4$ , в котором произведение концентрации ионов равно  $1 \cdot 10^{-6}$  (ПИ), а величина произведения растворимости  $PP = 1 \cdot 10^{-12}$  является
  - 1) концентрированным
  - 2) ненасыщенным
  - 3) перенасыщенным
  - 4) насыщенным
2. pH раствора, в 1 литре которого содержится 0,2 моль гидроксида аммония ( $K_d = 1,8 \cdot 10^{-5}$ ), равен...
  - 1) 11,3
  - 2) 3,3
  - 3) 2,7
  - 4) 10,7
3. pH раствора, в 1 л которого содержится 0,01 моль гидроксида калия KOH равен...
  - 1) 2
  - 2) 14
  - 3) 12
  - 4) 4
4. Концентрация гидроксид – ионов в водном растворе аммиака с pH=10 составляет... моль/дм<sup>3</sup>
  - 1)  $10^4$
  - 2)  $10^{10}$
  - 3)  $10^{-4}$
  - 4)  $10^{-10}$
5. Концентрация ионов водорода в растворе  $H_3BO_3$  с pH=4 составляет... моль/дм<sup>3</sup>
  - 1)  $10^4$
  - 2)  $10^{-4}$
  - 3)  $10^{-10}$
  - 4)  $10^{10}$
6. Раствор, в 500 мл которого растворено 1,825 г HCl, имеет pH, равный...
  - 1) 1
  - 2) 2
  - 3) 5
  - 4) 4
7. Ионное произведение воды во всех водных средах имеет значение...
  - 1)  $10^{-12}$
  - 2)  $10^{-7}$
  - 3)  $10^{-14}$
  - 4)  $10^7$
8. При смешивании 10 мл 0,01 М раствора NaCl и 10 мл 0,01 М раствора  $AgNO_3$  ( $IP_{AgCl} = 1,8 \cdot 10^{-10}$ ) осадок выпадает;
  - 1) Не выпадает
  - 2) Выпадает не полностью
  - 3) Находится во взвешенном состоянии.
9. Молярная масса эквивалента (эквивалентная масса) гидроксида магния в реакции  $Mg(OH)_2 + HCl = MgOHCl + H_2O$  равна... г/моль
  - 1) 29
  - 2) 58
  - 3) 42
  - 4) 24
10. Раствор гидроксида бария имеет pH=12. Концентрация основания в растворе при 100% диссоциации раствора...
  - 1) 0,1
  - 2) 0,001
  - 3) 0,005
  - 4) 0,01
11. Растворимость иода в воде можно увеличить при добавлении раствора
  - 1) сульфата натрия
  - 2) тиосульфата натрия
  - 3) иодида калия
  - 4) хлорида калия
12. Молярная масса эквивалента (эквивалентная масса) гидроксида алюминия в реакции  $2Al(OH)_3 + 3H_2SO_4 = Al_2(SO_4)_3 + 6H_2O$  равна ... г/моль
  - 1) 39
  - 2) 78
  - 3) 26
  - 4) 156
13. Из уравнения Нернста следует, что на величину электродного потенциала наибольшее влияние оказывает
  - 1) концентрация ионов металла
  - 2) температура раствора
  - 3) природа электрода

- 4) число электронов, участвующих в электрохимической реакции
14. Фенолфталеин не имеет окраски в растворах солей
- 1)  $\text{CuSO}_4$ ,  $\text{MgCl}_2$ ,  $\text{K}_2\text{CO}_3$ ,  $\text{NaCl}$
  - 2)  $\text{MgCl}_2$ ,  $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$ ,  $\text{FeSO}_4$ ,  $\text{NiCl}_2$
  - 3)  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ,  $\text{CaCl}_2$ ,  $\text{ZnSO}_4$ ,  $\text{Na}_2\text{SO}_4$
  - 4)  $\text{CuCl}_2$ ,  $\text{MgSO}_4$ ,  $\text{Na}_2\text{SO}_3$ ,  $\text{K}_3\text{PO}_4$
15. Лакмус приобретает синюю окраску в
- 1)  $\text{CuCl}_2$ ,  $\text{MgCl}_2$ ,  $\text{FeCl}_3$ ,  $\text{CaCl}_2$
  - 2)  $\text{Ni}(\text{NO}_3)_2$ ,  $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$ ,  $\text{FeSO}_4$ ,  $\text{Na}_2\text{CO}_3$
  - 3)  $\text{NaF}$ ,  $\text{KCl}$ ,  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ,  $\text{KNO}_3$
  - 4)  $\text{K}_2\text{CO}_3$ ,  $\text{Na}_3\text{PO}_4$ ,  $\text{BaCl}_2$ ,  $\text{CsNO}_3$

## Модуль 2. Качественный анализ

1. Реактив Несслера ( $\text{KOH} + \text{K}_2[\text{HgI}_4]$ ) с ионами  $\text{NH}_4^+$  образует соединение, представляющее собой осадок ... цвета
  - 1) оранжевого
  - 2) малинового
  - 3) белого
  - 4) золотистого
2. Для качественного определения ионов  $\text{Fe}^{+3}$  применяют растворы...
  - 1)  $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$
  - 2) диметилглиоксима
  - 3)  $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$
  - 4)  $\text{NH}_4\text{SCN}$
3. Концентрированный раствор аммиака можно использовать для разделения следующих катионов
  - 1)  $\text{Cu}^{2+}$  от  $\text{Ni}^{2+}$
  - 2)  $\text{Fe}^{2+}$  от  $\text{Mn}^{2+}$
  - 3)  $\text{Cu}^{2+}$  от  $\text{Mn}^{2+}$
  - 4)  $\text{Ni}^{2+}$  от  $\text{Fe}^{2+}$
4. По кислотно-основной классификации катионов групповым реагентом для ионов  $\text{Ca}^{2+}$ ;  $\text{Sr}^{2+}$ ;  $\text{Ba}^{2+}$ ; является
  - 1)  $\text{HCl}$
  - 2)  $\text{K}_2\text{CrO}_4$
  - 3)  $\text{H}_2\text{SO}_4$
  - 4)  $(\text{NH}_4)_2\text{C}_2\text{O}_4$
5. Присутствие иона  $\text{Cu}^{2+}$  в смеси с ионами  $\text{Fe}^{2+}$ ,  $\text{Fe}^{3+}$ ,  $\text{Zn}^{2+}$  можно доказать используя в качестве реактива...
  - 1) раствор  $\text{H}_2\text{S}$
  - 2) раствор аммиака
  - 3) раствор  $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$
  - 4) раствор  $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$
6. При взаимодействии ионов  $\text{Fe}^{3+}$  с гексацианоферратом (II) калия наблюдается образование...
  - 1) бурого осадка
  - 2) белого осадка
  - 3) темно-синего осадка
  - 4) кроваво-красного раствора
7. В растворе одновременно могут находиться ионы...
  - 1)  $\text{Na}^+$ ,  $\text{Ba}^{2+}$ ,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$
  - 2)  $\text{Zn}^{2+}$ ,  $\text{Cu}^{2+}$ ,  $\text{OH}^-$ ,  $\text{NO}_3^-$
  - 3)  $\text{Fe}^{3+}$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{S}^{2-}$ ,  $\text{Cl}^-$
  - 4)  $\text{K}^+$ ,  $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{Ba}^{2+}$ ,  $\text{H}^+$
8.  $\text{AgNO}_3$  является групповым реагентом для анионов
 

1) $\text{Cl}^-$ , $\text{Br}^-$	2) $\text{I}^-$ , $\text{S}^{2-}$
3) $\text{NO}_2^-$ , $\text{F}^-$	3) $\text{SO}_4^{2-}$ , $\text{CO}_3^{2-}$
9. Жесткость воды обусловлена наличием солей
  - 1) калия и натрия
  - 2) кальция и магния

- 3) железа и марганца  
4) цинка и никеля
10. Пероксид водорода  $H_2O_2$  применяется при проведении качественной реакции на ион...  
1)  $Fe^{3+}$       2)  $Ni^{2+}$       3)  $Cr^{3+}$       4)  $Cu^{2+}$
11. Одновременно могут находиться в растворе все ионы...  
1)  $K^+$ ,  $Ba^{2+}$ ,  $SO_4^{2-}$ ,  $NO_3^-$   
2)  $Li^+$ ,  $Ca^{2+}$ ,  $Cl^-$ ,  $NO_3^-$   
3)  $Zn^{2+}$ ,  $Ba^{2+}$ ,  $OH^-$ ,  $S^{2-}$   
4)  $Na^+$ ,  $Ca^{2+}$ ,  $CO_3^{2-}$ ,  $OH^-$
12. Карбонат – ион  $CO_3^{2-}$  обнаруживают в растворе...  
1) гидроксидом натрия      2) соляной кислотой  
3) иодидом калия      4) сульфатом магния
13. Присутствие иона  $Ca^{2+}$  в смеси с ионами  $Cu^{2+}$ ,  $Ni^{2+}$ ,  $Cr^{3+}$  можно доказать, используя в качестве реактива  
1) раствор  $(NH_4)_2C_2O_4$       2) раствор  $(NH_4)_2SO_4$   
3) раствор  $NH_4NO_3$       4) раствор  $NH_4Cl$
14. При действии аммиачной воды на гидроксид меди  $Cu(OH)_2$  происходит образование соединения  
1) бурого цвета      2) черного цвета  
3) синего цвета      3) красного цвета
15. Более устойчив комплексный ион серебра константа нестойкости, которого равна...  
1)  $[Ag(CN)_2]^-$        $K_H = 1,0 \cdot 10^{-21}$   
2)  $[Ag(NH_3)_2]^+$        $K_H = 5,89 \cdot 10^{-8}$   
3)  $[Ag(S_2O_3)_2]^{3-}$        $K_H = 1,00 \cdot 10^{-18}$   
4)  $[Ag(NO_2)_2]^-$        $K_H = 1,3 \cdot 10^{-3}$
16. Более устойчив комплексный ион меди с константой нестойкости  
1)  $[Cu(NH_3)_4]^{2+}$        $K_H = 9,33 \cdot 10^{-13}$   
2)  $[Cu(CN)_2]^-$        $K_H = 1,00 \cdot 10^{-24}$   
3)  $[Cu(NH_3)_2]^+$        $K_H = 1,38 \cdot 10^{-11}$   
4)  $[Cu(CN)_4]^{3-}$        $K_H = 5,13 \cdot 10^{-31}$
17. Определению ионов кальция по реакции  
$$Ca^{2+} + C_2O_4^{2-} \rightarrow CaC_2O_4 \downarrow$$
  
мешают ионы  
1)  $NH_4^+$       2)  $K^+$       3)  $Na^+$       4)  $Sr^{2+}$       5)  $Ba^{2+}$
18. Характерная форма кристаллов, образующихся при обнаружении  $Ca^{2+}$  с серной кислотой в разбавленных растворах  
1) октаэдрическая      2) тетраэдрическая  
3) кубическая      4) звездчатая      5) игольчатая
19. Цвет бесцветного пламени газовой горелки в присутствии солей калия  
1) красный      2) малиновый      3) бледно-фиолетовый  
4) желтый      5) зеленый
20. Действием дифениламина в среде концентрированной серной кислоты обнаруживают \_\_\_\_\_-анионы.  
1) хлорид    2) бромид    3) нитрат    4) сульфат

### Модуль 3. Количественный анализ

1. Для приготовления 3 л 0,2н раствора карбоната натрия необходимо взять .... г безводной соли  $Na_2CO_3$   
1) 35      2) 31,8      3) 42      4) 53,6
2. Для приготовления 0,1 л раствора нитрата серебра, 1 мл которого соответствовал бы 0,015 моль  $Cl^-$  необходимо взять .... Г  $AgNO_3$   
1) 250      2) 290      3) 287,6      4) 255
3. При нейтрализации сильной кислоты сильным основанием применяют индикатор (ы)  
1) эриохром черный  
2) фенолфталеин  
3) хромогег  
4) метиленовый красный

4. Для нейтрализации раствора, содержащего 4,9 г  $\text{H}_2\text{SO}_4$ , потребуется 2 н раствора  $\text{NaOH}$  в количестве ... мл  
 1) 50                    2) 100                    3) 25                    4) 75
5. Объем раствора  $\text{KOH}$  с молярной концентрацией эквивалента 0,1 моль/л, необходимый для нейтрализации 20 мл раствора азотной кислоты с молярной концентрацией эквивалента 0,15 моль/л, равен ... миллилитрам  
 1) 20                    2) 45                    3) 15                    4) 30
6. Объем 0,5н раствора  $\text{H}_2\text{SO}_4$ , необходимый для нейтрализации 20 мл 0,1 н раствора  $\text{NaOH}$ , равен ... мл  
 1) 10                    2) 5                    3) 4                    4) 6
7. В кислой среде перманганат калия восстанавливается до  
 1)  $\text{K}_2\text{MnO}_4$                     2)  $\text{MnO}_2$   
 3)  $\text{MnSO}_4$                     4)  $\text{Mn}(\text{OH})_2$
8. В методе нейтрализации в качестве рабочих растворов применяют  
 1) кислоты  
 2) основания  
 3) соли кислые  
 4) соли средние
9. Методом нейтрализации не определяют  
 1) слабые кислоты  
 2) сильные кислоты  
 3) сильные основания  
 4) средние соли
10. В основе титрования лежит закон...  
 1) скорости  
 2) действия масс  
 3) эквивалентов  
 4) первый закон термодинамики
11. Объем 0,1 н раствора  $\text{NaOH}$ , необходимый для нейтрализации 20 мл 0,15 н раствора хлороводородной кислоты, равен ... миллилитрам.  
 1) 15                    2) 45                    3) 30                    4) 20
12. Для установления титра раствора перманганата калия применяется стандартный раствор  
 1) щавелевой кислоты  
 2) иода  
 3) сульфата железа (II)  
 4) серной кислоты
13. Титрование по реакции  $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 + 2\text{HCl} + \text{H}_2\text{O} = 2\text{NaCl} + 4\text{H}_3\text{BO}_3$  относится к методу ....  
 Титрования  
 1) осадительного  
 2) окислительно – восстановительного  
 3) комплексонометрического  
 4) кислотно – основного
14. При определении жесткости воды анализируемую пробу титруют раствором  
 1) Трилона Б  
 2) Гидроксида натрия  
 3) тиосульфата натрия  
 4) серной кислоты
15. Расчет концентрации анализируемого раствора при титровании производится по формуле  
 1)  $C_n = \frac{m}{m_3 \cdot V}$                     2)  $C_1 \cdot V_1 = C_2 \cdot V_2$   
 3)  $C_m = \frac{m}{M \cdot V}$                     4)  $C_n = \frac{T \cdot 1000}{M_3 \cdot V}$
16. Установочным веществом в перманганатометрии может быть:  
 1)  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$                     2)  $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$   
 3)  $\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4$                     4)  $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$
17. При определении общей жесткости воды в качестве рабочего вещества используют  
 1)  $\text{KMnO}_4$                     2)  $\text{HCl}$

- 3) трилон Б                      4)  $MgSO_4 \cdot 7H_2O$
18. Комплексоны являются рабочими веществами в методах  
 1) нейтрализации;    2) окисления-восстановления;  
 3) осаждения; 4) комплексонометрии
19. Вещества, которые используют в титриметрическом анализе для фиксирования точки эквивалентности, называются  
 1) установочным;    2) эталонами;  
 3) индикаторами;    4) рабочими.
20. Метилоранжевый относится к индикаторам:  
 1) окислительно-восстановительным;  
 2) металлохромным;  
 3) кислотно-основным.

**Критерии оценки для студентов очно-заочной формы обучения:**

Процент правильных терминов	Критерии оценивания
60-100 %	Зачтено
менее 59%	Не зачтено

**Задания для проведения промежуточной аттестации обучающихся**

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в форме **индивидуальной домашней контрольной работы**.

Проверяемыми на промежуточной аттестации элементами содержания являются темы дисциплины:

1. Современные проблемы АХ.
2. Классификация методов анализа.
3. Идеальные и реальные системы.
4. Электростатическое взаимодействие: активность, коэффициент активности, ионная сила раствора, уравнение Дебая-Хюккеля.
5. Химическое взаимодействие: конкурирующая реакция, равновесная и общая концентрация, молярная доля компонента, коэффициент конкурирующей реакции.
6. Уравнение материального баланса. Расчет равновесной концентрации, молярной доли компонента.
7. Термодинамическая, концентрационная и условная константы равновесия. Связь между ними.
8. Протолитическая теория кислот и оснований Бренстеда-Лоури.
9. Классификация растворителей по донорно-акцепторным свойствам.
10. Автопротолиз. Водородный показатель.
11. Константы кислотности и основности.
12. Расчет рН.
13. Буферные растворы.
14. Понятие «органический реагент». Преимущества ОР.
15. Классификация ОР.
16. Теория ФАГ и ААГ
17. Теория (гипотеза) аналогии.
18. Термодинамическая и кинетическая устойчивость комплексных соединений.
19. Константа устойчивости комплексного соединения.
20. Расчет равновесной концентрации, молярной доли компонента в конкурирующей реакции.
21. Функция Франеуса. Функция образования.
22. Стандартный и формальный потенциал. Уравнение Нернста.
23. Влияние различных факторов на потенциал и направление реакции.

24. Константа равновесия ОВР и ее связь с потенциалом.
25. Основные этапы анализа. Выбор метода и методика анализа.
26. Аналитический сигнал.
27. Основные понятия химической метрологии.
28. Классификация погрешности анализа.
29. Способы оценки правильности.
30. Оценка воспроизводимости.
31. Статистическая обработка результатов анализа.
32. Проверка однородности результатов определения.
33. Сравнение дисперсии двух методов.
34. Основные характеристики метода анализа.
35. Сущность разделения и концентрирования.
36. Экстракция.
37. Количественные характеристики экстракции.
38. Гравиметрический метод анализа.
39. Произведение растворимости.
40. Условия образования кристаллических и аморфных осадков.
41. Способы устранения загрязнения осадков.
42. Расчеты в гравиметрии.
43. Точка эквивалентности и конечная точка титрования.
44. Требования к реакциям, применяемые в титриметрии.
45. Стандартные растворы.
46. Классификация титриметрических методов по химическим процессам.
47. Классификация титриметрических методов по способам титрования.
48. Классификация титриметрических методов по методу титрования.
49. Кривые титрования.
50. Кислотно-основное титрование.
51. Окислительно-восстановительное титрование.
52. Комплексонометрия.
53. Осадительное титрование.
54. Фиксирование точки эквивалентности.
55. Индикаторы титриметрии.
56. Погрешности титриметрического метода.
57. Отбор проб газов.
58. Отбор проб гомогенных и гетерогенных жидкостей.
59. Отбор проб твердых веществ.
60. Растворение. Переведение пробы в раствор.
61. Разложение образцов. Виды.
62. Хранение пробы.
63. Потери и загрязнения при проботборе.
64. Высушивание образцов.

#### **Описание контрольной работы:**

Контрольная работа является формой контроля студентов при изучении курса дисциплины. Решения задач и ответы на теоретические вопросы должны быть коротко и четко обоснованы. При решении задач нужно приводить весь ход решения и математические преобразования, избирая простейший путь решения. Контрольная работа должна быть аккуратно оформлена. Для замечаний преподавателя надо оставлять достаточно широкие поля, писать четко и ясно. Номера и условия задач следует переписывать в том порядке, в каком они указаны в задании. В конце работы следует привести список использованной литературы с указанием года издания. Работа должна быть датирована и подписана студентом. Контрольная работа, выполненная не по своему

варианту, преподавателем не рецензируется и не зачитывается. Если контрольная работа не зачтена, ее нужно выполнить повторно с учетом указаний преподавателя и выслать на проверку вместе с незачтенной работой. Исправления следует выполнять в конце тетради, а не в рецензируемом тексте. Контрольная работа включает 8 заданий, должна быть выполнена в отдельной тетради (12-18 стр.).

### Пример варианта контрольной работы:

- а) Методы химического анализа и их классификация по аналитическому сигналу реакции; б) Методы химического анализа и их классификация по цели анализа.
- а) Предложить рациональную схему анализа анионов:  $S^{2-}$ ,  $SO_4^{2-}$ ,  $S_2O_3^{2-}$  при совместном присутствии. Указать аналитические сигналы реакций обнаружения. б) Состав группы и принципы, положенные в основу классификации катионов и анионов на аналитические группы. Общие аналитические признаки VI группы катионов, действие группового реагента.
- Кислотно – основная классификация. Характеристика. Достоинства и недостатки. Задача. а) Рассчитать рН раствора NaOH с массовой долей 5% ( $\rho = 1 \text{ г/см}^3$ ). б) Рассчитать рН 0,02 моль/дм<sup>3</sup> раствора муравьиной кислоты HCOOH.
- Понятие амфотерности с точки зрения теории электролитической диссоциации кислот и оснований. Использование амфотерности в качественном анализе. Примеры. Задача. а) Рассчитать рН 0,1 моль/дм<sup>3</sup> раствора нитрата натрия. б) Рассчитать рН буферной смеси, содержащей 0,01 моль аммиака и 0,1 моль хлорида аммония в 1 дм<sup>3</sup> раствора.
- Перевод одного малорастворимого электролита в другой малорастворимый электролит на примере III группы катионов. Задача. Вычислить ПР свежеприготовленного гидроксида магния, если в 500 см<sup>3</sup> его насыщенного раствора содержится  $1,55 \cdot 10^{-2}$  г этого соединения. б) Влияние посторонних электролитов на растворимость малорастворимого сильного электролита. Задача. Рассчитать массу сульфата бария в 500 см<sup>3</sup> насыщенного раствора (ПР BaSO<sub>4</sub>= $1,1 \cdot 10^{-10}$ ).
- Константы химического равновесия окислительно – восстановительных реакций, их математическое выражение, значение. Задача. Вычислить Кр и определить направление протекания взаимодействия: а) солей железа (II) с перманганатом калия в кислой среде, если  $C \text{ KMnO}_4 = 0,1 \text{ моль/дм}^3$ ,  $C \text{ Mn}^{2+} = 0,01 \text{ моль/дм}^3$ ,  $C \text{ Fe}^{2+} = C \text{ Fe}^{3+} = 0,05 \text{ моль/дм}^3$ , рН = 1. б) Соли олова (II) с сульфатом церия (IV) в кислой среде,  $C_{\text{ок}} = C_{\text{восст}} = 0,01 \text{ моль/дм}^3$ ; рН=0,1.
- а) Как используется комплексообразование для маскирования мешающих ионов, для растворения трудно растворимых электролитов? Рассмотреть на примере обнаружения ионов кобальта (II) при действии тиоцианата аммония в присутствии ионов железа (III). Задача. Рассчитать равновесную концентрацию ионов висмута и степень диссоциации комплексного иона в 0,1 моль/дм<sup>3</sup> растворе тетраидовисмута (III) калия. б) Применение реакций комплексообразования в анализе катионов IV группы для растворения трудно растворимых электролитов, их разделения и обнаружения ионов. Написать уравнения реакций, указать аналитический сигнал, назвать комплексные соединения. Задача. Рассчитать, во сколько раз изменится равновесная концентрация ионов цинка в 0,2 моль/дм<sup>3</sup> растворе тетрагидроксицинка (II) натрия, если рН раствора изменится с 10 до 12.
- Дописать уравнения реакций и уравнивать ионно – электронным методом:
 

а) $KI + CuSO_4$	б) $CrCl_3 + KMnO_4 + H_2O$
$CuS + HNO_3$	$KI + FeCl_3$
$Na_2SO_3 + KMnO_4 + H_2O$	$KI + K_2Cr_2O_7 + HCl$

## Критерии оценивания контрольной работы для студентов очно-заочной формы обучения

- «зачтено» - выставляется студенту, если контрольная работа содержит незначительные ошибки, описки; неправильное оформление титульного листа, списка используемой литературы;

- «незачтено» - выставляется студенту, если контрольная работа содержит неправильные, неточные и неконкретные ответы на поставленные вопросы; несамостоятельный характер выполнения домашней контрольной работы; описательный характер ответа на сравнительно-аналитические вопросы, отсутствие необходимых объяснений и ответов; фактические ошибки, допущенные при ответе на вопросы; неправильное, небрежное оформление работы, наличие значительного количества грамматических ошибок.

### Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине при использовании модульно-рейтинговой системы

Критериями оценивания при *модульно-рейтинговой системе* являются баллы, которые выставляются преподавателем за виды деятельности (оценочные средства) по итогам изучения модулей (разделов дисциплины), перечисленных в рейтинг-плане дисциплины (для зачета: текущий контроль – максимум 50 баллов; рубежный контроль – максимум 50 баллов, поощрительные баллы – максимум 10).

Шкалы оценивания:

для зачета:

зачтено – от 60 до 110 рейтинговых баллов (включая 10 поощрительных баллов),  
не зачтено – от 0 до 59 рейтинговых баллов.

### Рейтинг – план дисциплины (при необходимости)

#### Аналитическая химия

(название дисциплины согласно рабочему учебному плану)

Направление **Экология и природопользование**  
Направленность (профиль) подготовки **Экология**  
курс 2\_, семестр 4

Таблица 6.

Виды учебной деятельности студентов	Балл за конкретное задание	Число заданий за семестр	Баллы	
			Минимальный	Максимальный
<b>Модуль 1. Теоретические основы аналитической химии</b>				
<b>Текущий контроль</b>			<b>14</b>	<b>25</b>
1. Работа студента на лекционном занятии	1	3	1	3
2. Работа студента на ЛЗ	1	2	1	2
3. Решение задач	0,2	3	3	5
4. Проверочная работа №1	2	1 (5 задач)	3	5
5. Проверочная работа №2	1	1 (5 задач)	3	5
6. Проверочная работа №3	1	1 (5 задач)	3	5
<b>Рубежный контроль</b>			<b>13</b>	<b>17</b>
1. Коллоквиум №1	2	1 (5 вопросов)	7	10
2. Тестовый контроль	0,35	1 (20 вопросов)	5	7
<b>Модуль 2. Качественный анализ</b>				
<b>Текущий контроль</b>			<b>6</b>	<b>11</b>
1. Работа студента на лекционном занятии	1	1	0,5	1
2. Работа студента на ЛЗ	1	2	1	2
3. Выполнение лабораторных работ	1	4	2	4

4. Конспектирование теоретических вопросов	2	4 (10 вопросов)	2,5	4
<b>Рубежный контроль</b>			<b>12</b>	<b>16</b>
1. Коллоквиум №2		1 (таблица)	7	9
2. Тестовый контроль	0,35	1 (20 вопросов)	5	7
<b>Модуль 3. Количественный анализ</b>				
<b>Текущий контроль</b>			<b>3</b>	<b>14</b>
1. Работа студента на лекционном занятии	1	2	1	2
2. Работа студента на ЛЗ	1	6	1	6
3. Выполнение лабораторных работ	1	6	1	6
<b>Рубежный контроль</b>			<b>12</b>	<b>17</b>
1. Коллоквиум №3	2	1 (5 вопросов)	7	10
2. Тестовый контроль	0,35	1 (20 вопросов)	5	7
<b>Поощрительные баллы</b>			<b>0</b>	<b>10</b>
1. Участие в научных конференциях, конкурсах	5		0	5
2. Активная работа на аудиторных занятиях	5		0	5
<b>ИТОГО</b>			<b>60</b>	<b>110</b>

### Темы для аудиторного обсуждения теоретических вопросов на лабораторных занятиях

#### Вопросы для обсуждения

Тема 1. Способы выражения концентрации растворов

1. Массовая доля растворенного вещества
2. Молярная концентрация (молярность) растворенного вещества
3. Молярная концентрация эквивалента (нормальность) растворенного вещества
4. Моляльная концентрация растворенного вещества
5. Титр раствора
6. Мольная доля растворенного вещества
7. Пересчет из одной концентрации в другие способы выражения концентрации
8. Решение задач

Тема 2. Расчет pH раствора, степени и константы диссоциации

1. Закон Оствальда
2. Теория Аррениуса. Степень диссоциации. Сильные и слабые электролиты
3. Константа диссоциации
4. Решение задач

Тема 3. Произведение растворимости. Условия образования осадка

1. Произведение растворимости. Молярная растворимость
2. Условия образования осадка
3. Решение задач

Тема 4. Отбор проб и их подготовка к анализу

1. Отбор проб газов.
2. Отбор проб гомогенных и гетерогенных жидкостей.
3. Отбор проб твердых веществ.
4. Растворение. Переведение пробы в раствор.
5. Разложение образцов. Виды.
6. Хранение пробы.
7. Потери и загрязнения при отборе проб.

## 8. Высушивание образцов.

Тема 5. Методы выделения, разделения и концентрирования.

1. Методы выделения. Преимущества и недостатки.
2. Маскирование. Действие маскирующих веществ. Преимущества и недостатки
3. Методы разделения. Преимущества и недостатки.
4. Осаждение и соосаждение.
5. Экстракция.
6. Хроматографические методы.
7. Электрохимические методы. Методы испарения. Кинетические методы.
8. Основные понятия и термины. Виды концентрирования.

Критерии оценки (в баллах):

Критерии оценивания ответа	Оценка
При ответе студент демонстрирует свободное владение заявленной проблемой, умение грамотно использовать физический понятийный аппарат в рамках рассматриваемого вопроса, не использует конспект семинарского занятия как план при ответе.	2
При ответе на вопрос студентом допущено несколько существенных ошибок в толковании основных понятий. Логика и полнота ответа страдают заметными изъянами. Имеются принципиальные ошибки в логике построения ответа на вопрос.	1
При отказе от ответа и/или при отсутствии конспекта семинарского занятия. В этом случае семинарское занятие считается не зачтённым и требует повторного ответа по вопросам всего раздела.	0

### Решение расчетных задач

Неотъемлемой частью учебного процесса по данной дисциплине является *решение расчетных задач* по следующим темам:

#### «Способы выражения концентрации растворов»

1. Сколько мл 96%-ного (по массе) раствора серной кислоты плотностью 1,84 г/мл потребуется для приготовления 2 л 0,25 М раствора?
2. Плотность 5%-ного раствора карбоната калия равна 1,04 г/мл. Вычислите молярную, нормальную, моляльную концентрации этого раствора?
3. В 100 мл воды растворено 4 г фосфата натрия. Получился раствор плотностью 1,1 г/мл. Вычислите молярную, нормальную, моляльную концентрации полученного раствора?
4. К 1 л 30%-ного раствора гидроксида натрия плотностью 1,32 г/мл прибавили 2 л воды. Получился раствор плотностью 1,05 г/мл. Вычислите массовую долю, молярную, нормальную, моляльную концентрации полученного раствора?
5. Плотность 0,06 М раствора сульфата алюминия равна 1,019 г/мл. Вычислите массовую долю, нормальную, моляльную концентрации, титр раствора и мольную долю сульфата алюминия в растворе?
6. Титр раствора карбоната натрия равен 0,053 г/мл. Вычислите массовую долю, молярную и моляльную концентрации раствора, если плотность раствора равна 1,06 г/мл?
7. Имеется 0,6 н раствор нитрата алюминия плотностью 1,05 г/мл. Вычислите массовую долю, мольную долю, молярную и моляльную концентрации?
8. Определите массовую долю раствора, полученного при смешивании 100 мл раствора серной кислоты с массовой долей 40% ( $\rho = 1,303$  г/мл) и 500 мл 0,5 М раствора серной кислоты ( $\rho = 1,07$  г/мл).
9. Сколько молей воды и хлористого аммония нужно взять для приготовления 200 мл раствора с массовой долей соли 25% и плотностью 1,07 г/мл?
10. Сколько граммов сульфата аммония нужно взять для приготовления 2 л 0,05 М раствора? Какова молярная концентрация эквивалента такого раствора?

11. Вычислите массовую долю растворенного вещества, молярную концентрацию эквивалента, молярную концентрацию и титр раствора, полученного при растворении 5 г сульфата хрома (III) в 150 мл воды. Плотность раствора 1,1 г/мл.
12. Сколько миллилитров 30 %-ного раствора (по массе) фосфорной кислоты плотностью 1,3 г/мл потребуется для приготовления 100 мл 0,6 н раствор?
13. Титр раствора сульфата железа (III) равен 0,1 г/мл. Вычислите массовую долю, мольную долю, нормальную, молярную и моляльную концентрации раствора, если плотность раствора равна 1,08 г/мл?
14. Вычислите молярную и моляльную концентрации 20%-ного раствора (по массе) азотной кислоты плотностью 1,1 г/мл. Какова масса кислоты, содержащейся в 3 л раствора?
15. Вычислите нормальную, моляльную концентрации и титр раствора 1,5 М раствора уксусной кислоты, если плотность раствора 1,05 г/мл.
16. К 500 мл 10%-ного раствора гидроксида калия плотностью 1,09 г/мл прибавили 1 л 5%-го раствора плотностью 1,05 г/мл. Объем смеси довели до 2 л. Вычислите молярную концентрацию и титр полученного раствора.
17. Вычислите массовую долю растворенного вещества, молярную концентрацию эквивалента, молярную концентрацию и титр раствора фосфорной кислоты, полученного при растворении 36 г кислоты в 560 мл воды, если плотность его 1,03 г/мл.
18. Имеется 0,1 М раствор нитрата меди (II) плотностью 1,04 г/мл. Вычислите массовую и мольную доли, моляльную и нормальную концентрации.
19. Какой объем 63%ого раствора плотностью 1,5 г/мл требуется для приготовления 500 мл 0,2 н раствора азотной кислоты?
20. В 400 мл воды растворили 20 г нитрата кальция. Получился раствор плотностью 1,06 г/мл. Вычислите массовую долю, моляльную, нормальную концентрации и титр раствора.
21. Чему равна массовая доля 0,2 М раствора  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$  с плотностью 1,015 г/см<sup>3</sup>?
22. Какой объем 2 М раствора  $\text{H}_2\text{SO}_4$  требуется для приготовления 400 мл более 0,1 н раствора  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ?
23. Сколько граммов воды содержится в 100 мл насыщенного раствора соли с массовой долей 16% и плотностью 1,17 г/мл?
24. Какой объем 2 М раствора соляной кислоты потребуется для нейтрализации 14 г гидроксида калия, содержащихся в 1 л раствора? Чему равна молярная концентрация эквивалента такого раствора щелочи?

#### «Произведение растворимости. Условия образования осадков»

1.  $\text{PP}(\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2)$  при 25°C равно  $1 \cdot 10^{-25}$ . Рассчитайте концентрации ионов  $\text{Ca}^{2+}$  и  $\text{PO}_4^{3-}$  в насыщенном растворе  $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ .
2. В 3 л насыщенного при 25°C раствора  $\text{PbSO}_4$  содержится 0,132 г соли. Вычислите  $\text{PP}(\text{PbSO}_4)$ .
3. Рассчитайте молярную растворимость  $\text{Ag}_2\text{MoO}_4$  и концентрации ионов  $\text{Ag}^+$  и  $\text{MoO}_4^{2-}$  если при 25°C  $\text{P}(\text{Ag}_2\text{MoO}_4) = 2,8 \cdot 10^{-12}$ .
4. Растворимость  $\text{PbVg}_2$  при 18°C равна  $2,7 \cdot 10^{-2}$  моль/л. Вычислить  $\text{PP}(\text{PbVg}_2)$ .
5.  $\text{PP}(\text{CaF}_2) = 4 \cdot 10^{-11}$  при 25°C. В каком объеме насыщенного раствора содержится 0,05 г растворенной соли?
6. В 500 мл воды при 18° С растворяется 0,0165 г  $\text{Ag}_2\text{CrO}_4$ . Вычислите  $\text{PP}(\text{Ag}_2\text{CrO}_4)$ .
7.  $\text{PP}(\text{Mn}(\text{OH})_2) = 2,3 \cdot 10^{-13}$  при 25°C. Рассчитайте концентрации ионов  $\text{Mn}^{2+}$  и  $\text{OH}^-$  и растворимость  $\text{Mn}(\text{OH})_2$  в моль/л, в г/л.
8. В 3 л насыщенного раствора  $\text{AgIO}_3$  содержится в виде ионов 0,0176 г серебра при 25° С. Вычислить  $\text{PP}(\text{AgIO}_3)$ .
9. Растворимость  $\text{Mg}(\text{OH})_2$  при 18° С равна 0,012 г/л. Вычислите  $\text{PP}(\text{Mg}(\text{OH})_2)$ .
10. Рассчитайте молярную растворимость  $\text{Sb}_2\text{S}_3$  и концентрации ионов  $\text{Sb}^{3+}$  и  $\text{S}^{2-}$ , если  $\text{PP}(\text{Sb}_2\text{S}_3)$  при 18°C равно  $3 \cdot 10^{-27}$ .
11. Растворимость  $\text{Hg}_2\text{I}_2$  при 20°C равна  $2,2 \cdot 10^{-10}$  моль/л. Вычислите  $\text{PP}(\text{Hg}_2\text{I}_2)$ .

12.  $PP(\text{CuS}) = 4 \cdot 10^{-38}$  при  $18^\circ\text{C}$ . Сколько литров воды требуется для растворения 0,1 г  $\text{CuS}$ ?
13. Вычислите  $PP(\text{AgBr})$ , если в 2 л воды при  $25^\circ\text{C}$  может раствориться  $2,2 \cdot 10^{-4}$  г  $\text{AgBr}$ .
14.  $PP(\text{BiI}_3) = 8,1 \cdot 10^{-19}$  при  $25^\circ\text{C}$ . Рассчитайте молярную растворимость  $\text{BiI}_3$  и концентрации ионов  $\text{Bi}^{3+}$  и  $\text{I}^-$ .
15. Вычислите  $PP(\text{Cu}_2\text{S})$ , если концентрация ионов  $\text{Cu}^{2+}$  равна  $3,4 \cdot 10^{-16}$  моль/л при  $18^\circ\text{C}$ .
16. Какой объем воды потребуется для растворения при комнатной температуре 1 г  $\text{BaCO}_3$  если  $PP(\text{BaCO}_3) = 1,9 \cdot 10^{-10}$ .
17. Вычислите  $PP(\text{Ag}_2\text{SO}_4)$ , если в 200 мл его насыщенного раствора при  $18^\circ\text{C}$  содержится  $2,4 \cdot 10^{-3}$  моль ионов  $\text{SO}_4^{2-}$ .
18.  $PP(\text{Cd}(\text{OH})_2) = 2,2 \cdot 10^{-14}$  при  $20^\circ\text{C}$ . Вычислите массу кадмия, содержащуюся в 5 л его насыщенного раствора.
19. Молярная растворимость  $\text{Hg}_2\text{Br}_2$  равна  $2,8 \cdot 10^{-8}$  моль/л при  $18^\circ\text{C}$ . Вычислите  $PP(\text{Hg}_2\text{Br}_2)$ .
20.  $PP(\text{Bi}_2\text{S}_3) = 1,6 \cdot 10^{-72}$  при  $18^\circ\text{C}$ . Вычислите концентрации ионов  $\text{Bi}^{3+}$  и  $\text{S}^{2-}$  и растворимость  $\text{Bi}_2\text{S}_3$  в моль/л, г/л.
21. Можно ли приготовить раствор  $\text{BaCO}_3$  концентрации: 1)  $10^{-4}$ ; 2)  $10^{-3}$ ?
22. Чему равна растворимость соли  $\text{Ag}_2\text{SO}_4$  в моль/л, если  $PP(\text{Ag}_2\text{SO}_4) = 7,7 \cdot 10^{-5}$ ?
23. Растворимость (в моль/л) какой соли больше:  $\text{CaF}_2$  или  $\text{AgCl}$ ?
24. Растворимость (в моль/л) какой соли больше:  $\text{Ag}_2\text{CrO}_4$  или  $\text{AgBr}$ ?
25. Можно ли приготовить раствор  $\text{CaSO}_4$  концентрации  $10^{-3}$  моль/л?
26. Выпадет ли осадок при сливании 300 мл 0,001 М раствора  $\text{Sr}(\text{NO}_3)_2$  и 600 мл 0,0001 М раствора  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ ?
27. В каком объеме воды можно приготовить 0,1 г сульфида меди?
28. Произведение растворимости гидроксида магния при  $25^\circ\text{C}$  равно  $5,6 \cdot 10^{-16}$ . Выпадает ли осадок при смешивании 5 мл 0,06 н  $\text{MnSO}_4$  и 4 мл 0,01 н  $\text{Na}_2\text{S}$ ?
29. Произведение растворимости гидроксида магния при  $25^\circ\text{C}$  равно  $1,9 \cdot 10^{-12}$ . Образуется ли осадок при смешивании 10 мл 0,2 н раствора  $\text{MgCl}_2$  и 4 мл 0,02 н раствора  $\text{KOH}$ .
30. Произведение растворимости фосфата серебра при  $25^\circ\text{C}$  равно  $1,8 \cdot 10^{-18}$ . Выпадает ли осадок при смешивании 6 мл 0,01 н  $\text{AgNO}_3$  и 4 мл 0,01 н  $\text{Na}_3\text{PO}_4$ ?
31.  $PP(\text{PbJ}_2) = 8,7 \cdot 10^{-9}$  при  $25^\circ\text{C}$ . Образуется ли осадок  $\text{PbJ}_2$  если смешивать равные объемы 0,01 н раствора  $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$  и 0,05 н раствора  $\text{KJ}$ .
32.  $PP(\text{Ag}_2\text{CO}_3) = 6,2 \cdot 10^{-12}$  при  $25^\circ\text{C}$ . Образуется ли осадок  $\text{Ag}_2\text{CO}_3$  при добавлении к 2 мл 0,06 М раствора  $\text{AgNO}_3$  6 мл 0,04 н раствора  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ?

#### «Константа диссоциации. Степень диссоциации. Водородный показатель»

1. Для одного раствора  $\text{pH}$  равен 5, для другого  $\text{pH} = 2$ . Какой раствор более кислый? Во сколько раз в нем концентрация водородных ионов выше, чем в другом?
2. Чему равен  $\text{pH}$  0,0001 М соляной кислоты?
3. Какова концентрация гидроксид-ионов в растворе с  $\text{pH} = 5$ ?
4. Чему равен  $\text{pH}$  раствора, если концентрация водородных ионов равна  $4,6 \cdot 10^{-4}$ ?
5. Чему равна концентрация водородных ионов, если  $\text{pH} = 4,35$ ?
6. Чему равен  $\text{pH}$  сантимолярного раствора соляной кислоты, в котором степень диссоциации равна 100%?
7. Константа диссоциации уксусной кислоты равна  $1,8 \cdot 10^{-5}$ ? Чему равна концентрация ионов водорода в 0,1 М растворе уксусной кислоты?
8. Вычислите массу ионов  $\text{Zn}^{2+}$  и  $\text{NO}_3^-$ , содержащихся в 250 мл 0,1 М раствора нитрата цинка.

9. Считая диссоциацию щелочи полной, определите рН раствора, 1 л которого содержит 4 г гидроксида натрия.
10. Чему равен при условии полной диссоциации водородный показатель соляной кислоты с концентрацией 0,1 моль/л?
11. Чему равна концентрация ионов водорода в сантимолярном растворе гидроксида бария, в котором степень диссоциации равна 100%?
12. Степень диссоциации и одноосновной кислоты равна 0,4. Чему равно суммарное число ионов, приходящихся на каждые 100 недиссоциированных молекул в растворе этой кислоты?
13. В воде растворено 0,8 моль фтороводорода, степень диссоциации его в данных условиях 30%. Чему равно количество (в молях) всех растворимых частиц (молекул и ионов) в полученном растворе?
14. В некотором растворе на одну недиссоциированную молекулу НХ приходится три иона Н и три иона Х. Чему равна степень диссоциации электролита в этом растворе (в процентах)?
15. Степень диссоциации сульфита калия в водном растворе с концентрацией 0,6 моль/л равна 0,83. Чему равна концентрация ионов калия в этом растворе (моль/л)?
16. В сантимолярном растворе степень диссоциации сульфата натрия равна 100%. Чему равно количество ионов натрия в 100 л этого раствора (в молях)?
17. Чему равен при условии полной диссоциации водородный показатель гидроксида калия с концентрацией 1,0 моль/л?
18. Чему равен при условии полной диссоциации гидроксильный показатель азотной кислоты с концентрацией 0,01 моль/л?
19. Водородный показатель некоторого полумолярного водного раствора одноосновной кислоты равен 2. Чему равна степень ионизации кислоты в этом растворе?
20. Определить концентрацию ионов водорода и гидроксид-ионов в растворе, характер его среды, если рН=8. как изменится цвет фенолфталеина в этом растворе?
21. Степень диссоциации  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  в растворе 100%, концентрация соли – 0,4 моль/л. Чему равны концентрации анионов и катионов в данном растворе?
22. Степень диссоциации  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$  в растворе 100%. Концентрация катионов соли – 0,4 моль/л. Определите концентрацию анионов и молярную концентрацию соли в этом растворе.
23. Степень диссоциации уксусной кислоты в некотором растворе равна 0,2%, концентрация ацетат-ионов при этом составляет 0,004 моль/л. Какова молярная концентрация уксусной кислоты в растворе?
24. Вычислите массу ионов  $\text{Zn}^{2+}$  и  $\text{NO}_3^-$ , содержащихся в 250 мл 0,1М раствора  $\text{Zn}(\text{NO}_3)_2$ .
25. степень диссоциации угольной кислоты по 1-й ступени в 0,006М растворе равна 1%. Рассчитайте массы ионов  $\text{H}^+$  и  $\text{HCO}_3^-$ , содержащихся в 0,5 л раствора.
26. Константа диссоциации уксусной кислоты равна  $1,8 \cdot 10^{-5}$ . Чему равна концентрация ионов водорода в 0,1М растворе уксусной кислоты?
27. В некотором растворе концентрация гидроксид-ионов равна 0,001 моль/л. Определите рН этого раствора и характер среды.
28. Вычислить концентрацию свободных ионов водорода в следующих растворах кислот:
  - а) 0,1 н  $\text{HNO}_3$ ,  $\alpha = 92\%$ ; б) 0,1 н  $\text{HCl}$ ,  $\alpha = 82\%$ ; 0,5 н  $\text{HClO}_4$ ,  $\alpha = 80\%$ .
29. Вычислить степень диссоциации следующих растворов уксусной кислоты: 0,5М; 0,2 н, 0,001 н. Константа диссоциации  $1,8 \cdot 10^{-5}$ .
30. Степень диссоциации синильной кислоты в 0,001 н растворе равна  $8,5 \cdot 10^{-2}\%$ . Вычислите константу диссоциации.

### Критерии оценки (в баллах):

Критерии оценивания решения расчетных задач	Количество баллов
В логическом рассуждении и решении нет ошибок, задачи решены не менее 80%;	3
В логическом рассуждении и решении нет ошибок, задачи решены не менее 60%;	2
В логическом рассуждении и решении нет ошибок, задачи решены не менее 50%;	1
Имеются существенные ошибки в логическом рассуждении и в решении; отсутствует ответ на задание.	0

### Задания для контрольной работы

Студент должен выполнить **письменные (домашние) работы**, каждая из которых выполняется в течение одной недели. Она включает в себя 5-6 задач по темам дисциплины:

1. «Способы выражения концентрации растворов»
2. «Произведение растворимости. Условия образования осадков»
3. «Константа диссоциации. Степень диссоциации. Водородный показатель»

### Контрольная работа №1

#### по теме «Способы выражения концентрации растворов»

1. Рассчитайте, какую массу соли и воды нужно взять, для приготовления 250 г раствора с массовой долей соли 15%.
2. Сколько граммов  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$  нужно взять для приготовления 2 л. 0,05 М раствора?
3. Рассчитайте молярную и нормальную концентрации раствора фосфорной кислоты с массовой долей вещества 30% и плотностью 1,18 г/см<sup>3</sup>.
4. Чему равна молярная концентрация 0,04 н раствора  $\text{FeCl}_2$ ?
5. Смешали 247 г 62%-ного раствора и 145 г 18%-ного раствора серной кислоты. Какова процентная концентрация полученного раствора?

### Контрольная работа №2

#### по теме «Расчет водородного показателя, степени и константы диссоциации»

1. Степень диссоциации муравьиной кислоты  $\text{HCOOH}$  в 0,2 н растворе равна 3,2%. Определите константу диссоциации муравьиной кислоты.
2. При какой концентрации раствора степень диссоциации азотистой кислоты  $\text{HNO}_2$  будет равна 20%, если константа диссоциации этой кислоты равна  $5 \cdot 10^{-4}$ .
3. Константа диссоциации одноосновной масляной кислоты  $\text{C}_3\text{H}_7\text{COOH}$  равна  $1,5 \cdot 10^{-5}$ . Какова должна быть степень диссоциации в 0,005 М растворе?
4. Исходя из величин  $[\text{H}^+]$  и  $[\text{OH}^-]$ , а также величин рН, расположить следующие растворы в порядке возрастания их кислотности:  
 $[\text{H}^+] = 10^{-6}$ ,  $[\text{OH}^-] = 10^{-6}$ , рН=4,5,  $[\text{H}^+] = 6,8 \cdot 10^{-10}$ ,  $[\text{OH}^-] = 10^{-7}$ , рН=7,8.  
Среди перечисленных растворов указать кислые, щелочные и нейтральные.
5. Вычислить:  
а) концентрацию ионов водорода, если рН=3 и рН=4,5;  
б) концентрацию гидроксид-ионов, если рН=11 и рН=9,4.
6. Вычислить рН следующих растворов:  
а) 1 н  $\text{HBr}$   $\alpha=90,1\%$ ; б) 0,001 н  $\text{HNO}_3$   $\alpha=100\%$ .

### Контрольная работа №3

#### по теме «Произведение растворимости. Условия образования осадка»

1. ПР  $(\text{CaF}_2)=4 \cdot 10^{-11}$ . В каком объеме насыщенного раствора содержится 0,1 г растворенной соли?
2. Растворимость  $\text{Mg}(\text{OH})_2$  при 18°C равна 0,012 г/л. Вычислите ПР  $(\text{Mg}(\text{OH})_2)$ .

3.  $PP(Cu_2S) = 2,5 \cdot 10^{-50}$  при  $25^\circ C$ . Вычислите растворимость  $Cu_2S$  (г/л, моль/л) и концентрации ионов в его насыщенном растворе.
4. В 500 мл воды при  $18^\circ C$  растворяется 0,0165 г  $Ag_2CrO_4$ . Вычислите  $PP(Ag_2CrO_4)$ .
5. Произведение растворимости фосфата серебра при  $25^\circ C$  равно  $1,8 \cdot 10^{-18}$ . Выпадает ли осадок при смешивании 6 мл 0,01 и  $AgNO_3$  и 4 мл 0,01 н  $Na_3PO_4$ ?

Критерии оценки (в баллах):

Критерии оценивания контрольной работы	Количество баллов
Студент выполнил работу без ошибок и недочетов; допустил не более одного недочета	5
Студент выполнил работу полностью, но допустил в ней не более одной негрубой ошибки и одного недочета или не более двух недочетов;	4
Студент правильно выполнил не менее половины работы или допустил: не более двух грубых ошибок; или не более одной грубой и одной негрубой ошибки и одного недочета; или не более двух-трех негрубых ошибок; или одной негрубой ошибки и трех недочетов; или при отсутствии ошибок, но при наличии четырех-пяти недочетов;	3
Студент правильно выполнил менее половины работы	2

### Лабораторные работы

Перечень лабораторных работ

1. Первая аналитическая группа катионов (ионы калия, натрия, аммония и магния)
2. Вторая аналитическая группа катионов (ионы бария и кальция)
3. Третья аналитическая группа катионов (ионы цинка, марганца, алюминия, хрома, железа)
4. Аналитические реакции анионов.
5. Определение кристаллизационной воды в кристаллогидрате хлорида бария
6. Определение содержания  $HCl$  в растворе.
7. Определение содержания  $Na_2CO_3$  в растворе
8. Определение содержания ионов железа +2 в растворе соли Мора
9. Определение общей жесткости воды

Критерии оценки (в баллах):

Критерии оценивания отчета	Количество баллов
Студент предоставил письменный отчет по лабораторной работе и ответил на все вопросы преподавателя по теме, возможно наличие недочетов	1
Студент не предоставил письменный отчет по лабораторной работе и ответил на все вопросы преподавателя по теме	0

### 5. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

#### 5.1 Основная учебная литература

1. Хаханина, Т. И. Аналитическая химия: учеб. пособие для бакалавров / Т. И. Хаханина, Н. Г. Никитина. - 3-е изд., испр. и доп. - М. : Юрайт, 2014. - 278 с. - (Бакалавр. Базовый курс). - ISBN 978-5-9916-2035-2 ((в пер.)). - ISBN 978-5-9692-1366-1.2.
2. Основы аналитической химии. Практическое руководство. Учебное пособие. / под ред. Ю.А. Золотова. - М.: Высшая школа, 2003. - 463 с.

#### 5.2 Дополнительная учебная литература

3. Аналитическая химия: учебное пособие / А.И. Апарнев, Г.К. Лупенко, Т.П. Александрова, А.А. Казакова. - Новосибирск : НГТУ, 2011. - 104 с. - ISBN 978-5-7782-1702-7; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=228946>
4. Решение задач по аналитической химии : учебное пособие / Г.Н. Шрайбман, П.Д. Халфина, О.Н. Булгакова, Н.В. Иванова ; под ред. Г.Н. Шрайбман ; Министерство образования и науки РФ, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего

профессионального образования «Кемеровский государственный университет». - 3-е изд., перераб и доп. - Кемерово: Кемеровский государственный университет, 2015. - 208 с. : табл. - ISBN 978-5-8353-1821-6 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=437487>

5. Основы аналитической химии. Химические методы анализа: учебное пособие / И.Н. Мовчан, Р.Г. Романова, Т.С. Горбунова, И.И. Евгеньева ; Министерство образования и науки России, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Казанский национальный исследовательский технологический университет». - Казань: КНИТУ, 2012. - 195 с.: ил., табл., схем. - Библиогр. в кн. - ISBN 978-5-7882-1216-6; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=259000>

### 5.3 Перечень методических указаний

### 5.4 Другие учебно-методические материалы

## 6. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

1. [www.xumuk.ru](http://www.xumuk.ru)
2. [www.chem.msu.ru](http://www.chem.msu.ru)
3. [www.himhelp.ru](http://www.himhelp.ru)
4. <http://www.chemport.ru/data/chemipedia>
5. <http://booksonchemistry.com/index.php>

## 7. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Наименование специализированных аудиторий, кабинетов, лабораторий	Вид занятий	Наименование оборудования, программного обеспечения
1	2	3
Аудитория 206	Лекции	Демонстрационное оборудование: доска, проектор – 1 шт., переносной экран – 1 шт. Специализированная мебель: столы, стулья.
Лаборатория общей химии	Лабораторные занятия	Демонстрационное оборудование: доска, проектор – 1 шт., переносной экран – 1 шт. Специализированная мебель: столы, стулья. Приборы и оборудование: установка титровальная – 3 шт., рН метр – 1 шт., центрифуга – 1 шт., весы аналитические – 1 шт., весы электронные – 1 шт., набор ареометров – 1 шт., электроплитка – 1 шт., термометры – 5 шт., лабораторная посуда, хим. реактивы. Учебно-наглядные пособия