

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Косенок Сергей Михайлович  
Должность: ректор  
Дата подписания: 20.06.2024 08:26:59  
Уникальный программный ключ:  
e3a68f38aa1e62674b3d4499809903d6bfdcf836

## Оценочные материалы для промежуточной аттестации по дисциплине

### Аналитическая химия

Код направления подготовки	04.05.01 Фундаментальная и прикладная химия
Направленность (профиль)	Аналитическая химия
Форма обучения	очная
Кафедра-разработчик	Химии
Выпускающая кафедра	Химии

## Типовые задания для контрольной работы 3 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  $\text{HCOO}^-$ ,  $\text{H}^+$  и  $\text{pH}$  в: 1) 0,03 М  $\text{HCOOH}$ ; 2) 5%-ном растворе  $\text{HCOOH}$ ; 3) в растворе, содержащем 4,6 г/л  $\text{HCOO}$
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  $\text{pH}$  этого раствора.
6. Рассчитайте значение  $\text{pH}$ : а) в 0,1000 М растворе  $\text{CH}_3\text{COOH}$ ; б) если к 100,0 мл этого раствора добавить 30,0 мл 0,1500 М раствора  $\text{CH}_3\text{COONa}$ .
7. Рассчитайте активности ионов  $\text{Mg}^{2+}$  и  $\text{SO}_4^{2-}$  в 0,0250 М растворе сульфата магния.
8. В 1 л раствора содержится 0,1 моля  $\text{CuSO}_4$  и 2,4 моля  $\text{NH}_3$ . Вычислить концентрацию свободных ионов  $\text{Cu}^{2+}$ , если считать, что образуются комплексные ионы  $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$ .
9. Вычислить растворимость (моль/л): 1)  $\text{AgCl}$  в воде; 2)  $\text{AgCl}$  в 0,01 М  $\text{KCl}$ .
10. Сколько миллилитров 0,2 М  $\text{HCl}$  надо прибавить к 50 мл 0,1 М  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ , чтобы получить раствор с  $\text{pH}$  10,5?
11. 150 мл насыщенного раствора  $\text{AgCl}$  прибавлено 10 мл 3%-ного раствора  $\text{NaCl}$ . 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  $\text{pH}$  2,00, если  $K_a = 5,0 \cdot 10^{-2}$ .
13. Будет ли осаждаться  $\text{SrSO}_4$  при добавлении 5 мл насыщенного раствора  $\text{CaSO}_4$  к 20 мл раствора, содержащего 0,5 мг стронция?
14. Рассчитайте значение  $\text{pH}$  водного раствора с 0,0100 М концентрацией растворенного вещества: а) фосфорной кислоты; б) дигидрофосфата натрия.
15. При каком  $\text{pH}$  начнется выпадение осадка  $\text{Co}(\text{OH})_2$  из 0,1 М  $\text{CoCl}_2$ ?

### 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  $\alpha$ , 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 ( $\text{CHCl}_3$ ) 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  $\alpha$ , 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  $\text{Ni}(\text{C}_4\text{H}_7\text{N}_2\text{O}_2)_2$ .

2. Навеску фосфорного удобрения массой 0.1573 г разложили концентрированной азотной кислотой. После разбавления осадили  $\text{PO}_3^-$  в виде соединения состава  $(\text{C}_9\text{H}_7\text{N})_2\text{H}_3\text{PO}_4 \cdot 12\text{MoO}_3$ . Масса высушенного осадка оказалась равной 0.4958 г. Гравиметрическая и осаждаемая формы в данном случае совпадают. Рассчитайте массовую долю (%)  $\text{P}_2\text{O}_5$  в пробе.

3. Пробу глазной мази массой 1.5318 г, содержащей хлоромидин ( $\text{C}_{11}\text{H}_{12}\text{O}_2\text{N}_2\text{Cl}_2$ ), 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 осадили магний в виде  $\text{MgNH}_4\text{PO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  и после прокаливании получили 0.1050 г  $\text{Mg}_2\text{P}_2\text{O}_7$  (гравиметрическая форма). Какова концентрация исходного раствора  $\text{MgCl}_2$ ?  $M(\text{Mg}_2\text{P}_2\text{O}_7) = 222.55$ ,  $M(\text{MgCl}_2) = 95.21$  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 (%).  $M(\text{NaCl}) = 58.44$ ,  $M(\text{AgCl}) = 143.22$  г/моль.

6. Из навески смеси  $\text{CaCO}_3$  и  $\text{SrCO}_3$  массой 0.3500 г после прокаливании получили 0.2231 г оксидов. Каковы массовые доли (%)  $\text{CaCO}_3$  и  $\text{SrCO}_3$  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  $\text{PbMoO}_4$ . 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  $\text{BaSO}_4$ ?
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 прокаливании 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  $\text{CrO}_3$  в образце.
17. Сколько граммов меди обнаружено в растворе, если на титрование 10 мл этого раствора затрачено 15,20 см<sup>3</sup> 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 (3 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  $pH$  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. 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 аминополикарбонновых 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. Ионметрия. 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.