



МЧС РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

«Уральский институт Государственной противопожарной службы
Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны,
чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий»

кафедра химии и процессов горения

АНАЛИТИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

Методические рекомендации по подготовке к экзамену

для обучающихся по специальности 40.05.03 Судебная экспертиза

Екатеринбург
2022

Аналитическая химия [Электронный ресурс] : методические рекомендации по подготовке к экзамену для обучающихся по специальности 40.05.03 Судебная экспертиза / сост. А.В. Кокшаров. – Екатеринбург : Уральский институт ГПС МЧС России, 2022. – 15 с.

Автор-составитель: Кокшаров А.В., начальник кафедры химии и процессов горения Уральского института ГПС МЧС России, к.х.н., доцент

Излагаются рекомендации для подготовки к экзамену по дисциплине «Аналитическая химия». Описывается порядок проведения и система оценки знаний на экзамене. Приводится перечень вопросов и задач по дисциплине, которые используются при составлении экзаменационных заданий. Приведён пример ответа на экзаменационный билет. В рекомендациях представлен список рекомендуемой основной и дополнительной литературы для подготовки к экзамену по дисциплине.

Предназначено для студентов, обучающихся по специальности 40.05.01 Судебная экспертиза при подготовке к экзамену по дисциплине «Аналитическая химия».

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	4
1. СИСТЕМА КОНТРОЛЯ ЗНАНИЙ ПО ДИСЦИПЛИНЕ	5
2. ПОРЯДОК ПРОВЕДЕНИЯ ЭКЗАМЕНА	6
И СИСТЕМА ОЦЕНКИ ЗНАНИЙ ОБУЧАЮЩИХСЯ	6
2.1. Критерии оценки ответа.....	6
2.2 План проведения экзамена.....	7
3. ПЕРЕЧЕНЬ ВОПРОСОВ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ ПОДГОТОВКИ К ЭКЗАМЕНУ	9
4. СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ.....	10
5. РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПОДГОТОВКЕ К ЭКЗАМЕНУ	11
6. ПРИМЕР ОТВЕТА НА ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ	13

ВВЕДЕНИЕ

Целью преподавания дисциплины «Аналитическая химия» является знакомство студентов с современными методами химического анализа веществ и их применения для решения конкретных практических задач. Данные знания представляют высокое значение при исследовании материальных носителей информации с целью получения объективных данных о составе преступления.

Курс составлен таким образом, что по его окончании учащиеся должны получить навыки выполнения различных видов химического анализа, приобрести практические навыки сбора, обработки, анализа и систематизации полученных экспериментальных данных, а также овладеть культурой проведения различных видов анализа и ведения лабораторного журнала.

Изучение материала курса осуществляется на лекционных, практических, лабораторных занятиях, при самостоятельной проработке материала, рекомендуемого преподавателем, а также индивидуальная работа преподавателей с обучаемыми.

При подготовке к сдаче экзамена по дисциплине «Аналитическая химия» важная роль принадлежит умению обучаемых эффективно организовать самостоятельную работу, в ходе которой дорабатываются вопросы, рассмотренные на лекциях, происходит ознакомление с литературой, справочными пособиями, указанными в методических рекомендациях, а также проводится повторение основных методик решения задач. Данное методическое пособие составлено для помощи обучающимся в подготовке к экзамену и содержит методические указания, направленные на организацию самостоятельной работы учащихся на завершающем этапе изучения дисциплины.

1. СИСТЕМА КОНТРОЛЯ ЗНАНИЙ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Дисциплина «Аналитическая химия» изучается на II курсе (3-й семестр). По окончании семестра по названной дисциплине предусмотрен экзамен в письменной форме. Экзамен является итоговым контролем и имеет целью проверить учебную работу студентов, уровень полученных ими знаний и умение применять их при решении профессиональных практических задач.

Количество квалификационных заданий готовится не менее чем на 15 % больше числа обучающихся в учебной группе, а их содержание охватывает весь пройденный материал.

Допуск студента к промежуточной аттестации осуществляется по итогам его текущей работы в семестре. Основными видами текущего контроля являются: расчётно-графическая работа, сдача коллоквиумов, решение задач на проверочных и на контрольной работе, выполнение лабораторных работ, работа на практических занятиях.

Контрольная работа проводится по первому разделу курса как итоговый контроль уровня освоения обучаемыми методики решения практических расчётных задач. Аудиторные проверочные работы и сдача коллоквиумов для студентов проводятся во время лабораторных работ в количестве 6-х штук.

Для выполнения расчётно-графической работы на кафедре разработано учебно-методическое пособие, в котором представлены варианты заданий, требования к оформлению работы, а также пример выполнения расчётов.

До экзамена допускаются студенты, сдавшие на удовлетворительные оценки:

- Расчётно-графическую работу;
- контрольную работу;
- 6 отчётов по лабораторным работам.

Итоговая семестровая аттестация проводится по экзаменационным билетам в письменной форме. В каждом билете формулируются два теоретических вопроса и одна задача.

Для подготовки к сдаче экзамена по теоретической части курса рекомендуется воспользоваться конспектом лекций. При подготовке к экзамену можно пользоваться также основной и дополнительной литературой, перечень которой представлен в рабочей программе дисциплины.

Задачи к билетам подбираются аналогичные тем, которые решались на практических занятиях и (или) предлагались на самостоятельную работу.

Для проведения экзамена на кафедре разрабатываются следующие

материалы:

- учебно-методическая документация;
- экзаменационные билеты;
- вопросы для подготовки к экзамену.

В аудитории, где проводится экзамен, должны находиться следующие документы и материалы:

- учебная программа по дисциплине;
- учебно-методическая документация для проведения экзамена;
- билеты для проведения экзамена;
- средства материального обеспечения и справочные материалы, разрешённые для использования на экзамене согласно перечню, приведённому в методической разработке для проведения экзамена.

2. ПОРЯДОК ПРОВЕДЕНИЯ ЭКЗАМЕНА И СИСТЕМА ОЦЕНКИ ЗНАНИЙ ОБУЧАЮЩИХСЯ

2.1. Критерии оценки ответа

Экзамен проводится в письменной форме и включает в себя ответ на два теоретических вопроса экзаменационного билета для контроля освоения теоретического курса, а также решение задачи для проверки практических умений и навыков выполнения инженерно-технических расчётов.

Оценка знаний обучающихся на основании результатов проверки знаний и умений экзаменационных испытаний проводится по пятибалльной системе.

В том случае, если теоретические вопросы изложены в полном объёме, грамотным научным языком, практическое задание (задача) выполнено правильно (допускаются неточности в арифметических расчётах, не влияющие на конечный результат и не искажающие его смысл), на дополнительные вопросы преподавателя получены верные, исчерпывающие ответы, то курсант получает оценку «отлично».

Если теоретические вопросы в целом раскрыты, допускаются неточности в формулировках, не искажающие суть излагаемого вопроса, задача решена полностью (допускаются неточности в арифметических расчётах, не влияющие на конечный результат и не искажающие его смысл) на дополнительные вопросы преподавателя получены верные, исчерпывающие ответы, то студент получает оценку «хорошо».

Если теоретические вопросы раскрыты недостаточно либо имеются существенные неточности при их изложении, практическое задание выполнено не в полном объёме или со значительными недочётами, ошибками в записи формул и уравнений, грубыми арифметическими

ошибками, искажающими смысл полученного результата, на дополнительные вопросы экзаменуемый отвечает с затруднением, путается в формулировках и выводах, то получает оценку «удовлетворительно».

Студент считается не сдавшим экзамен (оценка «неудовлетворительно»), если он неграмотно и неточно формулирует материал и не умеет применять полученные знания на практике (при решении практических заданий и задач); не в полном объеме (со значительными недочётами, ошибками в записи формул и уравнений, грубыми арифметическими ошибками, искажающими смысл полученного результата) или не выполнил практическое задание, на дополнительные вопросы преподавателя ответить не может.

2.2 План проведения экзамена

Подготовка к экзамену: за 5-10 минут до начала экзамена дежурный раздаёт средства материального обеспечения, разрешённые для использования на экзамене.

Проведение экзамена: экзамен проводится в течение 6 учебных часов (3 пары).

В начале экзамена преподаватель кратко напоминает порядок сдачи экзамена, правила поведения, объявляет фамилии освобожденных либо не допущенных до экзамена.

После обучаемые по одному подходят к преподавателю, получают билет, номер которого вносится в экзаменационную ведомость. На подготовку отводится 1 ч 30 минут.

Студенту на экзамене разрешается брать лишь один билет. На экзамене разрешено пользоваться только теми информационно-справочными материалами, которые утверждены в установленном порядке. Использовать учебники, задачники или конспекты запрещается.

В случае нарушения установленных правил сдачи экзамена студент удаляется с экзамена и ему выставляется неудовлетворительная оценка.

По готовности, преподаватель собирает работы. На проверку работ отводится 4 академических часа. После проверки работ студенты собираются в аудитории, преподаватель доводит результаты экзамена.

Если обучаемый не согласен с результатом экзамена, имеет право получить комментарии к его ответу от преподавателя. В случае расхождения мнений может аргументировано обосновать свою точку зрения.

По окончании экзамена итоговая оценка выставляется в экзаменационную ведомость и зачетную книжку. Экзаменационная ведомость подписывается преподавателем и сдается в учебно-методический отдел.

Студент, не сдавший экзамен, может быть допущен к повторной

сдаче экзамена в период, предусмотренный для пересдачи. Пересдача экзамена с целью повышения положительной оценки не допускается.

3. ПЕРЕЧЕНЬ ВОПРОСОВ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ ПОДГОТОВКИ К ЭКЗАМЕНУ

1. Виды и основные стадии химического анализа.
2. Аналитический сигнал. Требования, предъявляемые к аналитическим реакциям.
3. Погрешности анализа: систематические, случайные.
4. Классификация методов аналитической химии.
5. Принципы и методы качественного анализа.
6. Аналитическая классификация катионов.
7. Аналитическая классификация анионов.
8. Понятия о стандартных веществах. Требования, предъявляемые к стандартным веществам.
9. Количественный анализ: классификация методов.
10. Гравиметрический анализ. Форма осаждения и весовая форма.
11. Титриметрические методы анализа, требования к реакциям. Классификация.
12. Кислотно-основное титрование. Кривые титрования. Выбор индикатора.
13. Окислительно-восстановительное титрование. Классификация методов по типу титрантов.
14. Электродный потенциал. Уравнение Нернста.
15. Перманганатометрия. Сущность метода. Титрант, его приготовление, хранение, стандартизация. Фиксирование точки эквивалентности.
16. Иодометрия. Общая характеристика метода.
17. Осадительное титрование. Общая характеристика метода.
18. Комплексометрия. Методы титрования.
19. Важнейшие комплексы в химическом анализе.
20. Закон эквивалентов для реагирующих веществ.
21. Условия образования и растворения осадков.
22. Точка эквивалентности и способы её установления.

4. СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

Основная литература

1. Власова, Е. Г. Аналитическая химия: химические методы анализа : учебник / Е. Г. Власова ; под редакцией О. М. Петрухина, Л. Б. Кузнецовой ; художник В. Е. Шкерин. — 2-е изд. — М. : Лаборатория знаний, 2021. — 467 с. — ISBN 978-5-93208-502-8. — Текст : электронный // Лань : ЭБС. — URL: <https://e.lanbook.com/book/166725>.

7.2. Дополнительная литература

2. Общая химия. Теория и задачи : учебное пособие для вузов / Н. В. Коровин, Н. В. Кулешов, О. Н. Гончарук [и др.] ; Под ред. проф. Н. В. Коровина и проф. Н. В. Кулешова. — 6-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 492 с. — Текст : электронный // Лань : ЭБС. — URL: <https://e.lanbook.com/book/183692>

3. Химия [Текст] : информационно-справочный материал / сост. В. В. Вайтнер, С. Н. Пазникова, И. М. Фоминых. — Екатеринбург : УрИ ГПС МЧС России, 2020. — 22 с.

4. Аналитическая химия [Электронный ресурс] : методические рекомендации по изучению дисциплины. Специальность 40.05.03 Судебная экспертиза / сост. А.В. Кокшаров. — Екатеринбург : Уральский институт ГПС МЧС России, 2021. — 11 с. — Режим доступа: <http://10.97.170.7>.

5. Аналитическая химия [Электронный ресурс] : методические рекомендации по самостоятельной подготовке к контрольной работе. Специальность 40.05.03 Судебная экспертиза / сост. А.В. Кокшаров. — Екатеринбург : Уральский институт ГПС МЧС России, 2021. — 16 с. — Режим доступа: <http://10.97.170.7>.

6. Аналитическая химия [Электронный ресурс] : методические рекомендации по организации и контролю самостоятельной работы студентов. Специальность 40.05.03 Судебная экспертиза / сост. А.В. Кокшаров. — Екатеринбург : Уральский институт ГПС МЧС России, 2021. — 27 с. — Режим доступа: <http://10.97.170.7>.

7. Кислотоно-основное титрование [Электронный ресурс] : учебно-методическое пособие для выполнения расчётно-графической работы по аналитической химии. Специальность 40.05.03 Судебная экспертиза / сост. А. В. Кокшаров — Екатеринбург : Уральский институт ГПС МЧС России, 2021.— 25 с. — Режим доступа: <http://10.97.170.7>.

8. Аналитическая химия. Лабораторный практикум [Электронный ресурс] : методические рекомендации для выполнения лабораторных работ по аналитической химии. Специальность 40.05.03 Судебная экспертиза / сост. А.В. Кокшаров, С.Н. Пазникова. — Екатеринбург: Уральский институт ГПС МЧС России, 2021 г. — 50 с. — Режим доступа: <http://10.97.170.7>.

5. РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПОДГОТОВКЕ К ЭКЗАМЕНУ

Подготовку к сдаче теоретической части экзамена рекомендуется начинать по порядку следования тем изложения лекционного материала, пользуясь конспектом лекций, основной, дополнительной литературой и методическими разработками кафедры, представленными в списке рекомендуемой литературы в разделе 4.

При первом чтении материала не стоит задерживаться на математических выводах и запоминании уравнений, сначала следует получить общее представление о рассматриваемых вопросах, а также выявить сложные и непонятные моменты. Внимательно прочитывайте текст, старайтесь выявить сущность вопросов и не пытайтесь сразу запомнить все определения и детали. Такой подход, при котором все физико-химические процессы рассматриваются на уровне сущности, а не набора отдельных понятий и фактов, способствует не только более глубокому и прочному усвоению материала, но и формированию логического мышления, способности воспринимать и осмысливать сущность процессов и явлений, протекающих при горении. При последующей проработке материала в прочитанном тексте выделяются главные идеи, устанавливаются логические взаимосвязи между ними, большее внимание уделяется деталям, особенностям протекания тех или иных процессов и явлений, материал повторяется несколько раз для лучшего запоминания определений и формул.

Чтобы лучше запомнить и усвоить изучаемый материал, рекомендуется завести рабочую тетрадь и кратко, в виде тезисов, записывать в неё формулировки законов, основные понятия и определения, формулы и уравнения реакций и т.д. Во всех случаях, когда материал поддаётся систематизации, составляйте схемы, диаграммы и таблицы – такой подход структурирует и облегчает восприятие больших объёмов информации и уменьшает её объём при конспектировании, что очень облегчает запоминание материала, в том числе и визуально.

Подготовка к экзамену должна обязательно сопровождаться повторением и решением задач, поскольку это один из лучших методов прочного усвоения, проверки и закрепления теоретического материала.

Следует напомнить, что для качественного освоения материала, облегчения подготовки к экзамену и успешной его сдачи необходимо *систематическое* выполнение заданий при самостоятельной работе по изучению материала дисциплины в течение семестра.

При планировании ответа на экзаменационный билет нужно коротко и чётко изложить теорию. Для этого на черновике составить не большой план ответа на вопрос и после этого изложить его в чистовике.

Приступая к решению задачи, необходимо обдумать план её решения, сравнивая её с предложенными в задачнике, и имеющимися в

конспекте вариантами решения типовых задач. В случае появления неясностей при выборе решения следует обратиться к теоретическому материалу той темы, на основании которого построена задача. При записи решения задачи следует приводить весь ход решения и математические преобразования. Решение должно быть аккуратно оформлено, написано четким разборчивым почерком.

Если у студента возникают затруднения при подготовке к экзамену, то следует обратиться за консультацией к преподавателю.

6. ПРИМЕР ОТВЕТА НА ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ

Образец билета для сдачи устного экзамена

Уральский институт ГПС МЧС России	Билет № ... Кафедра химии и процессов горения Дисциплина «Аналитическая химия»	Утверждаю Начальник кафедры «__» ____ 201_ г.
<ol style="list-style-type: none">1. Индикаторы в титриметрии. Назначение. Механизм действия. Способы выбора (на примере кислотно-основного и окислительно-восстановительного титрования).2. Использование комплексных соединений в химическом анализе. Особенности строения комплексных соединений (на примере ЭДТА).3. Сколько граммов пероксида водорода содержится в пробе, если при титровании израсходовано 14,50 мл перманганата калия с $T_{KMnO_4} = 0,08376$ г/мл?		

Ответ на 1 вопрос экзаменационного билета

Титриметрический анализ основан на измерении количества реактива, затраченного на реакцию с определяемым веществом, и заключается в точном определении объема раствора химического реагента, необходимого при данном анализе.

Для установления точки эквивалентности используют различные типы индикаторов, которые изменяют свою окраску в зависимости от ряда факторов. Например, многие кислотно-основные индикаторы представляют собой слабые кислоты или основания. При диссоциации в водном растворе цвет заряженной формы отличается от нейтральной.



В зависимости от pH-среды возможно смещение равновесия в ту или иную сторону в соответствии с принципом Ле-Шателье.

Так при увеличении в растворе ионов H^+ равновесие смещается в сторону формы $HJnd$ и наблюдатель видит цвет этой формы.

Для определения конца титрования (точки эквивалентности) в редоксиметрии используют:

- а) безиндикаторное титрование (при исчезновении или появлении окраски титранта или титруемого вещества);
- б) специфические индикаторы;
- в) окислительно-восстановительные (редокс-индикаторы).

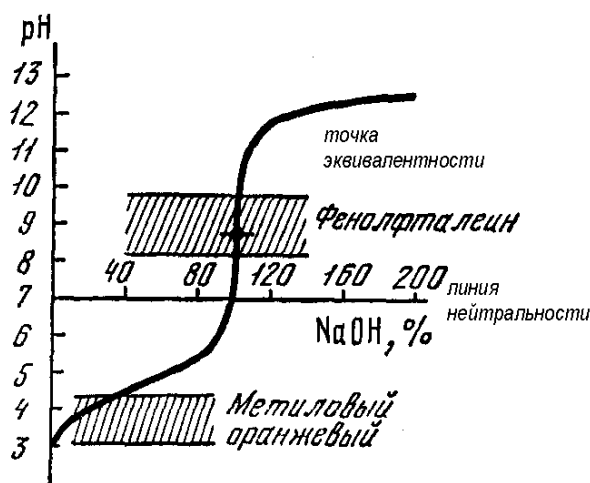
Специфические индикаторы – это вещества, которые образуют интенсивно окрашенные соединения с одним из компонентов

окислительно-восстановительной реакции. Например, при титровании йода используют специфический индикатор – крахмал, образующий темно-синее соединение с I_2 . При титровании $Fe(III)$ раствором соли $Ti(III)$ в качестве индикатора используют роданид – ионы, которые образуют с $Fe(III)$ комплексы, окрашенные в интенсивно-красный цвет; конечную точку титрования определяют по исчезновению окраски.

Окислительно-восстановительные редокс-индикаторы – это соединения, в основном, органические, способные к окислению и восстановлению, причем их окисленная и восстановленная формы имеют разную окраску. В качестве редокс-индикаторов применяют также комплексы органических лигандов с металлами, способными изменять степень окисления.

Выбор индикатора в кислотно-основном и окислительно-восстановительном титровании осуществляют на основании расчёта скачка титрования. Интервал перехода окраски индикатора должен лежать внутри скачка титрования.

Например:

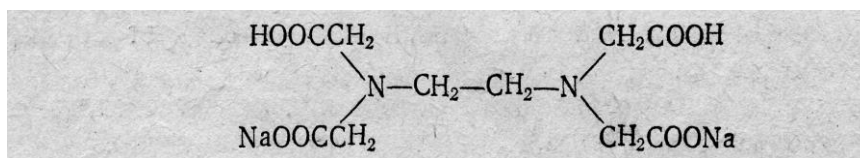


Ответ на 2 вопрос экзаменационного билета

Одним из методов титриметрического анализа является комплексонометрия. Метод основан на использовании реакций, которые сопровождаются образованием комплексных соединений катионов металлов с органическими реактивами — комплексонами. Образующиеся соединения называют внутрикомплексными (келшневидными, хелатными) солями.

Комплексонами обычно называют органические соединения, представляющие собой производные аминополикарбоновых кислот.

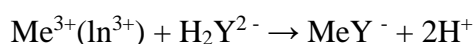
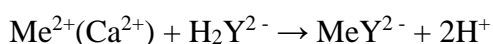
На практике обычно применяют двунатриевую соль этилендиаминтетрауксусной кислоты (ЭДТА, Na -ЭДТА, комплексон III или трилон Б, сокращенно Na_2H_2Y):



ЭДТА образует со многими катионами устойчивые малодиссоциированные растворимые в воде внутрикомплексные соли.

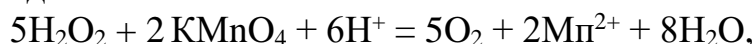
С некоторыми ионами металлов-комплексобразователей комплексоны образуют настолько устойчивые слабые электролиты, что обычными качественными реакциями невозможно доказать присутствие данного катиона в растворе этого комплексного соединения.

Реакции между комплексоном и ионами металлов-комплексобразователей протекают стехиометрически, т. е. в строго эквивалентных отношениях; это обстоятельство открывает широкие возможности применения комплексонов для количественного определения многих катионов, в том числе кальция, цинка, меди алюминия, индия и др.

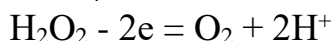
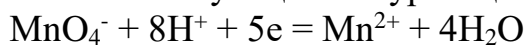


Решение задачи №3.

При прямом титровании число молей эквивалентов определяемого вещества (пероксида водорода) равно числу молей эквивалентов титранта (перманганата калия). Запишем уравнение химической реакции, протекающей при перманганатометрическом титровании пероксида водорода:



и соответствующие полуреакции:



Из уравнений полуреакций следует, что $f_{\text{экв}}(\text{KMnO}_4) = 1/5$, а $f_{\text{экв}}(\text{H}_2\text{O}_2) = 1/2$.

Найдём нормальность раствора перманганата калия по формуле:

$$C_{\text{н}} = T_{\text{KMnO}_4} \cdot 1000 / M_{\text{экв KMnO}_4}$$

Молярная масса эквивалента перманганата калия равна:

$$M_{\text{экв KMnO}_4} = M_{\text{KMnO}_4} \cdot f_{\text{экв}}(\text{KMnO}_4) = 158,03/5 = 31,606 \text{ г экв/моль}$$

$$C_{\text{н}} = 0,08376 \cdot 1000 / 31,606 = 2,6501 \text{ Н}$$

Найдём молярную массу эквивалента перекиси водорода:

$$M_{\text{экв H}_2\text{O}_2} = M_{\text{H}_2\text{O}_2} \cdot f_{\text{экв}}(\text{H}_2\text{O}_2) = 34,01/2 = 17,005 \text{ г экв/моль}$$

Массу перекиси водорода найдём по формуле:

$$m_{\text{H}_2\text{O}_2} = C_{\text{н}} \cdot V_{\text{титр}} \cdot M_{\text{экв H}_2\text{O}_2} \cdot 10^{-3} = 2,6501 \cdot 14,50 \cdot 17,005 \cdot 10^{-3} = \underline{0,595 \text{ г}}$$