

# АНАЛИТИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

## Перечень вопросов, выносимых на экзамен

### 3 семестр

1. Предмет аналитической химии, ее структура. Цель химического анализа. Понятия аналитического сигнала, аналитической системы. Схема процесса анализа.
2. Классификация методов химического анализа. Задачи и характеристики метода химического анализа. Классификация анализируемых смесей по информационному критерию.
3. Понятие химической системы: фазовое строение, химический компонент, характеристика устойчивости и равновесия системы. Классификация химических равновесий в аналитической химии.
4. Электролитическая диссоциация, основные положения теории кислот и оснований Бренстеда-Лоури. Автопротолиз растворителя. Константа диссоциации, сила кислот.
5. Понятия концентрации и активности. Активность электролита по Дебаю-Хюккелю.
6. Водородный показатель, pH, функция кислотности Гаммета. Буферы, буферная емкость, pH буферной системы.
7. Расчет кислотно-основного равновесия. Степень диссоциации. Приближенные формулы для pH слабых кислот (оснований).
8. Кислотно-основное титрование. Характерные точки на кривых титрования. Кислотно-основные индикаторы.
9. Строение комплексов. Природа и дентатность лигандов. Функция образования и константы устойчивости комплексов.
10. Расчет концентраций и степени образования комплексов. Влияние pH на равновесие.
11. Комплексонометрия. Титрование жесткости воды. Металлоиндикаторы для трилонометрии.
12. Процесс образования осадка. Влияние степени пересыщения на размер частиц. Правило фаз Гиббса. Произведение растворимости как термодинамическая характеристика реакции осадкообразования.
13. Расчет растворимости. Влияние гидролиза и комплексообразования. Вид кривой растворимости.
14. Гравиметрия. Виды загрязнений осадков и способы их устранения. Процедуры гравиметрии. Осаждаемая и гравиметрическая формы.
15. Образование и свойства кристаллических и аморфных осадков. Относительное пересыщение. Условия получения крупнокристаллических осадков. Условия получения хорошо фильтрующихся аморфных осадков.
16. Гравиметрический анализ. Операции гравиметрического анализа.
17. Старение осадков. Загрязнения осадков (адсорбция, окклюзия, изоморфизм) и способы их уменьшения.
18. Требования к осаждаемой и гравиметрическим формам. Вычисление результатов гравиметрического анализа. Примеры расчета гравиметрических факторов.
19. Осаждение, как метод разделения и концентрирования. Формы осадков нерастворимых в воде. Соосаждение с малорастворимыми осадками.
20. Осадительное титрование. Определение галогенидов (аргентометрия) и сульфатов. Осадительные индикаторы.
21. Сущность титриметрического метода анализа. Требования, предъявляемые к применяемым химическим реакциям. Классификация по химическим реакциям, по способу выполнения. Эквивалент. Нормальность. Титр. Первичные и вторичные стандарты.
22. Кислотно-основное титрование. Кривые титрования сильной кислоты (основания) сильным основанием (кислотой), слабой кислоты (основания) сильным основанием (кислотой), многоосновных кислот и оснований. Влияние концентрации титруемого

- раствора и титранта, констант диссоциации, температуры на форму кривой титрования и величину скачка.
23. Индикаторы для кислотно-основного титрования. Интервал перехода индикатора и показатель титрования. Правила выбора индикатора.
  24. Титриметрический анализ. Кислотно-основное титрование. Кривые титрования (на примере ... сильная кислота + сильное основание).
  25. Методы кислотно-основного титрования. Определение карбонатной жесткости воды.
  26. Комплексонометрическое титрование, Кривые титрования. Факторы, влияющие на величину скачка и положение точки эквивалентности. Индикаторы.
  27. Окислительно-восстановительное титрование. Уравнение Нернста. Стандартный и формальный потенциал. Кривые титрования. Индикаторы.
  28. Окислительно-восстановительное титрование. Индикаторы. Перманганатометрия. Иодометрия.
  29. Комплексонометрическое титрование (на примере определения общей жесткости воды). Индикаторы.
  30. Реакции окисления-восстановления. Степень окисления элемента. Уравнение окислительно-восстановительной реакции. Константа равновесия. Условие протекания окислительно-восстановительной реакции.
  31. Полуреакции передачи электронов. Уравнение Нернста. Окислительно-восстановительный потенциал. Стандартный потенциал полуреакции.
  32. Расчет окислительно-восстановительных равновесий. Влияние побочных реакций (гидролиз, комплексообразование, осадкообразование).
  33. Принципы потенциометрии. Потенциометрическое титрование. Преимущества потенциометрического титрования по сравнению с титрованием по индикаторам.
  34. Электрохимическая ячейка. Индикаторные электроды и электроды сравнения, предъявляемые к ним требования. Стандартный водородный электрод. Насыщенный каломельный электрод. Хлорсеребряный электрод.
  35. Ионометрия. Сущность метода. Типы и основные характеристики ионоселективных электродов. Стеклоэлектрод. Измерение pH растворов.
  36. Потенциометрическое титрование. Сущность метода. Используемые химические реакции и индикаторные электроды. Способы определения конечной точки титрования.
  37. Структура экспериментальной погрешности. Среднее значение и среднее квадратичное отклонение. Коэффициент Стьюдента.
  38. Характеристика методов анализа: чувствительность, предел обнаружения элементов, воспроизводимость. Систематические (постоянные) и случайные ошибки анализа.
  39. Функциональная связь сигнала и концентрации аналита. Сигнал фона.
  40. Построение градуировочного графика, метод добавок, метод стандартов. Определение функциональной связи, метод наименьших квадратов.
  41. Что такое “промахи” в результате анализа ? Как они исключаются ? Q - критерий.

#### 4 семестр

<b>Общие вопросы хроматографического анализа.</b> Хроматография как сорбционный процесс. Подвижная и неподвижная фазы и виды элюативной хроматографии. Основные хроматографические параметры. Блок-схема хроматографа. Качественный и количественный хроматографический анализ.
<b>Капиллярный электрофорез.</b> Принцип разделения смеси. Зонный и мицелярный электрофорез. Блок-схема и принцип действия электрофорезера. Электрофореграмма: особенности качественного и количественного анализа методом капиллярного электрофореза.
<b>Газовая хроматография.</b> Газоадсорбционная и газожидкостная хроматография. Сорбенты, носители, колонки, неподвижные фазы, подвижные фазы, механизмы разделения. Программирование температуры колонки. Принципы работы и рабочие характеристики основных детекторов. Области применения газовой хроматографии.
<b>Жидкостная хроматография.</b> Нормально-фазовая и обращенно-фазовая хроматография. Высокоэффективная жидкостная хроматография (ВЭЖХ). Колонки, сорбенты, подвижные фазы, механизмы удерживания. Принципы работы основных типов детекторов. Области применения ВЭЖХ.
<b>Ионообменная хроматография.</b> Ионообменное равновесие и селективность ионного обмена. Высокоэффективная ионообменная хроматография. Сорбенты.
<b>Ионная хроматография.</b> Основные узлы ионного хроматографа с химическим подавлением электропроводности. Процессы, происходящие в разделяющей колонке и в подавителе при разделении смесей катионов и анионов. Одноколоночная ионная хроматография: подвижные фазы, детекторы, преимущества и недостатки по сравнению с двухколоночным вариантом. Применение ионной хроматографии.
<b>Общие вопросы спектрофотометрического анализа.</b> Спектр электромагнитного излучения. Типы взаимодействия вещества со светом: эмиссия, поглощение, рассеяние. Законы испускания и поглощения. Характеристики спектральных линий: положение в спектре, интенсивность, полуширина.
<b>Классификация спектроскопических методов:</b> атомная и молекулярная, абсорбционная и эмиссионная спектроскопия. Сравнение пламенных атомно-абсорбционного и атомно-эмиссионного методов.
<b>Атомно-эмиссионная спектроскопия.</b> Сущность метода. Основные узлы приборов: источник возбуждения, диспергирующий элемент, монохроматор, приемник света. Связь аналитического сигнала с концентрацией. Область применения.
<b>Атомно-абсорбционный метод.</b> Сущность метода. Источники излучения, атомизаторы, монохроматор, приемник света. Связь аналитического сигнала с концентрацией. Область применения.
<b>Молекулярная абсорбционная спектроскопия.</b> Особенности спектров молекул. Основной закон светопоглощения. Дифференциальная спектрофотометрия. Основные узлы приборов: источники света, монохроматоры, приемники света. Область применения.
<b>Инфракрасная спектроскопия.</b> Инфракрасная область спектра. Принцип и особенности метода. Характеристические частоты и качественный анализ по ИК-спектрам. Область применения.
<b>Люминесцентный метод анализа.</b> Классификация видов люминесценции по методу возбуждения, длительности свечения. Основные узлы приборов. Связь аналитического сигнала с концентрацией. Область применения.
<b>Рефрактометрия, нефелометрия.</b> Связь поляризуемости с коэффициентом преломления и с молекулярным строением. Принципы действия методов, возможности и области применения.
<b>Масс-спектрометрия.</b> Сущность метода. Основные узлы приборов. Связь аналитического

сигнала с концентрацией. Область применения.
<b>Рентгеноспектральные методы анализа.</b> Рентгеновская эмиссионная и флуоресцентная спектроскопия. Основные узлы приборов. Связь аналитического сигнала с концентрацией. Область применения.
<b>Общие вопросы электрохимических методов анализа.</b> Классификация. Равновесные и неравновесные электрохимические системы. Электрохимические ячейки. Схема электрохимического процесса.
<b>Потенциометрический метод анализа.</b> Сущность метода. Основные узлы приборов. Связь аналитического сигнала с концентрацией. Прямая потенциометрия: определение pH и ионометрия.
<b>Вольтамперометрические методы анализа.</b> Классификация. Общая характеристика методов анализа. Примеры определения неорганических и органических соединений.
<b>Метод классической прямой полярографии.</b> Принцип метода. Схема процесса. Идентификация и количественное определение методом классической прямой полярографии. Область применения.
<b>Метод инверсионной вольтамперометрии.</b> Принцип метода. Характеристика процесса. Область применения.
<b>Амперометрия.</b> Сущность метода. Индикаторные электроды. Выбор потенциала электрода. Область применения.
<b>Кулонометрический метод анализа.</b> Сущность метода. Способы приложения закона Фарадея. Применение в химическом анализе.
<b>Кондуктометрический метод анализа.</b> Сущность метода. Подвижность ионов в растворах электролитов. Применение в химическом анализе.
<b>Радиохимические методы анализа.</b> Виды радиоактивности. Энергия ядерного распада. Виды детекторов радиоактивности: разрядные и сцинтилляционные счетчики. Период полураспада. Радиоизотопы.
<b>Метод радиоизотопной метки (изотопного разбавления).</b> Сущность метода. Область применения.
<b>Методы гамма- и нейтронно- активационного анализа.</b> Сущность методов. Область применения.
<b>Основные объекты анализа.</b> Объекты окружающей среды: воздух, природные и сточные воды, атмосферные осадки, почвы, донные отложения, минералы и руды. Производственный анализ. Органический и биохимический анализ. Примеры элементного и вещественного анализа.
<b>Автоматизация анализа и использование ЭВМ в аналитической химии.</b> Необходимость автоматизации и интеллектуализации современного химического анализа. Уровни и задачи математического моделирования методов аналитической химии.
<b>Принципы математической обработки результатов анализа.</b> Базы данных. Статистический анализ данных.

## Ресурсное обеспечение

### • Перечень основной и дополнительной учебной литературы

#### *Основная учебная литература*

1. **Золотов Юрий Александрович.** Введение в аналитическую химию / Золотов Юрий Александрович. - М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2016. - 263с. : ил. - ISBN 978-5-906828-10-1.
2. **Дорохова Е.Н.** Задачи и вопросы по аналитической химии: Учеб.пособие для вузов /. - М.: Мир, 2001. - 267с.: ил. - Лит.:с.355.-Прил.:с.257. - ISBN 5-03-0033-58-0.

3. **Васильев В.П.** Аналитическая химия. Сборник вопросов, упражнений и задач / Васильев В.П. - М.: Дрофа, 2004. - 320с. - ISBN 5-7107-8920-8.
  4. **Васильев В.П.** Аналитическая химия. Лабораторный практикум / Васильев В.П. - М.: Дрофа, 2004. - 416с. - ISBN 5-7107-6071-4
  5. **Отто М.** Современные методы аналитической химии / Отто М.; Пер.с нем. А.В.Гармаша. - 2-е изд.,испр. - М.: Техносфера, 2006. - 416с.: ил. - (Мир химии; Вып.9/04). - Предм.указ.:с.535. - ISBN 5-94836-072-5.
  6. **Белюстин А.А.** Потенциометрия: физико-химические основы и применения : Учебное пособие / А. А. Белюстин. - СПб. : Лань : Лань-Трейд, 2015. - ISBN 978-5-8114-1838-1.
- Карпов, Ю.А.**
7. Методы пробоотбора и пробоподготовки / Карпов Юрий Александрович, Савостин Анатолий Павлович. - М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2015. - 243с. - (Методы в химии). - Список лит.:с.240. - ISBN 9795947740812.

### *Дополнительная учебная литература*

1. **Харитонов Ю.А.** Аналитическая химия. Кн.2 / Харитонов Ю.А. - М.: Высшая школа, 2008.
2. Белюстин А.А. Аналитическая химия. Методы идентификации и определения веществ. Академия, 2008 г.
3. **Белюстин Анатолий Александрович.** Потенциометрия: физико-химические основы и применения : Учебное пособие для вузов / Белюстин Анатолий Александрович. - СПб. : Лань, 2015. - 336с. : ил. - (Учебники для вузов. Специальная литература). - Предм.указ.:с.321.- Предм.указ.биол.терм.:с.326. - студенты. - ISBN 978-5-8114-1838-1.
4. **Аналитическая химия. Проблемы и подходы :** В 2 т. Т.2 / Ред. Р.Кельнер и др.; Пер.с англ. А.Г.Борзенко и др. под ред. Ю.А.Золотова. - М. : Мир : АСТ, 2004. - 728с. : ил. - (Лучший зарубежный учебник). - Прил.:с.673.-Предм.указ.:с.697. - ISBN 5-03-003561-3.
5. **П.П. Гладышев, И.Л. Ходаковский.** Рекомендации и требования по выполнению и оформлению курсовых работ для студентов направления «Химия» – Дубна, 2010 г
6. **Моржухина С.В.** Основы физико-химических методов анализа: Учебно-методическое пособие: В 2 ч. Ч.2 : Фотометрия. - Дубна: , 2010. - 76с.
7. **Моржухина С.В.** Основы физико-химических методов анализа: Учебно-методическое пособие: В 2 ч. Ч.1 : Потенциометрия- Дубна: , 2011. - 76с.
8. Никулина А.В., Кучменко Т.А. Кривые титрования: учебное пособие, ВГУИТ, Воронеж, 2011 (ЭБС "КнигаФонд")
9. **Алексеев В.Н.** Курс качественного химического полумикроанализа: Учебник (гриф) / Алексеев В.Н. - : Альянс, 2007. -. - ISBN 978-5-903034-21-
10. Аналитическая химия. Химические методы анализа: Учеб. пос. / А.И. Жебентяев, А.К. Жерносек, И.Е. Талуть. - 2 изд., стер. - М.: ИНФРА-М; Мн.: Нов. знание, 2011. - 542 с.: ил.; 60х90 1/16. - (Высшее образование). (п) ISBN 978-5-16-004685-3, (ЭБС ZNANIUM.COM)
11. Аналитическая химия. Хроматографические методы анализа: Учебное пособие / А.И. Жебентяев. - М.: НИЦ Инфра-М; Мн.: Нов. знание, 2013. - 206 с.: ил.; 60х90 1/16. - (Высшее образование). (переплет) ISBN 978-5-16-006615-8, . (ЭБС ZNANIUM.COM)
12. Валова (Копылова), В. Д. Физико-химические методы анализа [Электронный ресурс]: Практикум / В. Д. Вало́ва (Копылова), Л. Т. Абесадзе. - М. : Издательско-торговая корпорация «Дашков и К°», 2012. - 224 с. - ISBN 978-5-394-01751-3. . (ЭБС ZNANIUM.COM)
13. Аналитическая химия. Практикум: Учебное пособие / А.И. Жебентяев, А.К. Жерносек, И.Е. Талуть. - М.: НИЦ ИНФРА-М; Мн.: Нов. знание, 2013. - 429 с.: ил.; 60х90 1/16. - (Высшее образование). (переплет) ISBN 978-5-16-009043-6, (ЭБС ZNANIUM.COM)
14. **Беккер Ю. .** Хроматография. Инструментальная аналитика: методы хроматографии и капиллярного электрофореза. Техносфера, 2009
15. **Основы аналитической химии:** Учебник для вузов: В 2 кн. Кн.1 и 2 : Методы химического анализа /. - 2-е изд., перераб.и доп. - М.: Высшая школа, 2000. - 496с.: ил. - Лит.:с.482.- Предм.указ.:с.486. - ISBN 5-06-003559-X. - ISBN 5-06-003560-3.

## • Периодические издания

- Вестник Московского университета. Серия 2, Химия : научный журнал / учредитель: Моск. гос. ун-т им. М.В. Ломоносова, фак-т химии. - М. : МГУ. - Журнал, основан в ноябре 1946 года. - Выходит отдельной серией с 1960 года - Доступ к архиву статей с 1998 г. на сайте журнала: <http://www.chem.msu.ru/rus/vmgu/>
- Геохимия / учредитель: РАН, отделение геологии, геофизики, геохимии и горных наук РАН [и др.]. - М. : МАИК НАУКА. - Журнал, основан в январе 1956 года академиком А.П. Виноградовым. - Содержание выпусков и аннотации статей на английском языке с 1996 г. на сайте издательства: <http://www.maik.rssi.ru/cgi-perl/search.pl?lang=rus>
- Журнал аналитической химии / учредитель: РАН, отделение физикохимии и технологии неорганических материалов и Институт геохимии и аналитической химии. - М. : МАИК Наука. - Журнал, основан в 1946 году. - Содержание выпусков с 1999 г. на сайте журнала: <http://www.zhakh.ru/Lists/Content/view.aspx>
- Заводская Лаборатория. [Издательство "Тест-эл"](#) (доступ через Elibrary.ru.) — Режим доступа: ограниченный по логину и паролю
- Электрофоретические и хроматографические процессы [Воронежский государственный университет](#) (доступ через Elibrary.ru.) — Режим доступа: ограниченный по логину и паролю
- Аналитика и контроль (доступ через Elibrary.ru.) — Режим доступа: ограниченный по логину и паролю
- [Успехи химии. Издательство Журнала "Успехи химии" Известия Академии наук. Серия химическая. Издательство журнала "Известия Академии наук. Серия химическая"](#) (доступ через Elibrary.ru.) — Режим доступа: ограниченный по логину и паролю
- [Научный вестник Новосибирского государственного технического университета](#) [Новосибирский государственный технический университет](#) (доступ через Elibrary.ru.) — Режим доступа: ограниченный по логину и паролю
- [Сборник научных трудов Новосибирского государственного технического университета](#) Федеральная информационная система: «Единое окно доступа к информационным ресурсам»: <http://window.edu.ru/>
- [Естественные науки. Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Астраханский государственный университет"](#) (доступ через Elibrary.ru.) — Режим доступа: ограниченный по логину и паролю
- [Известия высших учебных заведений. Серия: Химия и химическая технология](#) (доступ через Elibrary.ru.) — Режим доступа: ограниченный по логину и паролю
- [Башкирский химический журнал](#) [ООО "Научно-исследовательский институт истории науки и техники"](#) (доступ через Elibrary.ru.) — Режим доступа: ограниченный по логину и паролю
- [Известия вузов. Прикладная химия и биотехнология](#) [Иркутский национальный исследовательский технический университет](#) (доступ через Elibrary.ru.) — Режим доступа: ограниченный по логину и паролю
- [Вестник Воронежского государственного университета. Серия: Химия. Биология. Фармация](#) [Воронежский государственный университет](#) (доступ через Elibrary.ru.) — Режим доступа: ограниченный по логину и паролю
- [Вестник Дагестанского государственного университета. Серия 1: Естественные науки.](#) [Дагестанский государственный университет.](#) (доступ через Elibrary.ru.) — Режим доступа: ограниченный по логину и паролю

- **Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»**

*Электронно-библиотечные системы и базы данных*

- Университетская библиотека онлайн – [www.biblioclub.ru](http://www.biblioclub.ru) - Режим доступа: ограниченный по логину и паролю
- ZNANIUM – [www.znanium.com](http://www.znanium.com) -- Режим доступа: ограниченный по логину и паролю
- БД российских журналов East View : <http://dlib.eastview.com> - Режим доступа: ограниченный по логину и паролю
- Электронная библиотека диссертаций (ЭБД) РГБ: <http://diss.rsl.ru/> - Режим доступа: ограниченный по логину и паролю
- Реферативная и библиографическая БД Web of Science, JCR компании Thomson Reuters: <http://webofknowledge.com> Режим доступа: ограниченный по логину и паролю
- Реферативная и библиографическая БД SCOPUS: <http://www.scopus.com/home.url> Режим доступа: ограниченный по логину и паролю
- Elibrary.ru. Научная электронная библиотека (РУНЭБ) Режим доступа: ограниченный по логину и паролю

*Научные поисковые системы*

- SCIENCE INDEX на основе данных РИНЦ [http://elibrary.ru/project\\_risc.asp](http://elibrary.ru/project_risc.asp) Режим доступа: ограниченный по логину и паролю
- Scopus <http://www.scopus.com/home.url> Режим доступа: ограниченный по логину и паролю
- 2. Web of Science <http://webofknowledge.com> Режим доступа: ограниченный по логину и паролю
- 3. Научная электронная библиотека РФФИ <http://www.elibrary.ru> Режим доступа: ограниченный по логину и паролю

*Профессиональные ресурсы сети «Интернет»*

<http://window.edu.ru/> - Федеральная информационная система: «Единое окно доступа к информационным ресурсам»

<http://www.rsl.ru> РГБ Российская государственная библиотека

<http://ben.irex.ru> БЕН Библиотека естественных наук

<http://www.gpntb.ru> ГПНТБ Государственная публичная научно-техническая библиотека

<http://ban.pu.ru> БАН Библиотека Академии наук

<http://www.nlr.ru> РНБ Российская национальная библиотека

<http://www.elibrary.ru> Научная электронная библиотека РФФИ

<http://www.lib.msu.su> Библиотека МГУ

<http://www.kge.msu.ru> Библиотеки химической литературы

<http://www.lib.asu.ru> Электронная библиотека зарубежных изданий

<http://www.chem.asu.ru> Электронная библиотека/неорганическая химия

<http://www.chem.port.ru/>

<http://www.ars.org/portalchemistry/>

<http://www.rusanalytchem.org/> <http://www.rusanalytchem.org/>

<http://www.chem.msu.su> портал фундаментального химического образования России

<http://lib.uni-dubna.ru/biblweb/> Библиотека университета «Дубна»