

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Наумова Наталия Александровна
Должность: Ректор
Дата подписания: 17.09.2026 17:12:57
Уникальный программный ключ:
6b5279da4e034bffa791728038a5b7b59Kd9e2

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ МОСКОВСКОЙ ОБЛАСТИ
Государственное образовательное учреждение высшего образования Московской области
МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ОБЛАСТНОЙ УНИВЕРСИТЕТ
(МГОУ)

Биолого-химический факультет

Кафедра теоретической и прикладной химии

УТВЕРЖДЕН

На заседании кафедры

Протокол «25» мая 2010 г. № 10

Зав. кафедрой _____

/Н.В. Васильев/

**ФОНД
ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ**
по дисциплине (модулю)

Аналитическая химия

Направление подготовки
44.03.05 Педагогическое образование

Профиль:
Биология и химия

Мытищи
2020

1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы

Код и наименование компетенции	Этапы формирования
ОПК-8 Способен осуществлять педагогическую деятельность на основе специальных научных знаний.	1.Работа на учебных занятиях: лекции, лабораторные работы 2.Самостоятельная работа

2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

Оцениваемые компетенции	Уровень сформированности	Этап формирования	Описание показателей	Критерии оценивания	Шкала оценивания, баллы
ОПК - 8	Пороговый	1.Работа на учебных занятиях: лекции, лабораторные работы 2.Самостоятельная работа	Знать: -способы поиска информации и ее анализа; уметь: -применять научные знания в области аналитической химии для преподавания общеобразовательных дисциплин и решения профессиональных задач;	Текущий контроль усвоения знаний на основе оценки устного ответа на вопрос, сообщения, тест, конспект. экзамен	41-60
	Продвинутый	1.Работа на учебных занятиях: лекции, лабораторные работы 2.Самостоятельная работа	Знать: составные компоненты образовательной среды, сущностные характеристики образовательной среды, возможности образовательной среды для достижения качества учебно-воспитательного процесса уметь: применять предметные, психолого-педагогические и методические знания в профессиональной деятельности; осуществлять педагогический контроль, оценивать процесс и результаты обучения; получать, хранить и перерабатывать информацию в основных программных средах и компьютерных сетях;	Текущий контроль усвоения знаний на основе оценки устного ответа на вопрос, сообщения, реферат, контрольное задание, участие в научной конференции, экзамен.	61-100

			использовать некоторые возможности образовательной среды в учебно-воспитательном процессе; качественно провести преподаваемый учебный		
			предмет; достигнуть положительного результата в процессе обучения и воспитания посредством использования возможностей образовательной среды. владеть: навыками организации педагогического процесса с использованием современных образовательных технологий; навыками поиска информации о методах определения различных компонентов в объектах окружающей среды в различных источниках (учебных текстах, справочниках, научно-популярных и научных изданиях, компьютерных базах данных, ресурсах Интернета) и критически ее оценивать; способностью использования различных средств в учебно-воспитательном процессе; возможностей образовательной среды и учебного предмета для достижения высоких результатов обучения		

3. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы

Вопросы для опроса и собеседования

Раздел 1. Качественный химический анализ

Тема 1. Введение. Значение аналитической химии для развития науки и техники. История и периодизация развития аналитической химии. Роль российских ученых в развитии аналитической химии.

1. Значение аналитической химии для развития науки и техники.
2. История и периодизация развития аналитической химии.
3. Роль российских ученых в развитии аналитической химии.
4. Химический анализ. Объекты анализа. Качественный и количественный анализ.
5. Реактивы, применяемые в химическом анализе. Квалификация реактивов. Хранение реактивов.
6. Методика анализа. Относительные и абсолютные методы.
7. Чувствительность, избирательность и технологичность методики.
8. Точностные характеристики методики.
9. Аналитический сигнал. Полезный сигнал и сигнал фона. Контрольный (нулевой) опыт.
10. Задачи качественного анализа.
11. Методы выполнения качественного анализа: химические, физико-химические и физические.
12. Виды качественного анализа: макро-, полумикро-, микро- и ультрамикрометоды, сухой и мокрый виды анализа, микро-кристаллоскопия, капельный, хроматографический анализ, систематический и дробный анализ.
13. Схемы систематического качественного анализа: сульфидная, аммиачно-фосфатная и кислотно-основная.
14. Свойства элементов, используемые в качественном анализе. Связь аналитических свойств элементов с их положением в Периодической системе элементов.
15. Кислотно-основная схема систематического качественного анализа смеси катионов.
16. Отношение катионов и анионов к разбавленным кислотам и основаниям.
17. Кислотно-основная схема анализа катионов I - VI аналитических групп. Состав групп. Групповые реагенты.
18. Частные реакции отдельных катионов. Систематический анализ сложных смесей.
19. Хлорид-сульфатная схема систематического анализа анионов. Аналитические группы анионов. Частные реакции анионов.
20. Дробный анализ. Область применения. Специфические реакции катионов и анионов: выделение газа, образование осадка, колориметрические, люминесцентные, экстракционно-колориметрические, окрашивания пламени.
21. Анализ смесей сухих солей.

Раздел 2. Химическое равновесие в гомогенных системах.

Тема 1. Закон действия масс. Химическое равновесие. Степень электролитической диссоциации. Константа диссоциации.

1. Закон действия масс. Химическое равновесие. Степень электролитической диссоциации. Константа диссоциации.

2. Единицы количества вещества. Моль. Молярная масса. Молярный объем. Способы выражения концентрации: молярная концентрация; массовая концентрация; объемная концентрация; доли и процентная концентрация. Эквивалент, молярная концентрация эквивалента.
3. Скорость химической реакции. Закон действия масс. Закон эквивалентов. Законы эквивалентов и действия масс как теоретическая основа химических методов анализа.
4. Равновесные системы. Закон действия масс в применении к равновесным системам.
5. Константа равновесия. Степень диссоциации. Условия смещения ионных равновесий.
6. Влияние одноименного иона.
7. Границы применимости закона действующих масс.

Тема 2. Состояние сильных электролитов в растворе. Диссоциация воды. Вычисление рН различных растворов.

1. Равновесия в гомогенных системах. Растворы. Водные растворы. Строение молекулы воды и продуктов гидратации растворенных веществ.
2. Современные представления о природе кислот и оснований.
3. Ионное произведение воды. Водородный показатель (рН). Шкала рН. Протяженность шкалы рН.
4. Вычисление рН различных растворов.
5. Гидролиз солей в химическом анализе.
6. Буферные растворы. Гидролиз солей. Буферные системы и их значение в аналитической химии.
7. Буферные системы в природе. Вычисление рН буферных растворов.

Тема 3. Окислительно-восстановительные реакции в химическом анализе.

1. Окислительно-восстановительные процессы в аналитической химии.
2. Обратимые окислительно-восстановительные реакции. Уравнение Нернста. Стандартный (нормальный) электродный потенциал. Факторы, определяющие величину реального электродного потенциала системы: ионная сила, кислотность, удаление или связывание одного компонента реакции.
3. Примеры применяемых в аналитической химии окислительно-восстановительных реакций.

Раздел 3. Химическое равновесие в гетерогенных системах.

Тема 1. Растворимость и константа растворимости (произведение растворимости). Последовательность образования осадков. Условия образования и растворения осадков. Влияние на растворимость осадков ионной силы раствора, одноименных ионов.

1. Равновесия в гетерогенной системе. Константа растворимости. Растворимость малорастворимых соединений в воде в отсутствие конкурирующих процессов.
2. Влияние электролитов на растворимость малорастворимых соединений: солевой эффект, влияние одноименного иона.
3. Влияние конкурирующих реакций на растворимость осадков (протолитические реакции, гидролиз, комплексообразование).
4. Зависимость процесса растворения от внешних факторов: температуры, давления.
5. Зависимость растворимости от свойств растворителя. Время достижения равновесия.

6. Применение правила произведения растворимости в анализе и его ограничения.
7. Осаждение. Образование, модификация и превращение осадков.
8. Условия выпадения осадков. Совместное осаждение. Причины загрязнения осадков: адсорбция, окклюзия, сокристаллизация, изоморфное замещение.
9. Факторы, влияющие на полноту осаждения. Коллоидные растворы. Коагуляция и пептизация.

Раздел 4. Количественный анализ

Тема 1. Титриметрические методы анализа

1. Аналитическая сервисная служба. Технический контроль.
2. Пробоотбор. Пробоподготовка. Отбор проб различных веществ. Получение лабораторной пробы. Потери определяемого вещества и загрязнение пробы в процессе ее отбора и хранения.
3. Разложение пробы. «Мокрые» способы разложения пробы. «Сухие» способы разложения пробы. Применение МВИ в процессах пробоподготовки. Причины погрешностей при разложении пробы.
4. Расчеты, связанные с приготовлением растворов и титрованием.
5. Предмет и задачи количественного анализа. Количественное выражение химических законов, закономерностей и правил.
6. Титриметрия. Сущность метода. Виды титрования: прямое, обратное, косвенное. Методы титриметрического анализа: кислотно-основное, комплексо- и комплексонометрическое, осадительное и окислительно-восстановительное титрование.
7. Титранты. Кривые титрования. Скачок титрования. Техника титрования. Фиксаналы. Особенности титриметрии как метода анализа.
8. Кислотно-основное титрование. Ацидометрия и алкалиметрия. Вещества, применяемые для установки титра раствора титранта. Кривые титрования. Кислотноосновные индикаторы. Механизмы их действия. Интервал перехода. Влияние ионной силы и концентрации индикатора. Индикаторные погрешности.
9. Окислительно-восстановительное титрование. Окислительно-восстановительные системы, применяемые в титриметрии. Расчет потенциала системы в точке эквивалентности. Кривые титрования. Индикаторы для окислительно-восстановительного титрования, механизмы их действия.
10. Перманганатометрическое титрование.
11. Иодометрическое титрование.

Тема 2. Гравиметрические методы анализа Гравиметрия.

Сущность метода.

Взвешивание. Аналитические весы.

Осаждаемая и гравиметрическая формы. Условия выпадения осадков и получения чистых осадков строго определенного состава. Фильтрование, промывание, высушивание и прокаливание осадка.

Реагенты для гравиметрии.

Понятие о методе отгонки.

Особенности гравиметрии как метода анализа.

Тема 3. Метрологические характеристики методов анализа

Статистическая обработка количественных измерений. Области применения и значение статистической обработки результатов исследования. Значение цифры и их определение. Правила округления.

Метрология количественных измерений. Области применения и роль метрологической обработки результата исследования.

Типы погрешностей: систематическая, случайная, абсолютная, относительная.

Источники систематических погрешностей: инструментальные, методические, реактивные.

Учет систематических погрешностей.

Исключение промахов.

Способы проверки правильности результата. Стандартные образцы состава и эталоны. Варьирование величины и разбавления пробы. Метод «введено – найдено». Проверка независимым методом.

Закон нормального распределения Гаусса. Дисперсия. t-Распределение. Коэффициент Стьюдента. Доверительная вероятность. Стандартное отклонение. Относительное стандартное отклонение. Результат анализа. Исключение промаха. Сопоставление методик анализа.

Перечень тестовых заданий по дисциплине

1. Закончите предложение: катионы натрия окрашивают пламя газовой горелки в...

- | | |
|---------------------------|---------------------------|
| 1) изумрудно зелёный цвет | 2) голубой цвет |
| 3) карминово-красный цвет | 4) интенсивно жёлтый цвет |

2. Закончите предложение: Открытию иона калия при помощи $\text{Na}_2[\text{Co}(\text{NO}_2)_6]$ не мешает...

- | | | | |
|-----------------------------|---------------------------|----------------------------|------------------|
| 1) Na_2SO_4 | 2) NH_4Cl | 3) H_2SO_4 | 4) NaOH |
|-----------------------------|---------------------------|----------------------------|------------------|

3. Соль белого цвета, хорошо растворяется в воде, не окрашивает пламя газовой горелки. При добавлении к раствору этой соли раствора нитрата серебра выпадает белый творожистый осадок, растворимый в конц. $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$; при добавлении к соли раствора гидроксида калия выделяется газ с неприятным запахом, под воздействием которого влажная универсальная индикаторная бумажка окрашивается в цвет, соответствующий $\text{pH} \sim 9$. Формула соли...

- | | | | |
|-----------------|-----------------------------|---------------------------|--------------------|
| 1) KCl | 2) NH_4NO_3 | 3) NH_4Cl | 4) NaCl . |
|-----------------|-----------------------------|---------------------------|--------------------|

4. 500 см³ раствора серной кислоты с концентрацией 0,10 моль/дм³ следует готовить в

-
- | |
|--|
| 1) химическом стакане вместимостью > 500 см ³ ; |
| 2) мерном цилиндре; |
| 3) мерной колбе вместимостью 500 см ³ ; |
| 4) большой мензурке |

5. Перед выполнением титриметрического определения титрантом следует ополоснуть. _____ ..

- 1) коническую колбу для титрования;
- 2) бюретку; 3) мерную колбу;
- 4) мерную пипетку.

6. Какое уравнение является математическим выражением константы равновесия для реакции: $3\text{NH}_4\text{SCN} + \text{FeCl}_3 \rightleftharpoons \text{Fe}(\text{SCN})_3 + 3\text{NH}_4\text{Cl}$

$$K = \frac{[\text{Fe}(\text{SCN})_3][\text{NH}_4\text{Cl}]^3}{[\text{NH}_4\text{SCN}]^3[\text{FeCl}_3]}$$

1) $K = \frac{[\text{Fe}(\text{SCN})_3][\text{NH}_4\text{Cl}]^3}{[\text{NH}_4\text{SCN}]^3[\text{FeCl}_3]}$

2) $K = \frac{[\text{Fe}(\text{SCN})_3][\text{NH}_4\text{Cl}]^3}{[\text{NH}_4\text{SCN}]^3[\text{FeCl}_3]}$

3) $K = \frac{[\text{Fe}(\text{SCN})_3][\text{NH}_4\text{Cl}]^3}{[\text{Fe}(\text{SCN})_3][\text{NH}_4\text{Cl}]^3}$

4) $K = \frac{[\text{Fe}(\text{SCN})_3][\text{NH}_4\text{Cl}]^3}{[\text{NH}_4\text{SCN}]^3[\text{FeCl}_3]}$

7. Найдите соответствие между формулами, по которым вычисляется концентрация ионов водорода в растворе, и веществами:

- 1) NaOH; 2) CH_3COOH ; 3) CH_3COONa ; 4) $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O} + \text{NH}_4\text{Cl}$

а) $[\text{H}^+] = \sqrt{K_a \cdot C(\text{кисл.})}$; б) $[\text{H}^+] = 10^{-14} \cdot \frac{K_a}{C(\text{соли})}$; в) $[\text{H}^+] = \frac{10^{-14}}{C(\text{осн.})}$

г) $[\text{H}^+] = 10^{-14} \cdot \frac{K_b}{C(\text{осн.})}$

8. 9,77 г гидроксида калия, содержащего 14% индифферентных примесей, растворили в воде и разбавили в мерной колбе до 100 см³. Молярная концентрация полученного раствора: ...

1. 1,5 моль/дм³; 2. 1,8 моль/дм³; 3. 15 моль/дм³; 4. 18 моль/дм³.

9. Какой объём (см³) серной кислоты с концентрацией 0,1 моль/дм³ необходим для нейтрализации 50,0 см³ раствора гидроксида калия с концентрацией 0,05 моль/дм³?

- 1) 50,0 2) 25,0 3) 37,5 4) 12,5

10. Установите соответствие между математической формулой и её названием

1) $E = E_0 + RT \cdot \lg \frac{[\text{окс}]}{[\text{ред}]}$; 2) $\lg f = \frac{\sqrt{AZ_2}}{nF}$

$$K = \frac{[C]^p [D]^q}{[A]^m [B]^n} \alpha = C; \quad 4)$$

а) Формула Дебая – Хюккеля

б) Закон разбавления Оствальда

в) Закон действия масс

г) Формула Нернста

11. Какая концентрация сульфат-иона в растворе обеспечит образование осадка сульфата бария при концентрации $\text{Ba}^{2+} 1 \cdot 10^{-4}$ моль/дм³. $K_s(\text{BaSO}_4) = 1 \cdot 10^{-10}$?

1) $1 \cdot 10^{-10}$

2) $1 \cdot 10^{-8}$

3) $1 \cdot 10^{-6}$

4) Осадок образуется при любой концентрации сульфат-иона, так как сульфат бария малорастворимое вещество

12. Как влияет на растворимость AgCl 0,2 М раствор KNO_3 ? _____

1) Растворимость малорастворимого вещества в присутствии сильного электролита увеличивается ~ в 1,5 раза;

2) Растворимость малорастворимого вещества в присутствии сильного электролита уменьшается ~ в 1,5 раза;

3) Присутствие сильного электролита не влияет на растворимость малорастворимого вещества;

4) Растворимость малорастворимого вещества не изменяется, так как является постоянной величиной

13. При добавлении к раствору муравьиной кислоты формиата натрия: _____ 1) усиливается диссоциация кислоты; 2) усиливается диссоциация соли; 3) подавляется диссоциация кислоты; 4) подавляется диссоциация соли.

14. В какой из приведенных реакций железо является восстановителем: _____ 1) $2\text{Fe}^{3+} + \text{Sn}^{2+} = 2\text{Fe}^{2+} + \text{Sn}^{4+}$;

2) $2\text{Fe}^{3+} + 2\text{I}^- = 2\text{Fe}^{2+} + \text{I}_2$;

3) $2\text{Fe}^{3+} + \text{H}_2 = 2\text{H}^+ + 2\text{Fe}^{2+}$;

4) $\text{MnO}_4^- + 5\text{Fe}^{2+} + 8\text{H}^+ = \text{Mn}^{2+} + 5\text{Fe}^{3+} + 4\text{H}_2\text{O}$.

15. Для реакции $\text{MnO}_4^- + 8\text{H}^+ + 5\text{e}^- = \text{Mn}^{2+} + 4\text{H}_2\text{O}$ уравнение Нернста имеет вид:

1) $E = E_0 + \frac{0,058}{5} \lg \frac{[\text{MnO}_4^-]}{[\text{Mn}^{2+}] \cdot [\text{H}^+]^8}$ 2) $E = E_0 + \frac{0,058}{5} \lg \frac{[\text{MnO}_4^-] \cdot [\text{H}^+]^8}{[\text{Mn}^{2+}]}$

3) $E = E_0 + \frac{0,058}{5} \lg \frac{[\text{MnO}_4^-]}{[\text{Mn}^{2+}] \cdot [\text{H}^+]^8}$ 4) $E = E_0 + \frac{0,058}{5} \lg \frac{[\text{Mn}^{2+}] \cdot [\text{H}^+]^8}{[\text{MnO}_4^-]}$

16. Для фиксации точки эквивалентности при титровании раствора CH_3COOH раствором NaOH _____.

1) следует использовать фенолфталеин;

- 2) следует использовать метиловый оранжевый; 3) можно использовать оба индикатора; 4) нельзя использовать фенолфталеин.

17. При 4 измерениях объёма раствора по бюретке получено среднее арифметическое значение $9,15452 \text{ см}^3$. Результат должен быть представлен следующим образом: _____ см^3

- 1) 9,1545 2) 9,155 3) 9,15 4) 9,2

18. В арбитражном анализе доверительную вероятность (P) принимают равной _____

- 1) 0,90 2) 0,95 3) 0,99 4) 1,00

19. При определении содержания хрома(VI) в растворе получены следующие значения (%): $x_1 = 4,61$; $x_2 = 4,84$; $x_3 = 4,64$ и $x_4 = 4,80$. Результат определения: _____

- 1) 4,7225 2) 4,723 3) 4,72 4) $4,72 \pm 0,18$

20. При анализе стандартного образца, содержащего 1,48% серебра, был получен результат $y = 1,36 \pm 0,09(\%)$. Сделайте вывод о правильности проведённого анализа _____

- 1) Получен правильный результат 2) Результат занижен
3) Результат завышен 4) Систематической погрешности нет

Примерные варианты контрольной работы по дисциплине Вариант

1

1. В 500 мл раствора содержится 2,6578 г Na_2CO_3 . Вычислить молярную концентрацию эквивалента раствора Na_2CO_3 , если при его нейтрализации образуется CO_2 .

2. Какой объем раствора серной кислоты с массовой долей 9,3 % ($\rho = 1,05 \text{ г/см}^3$) потребуется для приготовления 40 мл 0,35 М раствора H_2SO_4 ?

3. Рассчитать pH и pOH 0,03 М раствора $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ ($K_{\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}} = 1,8 \cdot 10^{-5}$).

4. Что такое точка эквивалентности? В какой области pH (кислой, щелочной, нейтральной) лежит точка эквивалентности при титровании раствора:

- а) сильной кислоты сильным основанием;
б) слабой кислоты сильным основанием? Приведите примеры.

5. В 200 мл 0,1 М раствора уксусной кислоты содержится 1,64 г безводного ацетата натрия. Рассчитайте pH буферного раствора ($K_{\text{CH}_3\text{COOH}} = 1,8 \cdot 10^{-5}$).

6. Массовую долю (%) CuO в минерале методом иодометрии определили 38,20, 38,00 37,66. Оцените доверительный интервал и представьте результат анализа.

7. При анализе топаза получили следующие данные о содержании в нём оксида алюминия (%): 53,96, 54,15, 54,05, 54,08 и 54,32. Является ли последний результат промахом?

Вариант 2

1. Навеску $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ массой 0,6000 г растворили в мерной колбе вместимостью 100,0 мл. Вычислите молярную концентрацию эквивалента полученного раствора.

2. Какой объем раствора карбоната натрия с массовой долей 15 % ($\rho = 1,16 \text{ г/см}^3$) потребуется для приготовления 250 мл 0,45 М раствора Na_2CO_3 ?

3. Рассчитайте $[H^+]$ и pH 0,002 М раствора муравьиной кислоты $HCOOH$ ($KHCOOH = 1,8 \cdot 10^{-4}$).

4. Что называется кривой титрования? Для какой цели строят кривые титрования?

5. К 100 мл 0,2 М раствора муравьиной кислоты прибавили 50 мл формиата натрия $HCOONa$ с концентрацией 0,05 моль/л. Рассчитайте pH буферного раствора. ($KHCOOH = 1,8 \cdot 10^{-4}$).

6. Содержание активного хлора в хлорной извести найдено (%): 37,11, 37,02, 37,18, 37,27 и 37,15. Оцените наличие грубых погрешностей, доверительный интервал и представьте результат анализа.

7. Имеется ли систематическая погрешность при определении платины, если при анализе стандартного образца, содержащего 85,97 % платины, получены результаты (%): 85,97, 85,71, 85,84 и 85,79? *Вариант 3*

1. Рассчитайте массу навески $Na_2B_4O_7 \cdot 10H_2O$, необходимую для приготовления 250,0 мл 0,15 н. раствора.

2. Для приготовления 500 мл раствора было взято 20,00 мл хлороводородной кислоты с $\omega = 36\%$, $\rho = 1,19$ г/см³. Вычислите молярную концентрацию полученного раствора.

3. Рассчитайте $[H^+]$ и pH 0,2 М раствора уксусной кислоты CH_3COOH ($KCH_3COOH = 1,8 \cdot 10^{-5}$).

4. Почему при кислотно-основном титровании pH в точке эквивалентности не всегда равен 7? Приведите примеры.

5. К 50 мл 0,1 М раствора уксусной кислоты прибавили 50 мл 0,5 М раствора ацетата натрия. Рассчитайте pH буферного раствора. ($KCH_3COOH = 1,8 \cdot 10^{-5}$).

6. В серебряной монете при определении серебра получены значения (%): 90,04, 90,12, 89,92, 89,94, 90,08, 90,02. Вычислите стандартное отклонение единичного результата и доверительный интервал, представьте результат анализа.

7. При определении сульфат-иона гравиметрическим методом получены следующие результаты (%): 15,51, 15,45, 15,48, 15,53 и 16,21. Является ли последний результат грубой погрешностью?

Вариант 4

1. Навеску щелочи массой 0,5341 г, содержащей 92 % $NaOH$ и 8 % индифферентных примесей, растворили и довели до метки в мерной колбе вместимостью 100,0 мл. Вычислите молярную концентрацию полученного раствора.

2. Как приготовить 1000 мл 0,05 М раствора уксусной кислоты из ее 45 %-ного раствора ($\rho = 1,03$ г/см³).

3. Рассчитайте $[H^+]$ и pH 0,005 М раствора ацетата натрия CH_3COONa ($KCH_3COOH = 1,8 \cdot 10^{-5}$).

4. Какими способами подбирают индикаторы при кислотно-основном титровании?

5. В 500 мл 0,02 М раствора $NH_3 \cdot H_2O$ растворено 3,36 г хлорида аммония. Рассчитайте pH буферного раствора. ($KNH_3 \cdot H_2O = 1,8 \cdot 10^{-5}$).

6. При определении кальция гравиметрическим методом получены результаты (%): 12,86, 12,90, 12,93 и 12,84. Вычислите выборочное стандартное отклонение среднего результата и доверительный интервал. Представьте результат анализа.

7. При анализе апатита получили следующие значения содержания в нём оксида фосфора(V) (%): 35,11, 35,14, 35,18, 35,21 и 35,42. Является ли последний результат грубой погрешностью?

Темы рефератов по дисциплине

1. Тест-методы в экологическом анализе.
2. Спектрофотометрические методы анализа.
3. Органические реагенты в аналитической химии.
4. Тонкослойная хроматография как метод анализа.
5. ААС и её применение для определения тяжёлых металлов.
6. Ионметрический метод анализа.
7. Бумажная хроматография как метод анализа.
8. Масс-спектрометрия органических соединений.
9. Методы определения сульфат-иона. 10. Ионметрические методы анализа.
11. Методы определения нитрит-иона.
12. Индикаторы в кислотно-основном титровании и механизмы их действия.
13. Индикаторы в титриметрических методах определения металлов и механизмы их действия.
14. Случайные погрешности результата на примере гравиметрического и титриметрического методов анализа.
15. ТСХ как метод определения ионов и веществ.
16. СПАВ и методы их определения.
17. Методы обнаружения и определения алюминия.
18. Маскирование как метод повышения селективности анализа.
19. Микроволновое излучение в неорганическом анализе.
20. Газо-жидкостная хроматография.
21. Методы анализа природной воды.
22. Методы анализа пищевых продуктов.
23. Методы определения тяжёлых металлов в окружающей среде.
24. Жидкостная распределительная хроматография.
25. Методы анализа сточных вод.

Форма отчетности: защита реферата

Контрольные вопросы и задачи к экзамену по дисциплине «Аналитическая химия»

Вопросы

1. Аналитическая химия как наука. Значение аналитической химии для развития науки и техники. Химический анализ. Объекты анализа. Качественный и количественный анализ. Предмет и задачи качественного и количественного анализа.
2. Способы выражения концентрации растворов: молярная концентрация; молярная концентрация эквивалента; массовая доля (процентная концентрация). Эквивалент. Молярная масса эквивалента. Фактор эквивалентности.
3. Закон эквивалентов и его применение в химическом анализе.
4. Закон действия масс как теоретическая основа химических методов анализа. Скорость химической реакции. Равновесные системы. Константа равновесия.

5. Слабые электролиты. Степень электролитической диссоциации. Закон разбавления Оствальда. Условия смещения ионных равновесий. Вычисление рН в растворах слабых кислот и оснований.
6. Водные растворы сильных электролитов. Ионная сила раствора. Активность. Коэффициент активности и его роль в представлении количественных отношений в аналитических системах. Расчет величин коэффициентов активности.
7. Ионное произведение воды. Водородный показатель рН. Шкала рН. Протяженность шкалы рН. Вычисление рН различных растворов.
8. Гидролиз солей. Буферные системы и их значение в аналитической химии. Расчет рН буферных систем: теория, примеры. Буферные системы в природе.
9. Равновесие в гетерогенной системе. Константа растворимости. Правило произведения растворимости. Растворимость малорастворимых соединений в воде в отсутствие конкурирующих процессов. Условия образования и растворения осадков.
10. Равновесие в гетерогенной системе. Константа растворимости. Правило произведения растворимости. Влияние одноименного иона на растворимость малорастворимого электролита.
11. Равновесие в гетерогенной системе. Константа растворимости. Правило произведения растворимости. Влияние сильных электролитов на растворимость малорастворимых соединений (солевой эффект). Приведите примеры.
12. Качественный анализ. Задачи качественного анализа. Методы выполнения качественного анализа: химические, физико-химические и физические. Виды качественного анализа: макро-, полумикро-, микро- и ультрамикрометоды, сухой и мокрый виды анализа, микрокристаллоскопия, капельный и хроматографический анализ, систематический и подробный анализ.
13. Кислотно-основная схема систематического качественного анализа катионов. Свойства катионов, используемые в качественном анализе.
14. Хлорид-сульфатная схема систематического анализа анионов. Аналитические группы анионов. Групповые реагенты. Частные реакции основных анионов.
15. Титриметрический анализ. Сущность метода. Виды титрования: прямое, обратное, косвенное. Методы титриметрического анализа: кислотно-основное, комплексонометрическое, осадительное, окислительно-восстановительное.
16. Кислотно-основное титрование. Точка эквивалентности. Индикаторы кислотноосновного титрования.
17. Кривая титрования сильной кислоты щелочью. Точка эквивалентности. Скачок титрования. Выбор индикатора.
18. Вычисления в титриметрическом анализе. Стандартные растворы. Измерительная посуда для титриметрического анализа.
19. Окислительно-восстановительные процессы в аналитической химии. Уравнение Нернста. Перманганатометрическое титрование.
20. Комплексонометрическое титрование. Применение комплексонометрического титрования в анализе объектов окружающей среды.
21. Гравиметрия. Сущность метода. Реагенты для гравиметрии. Осаждаемая и гравиметрическая формы. Условия выпадения осадков и получения чистых осадков строго определенного состава. Фильтрование, промывание, высушивание и прокаливание осадка.
22. Гравиметрия. Сущность метода. Понятие о методе отгонки. Особенности гравиметрии как метода анализа.

23. Технический контроль. Пробоотбор. Пробоподготовка. Реактивы, применяемые в химическом анализе. Квалификация и хранение реактивов.

24. Области применения и значение статистической обработки результатов исследования. Значение цифры и правила их округления (приведите примеры). Способы проверки правильности результата. Стандартные образцы состава и эталоны. Типы погрешностей: систематическая и случайная, абсолютная и относительная. 25. Определение карбонатной жесткости питьевой и природной воды.

Задачи по качественному анализу (примеры):

Предложите ход анализа смесей сухих солей, содержащих перечисленные ниже катионы и анионы. Изложите ход анализа, опишите наблюдаемые эффекты и напишите уравнения реакций:

1. Na^+ , Pb^{2+} , Ca^{2+} , NO_3^-
2. K^+ , Zn^{2+} , Co^{2+} , Cl^- 3. NH_4^+ , Al^{3+} , Cl^- , NO_3^-
4. Ca^{2+} , Fe^{2+} , Sn^{2+} , Cl^-
5. NH_4^+ , Mn^{2+} , Ni^{2+} , SO_4^{2-}
6. NH_4^+ , Cr^{3+} , SO_4^{2-} , NO_3^-
7. Na^+ , K^+ , Cl^- , NO_3^- 8. NH_4^+ , Cl^- , NO_3^- , SO_4^{2-}
9. Na^+ , Ca^{2+} , Cu^{2+} , SO_4^{2-}
10. K^+ , Cr^{3+} , Ca^{2+} , NO_3^-
11. K^+ , Na^+ , NH_4^+ , SO_4^{2-}

Докажите, что в составе смеси не содержатся другие катионы и анионы из перечня: (катионы): NH_4^+ , K^+ , Na^+ , Pb^{2+} , Ca^{2+} , Al^{3+} , Zn^{2+} , Sn^{2+} , Cr^{3+} , Fe^{2+} , Fe^{3+} , Mn^{2+} , Cu^{2+} , Co^{2+} , Ni^{2+} и (анионы): SO_4^{2-} , Cl^- , NO_3^- .

Расчетные задачи (примеры):

Метрология:

1. Содержание оксида железа(III) в руде определяли перманганатометрически и комплексонометрически. Получили следующие результаты (в %): 60,35, 61,11, 61,36 в первом случае и 58,95, 58,98 и 59,63 во втором. Существует ли статистически значимая разница между результатами анализа?
2. При определении содержания свинца в сплаве получены результаты (в %): 12,50, 12,54, 12,52, 12,58 и 12,25. Оцените наличие грубых промахов, найдите доверительный интервал.
3. При анализе стандартного образца, содержащего 1,95% серебра, получены следующие результаты (%): 1,90, 1,95, 1,97, 1,96, 1,90. Рассчитайте стандартное отклонение, доверительный интервал и сделайте выводы о возможной систематической неопределенности.

Вычисление pH различных растворов:

1. Рассчитайте pH раствора H_2SO_4 с массовой долей: 0,5%; 10%, 20%. (с – см. справочники)
2. Рассчитайте pH раствора CH_3COOH с массовой долей 1%; 15% и 40%

3. Рассчитайте pH 0,25 М H_2SO_4 .
4. Рассчитайте pH раствора аммиака с массовой долей 15 %.
5. Рассчитайте pH 0,01 М аммиачной буферной смеси, содержащей 50% аммиака.
6. В 250 см³ 0,05 М раствора HCOOH растворили 1,7 г безводного формиата натрия. Рассчитайте pH буферной смеси.
7. При каком значении pH следует закончить титрование 0,1 М раствора аммиака 0,1 н. раствором серной кислоты.
8. В 400 см³ 0,1 М раствора уксусной кислоты содержится 3,28 г безводного ацетата натрия. Рассчитайте pH раствора?
9. Рассчитайте pH 0,01 М ацетатных буферных смесей, содержащих равные количества ацетата натрия и уксусной кислоты и 33 % уксусной кислоты и 67 % ацетата натрия.

Титриметрический анализ:

1. Рассчитайте массу навески для приготовления 1 дм³ 0,10 н. раствора: а) Na_2CO_3 , б) $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$, в) KMnO_4 (для реакции в кислой среде), г) $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ (для иодометрического определения); д) $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ (для иодометрического определения.); е) NaOH . Какие из перечисленных растворов можно считать стандартными, почему?
2. Рассчитайте погрешность титрования 0,1 М раствора NaOH 0,1 М раствором HCl по метиловому красному (pT 5,2) и тимолфталейну (pT 9,9).
3. Рассчитайте погрешность титрования 0,1 М раствора аммиака 0,1 М раствором хлороводородной кислоты по тимолфталейну (pT 9,9) и фенолфталейну (pT 9,0).
4. Постройте кривую титрования 0,1 М раствора CH_3COOH 0,1 М раствором гидроксида натрия (возможны варианты), дайте определения понятиям точки эквивалентности, скачок титрования, выберите индикатор для фиксации точки эквивалентности.
5. На титрование 20,00 см³ раствора, содержащего гидроксид и карбонат натрия, 0,10 М раствором соляной кислоты с фенолфталейном затратили 15,00 см³, а с метиловым оранжевым - 17,50 см³ кислоты. Вычислите массы каждого из компонентов в анализируемой смеси. Рассчитайте их массовые доли.
6. На титрование 15,00 см³ раствора соли Мора затратили 21,50 см³ 0,100 н. раствора KMnO_4 в сернокислой среде. Вычислите массу железа, содержащуюся в растворе. Напишите уравнение реакции.
7. 2,400 г дихромата калия растворили в воде в мерной колбе вместимостью 500 см³. К 20,00 см³ этого раствора добавили иодид калия (избыток) и хлороводородную кислоту. На титрование образовавшегося иода затратили 20,86 см³ раствора тиосульфата натрия.

Вычислите молярную концентрацию эквивалента раствора тиосульфата натрия. Напишите уравнения реакций.

8. 9,530 г тетрабората натрия $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ растворили в воде в мерной колбе вместимостью 250 см³. На титрование 10,00 см³ полученного раствора в присутствии индикатора метилового оранжевого затратили 12,80 см³ хлороводородной кислоты. Вычислите молярную концентрацию кислоты. *Окислительно-восстановительные реакции:*

1. Рассчитайте величину $E_{1/2}$ пары $\text{Fe}^{3+}/\text{Fe}^{2+}$ в 0,01 М растворе CH_3COOH . $C(\text{Fe}^{3+}, 2+) = 1 \cdot 10^{-4}$ моль/дм³.

2. Рассчитайте величину $E_{1/2}$ пары $\text{Fe}^{3+}/\text{Fe}^{2+}$ в дистиллированной воде и в 0,2 н. растворе серной кислоты. $C(\text{Fe}^{3+, 2+}) = 0,01$ моль/дм³.
3. Рассчитайте величину $E_{1/2}$ пары $\text{Ce}^{4+}/\text{Ce}^{3+}$ в 0,5 М растворе H_2SO_4 $C(\text{Ce}^{4+, 3+}) = 0,001$ моль/дм³.
4. Рассчитайте величину $E_{1/2}$ 0,1 н. раствора пары $\text{Fe}^{3+}/\text{Fe}^{2+}$ в 1,0 н. растворе серной кислоты. $C(\text{Fe}^{3+, 2+}) = 0,0001$ моль/дм³.
5. Постройте кривую титрования 0,1 М раствора соли Fe^{2+} 0,1 н. раствором дихроматона в 1,0 н. серной кислоте.
6. Рассчитайте величину $E_{1/2}$ пары $\text{Ce}^{4+}/\text{Ce}^{3+}$ в 0,1 н. серной кислоте. $C(\text{Ce}^{4+, 3+}) = 0,01$ моль/дм³.
7. Рассчитайте величину $E_{1/2}$ пары $\text{Fe}^{3+}/\text{Fe}^{2+}$ в 0,5 М растворе хлороводородной кислоты. $C(\text{Fe}^{3+, 2+}) = 0,01$ моль/дм³.

Растворимость осадков:

1. Рассчитайте растворимость сульфата бария в дистиллированной воде и в 0,001 М растворе сульфата натрия.
2. 0,5610 г хлорида серебра промыли 250 см³ дистиллированной воды. Вычислите потерю массы в % за счет растворимости осадка. ($K^s(\text{AgCl}) = 1,78 \cdot 10^{-10}$)
3. Вычислите интервал значений pH, при котором обеспечивается количественное разделение ионов Fe^{3+} и Mg^{2+} в виде гидроксидов.
4. Рассчитайте растворимость оксалата кальция в 0,001 М растворе оксалата натрия без учета и с учетом ионной силы раствора.
5. Рассчитайте концентрацию ионов $[\text{Hg}_2^{2+}]$ в насыщенном растворе Hg_2Cl_2
6. Образуется ли осадок CdS , если к 0,01 М раствору соли состава $[\text{Cd}(\text{NH}_3)_4]\text{Cl}_2$ добавить равный объем 0,1 М раствора сульфида натрия?

4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций.

Система университетского образования базируется на рациональном сочетании нескольких видов учебной деятельности, в том числе лекций, лабораторных занятий и самостоятельной работы обучающихся.

Самостоятельная работа направлена на увеличение объема знаний обучающихся в области актуальных проблем аналитической химии, и реализации использования полученных знаний на практике.

Самостоятельная работа обучающихся предполагает работу с дополнительными информационными источниками, самостоятельными исследованиями, а также работу с электронными источниками.

Использование разнообразных типов вопросов в контрольных заданиях позволяет проверить их знания. Такие контрольные позволяют проверить закрепление теоретического материала, умение решать задачи по аналитической химии. Написание и разработка

реферативных тем позволяет определить глубину знаний в областях аналитической химии и способность обучающимся свободно оперировать специальной терминологией ее разделов.

Дополнительными информационными источниками является посещение лекций, ведущих ученых.

Критерии балльно - рейтинговой оценки знаний

Итоговая оценка знаний обучающихся по аналитической химии в 4 семестре составляет 100 баллов, которые конвертируется в «отлично», «хорошо», «удовлетворительно» или «неудовлетворительно» (промежуточная форма контроля – экзамен).

81–100 баллов	«отлично»
61-80	«хорошо»
41-60	«удовлетворительно»
21- 40	«неудовлетворительно»
0-20	Не аттестован

Текущий контроль освоения компетенций обучающимся оценивается из суммы набранных баллов в соответствии с уровнем сформированности компетенций: пороговым или продвинутом. При этом учитывается посещаемость обучающимся лекций, лабораторных занятий, активность обучающегося на лабораторных занятиях, результаты промежуточных письменных и устных контрольных опросов, итоги контрольных работ (тестов), участие обучающихся в научной работе (например, написание рефератов, докладов, выступления на научных конференциях и т.п.). Каждый компонент имеет соответствующий удельный вес в баллах:

- контроль посещений – 20 баллов,
- опрос и собеседование – 20 баллов - ведение лабораторной тетради– 10 баллов; - тестовый контроль – 10 баллов.
- контрольная работа - 10 - реферат 10 баллов,
- экзамен – 20 баллов.

При проведении экзамена учитывается посещаемость обучающимся лекционных занятий, активность на лабораторных занятиях, выполнение самостоятельной работы, отработка занятий, пропущенных по уважительной причине:

15-20 баллов – регулярное посещение занятий, высокая активность на лабораторных занятиях, содержание и изложение материала отличается логичностью и смысловой завершенностью, обучающийся показал владение материалом, умение четко, аргументировано и корректно отвечать на поставленные вопросы, отстаивать собственную точку зрения.

10-14 баллов – систематическое посещение занятий, участие в лабораторных занятиях, единичные пропуски по уважительной причине и их отработка, изложение материала носит преимущественно описательный характер, обучающийся показал достаточно уверенное владение материалом, однако недостаточное умение четко, аргументировано и корректно отвечать на поставленные вопросы и отстаивать собственную точку зрения.

5-9 балла – нерегулярное посещение занятий, низкая активность на лабораторных занятиях, обучающийся показал неуверенное владение материалом, неумение отстаивать собственную позицию и отвечать на вопросы.

0-4 балла – регулярные пропуски занятий и отсутствие активности работы, обучающийся показал незнание материала по содержанию дисциплины.

Для оценки рефератов используются следующие критерии:

10-8 баллов – содержание соответствуют поставленным цели и задачам, изложение материала отличается логичностью и смысловой завершенностью, обучающийся показал владение материалом, умение четко, аргументировано и корректно отвечать на поставленные вопросы, отстаивать собственную точку зрения.

7-5 баллов – содержание недостаточно полно соответствует поставленным цели и задаче исследования, работа выполнена на недостаточно широкой базе источников и не учитывает новейшие достижения в области химической экологии, изложение материала носит преимущественно описательный характер, обучающийся показал достаточно уверенное владение материалом, однако недостаточное умение четко, аргументировано и корректно отвечать на поставленные вопросы и отстаивать собственную точку зрения.

4-2 балла – содержание не отражает особенности проблематики избранной темы; содержание работы не полностью соответствует поставленным задачам, база источников является фрагментарной и не позволяет качественно решить все поставленные в работе задачи, работа не учитывает новейшие достижения историографии темы, обучающийся показал неуверенное владение материалом, неумение отстаивать собственную позицию и отвечать на вопросы.

1-0 балла – работа не имеет логичной структуры, содержание работы в основном не соответствует теме, база источников исследования является недостаточной для решения поставленных задач, обучающийся показал неуверенное владение материалом, неумение формулировать собственную позицию.

Для оценки тестовых работ используются следующие критерии:

0-29 % правильных ответов оценивается как «неудовлетворительно» (2-балла);

30-59% – «удовлетворительно» (3-5 баллов); 60-79%

– «хорошо» (6-8 баллов);

80-100% – «отлично» (8-10 баллов).

Шкала оценивания контрольной работы

Показатель	Балл
Работа выполнена полностью и без существенных ошибок	8-10
Работа выполнена частично (41-80%)	5-7
Работа выполнена менее, чем на 40% или содержит грубые ошибки	2-4
Работа не выполнена	0-1

Максимальное количество баллов –10

Шкала оценивания опроса и собеседования

Уровень оценивания	Критерии оценивания	Баллы
Опрос и собеседование	Свободное владение материалом	4
	Достаточное усвоение материала	3
	Поверхностное усвоение материала	1-2
	Неудовлетворительное усвоение материала	0

Максимальное количество баллов – 20 (по 4 балла за каждый опрос).

Шкала оценивания ведения лабораторной тетради

Уровень оценивания	Критерии оценивания	Баллы
Ведение лабораторной тетради	Работа выполнена полностью (81%) и без существенных ошибок	8-10
	Работа выполнена частично (41%-80%) или с небольшими ошибками	6-7
	Работа выполнена менее чем на 40% или содержит грубые ошибки	5
	Работа не выполнена	0

Максимальное количество баллов – 10.

Шкала оценивания ответа на экзамене

Показатель	Балл
Обучающийся обнаруживает высокий уровень овладения теорией вопроса, знание терминологии, умение давать определения понятиям, Знание персоналий, сопряженных с теоретическим вопросом, Умение проиллюстрировать явление практическими примерами, дает полные ответы на вопросы с приведением примеров и/или пояснений.	20
Обучающийся недостаточно полно освещает теоретический вопрос, определения даются без собственных объяснений и дополнений, ответы на вопросы полные с приведением примеров	15
Обучающийся обнаруживает недостаточно глубокое понимание теоретического вопроса, Определения даются с некоторыми неточностями, дает ответы только на элементарные вопросы, число примеров ограничено	10
Обучающийся обнаруживает незнание основных понятий и определений, 5 не умеет делать выводы, показывает крайне слабое знание программного материала.	5