

Документ подписан простой электронной подписью
 Информация о владельце:
 ФИО: Косенок Сергей Михайлович
 Должность: ректор
 Дата подписания: 03.07.2026 09:20:38
 Уникальный программный ключ:
 e3a68f3eaa1e62674b54f4998099d3d6bfdcf836

Оценочные материалы для текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине

Аналитическая химия 4 семестр

Код, направление подготовки	s040501-АнХим-26-3.plx
Направленность (профиль)	04.05.01 Фундаментальная и прикладная химия
Форма обучения	Очная
Кафедра-разработчик	Химии
Выпускающая кафедра	Химии

Типовые задания для контрольной работы 4 семестр

Общие вопросы аналитической химии

Типовые задачи:

1. Рассчитайте абсолютную и относительную погрешность анализа, если истинное содержание вещества 20,50%, а полученный результат составил 20,75%.
2. По результатам пяти параллельных определений (мг/кг): 10,2; 10,5; 10,3; 10,4; 10,6. Рассчитайте доверительный интервал среднего значения при доверительной вероятности $P=0,95$ ($t=2,78$).
3. При анализе поверхностной природной воды на содержание свинца (мкг/л) полярографическим методом получены следующие результаты: 2.4, 2.7, 2.5, 2.6, 2.5, 2.3. Из приведенных данных рассчитайте среднее и его доверительный интервал (при $P = 0.95$). Оцените воспроизводимость определения.
4. Из данных, приведенных ниже, рассчитайте среднее и его доверительный интервал (при $P = 0.95$). Оцените воспроизводимость определения. Данные определения хрома в сточных водах красильного производства спектрофотометрическим методом (мкг/мл): 0,25; 0,36; 0,29; 0,33.
5. Для определения цинка в растительном сырье методом инверсионной вольтамперометрии получены следующие результаты (мг/кг): 1.3, 1.8, 1.9, 1.6, 1.9. Рассчитайте среднее и его доверительный интервал (при $P = 0.95$). Оцените воспроизводимость определения.
6. При определении фенола спектрофотометрическим методом получены следующие результаты (мкг/мл): 0.055; 0.047; 0.053; 0.045; 0.048; 0.050; 0.052. Рассчитайте среднее и его доверительный интервал (при $P = 0.95$). Оцените воспроизводимость определения.

Типы химических реакций и процессов в аналитической химии

Типовые задачи:

1. Рассчитайте pH 0,01 М раствора уксусной кислоты (CH_3COOH), если её константа диссоциации $K_a = 1,75 \cdot 10^{-5}$.
2. Рассчитайте pH ацетатного буферного раствора, содержащего 0,1 М CH_3COOH и 0,1 М CH_3COONa .

3. Рассчитайте произведение растворимости (ПР) сульфата бария, если его растворимость в воде при 25°C составляет $2,3 \cdot 10^{-4}$ г/100 мл.
4. Будет ли выпадать осадок иодида свинца (II) (ПР = $8,7 \cdot 10^{-9}$) при смешивании равных объемов 0,01 М $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ и 0,001 М KI?
5. Рассчитайте стандартный и реальный окислительно-восстановительный потенциал системы $\text{Fe}^{3+}/\text{Fe}^{2+}$, если $[\text{Fe}^{3+}] = 0,01$ М, $[\text{Fe}^{2+}] = 0,001$ М, $E^0 = 0,771$ В.
6. Рассчитайте условную константу устойчивости комплекса $[\text{CaY}]^{2-}$ в растворе с $\text{pH}=5$, если константа устойчивости $\beta = 5,0 \cdot 10^{10}$, а концентрация протонированных форм ЭДТА $\alpha = 10^6$.
7. Составьте схему кислотно-основного разделения смеси катионов: Ag^+ , Al^{3+} , Ba^{2+} , Cu^{2+} .

Методы обнаружения и идентификации

Типовые задачи:

1. Опишите ход систематического анализа смеси катионов III аналитической группы (Fe^{3+} , Al^{3+} , Cr^{3+}).
2. Приведите не менее двух характерных реакций на катион Cu^{2+} . Укажите аналитические эффекты и условия проведения.
3. Приведите не менее двух характерных реакций на анион SO_4^{2-} . Укажите аналитические эффекты и условия проведения.
4. Предложите схему дробного анализа смеси анионов: Cl^- , NO_3^- , CO_3^{2-} .
5. Каким реактивом можно разделить смесь катионов Ba^{2+} и Mg^{2+} ? Напишите уравнения реакций и укажите аналитический эффект.
6. В пробирке находится бесцветный раствор, не содержащий катионов V группы. При добавлении раствора аммиака выпадает белый осадок, растворимый в избытке щелочи. Какие катионы могут присутствовать? Дайте обоснование.
7. Составьте схему анализа порошка, содержащего смесь хлорида натрия и карбоната кальция.

Методы выделения, разделения и концентрирования

Типовые задачи

1. В чем заключается сущность метода экстракции? Опишите механизм экстракции иода (I_2) из водной фазы в тетрахлорид углерода.
2. Рассчитайте коэффициент распределения (D) и степень извлечения (R, %) вещества, если после экстракции в органической фазе найдено 0,045 г, а в водной фазе осталось 0,005 г.
3. Что такое хроматография? Дайте классификацию хроматографических методов по агрегатному состоянию фаз и по механизму разделения.
4. Рассчитайте значение R_f для вещества, если фронт растворителя прошел 12 см, а зона вещества – 8 см.
5. Опишите принцип метода тонкослойной хроматографии (ТСХ). Какие носители используются в ТСХ?
6. Почему при экстракции хелатов необходимо контролировать pH водной фазы? Приведите пример.
7. Предложите схему разделения смеси катионов Ni^{2+} и Co^{2+} методом бумажной хроматографии.

Химические методы анализа

Типовые задачи

1. Рассчитайте навеску сплава, содержащего ~50% железа, необходимую для гравиметрического определения в виде Fe_2O_3 , если масса осадка должна составлять около 0,3 г.

2. На титрование 20,00 мл раствора HCl с концентрацией $\sim 0,1$ М израсходовано 19,50 мл раствора NaOH . Рассчитайте молярную концентрацию раствора NaOH , если титр его по соляной кислоте равен 0,003650 г/мл.
3. Рассчитайте титр раствора KMnO_4 по железу, если его концентрация точно равна 0,02000 М.
4. Навеску 0,1500 г химически чистого оксалата натрия ($\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4$) растворили и оттитровали раствором KMnO_4 , затратив 22,50 мл. Рассчитайте молярную концентрацию эквивалента и титр KMnO_4 .
5. Постройте теоретическую кривую титрования 50 мл 0,1 М раствора HCl 0,1 М раствором NaOH . Рассчитайте pH в начальной точке, точке эквивалентности и после добавления 60 мл титранта.
6. На титрование 25,00 мл раствора, содержащего смесь HCl и H_3PO_4 , с метиловым оранжевым израсходовано 12,00 мл 0,1000 М NaOH , а с фенолфталеином – 18,50 мл. Рассчитайте массы кислот в растворе.
7. Рассчитайте массовую долю (%) кальция в навеске 0,5000 г, если на титрование пошло 15,00 мл 0,05000 М раствора Трилона Б.

Типовые вопросы к экзамену

Проведение промежуточной аттестации проходит в виде экзамена

Перечень вопросов к экзамену (4 семестр)

1. Качественный и количественный анализ неорганических и органических веществ. Химические, физические и биологические методы анализа. Современные требования к методам анализа: правильность, воспроизводимость, селективность, экспрессность, возможность автоматизации.
2. Аналитический сигнал. Классификация погрешностей анализа. Систематические и случайные погрешности. Правильность и воспроизводимость. Методы оценки правильности анализа: использование стандартных образцов, метод добавок, сопоставление с другими методами анализа.
3. Оценка воспроизводимости результатов анализа: дисперсия, стандартное отклонение. Исключение результатов-промахов. Доверительный интервал при заданной доверительной вероятности. Сравнение методов по воспроизводимости. Критерий Фишера. Сравнение средних двух выборочных совокупностей, t-распределение.
4. Характеристика чувствительности методов анализа: предел обнаружения, нижняя и верхняя границы определяемых содержаний. Графическое представление данных анализа. Построение градуировочного графика, метод наименьших квадратов.
5. Основные типы реакций, используемых в аналитической химии: кислотно-основные, окисления-восстановления, комплексообразования; процессы осаждения-растворения. Активность и концентрация. Ионная сила раствора.
6. Понятие о конкурирующих реакциях. Общая (аналитическая) концентрация. Коэффициент конкурирующей реакции (мольная доля).
7. Константы равновесия: термодинамическая, реальная и условная, их взаимосвязь. Факторы, влияющие на равновесие: концентрация реагирующих веществ, температура, ионная сила, природа растворителя, конкурирующие реакции.
8. Протолитическая теория Бренстеда-Лоури: понятия кислоты, основания, амфолита, сопряженной кислотно-основной пары. Роль растворителя в химической реакции переноса протона.
9. Кислотные и основные свойства растворителей. Автопротолизамфипротных растворителей. Кисотно-основные равновесия в неводных растворителях. Влияние природы растворителя на силу кислот и оснований. Нивелирующее и дифференцирующее действие растворителей.
10. Вычисление pH в растворах сильных и слабых кислот и оснований, амфолитов. Буферные растворы. Вычисление pH и емкости буферных растворов. Биологически важные буферы. Кислотно-основное равновесие в растворах аминокислот.
11. Комплексные соединения и их характеристики. Типы комплексных соединений, используемых в аналитической химии. Координационное число комплексообразователя. Дентатностьлиганда.
12. Ступенчатые и общие константы устойчивости. Использование комплексных соединений для обнаружения, маскирования, разделения, концентрирования и определения элементов.
13. Электродный потенциал. Уравнение Нернста. Понятие о стандартном и реальном окислительно-восстановительном потенциале. Факторы, влияющие на величину

окислительно-восстановительного потенциала: концентрации окисленной и восстановленной форм, ионная сила, температура, концентрация ионов водорода, образование комплексных и малорастворимых соединений.

14. Производство растворимости. Связь растворимости и произведения растворимости. Факторы, влияющие на растворимость. Важнейшие органические и неорганические осадители.
15. Органические реагенты в аналитической химии. Теоретические основы действия органических реагентов. Понятие о функциональных аналитических группах. Основные типы соединений, образуемых с участием органических реагентов. Хелаты и их свойства.
16. Выбор метода анализа. Отбор пробы (средняя проба, ее представительность и размер). Подготовка пробы к анализу (разложение биологического объекта; мокрые и сухие методы разложения; анализ без разложения; отделение мешающих компонентов). Измерение аналитического сигнала.
17. Сущность гравиметрического метода анализа, его достоинства и применение в анализе биологических объектов. Прямые и косвенные методы. Требования к осаждаемой и весовой формам. Гравиметрический фактор.
18. Условия получения кристаллических и аморфных осадков. Виды загрязнения осадка: совместное осаждение, соосаждение, последующее осаждение. Условия получения чистых осадков. Примеры определений: воды в твердых образцах; кальция, магния, серы, фосфора – в органических соединениях.
19. Общие сведения о титриметрических методах. Их достоинства и применение в анализе биологических объектов. Классификация методов. Требования, предъявляемые к реакциям в титриметрическом анализе. Виды титрования.
20. Точка эквивалентности и конечная точка титрования. Методы обнаружения конечной точки титрования. Источники погрешностей в титриметрическом анализе. Первичные стандарты, требования, предъявляемые к ним. Фиксаналы. Вторичные стандарты.
21. Кислотно-основные индикаторы. Интервал перехода окраски индикатора. Выбор индикатора для установления конечной точки титрования. Ошибки титрования.
22. Вычисление окислительно-восстановительного потенциала в различные моменты титрования. Построение кривых окислительно-восстановительного титрования. Методы обнаружения конечной точки титрования. Окислительно-восстановительные индикаторы.
23. Иодометрия. Общая характеристика метода. Условия определения окислителей и восстановителей. Крахмал как индикатор. Йодометрическое определение меди(II).
24. Перманганатометрия. Общая характеристика метода. Приготовление раствора перманганата калия и его устойчивость. Первичные стандарты в перманганатометрии. Стандартизация раствора перманганата калия. Определение солей железа, нитритов, пероксида водорода, "окисляемости" воды.
25. Бихроматометрия. Общая характеристика метода. Обнаружение конечной точки титрования. Определение солей железа.
26. Применение аминополикарбоновых кислот и их солей (комплексонов) в титриметрическом анализе. Способы комплексонометрического титрования. Обнаружение конечной точки титрования. Металлохромные индикаторы. Определение кальция, магния, железа, меди, алюминия.

27. Классификация методов разделения и концентрирования. Основные понятия, количественные характеристики (константа и коэффициент распределения, коэффициент разделения).
28. Экстракция как метод разделения и концентрирования. Константа экстракции. Фактор разделения. Условия экстракции неорганических и органических соединений.

Типовые задания для контрольной работы 5 семестр

Электрохимические методы анализа

Типовые задачи:

1. Опишите устройство и принцип работы ионоселективного электрода. Приведите уравнение Нернста для стеклянного электрода.
2. Рассчитайте концентрацию ионов F^- в растворе, если ЭДС ячейки с фторид-селективным электродом составила 50,0 мВ, а стандартный потенциал электрода равен 200,0 мВ.
3. В чем сущность прямого потенциометрического титрования? Приведите пример кривой титрования и укажите способ фиксации точки эквивалентности.
4. Рассчитайте время, необходимое для полного электрохимического окисления железа (II) до железа (III) в 100 мл 0,01 М раствора при силе тока 10 мА. Считайте выход по току 100%.
5. Опишите принцип кулонометрического титрования с генерацией титранта. В чем его преимущества перед классическими методами титрования?
6. Опишите принцип вольтамперометрии на индикаторном электроде с постоянно обновляемой поверхностью (ртутной капле). Что такое потенциал полуволны и как его используют в анализе?
7. Чем отличается амперометрическое титрование от прямой вольтамперометрии? Приведите пример кривой амперометрического титрования.

Хроматографические методы анализа

Типовые задачи:

1. Сформулируйте основное уравнение хроматографии. Дайте определения удерживаемому объему (V_r) и исправленному удерживаемому объему (V'_r).
2. Рассчитайте степень разделения (R_s) двух компонентов, если времена удерживания составляют 10,0 и 11,5 мин, а ширина пиков у основания – 0,6 и 0,7 мин соответственно.
3. Опишите принцип газожидкостной хроматографии (ГЖХ). Какие детекторы наиболее распространены в ГЖХ и каков принцип их работы?
4. Опишите принцип высокоэффективной жидкостной хроматографии (ВЭЖХ). Чем она отличается от классической жидкостной хроматографии?
5. Что такое внутренний стандарт в количественной хроматографии и для чего он применяется?
6. На хроматограмме смеси веществ пик компонента А имеет площадь 12500 мкВ·с, пик внутреннего стандарта (S) – 10000 мкВ·с. Рассчитайте относительный массовый отклик (F) для А, если в смесь внесено 50 мкг А и 50 мкг S.
7. Предложите возможный подход к хроматографическому разделению смеси ароматических углеводородов (бензол, толуол, ксилол).

Спектроскопические методы анализа

Типовые задачи:

1. Сформулируйте основной закон светопоглощения (закон Бугера-Ламберта-Бера). Дайте определения молярного и удельного коэффициентов поглощения.
2. Рассчитайте молярную концентрацию вещества в растворе, если оптическая плотность раствора в кювете с $l=1,00$ см составила 0,350, а молярный коэффициент поглощения $\epsilon = 2,5 \cdot 10^3 \text{ л} \cdot \text{моль}^{-1} \cdot \text{см}^{-1}$.
3. Опишите принцип молекулярной абсорбционной спектроскопии в УФ и видимой областях. Какие типы переходов обуславливают поглощение в этой области?
4. Опишите принцип атомно-абсорбционной спектроскопии (ААС). Из каких основных блоков состоит ААС-спектрометр и какую функцию они выполняют?
5. Опишите принцип молекулярной флуоресценции. Чем спектр флуоресценции отличается от спектра поглощения?

6. В чем заключаются преимущества и ограничения флуориметрического метода по сравнению с фотоколориметрическим?
7. Предложите методику спектрофотометрического определения меди в виде аммиачного комплекса, включая подготовку градуировочного графика.

Масс-спектрометрия

Типовые задачи:

1. Опишите принцип масс-спектрометрии. Назовите основные узлы масс-спектрометра и их функции.
2. Что такое молекулярный ион (M^+) в масс-спектрометрии? Какую информацию он несет?
3. Объясните, что такое изотопное соотношение в масс-спектрах и как оно может быть использовано для идентификации элементов, входящих в состав молекулы.
4. В масс-спектре хлористого метила (CH_3Cl) наблюдается два пика для молекулярного иона с m/z 52 и 54. Объясните их происхождение и рассчитайте ожидаемое соотношение их интенсивностей.
5. Опишите принцип хромато-масс-спектрометрии. Какое преимущество дает сочетание хроматографического разделения с масс-спектрометрическим детектированием?
6. Что такое тандемная масс-спектрометрия (MS/MS) и для решения каких аналитических задач она применяется?
7. По масс-спектру с $M^+ = 78$ и характерными фрагментами m/z 51 и 39 предположите структуру органического соединения (бензол).

Рентгеновские методы анализа

Типовые задачи:

1. Опишите физические основы рентгенофлуоресцентного анализа (РФА). Какие характеристики элемента определяют энергию его характеристического рентгеновского излучения?
2. Опишите принцип рентгенофлуоресцентного спектрометра. Какие основные типы детекторов используются в РФА?
3. В чем заключаются преимущества и ограничения РФА по сравнению с атомно-эмиссионными методами анализа?
4. Опишите принцип рентгеноструктурного анализа (РСА). Какую информацию о веществе можно получить с его помощью?
5. Что такое электронно-зондовый микроанализ (микрорентгеноспектральный анализ) и для каких целей он применяется?
6. Объясните, почему РФА является эффективным методом для определения серы и тяжелых металлов в нефтепродуктах.
7. Предложите общую схему подготовки образца нефти для проведения РФА-определения содержания серы.

Типовые вопросы к экзамену

Проведение промежуточной аттестации проходит в виде экзамена

Перечень вопросов к экзамену (5 семестр)

1. Классификация электрохимических методов анализа. Прямые и косвенные (титриметрические) методы.
2. Потенциометрия. Устройство и принцип работы ионоселективных электродов (ИСЭ). Уравнение Нернста для ИСЭ.
3. Прямая потенциометрия (ионметрия). Метод градуировочного графика, метод добавок. Определение pH раствора с помощью стеклянного электрода.
4. Потенциометрическое титрование. Сущность метода. Виды кривых титрования (кислотно-основное, окислительно-восстановительное, осадительное). Способы фиксации точки эквивалентности.
5. Кулонометрия. Сущность метода. Закон Фарадея. Прямая кулонометрия (при постоянном потенциале).
6. Кулонометрическое титрование. Сущность метода. Генерация титранта в процессе анализа. Преимущества метода.
7. Вольтамперометрия. Полярография. Устройство ртутного капельного электрода. Полярографическая волна. Потенциал полуволны и его аналитическое значение.
8. Амперометрическое титрование. Сущность метода. Форма кривых титрования. Преимущества перед прямой полярографией.
9. Кондуктометрия. Сущность метода. Кондуктометрическое титрование. Форма кривых титрования для различных типов реакций.
10. Электрогравиметрический метод анализа (электролиз). Сущность метода. Раздельное определение меди и никеля в сплаве.
11. Хроматография. Сущность метода. Классификация хроматографических методов по агрегатному состоянию фаз, по механизму сорбции и по технике выполнения.
12. Основные теоретические представления в хроматографии. Параметры удерживания: время удерживания, исправленное время удерживания, удерживаемый объем.
13. Основные теоретические представления в хроматографии. Хроматографический пик: ширина пика, высота пика, эффективность хроматографической системы (число теоретических тарелок, ВЭТТ).
14. Основные теоретические представления в хроматографии. Селективность (коэффициент разделения) и разрешение. Условия для надежного разделения компонентов смеси.
15. Газовая хроматография (ГХ). Принцип метода. Основные блоки газового хроматографа. Применение.
16. Высокоэффективная жидкостная хроматография (ВЭЖХ). Принцип метода. Отличие от классической жидкостной хроматографии. Основные типы ВЭЖХ (нормально-фазовая, обращенно-фазовая).
17. Количественный хроматографический анализ. Методы нормализации, внутренней нормализации, внутреннего стандарта, абсолютной калибровки.
18. Спектроскопические методы анализа. Классификация по природе взаимодействия излучения с веществом (атомные и молекулярные) и по области спектра.
19. Молекулярная абсорбционная спектроскопия (УФ- и Видимая область). Закон Бугера-Ламберта-Бера. Физический смысл молярного коэффициента поглощения.
20. Фотометрические методы анализа. Методы определения концентрации вещества: метод градуировочного графика, метод молярного коэффициента поглощения, метод добавок.
21. Атомно-абсорбционная спектроскопия (ААС). Принцип метода. Устройство атомно-абсорбционного спектрометра. Источники излучения (полароиды) в ААС.
22. Атомно-эмиссионная спектроскопия (АЭС). Принцип метода. Источники возбуждения спектров (пламя, ICP). Сравнительная характеристика ААС и АЭС.

23. Молекулярная флуоресценция (флуориметрия). Принцип метода. Закон Ломмеля-Ламберта-Бера для флуоресценции. Сравнение с абсорбционными методами (чувствительность, селективность).
24. Люминесцентный анализ. Виды люминесценции. Аналитические применения. Определение полиароматических углеводородов.
25. Масс-спектрометрия. Принцип метода. Основные узлы масс-спектрометра (источник ионов, масс-анализатор, детектор) и их функции.
26. Масс-спектрометрия. Виды ионизации (электронный удар, химическая ионизация). Образование молекулярного и фрагментных ионов.
27. Интерпретация масс-спектров. Молекулярный ион. Изотопные ионы. Правила определения молекулярной формулы по изотопному составу ионов.
28. Хромато-масс-спектрометрия. Сущность метода. Преимущества сочетания хроматографического разделения и масс-спектрометрической детекции.
30. Рентгенофлуоресцентный анализ (РФА). Физические основы. Характеристическое рентгеновское излучение. Закон Мозли.
31. Рентгенофлуоресцентный анализ (РФА). Устройство спектрометра. Основные типы детекторов.
32. Количественный рентгенофлуоресцентный анализ. Влияние матричного эффекта. Методы подавления матричных эффектов (разбавление, сплавление, использование стандартов-фонов).
33. Рентгеноструктурный анализ (РСА). Физические основы. Дифракция рентгеновских лучей на кристаллической решетке. Закон Брэгга-Вульфа.
34. Рентгеноструктурный анализ (РСА). Идентификация фазового состава вещества. Определение параметров элементарной ячейки.
35. Сравнительная характеристика рентгеновских (РФА, РСА) и оптических (ААС, АЭС) методов элементного анализа (глубина анализа, возможность неразрушающего контроля, пробоподготовка).