

Документ подписан при помощи электронной подписи
Информация о владельце:
ФИО: Павлова Людмила Станиславовна
Должность: и.о. проректора по образовательной деятельности
Дата подписания: 26.02.2026 09:25:41
Уникальный программный ключ:
d1b168d67b4d7601372f8158b54869a0a60b0a21

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**
ФГБОУ ВО «ТВЕРСКОЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

**Рабочая программа дисциплины
по общепрофессиональному циклу
ОП.01 «Аналитическая химия»**

Специальность	19.02.13 ТЕХНОЛОГИЯ ПРОДУКТОВ ОБЩЕСТВЕННОГО ПИТАНИЯ МАССОВОГО ИЗГОТОВЛЕНИЯ И СПЕЦИАЛИЗИРОВАННЫХ ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ
Квалификация	Техник-технолог
Форма обучения	очная

Часов по учебному плану	120
В том числе:	
Аудиторные занятия	99
Самостоятельная работа	13
Часов на контроль	8
Виды контроля: курс 1 семестр 2	экзамен

Рабочая программа утверждена
на заседании кафедры биохимии и биотехнологии
протокол № 5 от 29.11.2025

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ	
1.1 Цели освоения дисциплины (модуля)	
Приобретение профессиональных знаний в области аналитической химии, а именно:	
1.2 Задачи	1. Изучение теоретических основ аналитической химии;
	2. Овладение основными методами и приемами качественного анализа катионов и анионов и количественного анализа методами гравиметрии и титриметрии;
	3. Овладение методологией выбора метода анализа.
	4. Проведение метрологической обработки данных

2. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫЕ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

№	Компетенции	Знать	Уметь
ОК 01	Выбирать способы решения задач профессиональной деятельности применительно к различным контекстам.	<ul style="list-style-type: none"> - актуальный профессиональный и социальный контекст, в котором приходится работать и жить; - основные источники информации и ресурсы для решения задач и проблем в профессиональном и/или социальном контексте; - алгоритмы выполнения работ в профессиональной и смежных областях; - методы работы в профессиональной и смежных сферах; - структуру плана для решения задач; - порядок оценки результатов решения задач профессиональной деятельности. 	<ul style="list-style-type: none"> - распознавать задачу и/или проблему в профессиональном и/или социальном контексте; - анализировать задачу и/или проблему и выделять её составные части; - определять этапы решения задачи; - выявлять и эффективно искать информацию, необходимую для решения задачи и/или проблемы; - составлять план действия; - определять необходимые ресурсы; - владеть актуальными методами работы в профессиональной и смежных сферах; - реализовывать составленный план; - оценивать результат и последствия своих действий (самостоятельно или с помощью наставника).
ОК 02	Использовать современные средства поиска, анализа и интерпретации информации, и информационные технологии для выполнения задач профессиональной деятельности.	<ul style="list-style-type: none"> - номенклатура информационных источников, применяемых в профессиональной деятельности; - приемы структурирования информации; - формат оформления результатов поиска информации, - современные средства и устройства информатизации; - порядок их применения и программное обеспечение в профессиональной деятельности, в том числе с использованием цифровых средств. 	<ul style="list-style-type: none"> - определять задачи для поиска информации; - определять необходимые источники информации; - планировать процесс поиска; - структурировать получаемую информацию; - выделять наиболее значимое в перечне информации; - оценивать практическую значимость результатов поиска; - оформлять результаты поиска, применять средства информационных технологий для решения профессиональных задач; - использовать современное программное обеспечение; - использовать различные цифровые средства для решения профессиональных задач.

2. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

3.1. Трудоемкость дисциплины и виды учебной деятельности Распределение часов дисциплины по семестрам

Вид деятельности	УП	РП
Лекции	44	44
Практические	55	55
Самостоятельная работа	13	13
Контроль	8	8
Итого часов	120	120

3.2 Разделы дисциплины, виды занятий и контроль

№	Наименование разделов и тем	Вид занятия	Сем.	Часов
1	Основы качественного анализа веществ			
1.1	Теоретические основы аналитической химии.	лекция	2	10
		практика	2	6
		Самост. работа	2	2
1.2	Основы качественного анализа.	лекция	2	10
		практика	2	16
		Самост. работа	2	6
2	Количественный анализ веществ			
2.1	Погрешность в химическом анализе	лекция	2	4
		практика	2	2
		Самост. работа	2	2
2.2	Гравиметрический анализ	лекция	2	10
		практика	2	11
2.2	Титриметрические методы анализа	лекция	2	10
		практика	2	20
		Самост. работа	2	3
	контроль	Экзамен	2	8

4. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

4.1 Рекомендуемая литература

№	Авторы	Заглавие	Издательство, год	адрес
Основная литература				
1	Апарнев А. И., Лупенко Г. К., Александрова Т. П., Казакова А. А.	Аналитическая химия: учебное пособие для среднего профессионального образования	Москва: Издательство Юрайт, 2026.	https://urait.ru/ bcode/585494
2	Борисов А. Н.	Аналитическая химия. Расчеты в количественном анализе : учебник и практикум для среднего профессионального образования	Москва: Издательство Юрайт, 2026	https://urait.ru/ bcode/584657
3	Никитина Н. Г.	Аналитическая химия: учебник и практикум для среднего профессионального образования	Москва: Издательство Юрайт, 2026	https://urait.ru/ bcode/583522
Дополнительная литература				
1	Жебентяев А.И.	Аналитическая химия. Практикум: учеб. пособие	Москва: ИНФРА-М	https://»znaniu m.com/catalog /product/41961 9

4.2 Перечень программного обеспечения

1	Kaspersky Endpoint Security 12
2	Яндекс Браузер
2	Google Chrome
4	WinDjView
5	ONLYOFFICE

4.3 Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

ЭБС ТвГУ
ЭБС «ЮРАЙТ»
ЭБС «ZNANIUM.COM»
ЭБС «Консультант студента» (СПО)

5. Материально-техническое обеспечение (оборудование и технические средства обучения)

Аудит-я	Оборудование
№3-406	Комплект учебной мебели, весы с гирей, лабораторный иономер И-160, потенциостат-гальваностат, сист.блок, клавиатура, мышь оптическая, сканер, шкаф сушильный ШС-40, монитор, гиря калибровочная, магнитная мешалка, сканер, стол лаборат. без тумбы, стол лаборат. с керамич. столешницей, стол лаборат. со шкафчиком, стол приставной, стол приставной под весы, шкаф вытяжной, шкаф для посуды химический малый, шкаф для приборов большой, шкаф холодильный, компьютер, иономер Эксперт-001
Помещение для самостоятельной работы	
Интернет-центр	Комплект учебной мебели, компьютерная техника с возможностью подключения к информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» и обеспечением доступа в ЭИОС ТвГУ.

6. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

6.1 Примеры заданий

Номер задания	Правильный ответ (ключ)	Содержание вопроса/задания	Критерии оценивания заданий
Задания закрытого типа			
1	Б	Какие катионы могут быть отделены осадением HCl? А Ca ²⁺ , Ba ²⁺ , Sr ²⁺ Б Pb ²⁺ , Ag ⁺ , Hg ₂ ²⁺ В Mn ²⁺ , Mg ²⁺ , Cr ³⁺ Г Zn ²⁺ , Al ³⁺ , Sn ²⁺	1 балл за правильный ответ
2	Г	Что будет являться весовой формой при гравиметрическом определении железа? А Fe(OH) ₃ Б FeSO ₄ В FeCl ₃ Г Fe ₂ O ₃	1 балл за правильный ответ
3	В	Какой индикатор можно использовать при титровании уксусной кислоты гидроксидом натрия? А метиловый оранжевый (pT=4) Б метиловый красный (pT=5) В фенолфталеин (pT=9) Г бромкрезоловый зеленый (pT=4,5)	1 балл за правильный ответ
4	Г	10,00 мл водного раствора NaCl неизвестной концентрации титровали 0,1000 М AgNO₃ в присутствии флуоресцеина. Как называют данный способ титрования? А косвенное титрование, Б заместительное титрование, В обратное титрование, Г прямое титрование,	1 балл за правильный ответ
5	Б	Сколько скачков титрования на кривой титрования 0,1 М H₃PO₄ раствором 0,1 М NaOH? А один; Б два ; В четыре; Г три	1 балл за правильный ответ
6	Качественными называются реакции, позволяющие идентифицировать в исследуемом объекте	Что является качественной реакцией в аналитической химии?	1 балл за правильный ответ

	определенные атомы, молекулы, функциональные группы и т. д. по внешним проявлениям, которые сопровождают реакцию: выделение газа, изменение цвета раствора, образование осадка, появление специфического запаха и др.		
7	Фактор эквивалентности (f экв) – это число, которое обозначает, какая доля реальной частицы (иона или молекулы) эквивалентна: одному протону в кислотно-основной реакции; одному электрону в окислительно-восстановительной реакции; одной единице заряда в конкретной реакции обмена.	Дайте определение фактору эквивалентности.	1 балл за правильный ответ
8	Гравиметрическим анализом называют метод количественного химического анализа, основанный на точном измерении массы определяемого вещества или его составных частей, выделяемых в виде соединений точно известного постоянного состава.	Определение гравиметрического метода анализа.	1 балл за правильный ответ
Задания открытого типа			
1	Как разделить смесь катионов: Ag⁺. Ba²⁺, Al³⁺. Zn²⁺		3 балла
Правильный ответ (ключ):			
1. Добавляем к раствору 2М раствор HCl: $Ag^+ + Cl^- \rightarrow AgCl \downarrow$ белый творожистый осадок			1 балл
2. Отделив осадок, добавляем к раствору 2М раствор H ₂ SO ₄ $Ba^{2+} + SO_4^{2-} \rightarrow BaSO_4 \downarrow$ белый кристаллический осадок			1 балл
3. После отделения сульфата бария к раствору добавляем избыток гидроксида аммония $Al^{3+} + 3NH_4OH \rightarrow Al(OH)_3 \downarrow + 3NH_4^+$ белый студенистый осадок $Zn^{2+} + 2NH_4OH \rightarrow Zn(OH)_2 \downarrow + 2NH_4^+$ $Zn(OH)_2 + 4NH_4OH \rightarrow [Zn(NH_3)_4](OH)_2 + 4H_2O$ раствор комплексной соли			1 балл
			Итого: 3 балла
2	Выпадет ли осадок хлорида серебра, если к 10 мл 0,1 М раствора нитрата серебра прибавить 20 мл 0,1 М раствора хлорида натрия?		3 балла

	<p>Правильный ответ (ключ):</p> <p>1. Найдем концентрации растворенных веществ после смешивания:</p> $C(\text{AgNO}_3) = \frac{C(\text{AgNO}_3) \cdot V(\text{AgNO}_3)}{V(\text{AgNO}_3) + V(\text{NaCl})} = \frac{0,1 \cdot 10}{10 + 20} = 0,0333 \text{ моль/л}$ $C(\text{NaCl}) = \frac{C(\text{NaCl}) \cdot V(\text{NaCl})}{V(\text{AgNO}_3) + V(\text{NaCl})} = \frac{0,1 \cdot 20}{10 + 20} = 0,0667 \text{ моль/л}$ <p>Отсюда $C(\text{Ag}^+) = C(\text{NO}_3^-) = 3,33 \cdot 10^{-2} \text{ моль/л}$, $C(\text{Na}^+) = C(\text{Cl}^-) = 6,67 \cdot 10^{-2} \text{ моль/л}$.</p> <p>2. Вычислим ионную силу раствора: $I = 0,5 \cdot (0,0333 \cdot 1^2 + 0,0333 \cdot 1^2 + 0,0667 \cdot 1^2 + 0,0667 \cdot 1^2) = 0,1$. Определим коэффициенты активности ионов Ag^+ и Cl^- при $I = 0,1$ $f_{\text{Ag}^+} = 0,81$, $f_{\text{Cl}^-} = 0,81$.</p> <p>3. Найдем произведение активностей ионов Ag^+ и Cl^-: $0,0333 \cdot 0,81 \cdot 0,0667 \cdot 0,81 = 1,157 \cdot 10^{-3}$ Так как произведение активностей ионов больше величины $\text{PP}_{(\text{AgCl})} = 1,78 \cdot 10^{-10}$, следовательно, осадок выпадет. Ответ: осадок AgCl выпадает.</p>	<p>1 балл</p> <p>1 балл</p> <p>Итого: 3 балла</p>
3	<p>Определить pH раствора, полученного при смешивании 20 мл 0,15 М и 20 мл 0,3 М раствора ацетата натрия.</p>	3 балла
	<p>Правильный ответ (ключ):</p> <p>1. Находим концентрацию уксусной кислоты и ацетата натрия после смешивания: $C_{(\text{CH}_3\text{COOH})} = 0,15 \cdot 20 / (20 + 20) = 0,075 \text{ моль/л}$ $C_{(\text{CH}_3\text{COONa})} = 0,3 \cdot 20 / (20 + 20) = 0,15 \text{ моль/л}$</p> <p>2. Рассчитываем концентрацию ионов водорода по формуле для буферного раствора, образованного слабой кислотой и ее солью. $[\text{H}^+] = K_{\text{к-ты}} \cdot C_{\text{к-ты}} / C_{\text{соли}} = 1,75 \cdot 10^{-5} \cdot 0,075 / 0,15 = 8,75 \cdot 10^{-6}$</p> <p>3. $\text{pH} = -\lg[\text{H}^+] = -\lg 8,75 \cdot 10^{-6} = 5,06$</p> <p>Ответ: $\text{pH} = 5,06$</p>	<p>1 балл</p> <p>1 балл</p> <p>1 балл</p> <p>Итого: 3 балла</p>
4	<p>Вычислите число молекул и массовую долю воды в молекуле кристаллогидрата хлорида магния, если из навески его 0,5013 г получили 0,2741 г $\text{Mg}_2\text{P}_2\text{O}_7$.</p>	3 балла
	<p>Правильный ответ (ключ):</p> <p>1. Определим молярную массу кристаллогидрата хлорида магния $m_{(\text{MgCl}_2 \cdot x\text{H}_2\text{O})} = m_{(\text{Mg}_2\text{P}_2\text{O}_7)} \cdot 2M_{(\text{MgCl}_2 \cdot x\text{H}_2\text{O})} / M_{(\text{Mg}_2\text{P}_2\text{O}_7)}$ $M_{(\text{MgCl}_2 \cdot x\text{H}_2\text{O})} = m_{(\text{MgCl}_2 \cdot x\text{H}_2\text{O})} \cdot M_{(\text{Mg}_2\text{P}_2\text{O}_7)} / 2m_{(\text{Mg}_2\text{P}_2\text{O}_7)} =$ $0,5013 \cdot 222,553 / 2 \cdot 0,2741 = 203,51$</p> <p>2. Находим число молекул в кристаллогидрате $x = M_{(\text{MgCl}_2 \cdot x\text{H}_2\text{O})} - M_{(\text{MgCl}_2)} / M_{(\text{H}_2\text{O})} = 203,51 - 95,21 / 18 = 6,02$</p> <p>3. Находим массовую долю $W_{(\text{H}_2\text{O})} = 6 \cdot 18 / 203,51 = 0,53$ или 53%</p> <p>Ответ: 6 молекул, $W_{(\text{H}_2\text{O})} = 53\%$</p>	<p>1 балл</p> <p>1 балл</p> <p>1 балл</p> <p>Итого: 3 балла</p>
5	<p>Для стандартизации раствора HCl навеску 1,9024 г $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ растворили в мерной колбе вместимостью 100,0 мл. На титрование аликвотной части ($V_A = 15,0$ мл) этого раствора пошло 13,1 мл раствора HCl. Вычислить молярную концентрацию и титр раствора</p>	3 балла
	<p>Правильный ответ (ключ):</p> <p>1. Из уравнения протекающей реакции нейтрализации $2\text{HCl} + \text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 + 5\text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{NaCl} + 4\text{H}_3\text{BO}_3$ следует, что $f_{\text{экв. Na}_2\text{B}_4\text{O}_7} = 1/2$, поэтому молярная концентрация эквивалента тетрабората натрия будет $C_{(\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O})} = m_{(\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7)} / M_{\text{экв.}(\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O})} \cdot V = 1,9024 / 190,69 \cdot 0,1 = 0,0998 \text{ моль-экв/л}$</p> <p>2. По закону эквивалентов рассчитаем молярную концентрацию эквивалента HCl $C_{(\text{HCl})} = 0,0998 \cdot 13,1 / 15 = 0,0872 \text{ моль-экв/л}$ $f_{\text{экв}(\text{HCl})} = 1$, поэтому молярная концентрация будет равна молярной концентрации эквивалента</p>	<p>1 балл</p> <p>1 балл</p>

	<p>HCl 0,0872 моль/л</p> <p>3. Титр рассчитывается по формуле: $T_{(HCl)} = C_{(HCl)} \cdot M_{HCl} / 1000 = 0,0872 \cdot 36,5 / 1000 = 0,00318 \text{ г}$</p> <p>Ответ: $C_{(HCl)} = 0,0872 \text{ моль/л}$; $T_{(HCl)} = 0,00318 \text{ г}$</p>	<p>1 балл</p> <p>Итого: 3 балла</p>
6	<p>Вычислить массовую долю Al_2O_3 в силикате, если навеску 1,0220 г перевели в раствор, добавили 25,00 мл раствора трилона Б с концентрацией 0,1151 моль/л. На титрование избытка последнего пошло 9,83 мл 0,1015 моль/л раствора сульфата цинка</p>	3 балла
	<p>Правильный ответ (ключ):</p> <p>1. Определение Al_2O_3 проводится методом обратного титрования. В растворе протекают следующие реакции: $Al^{3+} + H_2Y^{2-} \rightarrow AlY^- + 2H^+$ $H_2Y^{2-} + Zn^{2+} \rightarrow ZnY^{2-} + 2H^+$</p> <p>2. Количество моль-эквивалентов алюминия рассчитывается по разности между количеством моль-эквивалентов добавленного трилона Б и оставшегося после реакции. Поскольку реакция комплексообразования проходит один к одному, f экв. каждого реагента равен 1. Молярная концентрация и молярная концентрация эквивалента равны.</p> $n_{(Al^{3+})} = C_{тр} \cdot V_{тр} - C_{ZnSO_4} \cdot V_{ZnSO_4}$ $n_{(Al^{3+})} = (0,1151 \cdot 25 - 0,1015 \cdot 9,83) \cdot 10^{-3} = (2,88 - 0,99) \cdot 10^{-3} = 1,89 \cdot 10^{-3} \text{ моль-экв} = 0,00189 \text{ моль}$ <p>3. Так как в одной молекуле содержится два иона алюминия, количество молей Al_2O_3 будет в два раза меньше.</p> $m_{(Al_2O_3)} = n_{(Al^{3+})} \cdot M_{(Al_2O_3)} / 2 = 0,00189 \cdot 102 / 2 = 0,0964 \text{ г}$ $w_{(Al_2O_3)} = 0,0964 / 1,0220 \cdot 100 = 9,62\%$ <p>Ответ: 9,62%</p>	<p>1 балл</p> <p>1 балл</p> <p>1 балл</p> <p>Итого: 3 балла</p>
7	<p>Вычислить ошибку титрования 0,15 М раствора гидроксида аммония 0,15 М раствором соляной кислоты в присутствии фенолфталеина (pT= 9).</p>	3 балла
	<p>Правильный ответ (ключ):</p> <p>1. Рассчитываем pH в точке эквивалентности. При полной нейтрализации гидроксида аммония в растворе будет находиться соль, образованная сильной кислотой и слабым основанием, которая будет подвергаться гидролизу.</p> $NH_4OH + HCl \rightarrow NH_4Cl + H_2O$ $NH_4Cl + H_2O \rightarrow NH_4OH + H^+ + Cl^-$ <p>Отсюда</p> $pH = 7 - \frac{1}{2} pK_{(NH_4OH)} - \frac{1}{2} \lg C_{(NH_4Cl)}$ $C_{(NH_4Cl)} = C_{(NH_4OH)} \cdot V_{(NH_4OH)} / (V_{(NH_4OH)} + V_{(HCl)})$ $C_{(NH_4Cl)} = C_{(HCl)} \rightarrow V_{(NH_4OH)} = V_{(HCl)} \rightarrow C_{(NH_4Cl)} = C_{(NH_4OH)} / 2 = 0,15 / 2 = 0,075$ $pH = 7 - 4,75/2 - \lg 0,075/2 = 5,75$ <p>2. Так как титрование будет закончено при pH=9, то гидроксид аммония будет недотитрован. Индикаторная ошибка будет определяться присутствием в растворе недотитрованного слабого основания. Т.е. необходимо рассчитать основную ошибку:</p> $\Delta\%(MeOH) = - \frac{10^{pT+pK_b-14}}{10^{pT+pK_b-14}+1} \cdot 100$ $\Delta\%(MeOH) = - \frac{10^{9+4,75-14}}{10^{9+4,75-14}+1} \cdot 100 = -36\%$ <p>Ответ: гидроксид аммония будет недотитрован на 36 %</p>	<p>1,5 балла</p> <p>1,5 балла</p> <p>Итого: 3 балла</p>
8	<p>Смешали 60 г 6%-ного раствора серной кислоты с 100 мл 20 %-ного раствора серной кислоты. Каково процентное содержание и концентрация молярного</p>	3 балла

эквивалента серной кислоты во вновь полученном растворе?		
Правильный ответ (ключ):		
1. Переведем объем 20% раствора в граммы. В справочнике находим плотность 20% раствора серной кислоты. $\rho_{(20\% \text{H}_2\text{SO}_4)} = 1,1394$ $m_{(20\% \text{H}_2\text{SO}_4)} = 1,1394 \cdot 100 = 113,94 \text{ г}$		1 балл
2. Рассчитываем новую % концентрацию $m_{(\text{H}_2\text{SO}_4)} = (60 \cdot 6 + 113,94 \cdot 20) / 100 = 26,39 \text{ г}$ $m \text{ нового раствора} = 60 + 113,94 = 173,94 \text{ г}$ $w\%_{(\text{H}_2\text{SO}_4)} = 26,39 \cdot 100 / 173,94 = 15,17 \%$		1 балл
3. Определяем фактор эквивалентности серной кислоты. $f_{\text{экв.}} = 2 \quad M_{\text{экв.}} = 98 / 2 = 49$ Находим плотность 15% раствора. $\rho_{(15\% \text{H}_2\text{SO}_4)} = 1,1020$ Рассчитываем концентрацию моль-эквивалента $C = \frac{w \cdot \rho \cdot 10}{M_{\text{экв}}} = \frac{15,17 \cdot 1,1020 \cdot 10}{49} = 3,4 \text{ моль-экв/л}$ Ответ: $w = 15,17\%$, $C = 3,4 \text{ моль-экв/л}$		1 балл
		Итого: 3 балла

6.2 Типовые контрольные задания для проведения промежуточной аттестации.

Перечень тем и вопросов для экзамена

Аналитическая химия. Виды анализа. Стадии химического анализа. Основные характеристики методов анализа. Абсолютные и относительные методы. Выбор метода анализа. Способы повышения чувствительности и избирательности методов. Автоматизация анализа.

Кислотно-основные реакции. Протолитическая теория кислот и оснований. Равновесие в системе: кислота – сопряжённое основание – растворитель. Константы кислотности, основности, автопротолиза. Нивелирующий и дифференцирующий эффекты растворителя.

Реакции комплексообразования. Типы и свойства комплексных соединений, используемых в аналитической химии. Количественная характеристика реакций комплексообразования: константа устойчивости. Ступенчатое Комплексообразование. Использование комплексных соединений для разделения, концентрирования, маскирования, обнаружения, определения элементов.

Органические реагенты в химическом анализе. Функционально-аналитические и аналитико-активные группы. Влияние строения молекулы на свойства реагента. Применение органических реагентов в анализе.

Окислительно-восстановительные реакции в аналитической химии. Обратимые и необратимые окислительно-восстановительные системы и их потенциалы. Уравнение Нернста. Стандартный и реальный окислительно-восстановительные потенциалы. Направление окислительно-восстановительных реакций.

Реакции осаждения в аналитической химии. Константы равновесия реакций осаждения. Растворимость осадков. Факторы, влияющие на растворимость. Образование осадков. Кристаллические и аморфные осадки, условия осаждения. Причины загрязнения осадков: совместное осаждение, соосаждение, последующее осаждение. Виды соосаждения. Приёмы, способствующие получению чистых осадков.

Методы разделения и концентрирования. Основы экстракции как метода

разделения и концентрирования. Константа распределения, коэффициент распределения. Константа экстракции. Фактор разделения. Условия экстракции неорганических и органических соединений. Практическое применение экстракции.

Методы разделения элементов, основанные на осаждении неорганическими и органическими реагентами. Использование соосаждения для концентрирования микрокомпонентов. Неорганические и органические коллекторы.

Гравиметрические методы. Сущность. Осаждаемая и гравиметрическая формы. Примеры практического применения.

Титриметрические методы. Способы установления конечной точки титрования.

Кислотно-основное титрование. Кривые титрования. Кислотно-основные индикаторы. Погрешности метода кислотно-основного титрования. Титрование смесей кислот и оснований. Титрование в неводных средах.

Комплексонометрическое титрование. Преимущества аминополикарбоновых кислот перед другими органическими титрантами. Металлохромные индикаторы, требования к ним. Способы титрования (прямой, обратный, вытеснительный, косвенный). Практическое применение комплексонометрического титрования (определение ионов кальция, магния, железа).

Окислительно-восстановительное титрование. Факторы, влияющие на величину скачка потенциала, способы обнаружения конечной точки титрования. Перманганатометрическое, бихроматометрическое, иодометрическое титрование. Первичные и вторичные стандарты. Индикаторы. Примеры практического применения.

Примеры задач.

1. Смешали 60 г 6%-ного раствора серной кислоты с 100 мл 20 %-ного раствора серной кислоты. Каково процентное содержание и концентрация молярного эквивалента серной кислоты во вновь полученном растворе?
2. Вычислить ошибку титрования 0,15 М раствора гидроксида аммония 0,15 М раствором соляной кислоты в присутствии фенолфталеина ($pT=9$).
3. Вычислить массовую долю Al_2O_3 в силикате, если навеску 1,0220 г перевели в раствор, добавили 25,00 мл раствора трилона Б с концентрацией 0,1151 моль/л. На титрование избытка последнего пошло 9,83 мл 0,1015 моль/л раствора сульфата цинка.
4. Для стандартизации раствора HCl навеску 1,9024 г $Na_2B_4O_7 \cdot 10H_2O$ растворили в мерной колбе вместимостью 100,0 мл. На титрование аликвотной части ($V_A = 15,0$ мл) этого раствора пошло 13,1 мл раствора HCl . Вычислить молярную концентрацию и титр раствора
5. Вычислите число молекул и массовую долю воды в молекуле кристаллогидрата хлорида магния, если из навески его 0,5013г получили 0,2741г $Mg_2P_2O_7$.
6. Определить pH раствора, полученного при смешивании 20 мл 0,15 М и 20 мл 0,3 М раствора ацетата натрия.
7. Как разделить смесь катионов: Ag^+ , Ba^{2+} , Al^{3+} , Zn^{2+}
8. Предложите схему разделения смеси, состоящей из K^+ , Ag^+ , Pb^{2+}
9. Вычислить интервал значения pH раствора в котором обеспечивается

количественное разделение в виде гидроксидов: а) Fe^{3+} от Mg^{2+} ; б) Al^{3+} от Mg^{2+} в) Ni^{2+} от Mg^{2+} г) Fe^{3+} от Ca^{2+} д) Al^{3+} от Ca^{2+}

10. В каком случае потери при промывании осадка CaC_2O_4 : а) 100мл воды; б) 100мл 0,1М $(\text{NH}_4)_2\text{C}_2\text{O}_4$; в) 500мл воды будут наибольшими и в каком – наименьшими?

Критерии оценивания экзамена:

По дисциплине промежуточная аттестация проводится в форме экзамена, шкала оценивания – балльная. К сдаче экзамена допускаются студенты, выполнившие все формы текущего контроля. Экзамен предусматривает выборочную проверку освоения предусмотренных элементов компетенций и комплектуются вопросами (заданиями) двух видов: теоретический вопрос (для проверки знаний) и комплексная задача (для проверки умений и навыков). При сдаче экзамена, студент получает два вопроса из перечня вопросов и задачу, время подготовки студента к устному ответу – 40 мин.

Шкала оценивания экзамена:

«Отлично»– оцениваются ответы, содержание которых основано на всестороннем знании предмета, основной и дополнительной литературы, изложено логично, аргументировано и в полном объеме. Основные понятия, выводы и обобщения сформулированы убедительно и доказательно. Студент дал полные четкие ответы на вопросы.

«Хорошо» - оцениваются ответы, основанные на твердом знании предмета, основной литературы, с незначительными пробелами в знаниях дополнительной литературы. В ответах студента возможны недостатки в систематизации, неточности в понятиях и выводах.

«Удовлетворительно»– оцениваются ответы, которые базируются на знании основ предмета, но имеются некоторые пробелы в усвоении материала.

«Неудовлетворительно» - оцениваются ответы, в которых обнаружено незнание основных проблем и категорий предмета согласно учебной программе, содержание основного материала не усвоено, обобщений и выводов нет