

Оценочные материалы для промежуточной аттестации по дисциплине

Аналитическая химия

Код, направление подготовки	04.05.01 ФУНДАМЕНТАЛЬНАЯ И ПРИКЛАДНАЯ ХИМИЯ
Направленность (профиль)	АНАЛИТИЧЕСКАЯ ХИМИЯ
Форма обучения	очная
Кафедра-разработчик	Химия
Выпускающая кафедра	Химия

Типовые задания для контрольной работы 4 семестр

Раздел 1. Общие вопросы аналитической химии.

Типовые задачи:

1. При определении концентрации соляной кислоты методом кислотно-основного титрования получены следующие концентрации: 0.0998, 0.0995, 0.1002, 0.0997 моль/л. Из приведенных данных рассчитайте среднее и его доверительный интервал (при $P = 0.95$). Оцените воспроизводимость определения (sr).

2. При определении концентрации меди(II) в растворе методом иодометрического титрования получены следующие концентрации: 0.0555, 0.0550, 0.0553 моль/л. Из приведенных данных рассчитайте среднее и его доверительный интервал (при $P = 0.95$). Оцените воспроизводимость определения (sr).

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 (sr).

4. Из данных, приведенных ниже, рассчитайте среднее и его доверительный интервал (при $P = 0.95$). Оцените воспроизводимость определения (sr). 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 (s, sr).

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 (s, sr).

Раздел 2. Типы химических реакций и процессов в аналитической химии

Типовые задачи:

1. Рассчитайте активности ионов K^+ и SO_4^{2-} в 0.0170 М растворе сульфата калия.

2. Вычислить и сравнить pH растворов: 1) 0,1 М HCl и 0,1 М CH_3COOH ; 2) 5%-ного раствора HCl и 5%-ного раствора CH_3COOH ; 3) растворов, содержащих 7 г/л HCl и 7 г/л CH_3COOH соответственно. Рассчитайте активности ионов Mg^{2+} и Cl^- в 0.0330 М растворе хлорида магния.

3. Вычислить концентрацию ионов HCOO^- , H^+ и pH в: 1) 0,03 М HCOOH ; 2) 5%-ном растворе HCOOH ; 3) в растворе, содержащем 4,6 г/л HCOO
4. Рассчитайте реальную константу кислотности азотистой кислоты в 0,1000 М растворе хлорида калия.
5. Вычислить константу диссоциации диметиламина, если в 0,2 М растворе он диссоциирован на 7,42%, и pH этого раствора.
6. Рассчитайте значение pH: а) в 0,1000 М растворе CH_3COOH ; б) если к 100,0 мл этого раствора добавить 30,0 мл 0,1500 М раствора CH_3COONa .
7. Рассчитайте активности ионов Mg^{2+} и SO_4^{2-} в 0,0250 М растворе сульфата магния.
8. В 1 л раствора содержится 0,1 моля CuSO_4 и 2,4 моля NH_3 . Вычислить концентрацию свободных ионов Cu^{2+} , если считать, что образуются комплексные ионы $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$.
9. Вычислить растворимость (моль/л): 1) AgCl в воде; 2) AgCl в 0,01 М KCl .
10. Сколько миллилитров 0,2 М HCl надо прибавить к 50 мл 0,1 М Na_2CO_3 , чтобы получить раствор с pH 10,5?
11. 150 мл насыщенного раствора AgCl прибавлено 10 мл 3%-ного раствора NaCl . Какая масса ионов серебра останется в растворе?
12. Рассчитайте равновесную концентрацию ионов $\text{CHCl}_2\text{COO}^-$ в 0,5000 М растворе дихлоруксусной кислоты при pH 2,00, если $K_a = 5,0 \cdot 10^{-2}$.
13. Будет ли осаждаться SrSO_4 при добавлении 5 мл насыщенного раствора CaSO_4 к 20 мл раствора, содержащего 0,5 мг стронция?
14. Рассчитайте значение pH водного раствора с 0,0100 М концентрацией растворенного вещества: а) фосфорной кислоты; б) дигидрофосфата натрия.
15. При каком pH начнется выпадение осадка $\text{Co}(\text{OH})_2$ из 0,1 М CoCl_2 ?

Раздел 3. Методы обнаружения и идентификации

Типовые задачи:

1. Предложите схему разделения и обнаружения катионов и анионов в растворе, содержащем нитрат натрия, нитрат магния и сульфат меди(II). Составьте уравнения соответствующих химических реакций. Укажите аналитический эффект в реакциях обнаружения.
 2. Предложите схему разделения и обнаружения катионов и анионов в растворе, содержащем нитраты никеля, алюминия и железа(III). Составьте уравнения соответствующих химических реакций. Укажите аналитический эффект в реакциях обнаружения.
 3. Предложите схему разделения и обнаружения катионов и анионов в растворе, содержащем нитраты серебра, ртути (II) и меди(II). Составьте уравнения соответствующих химических реакций. Укажите аналитический эффект в реакциях обнаружения.
 4. Предложите схему разделения и обнаружения катионов и анионов в растворе, содержащем нитраты кадмия (II), меди(II) и железа (II). Составьте уравнения соответствующих химических реакций. Укажите аналитический эффект в реакциях обнаружения.
 5. Предложите схему разделения и обнаружения катионов и анионов в растворе, содержащем сульфаты цинка, никеля и железа(II). Составьте уравнения соответствующих химических реакций. Укажите аналитический эффект в реакциях обнаружения.
 6. Предложите схему разделения и обнаружения катионов и анионов в растворе, содержащем хлориды кальция, железа (III) и алюминия. Составьте уравнения соответствующих химических реакций. Укажите аналитический эффект в реакциях обнаружения.
- Раздел 4. Методы выделения, разделения и концентрирования

Раздел 4. Методы выделения, разделения и концентрирования

Типовые задачи:

1. Известно, что коэффициент распределения салициловой кислоты между равными объемами воды и хлороформа при pH 3,00 равен 1,3. Рассчитайте константу распределения салициловой кислоты, если $K_{a,HA} = 1,5 \cdot 10^{-3}$.

2. Полоску хроматографической бумаги с нанесенной каплей исследуемого раствора опустили в цилиндр с подвижной фазой (раствор HCl – ацетон) на 2 часа. После этого бумажную полоску выняли из цилиндра, отметили положение фронта растворителя ($L = 14$ см) и тщательно высушили. Для обнаружения марганца(II) и железа(III) используют в качестве реагентов бензидин и гексацианоферрат(II) калия соответственно. Рассчитайте расстояние от стартовой линии (x) для нанесения соответствующих реагентов и оцените эффективность разделения по фактору селективности α , если R_f для Mn(II) и Fe(III) равны 0,25 и 1,0 соответственно. Возможно ли разделение и обнаружение выбранных компонентов в условиях эксперимента?

3. Какой общий объем растворителя (CHCl₃) необходим для понижения концентрации вещества X до $1,0 \cdot 10^{-4}$ М, если 25,0 мл $5,0 \cdot 10^{-2}$ М раствора X проэкстрагировали порциями растворителя по 10,0 мл. Коэффициент распределения X равен 35.

4. Полоску хроматографической бумаги с нанесенной каплей исследуемого раствора опустили в цилиндр с подвижной фазой (раствор HCl – ацетон) на 2 часа. После этого бумажную полоску выняли из цилиндра, отметили положение фронта растворителя ($L = 14,5$ см) и тщательно высушили. Для обнаружения висмута(III) и кадмия(II) используют в качестве реагентов 8-оксихинолин + I₂ и сульфид натрия соответственно. Рассчитайте расстояние от стартовой линии (x) для нанесения соответствующих реагентов и оцените эффективность разделения по фактору селективности α , если R_f для Bi(III) и Cd(II) равны 0,99 и 1,0 соответственно. Возможно ли разделение и обнаружение выбранных компонентов в условиях эксперимента?

Раздел 5. Химические методы анализа

Типовые задачи:

1. Рассчитайте гравиметрический фактор F при определении NiO, если гравиметрической формой служило соединение Ni(C₄H₇N₂O₂)₂.

2. Навеску фосфорного удобрения массой 0.1573 г разложили концентрированной азотной кислотой. После разбавления осадили PO₃- в виде соединения состава (C₉H₇N)₂H₃PO₄ · 12MoO₃. Масса высушенного осадка оказалась равной 0.4958 г. Гравиметрическая и осаждаемая формы в данном случае совпадают. Рассчитайте массовую долю (%) P₂O₅ в пробе.

3. Пробу глазной мази массой 1.5318 г, содержащей хлоромидин (C₁₁H₁₂O₂N₂Cl₂), нагрели в запаянной ампуле с металлическим натрием. После соответствующей подготовки пробы осадили хлорид-ионы в виде AgCl. Масса гравиметрической формы равна 0.01918 г. Рассчитайте массовую долю (%) хлоромидина в пробе.

4. При стандартизации раствора хлорида магния из 20.0 мл осадил магний в виде MgNH₄PO₄ · 6H₂O и после прокаливании получили 0.1050 г Mg₂P₂O₇ (гравиметрическая форма). Какова концентрация исходного раствора MgCl₂? $M(Mg_2P_2O_7) = 222.55$, $M(MgCl_2) = 95.21$ г/моль.

5. Для анализа технического NaCl взяли две навески. Из одной навески 0.1350 г получили 0.2826 г AgCl. В другой нашли содержание влаги – 4.05%. Найдите массовую долю NaCl в сухом продукте (%). $M(NaCl) = 58.44$, $M(AgCl) = 143.22$ г/моль.

6. Из навески смеси CaCO₃ и SrCO₃ массой 0.3500 г после прокаливании получили 0.2231 г оксидов. Каковы массовые доли (%) CaCO₃ и SrCO₃ в исходной смеси?

7. Из навески стали 0.6677 г получили 0.1010 г $\text{Ni}(\text{C}_4\text{H}_7\text{N}_2\text{O}_2)_2$ и 0.2472 г PbMoO_4 . Каковы массовые доли (%) Ni и Pb в стали?
8. Пробу массой 0.5625 г, содержащей 10% BaO, растворили в кислоте. Сколько граммов диэтилсульфата $(\text{C}_2\text{H}_5)_2\text{SO}_4$, учитывая 30% избыток, нужно взять для гомогенного осаждения бария в виде BaSO_4 ?
9. Какой объем 3,5%-ного раствора, полученного растворением $(\text{NH}_4)_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ в воде, потребуется для осаждения оксалата кальция из навески 0,15 г апатита $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2 \cdot \text{CaCl}_2$ при стехиометрическом соотношении реагирующих веществ?
10. Для определения диоксида кремния в природном силикате была взята навеска силиката 0.5050 г. Масса тигля с прокаленным диоксидом кремния была 8.7360 г, а после обработки плавиковой кислотой и прокаливания она составила 8.4350 г. Рассчитайте содержание диоксида кремния в силикате.
11. Постройте кривую титрования 10 мл 0,1 н KCl 0,05 н раствором $\text{Hg}_2(\text{NO}_3)_2$. Как в методе меркурометрического титрования фиксируют конечную точку титрования?
12. На титрование 50.00 мл раствора, содержащего соляную и фосфорную кислоту, израсходовано 25.00 мл 0.1000 М раствора гидроксида натрия в присутствии метилового красного. Если продолжить титрование в присутствии тимолового синего, то расходуется еще 10.0 мл раствора гидроксида натрия. Рассчитайте концентрации соляной и фосфорной кислот.
13. Постройте кривую титрования 20 мл 0.1000 М раствора щавелевой кислоты ($K_{a1}=5.62 \cdot 10^{-2}$, $K_{a2}=5.89 \cdot 10^{-5}$) 0.1000 М раствором гидроксида натрия. Подберите такой индикатор, чтобы погрешность титрования не превышала 1 %.
14. На титрование (при pH = 2) 20 мл раствора нитрата тория в присутствии пирокатехинового фиолетового израсходовано 15,20 мл 0,025 М раствора ЭДТА. Рассчитать массу тория в растворе.
15. Постройте кривую титрования 10 мл 0.1000 М раствора монохлоруксусной кислоты ($K_a=1.35 \cdot 10^{-3}$) 0.2000 М раствором гидроксида натрия. Рассчитайте погрешность титрования (%) при использовании индикатора бромтимолового синего (pT 7.3).
16. Навеску триоксида хрома 0,0921 г растворили, обработали KI и выделившийся йод оттитровали 23,75 мл раствора тиосульфата натрия с T ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$) = 0,01354 г/л. Определите в процентах содержание CrO_3 в образце.
17. Сколько граммов меди обнаружено в растворе, если на титрование 10 мл этого раствора затрачено 15,20 см³ 0,0300 М раствора ЭДТА в присутствии индикатора мурексида?
- Ферментативная реакция ($K_M = 2.7 \cdot 10^{-3}$ моль/л) подавляется конкурентным ингибитором ($K_I = 3.1 \cdot 10^{-5}$ моль/л). Концентрация субстрата равна $3.6 \cdot 10^{-4}$ моль/л. Сколько ингибитора понадобится для подавления реакции на 65%? Во сколько раз надо повысить концентрацию субстрата, чтобы уменьшить степень подавления до 25%?
18. Для некоторой ферментативной реакции константа Михаэлиса равна 0.035 моль/л. Скорость реакции при концентрации субстрата 0.110 моль/л равна $1.15 \cdot 10^{-3}$ моль/(л·с). Найдите максимальную скорость этой реакции.
19. Рассчитайте концентрацию неконкурентного ингибитора I ($K_I = 2.9 \cdot 10^{-4}$ моль/л), необходимую для 90%-ного подавления ферментативной реакции.

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. Кислотно-основные равновесия в неводных растворителях. Влияние природы растворителя на силу кислот и оснований. Нивелирующее и дифференцирующее действие растворителей.

10. Вычисление рН в растворах сильных и слабых кислот и оснований, амфолитов. Буферные растворы. Вычисление рН 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. Произведение 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. Йодометрия. 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.

31. Теоретические основы электрохимических методов. Электрохимическая ячейка. Классификация электрохимических методов анализа. Индикаторные электроды и электроды сравнения.

34. Потенциометрические методы. Прямая потенциометрия и потенциометрическое титрование. Классификация индикаторных электродов. Ионометрия. Примеры практического применения.

35. Вольтамперометрия. Сущность метода и классификация. Индикаторные электроды. Полярография. Полярографическая волна. Уравнение Ильковича. Качественный и количественный полярографический анализ.

36. Кулонометрия. Законы Фарадея. Прямая кулонометрия и кулонометрическое титрование. Примеры практического применения.

37. Сущность кинетических методов. Каталитический и некаталитический варианты кинетических методов; их чувствительность и селективность. Типы используемых каталитических и некаталитических реакций: Способы определения концентрации по данным кинетических измерений.

38. Классификация методов разделения и концентрирования. Основные понятия, количественные характеристики (константа и коэффициент распределения, коэффициент разделения).

39. Экстракция как метод разделения и концентрирования. Константа экстракции. Фактор разделения. Условия экстракции неорганических и органических соединений.