

## «АНАЛИТИЧЕСКАЯ ХИМИЯ»

### Примерные темы лабораторных работ

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование лабораторной работы
ЛР1	4	Приготовление растворов соляной кислоты, гидроксида натрия, карбоната натрия, ЭДТА, тиосульфата натрия, дихромата калия, перманганата калия, оксалата натрия
ЛР 2	4	Стандартизация раствора соляной кислоты по карбонату натрия. Стандартизация раствора гидроксида натрия по соляной кислоте. Определение соляной и борной кислоты при совместном присутствии
ЛР 3	4	Определение кальция и магния при совместном присутствии методом комплексонометрического титрования
ЛР 4	4	Стандартизация раствора тиосульфата натрия по дихромату калия. Иодометрическое определение меди
ЛР 5	4	Дихроматометрическое определение железа
ЛР 6	4	Стандартизация раствора перманганата калия по оксалату натрия. Перманганатометрическое определение железа
ЛР 7	5	Определение серной кислоты гравиметрическим методом
ЛР 8	8	Качественные реакции катионов
ЛР 9	8	Качественные реакции анионов
ЛР 10	8	Качественный анализ объекта (смеси сухих солей) с использованием кислотно-щелочной схемы
ЛР 11	14	Определение аминокислот в смеси методом бумажной хроматографии
ЛР 12	14	Определение 4-нитрофенола и 4-аминофенола в смеси методом бумажной хроматографии
ЛР 13	14	Определение уксусной кислоты ацетата натрия и хлорида натрия в смеси с использованием ионного обмена
ЛР 14	14	Изучение удерживания анионов методом двухколоночной ионной хроматографии
ЛР 15	15	Определение концентрации калия и натрия при совместном присутствии методом эмиссионной фотометрии пламени с использованием градуировочного графика
ЛР 16	15	Определение концентрации калия и натрия в пробах водопроводной (речной) воды методом эмиссионной фотометрии пламени (метод добавок)
ЛР 17	15	Определение примесей некоторых металлов в природных водах методом атомно-абсорбционной спектроскопии с использованием градуировочного графика
ЛР 18	16	Определение константы диссоциации органического реагента

19	16	Определение меди в виде аммиака дифференциально-фотометрическим методом
ЛР 20	16	Определение железа(III) с сульфосалициловой кислотой дифференциально-фотометрическим методом
ЛР 21	16	Определение марганца в виде перманганат-иона спектрофотометрическим методом
ЛР 22	16	Определение фосфора в виде молибдованадофосфорной кислоты спектрофотометрическим методом
ЛР 23	12, 16	Экстракционно-фотометрическое определение анионных ПАВ
ЛР 24	17	Определение сульфатов в растворе турбидиметрическим методом
ЛР 25	17, 19	Определение сульфатов кинетическим турбидиметрическим методом
ЛР 26	20	Определение pH растворов стеклянным электродом
ЛР 27	20	Определение активности ионов натрия в растворах стеклянным электродом
ЛР 28	20	Определение фторида в водах фторид-селективным электродом
ЛР 29	20	Определение pH и щелочности воды методом потенциометрического титрования
ЛР 30	21	Полярографические кривые и их характеристики
ЛР 31	21	Снятие и расшифровка полярографического спектра
ЛР 32	21	Полярографическое обнаружение ионов $\text{Cu}^{2+}$ , $\text{Cd}^{2+}$ , $\text{Zn}^{2+}$ , $\text{Pb}^{2+}$
ЛР 33	21	Полярографическое определение ионов $\text{Cd}^{2+}$ , $\text{Zn}^{2+}$ методом стандартов
ЛР 34	24	Анализ образца водопроводной воды
ЛР 35	24	Анализ образца природной воды
ЛР 36	24	Анализ образца сплава
ЛР 37	24	Анализ образца почвы

### Примерные темы семинаров

№ п/п	№ раздела дисциплины	Тема семинара
С1	4	Приготовление растворов
С2	2	Расчет ионной силы. Расчет коэффициентов активности. Расчет pH сильных кислот и оснований
С3	2	Расчет pH слабых кислот и оснований, буферных растворов, амфолитов
С4	2, 4	Расчет буферной емкости. Построение кривых кислотно-основного титрования слабой кислоты и слабого основания
С5	2	Построение распределительной диаграммы двухосновной кислоты
С6	4	Расчеты в кислотно-основном титровании

C7	4	Расчеты в кислотно-основном титровании
C8	2	Расчет равновесных концентраций и молярных долей комплексных частиц
C9	4	Расчеты в комплексонометрическом титровании
C10	2	Расчет окислительно-восстановительных потенциалов в различных условиях
C11	2, 4	Построение кривых окислительно-восстановительного титрования
C12	2	Определение направления реакций окисления — восстановления. Расчет константы равновесия
C13	4	Расчеты в окислительно-восстановительном титровании
C14	3	Статистическая обработка результатов анализа
C15	2	Расчеты растворимости
C16	2, 5	Расчеты растворимости
C17	5	Расчеты в гравиметрии
C18	20	Способы выражения концентраций, приготовления растворов. Основы потенциометрического метода анализа.
C19	20	Классификация электродов, применяемых в потенциометрическом методе анализа
C20	20	Виды потенциометрического титрования. Расчеты в кислотно-основном титровании
C21	20	Прямая потенциометрия. Метод градуировочного графика. Метод добавок.
C22	21	Метод инверсионной вольтамперометрии (ИВА). Совместное определение цинка, меди, свинца и кадмия в одной пробе
C23	21	Полярография. Методы расчета концентраций: метод добавок и метод градуировочного графика
C24	21	Пробоподготовка для ИВА, определение ионов металлов в природных, сточных водах и донных отложениях
C25	15	Атомная абсорбция
C26	16	Спектрофотометрические методы анализа. Закон Ламберта-Бугера-Бера Выбор оптимальных условий фотометрирования
C27	16	Фотоколориметрический метод анализа. Метод градуировочного графика и метод добавок
C28	3	Контроль точности в количественном химическом анализе: сходимос ть, воспроизводимос ть, точнос ть,
C29	18	Нефелометрический и турбидиметрический метод анализа. Экстракционно-фотометрический метод
C30	16	Методика определения содержания нитрит-ионов и ионов аммония, метод градуировочного графика

C31	16	Методика определения содержания железа общего
C32	14	Хроматография и другие методы разделения
C33	16	Методика определения содержания фосфат-ионов
C34	16	Определение содержания Cr и Mn при их совместном присутствии
C35	12, 16	Экстракционно-фотометрический метод определения меди
C36	12, 16	Экстракционно-фотометрический метод определения синтетических поверхностно-активных веществ
C37	23	Методы гамма-активационного анализа
C38	23	Методы нейтронно-активационного анализа
C39	23	Метод радиоизотопной метки (изотопного разбавления).
C40	23	Рентгеноспектральные методы анализа. Рентгеновская эмиссионная и флуоресцентная спектроскопия
C41	17, 18	Люминесцентный метод анализа. Масс-спектрометрия. Рефрактометрия, нефелометрия
C42	18	Инфракрасная спектроскопия
C43	15, 16	Атомно-эмиссионная и атомно-абсорбционная спектроскопия
C44	24	Анализ реальных объектов

### Домашние расчетно-графические работы

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование работы
ДРГ1	2	Построение распределительной диаграммы двухосновной кислоты
ДРГ2	2, 4	Построение кривой кислотно-основного титрования
ДРГ3	2	Построение функции образования форм комплексных соединений
ДРГ4	2, 4	Построение кривой окислительно-восстановительного титрования
ДРГ5	3	Статистическая обработка результатов анализа

### Контрольные работы

№ п/п	№ раздела дисциплины	Содержание работы
KP1	2, 4	Химическое равновесие. Кислотно-основное равновесие. Кислотно-основное титрование
KP2	2, 4	Комплексные соединения. Комплексометрическое титрование
KP3	2, 4	Окислительно-восстановительные реакции. Окислительно-восстановительные потенциалы. Окислительно-восстановительное титрование
KP4	2, 5	Равновесие раствор — осадок. Расчеты в гравиметрии

### Коллоквиумы

№ п/п	№ раздела дисциплины	Содержание
К1	1, 2, 4	Химическое равновесие. Кислотно-основное равновесие. Титриметрический метод анализа. Кислотно-основное титрование
К2	1, 2, 4	Комплексные соединения. Органические реагенты. Комплексоны и комплексонометрическое титрование. Меркуриметрия
К3	2, 4, 6	Окислительно-восстановительные реакции. Окислительно-восстановительное титрование. Кинетика в аналитической химии. Кинетические методы анализа
К4	2, 4, 5	Равновесие раствор — осадок. Осадительное титрование. Образование и свойства осадков. Гравиметрия
К5	20	Потенциометрические методы анализа
К6	21	Полярография. Метод инверсионной вольтамперометрии
К7	16	Фотометрические методы анализа

### Перечень вопросов, выносимых на экзамен

#### 3 семестр

1. Идеальные и реальные растворы. Теория Дебая—Хюккеля. Коэффициент активности. Молярная доля. Термодинамическая, реальная и условная константы устойчивости, их взаимосвязь.
2. Сущность и классификация титриметрических методов анализа. Основные приемы титрования (примеры). Кривые титрования. Выбор индикатора. Индикаторные погрешности.
3. Закон эквивалентов. Молярная концентрация эквивалента. Титр. Первичные и вторичные растворы (примеры). Способы приготовления бескарбонатной щелочи. Стандартизация растворов HCl и NaOH. Расчеты в титриметрии.
4. Основные концепции кислот и оснований. Протолитическая теория. Роль растворителя в протолитических равновесиях. Классификация растворителей. Характеристика амфипротных растворителей. Нивелирующий и дифференцирующий эффекты растворителей, их практическое использование.
5. Кривые титрования в кислотно-основном титровании. Факторы, влияющие на величину скачка. Титрование многоосновных кислот и многокислотных оснований.
6. Буферные растворы и их свойства. Буферная емкость.
7. Кислотно-основные индикаторы. Ионно-хромофорная теория. Интервал перехода индикатора. Метиловый оранжевый. Фенолфталеин. Индикаторная погрешность.
8. Определение карбоната и гидроксида натрия, карбоната и гидрокарбоната натрия при совместном присутствии: сущность, сущность, протекающие реакции, расчетные формулы.
9. Титрование смесей кислот. Определение соляной и борной кислот при совместном присутствии: сущность, реакции, индикаторы, расчетные формулы.
10. Определение солей аммония: сущность, приемы титрования, реакции, индикаторы. Определение органического азота по Кьельдалю.
11. Комплексные соединения. Термодинамическая и кинетическая устойчивость. Термодинамическая, реальная и условная константы устойчивости. Механизм реакций комплексообразования. Хелаты, хелатный эффект. Внутрикомплексные соединения. Примеры (фенантролин, 8-оксихинолин, диэтилдитиокарбаминат натрия).

12. Органические реагенты, Функционально-аналитические группировки (примеры). Факторы, влияющие на реакционную способность органических реагентов с ионами металлов (примеры). Диметилглиоксим и  $\beta$ -дикетоны.
13. Меркуриметрия: сущность метода, первичные и вторичные стандарты, стандартизация титранта, определение конечной точки титрования. Определение галогенид- и тиоцианат-ионов.
14. Комплексоны. Комплексонометрическое титрование. Кривая титрования, факторы, влияющие на величину скачка. Классификация индикаторов. Механизм действия металлохромных индикаторов.
15. Приемы комплексонометрического титрования. Определение кальция и магния при совместном присутствии: сущность, условия, индикаторы, расчет.
16. Приемы комплексонометрического титрования. Определение алюминия и анионов: сущность, условия, индикаторы.
17. Окислительно-восстановительные реакции. Уравнение Нернста. Стандартный и формальный потенциалы. Константа равновесия. Влияние комплексообразования, pH, образования малорастворимых соединений и слабых кислот на величину потенциала.
18. Кривые кислотно-основного титрования. Факторы, влияющие на величину скачка. Классификация индикаторов. Интервал перехода индикатора. Дифениламин. Индикаторная погрешность.
19. Перманганатометрия: сущность метода, первичные и вторичные стандарты, стандартизация раствора перманганата калия, примеры определений восстановителей, окислителей, органических веществ, соединений, не обладающих окислительно-восстановительными свойствами. Определение железа(II), роль компонентов смеси Рейнгарда—Циммермана.
20. Индуцированные (сопряженные и цепные) реакции, теория и примеры. Роль компонентов смеси Рейнгарда—Циммермана. Механизм реакций окисления—восстановления. Каталитические и автокаталитические реакции (примеры).
21. Дихроматометрия: сущность метода, стандартные растворы, определение восстановителей и окислителей. Определение железа(II): условия, индикатор, способы перевода железа(III) в железо(II).
22. Иодиметрия: сущность метода, первичные и вторичные стандарты, стандартизация раствора иода, индикатор. Примеры определений.
23. Иодометрия: сущность метода, первичные и вторичные стандартные растворы, стандартизация раствора тиосульфата натрия, индикатор. Определение меди(II), определение кислот.
24. Броматометрия: сущность метода, стандартные растворы, индикаторы. Примеры определения неорганических и органических соединений.
25. Сущность и классификация кинетических методов анализа. Сравнение характеристик некаталитических и каталитических методов анализа. Дифференциальный и интегральный варианты кинетических методов анализа. Способы определения концентрации.
26. Равновесие раствор — осадок. Растворимость. Сущность гравиметрического метода анализа. Требования, предъявляемые к осаждаемой и гравиметрической формам. Основные этапы выполнения определения. Промывание и высушивание (прокаливание) осадков.
27. Осадительное титрование. Аргентометрия: первичные и вторичные стандартные растворы, способы определения конечной точки титрования.
28. Схема образования осадка. Условия образования аморфных и кристаллических осадков. Определение серной кислоты и железа(III). Метод гомогенного осаждения (примеры).
29. Причины загрязнения осадков. Виды соосаждения, основные закономерности, способы устранения.
30. Органические и неорганические осадители. Определение никеля

31. Построение кривых аргентометрического титрования. Меркурометрия: сущность, первичные и вторичные стандартные растворы, индикаторы, практическое применение.
32. Предмет и методы аналитической химии. Способы определения концентрации. Чувствительность, предел обнаружения и нижняя граница определяемых содержаний. Классификация погрешностей. Способы оценки правильности. Представление результатов анализа.
33. Отбор пробы. Подготовка пробы к анализу.

#### 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.



## МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ОРГАНИЗАЦИИ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ

Самостоятельная работа проводится с целью углубления знаний по дисциплине и предусматривает чтение рекомендованной литературы для усвоения теоретического материала, подготовку к семинарам, решение задач из задачников, подготовку к различным формам контроля.

Перед выполнением лабораторной работы дома оформляют лабораторный журнал, в котором кратко записывают суть выполняемой работы и методику выполнения эксперимента, чтобы на занятии представлять ход работы и оптимизировать время ее выполнения. Перед выполнением лабораторной работы студент получает у преподавателя контрольную задачу. После выполнения работы студент проводит в лабораторном журнале необходимые вычисления и сдает преподавателю результат — массу вещества в контрольной задаче в г (с точностью до 0,0001 г). Работа сдана, если в лабораторном журнале стоит оценка (по пятибалльной системе), подпись преподавателя и дата сдачи работы.

После каждого семинара студенты получают задачи для самостоятельного решения из задачников (№ 2 и 3 в списке основной литературы). Выполнение домашних заданий необходимо для успешной подготовке к контрольным работам.

Расчетно-графические работы выполняются по индивидуальным заданиям. Необходимость применения компьютера или калькулятора определяется студентом.

При подготовке к коллоквиумам студент должен составить краткий конспект ответов на вопросы.

### МАТЕРИАЛЫ, ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ ДЛЯ КОНТРОЛЯ ЗНАНИЙ СТУДЕНТОВ

Для текущей аттестации студент выполняет 4 контрольных работы, 4 домашних расчетно-графических работы и сдает 4 коллоквиума.

#### *Примеры вариантов контрольных работ*

#### КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА № 1

##### Вариант 1

1. Укажите эквивалент и фактор эквивалентности мышьяковой кислоты в реакции  
$$\text{H}_3\text{AsO}_4 + \text{NaOH} \rightarrow \text{Na}_2\text{HAsO}_4 + \text{H}_2\text{O} \quad (0,5 \text{ балла})$$
2. Рассчитайте активность ионов  $\text{Mg}^{2+}$  и  $\text{Cl}^-$  в 0,0330 М растворе хлорида магния. Рассчитайте средний коэффициент активности. (2,5 балла)
3. Рассчитайте pH 1,0 М раствора мочевины. (1 балл)
4. Определите тип и знак индикаторной погрешности при титровании 0,01 М раствора слабой кислоты ( $K_a = 1 \cdot 10^{-4}$ ) 0,01 М раствором гидроксида натрия с индикатором бромтимоловым синим ( $pT = 7,3$ ). (1,5 балла).
5. Рассчитайте, как изменится pH раствора 0,01 М по  $\text{NH}_3$  и 0,01 М по  $\text{NH}_4^+$ , если к 100,0 мл его добавить 10,0 мл 0,10 М  $\text{HCl}$ . Хватает ли буферной емкости исходного раствора для компенсации pH? (2,5 балла)
6. Навеску неизвестного вещества массой 2,000 г растворили в мерной колбе вместимостью 100,0 мл. На титрование 25,00 мл раствора израсходовали 20,00 мл 0,4455 М  $\text{HCl}$ . Определите, что входило в состав вещества:  $\text{NaOH}$  или  $\text{KOH}$ . (2 балла)

## КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА № 2

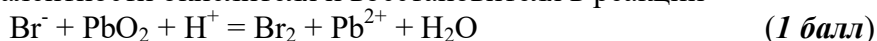
### Вариант 2

1. Рассчитайте равновесную концентрацию ионов  $\text{Cu(II)}$  в растворе, 1 л которого содержит 0,10 моль  $\text{Cu(NO}_3)_2$  и 2,0 моль аммиака. (2 балла)
2. Сколько миллилитров 2 М раствора  $\text{NH}_3$  необходимо добавить к 200 мл 0,05 М раствора  $\text{AgNO}_3$ , чтобы концентрация ионов серебра понизилась до  $1,0 \cdot 10^{-5}$  М? (3 балла)
3. Рассчитайте условную константу устойчивости комплекса магния с ЭДТА ( $\text{MgY}^{2-}$ ) при pH 9,0, если константа устойчивости его равна  $4,90 \cdot 10^8$ . (2 балла)
4. Для определения цианида пробу объемом 25,00 мл анализируемого раствора добавили к 50,00 мл 0,01000 М  $\text{NiSO}_4$ , содержащего аммонийный буфер. Избыток никеля оттитровали 24,25 мл 0,1000 М ЭДТА с мурексидом. Вычислите концентрацию (г/л) KCN в исследуемом растворе, если при взаимодействии с никелем образуется  $[\text{Ni(CN)}_4]^{2-}$ . (3 балла)

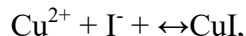
## КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА № 3

### ВАРИАНТ 1

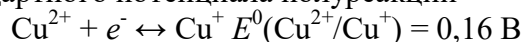
1. С использованием метода электронно-ионного баланса определите эквивалент и фактор эквивалентности окислителя и восстановителя в реакции



2. Рассчитайте стандартный потенциал и формальный потенциал (в 2М KI) полуреакции



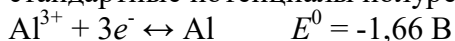
исходя из величины стандартного потенциала полуреакции



и произведения растворимости  $\text{CuI}$   $K_s^0 = 1,10 \cdot 10^{-12}$ .

Какое из соединений а) ион  $\text{Cu}^+$  или б)  $\text{CuI}$  обладает большей восстановительной способностью?(3 балла)

3. Рассчитайте константу устойчивости комплекса  $\text{Al(OH)}_4^-$ , если известны стандартные потенциалы полуреакций



и  $\text{Al(OH)}_4^- + 3e^- \leftrightarrow \text{Al} + 4\text{OH}^- \quad E^0 = -2,31 \text{ В}$ . (3 балла)

4. К 25,00 мл раствора  $\text{H}_2\text{S}$  прибавили 50,00 мл раствора  $\text{I}_2$ , имеющего  $T(\text{I}_2/\text{As}_2\text{O}_3) = 0,002473$ . Избыток иода оттитровали 11,00 мл 0,02040 н.  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$  ( $f_{\text{экв}} = 1$ ). Вычислите концентрацию (г/л)  $\text{H}_2\text{S}$  в растворе. Мол. массы:  $\text{H}_2\text{S}$  34,08,  $\text{As}_2\text{O}_3$  197,84. (3 балла)

## КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА № 4

### Вариант 8

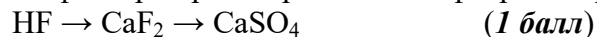
1. Сколько граммов свинца будет потеряно за счет растворимости сульфата свинца при осаждении из 100,0 мл  $1,0 \cdot 10^{-2}$  М раствора нитрата свинца эквивалентным количеством  $1,0 \cdot 10^{-2}$  М раствора  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ?  $K_s^0(\text{PbSO}_4) = 1,6 \cdot 10^{-8}$ . Атомная масса Pb 207,2. (2 балла)

2. Насыщенный раствор  $\text{CaSO}_4$  смешали с равным объемом раствора, содержащего 0,0248 г  $\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4$  в 1 л. Произойдет ли образование осадка  $\text{CaC}_2\text{O}_4$ ? (3 балла)

3. Какой объем соляной кислоты (плотность 1,17 г/мл) потребуется для осаждения серебра в виде  $\text{AgCl}$  из 2,0 г сплава, содержащего 22 % Ag, при использовании полуторного количества осадителя? Атомная масса Ag 107,87. (2 балла)

4. Какую навеску латуни, содержащей около 6 % олова, нужно взять для получения 0,1 г диоксида олова? Атомная масса Sn 118,71. (2 балла)

5. Рассчитайте гравиметрический фактор при определении фтороводородной кислоты по схеме



### ***Примеры вариантов коллоквиумов***

#### **КОЛЛОКВИУМ № 1**

##### **Вариант 4**

1. Кривые титрования: линейные, монологарифмические, билогарифмические. Степень оттитрованности.
2. Факторы, влияющие на величину скачка в кислотно-основном титровании. На одном рисунке нарисовать кривые титрования а) 0,1 М HCl 0,1 М NaOH, б) 0,05 М HCl 0,1 М NaOH, в) 0,1 М HCl 0,05 М NaOH, г) 0,1 М NaOH 0,1 М HCl.
3. Приготовление и стандартизация раствора HCl по  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ,  $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7$ . Записать уравнения реакций, указать индикаторы. Почему соляная кислота не является первичным стандартом?

#### **КОЛЛОКВИУМ № 2**

##### **Вариант 5**

1. Органические реагенты. Понятие о функционально-аналитических группировках.
2. Равновесия в растворе эриохромового черного Т, механизм действия.
3. На одном рисунке нарисуйте кривые титрования  $\text{Ca}^{2+}$  при pH 6, 8, 10. Объясните ход кривых.
4. Сколько скачков титрования можно наблюдать на кривой титрования ЭДТА раствором щелочи? Какие вещества можно использовать для стандартизации раствора ЭДТА?

#### **КОЛЛОКВИУМУ № 3**

##### **Вариант 1**

1. Уравнение Нернста. Стандартный и формальный потенциалы. Влияние pH и образования малодиссоциированного соединения на величину потенциала.
2. Общая характеристика метода перманганатометрии: уравнение реакции, первичные и вторичные стандартные растворы, индикатор, практическое применение. Приготовление и стандартизация раствора перманганата калия. Почему перманганат калия не является первичным стандартом?
3. Способы определения концентрации в кинетических методах анализа: дифференциальный вариант, интегральный вариант, метод тангенсов, метод фиксированного времени, по длительности инкубационного периода.

#### **КОЛЛОКВИУМ № 4**

##### **Вариант 2**

1. Равновесие раствор — осадок. Термодинамическое, реальное, условное произведение растворимости, их взаимосвязь. Вычисления в гравиметрии, гравиметрический фактор.
2. Требования, предъявляемые к реакциям в осадительном титровании. Аргентометрия. Меркурометрия. Сущность методов, первичные и вторичные стандарты, примеры практического применения.
3. Определение железа(III) в виде гидроксида: условия осаждения, осаждаемая и гравиметрическая форма, промывная жидкость.

### Примеры вариантов домашних работ

**1. Постройте распределительную диаграмму двухосновной кислоты.** Постройте диаграмму областей доминирования форм. Постройте кривые образования и диссоциации кислоты. Результаты представьте в виде таблиц и графиков.

Вариант	Кислота	Формула	$K_{a1}$	$K_{a2}$	Диапазон pH
1	Винная	HOOCCH(OH)COOH	$9,1 \cdot 10^{-4}$	$4,3 \cdot 10^{-5}$	0—14

**2. Постройте кривую кислотно-основного титрования.** Объем титруемого раствора 100,0 мл. *Расчеты провести с учетом разбавления.* Результаты представьте в виде таблицы и графика.

Прибавлено титранта, мл	$f$	Состав раствора	Формула для расчета pH	pH

Рассчитайте величину скачка, если относительная погрешность изменения объема составляет  $\pm 0,1 \%$ .

Выберите подходящий индикатор, если для метилового оранжевого интервал pH перехода окраски составляет 3,0—4,4 (pT 4,0), бромкрезолового синего — 6,0—7,6 (pT 7,3), фенолфталеина — 8,2—10,0 (pT 9,0).

Рассчитайте индикаторную погрешность.

Вариант	Титруемое соединение	$K_a$	$c$ , М	Титрант	$c$ , М
1	Муравьиная кислота	$1,8 \cdot 10^{-4}$	0,1	NaOH	0,05

**3. Постройте распределительную диаграмму для комплексных соединений.** Постройте диаграмму областей доминирования форм. Постройте зависимость функции образования от концентрации лиганда. Диапазон концентраций лиганда 1,0 —  $1,0 \cdot 10^{-9}$  М. Результаты представьте в виде таблиц и графиков.

Вариант	Ион металла	Лиганд	$\beta_1$	$\beta_2$
1	$\text{Cu}^+$	$\text{NH}_3$	$8,51 \cdot 10^5$	$5,5 \cdot 10^8$

**4. Постройте кривую окислительно-восстановительного титрования.** Титруют 100,0 мл раствора. Результаты представьте в виде таблицы и графика.

Прибавлено титранта, мл	$f$	Состав раствора	Формула для расчета $E$	$E$ , В

Вариант	Титруемое соединение	$c$ , н.	Титрант	$c$ , н.	Среда
1	$\text{FeSO}_4$	0,1	$\text{KMnO}_4$	0,1	$[\text{H}^+] = 2\text{M}$

Рассчитайте величину скачка титрования, если погрешность составляет  $\pm 0,2 \%$ .

Укажите, какой из перечисленных окислительно-восстановительных индикаторов можно использовать для определения конечной точки титрования.

Рассчитайте индикаторную погрешность.

**5. Статистическая обработка результатов анализа.** Для обработки берут результаты одной (по указанию преподавателя) из контрольных задач по титриметрии. Расчеты ведут по схеме, данной в лекции или приведенной в учебнике. Результат записывают с доверительным интервалом ( $P = 0,95$ ), оставляя необходимое число значащих цифр. Получив от преподавателя истинное значение массы определяемого вещества, оценивают относительную погрешность и процентную меру правильности. Оценивают значимость расхождения между экспериментально определенным средним значением и истинным значением. Делают вывод о правильности и воспроизводимости результатов анализа.

**Пример экзаменационного билета**  
**ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 1**

**Дисциплина** «Аналитическая химия»

**Направление** «Химия»

**1.** Основные концепции кислот и оснований. Протолитическая теория. Роль растворителя в протолитических равновесиях. Классификация растворителей. Характеристика амфипротных растворителей. Нивелирующий и дифференцирующий эффекты растворителей, их практическое использование.

**2.** Осадительное титрование. Аргентометрия: кривые титрования, первичные и вторичные стандартные растворы, способы определения конечной точки титрования. Меркурометрия: сущность, первичные и вторичные стандартные растворы, индикаторы, практическое применение.

**3.** Перманганатометрия: сущность метода, первичные и вторичные стандарты, стандартизация раствора перманганата калия, примеры определений.

**4.** Навеску кальцинированной соды массой 0,1267 г растворили в воде и оттитровали в присутствии метилового оранжевого 22,65 мл 0,1002 М раствора HCl. Вычислите массовую долю (%)  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  в образце.

**Коллоквиум «Потенциометрия»**

**Вариант 1**

1. На чем основан потенциометрический метод анализа?
2. Электродные потенциалы. Возникновение электродного потенциала. Равновесный электродный потенциал.
3. Рассчитайте pH аммонийной буферной смеси, полученной смешиванием 10 мл 0,05 М раствора  $\text{NH}_4\text{OH}$  и 5 мл 0,05 М раствора HCl
4. Рассчитайте содержание HCl в колбе на 100 мл, если на титрование 10 мл пошло 9,3 мл раствора NaOH с концентрацией 0,1003 н.
5. Начертите кривую титрования 0,1 М HCl 0,1 М раствором NaOH в координатах pH – V
6. Способы нахождения конечной точки титрования при потенциометрическом титровании.

**Коллоквиум**

**ФОТОКОЛОРИМЕТРИЯ. Вариант 1**

1. В чем сущность колориметрического, фотометрического и спектрофотометрического методов анализа?
  2. Обоснование и методика количественного определения ионов аммония в природных водах.
  3. Оперативный контроль сходимости.
  4. В.П. Васильев Сборник вопросов, упражнений и задач стр. 211 № 1
- 

**Проверочная работа № 1**

**Вопросы**

- 1) Общая характеристика потенциометрического анализа.
- 2) Электродные потенциалы. Возникновение электродного потенциала.
- 3) Теоретические основы метода потенциометрии. Равновесный электродный потенциал.
- 4) Зависимость электродных потенциалов от активности ионов в растворе. Уравнение Нернста.
- 5) Сущность потенциометрического анализа. Окислительно-восстановительный потенциал.
- 6) Электроды потенциометрии. Электроды сравнения.
- 7) Уравнение Нернста для различного типа электродов.
- 8) Какая зависимость выражается уравнением Нернста? Пояснить смысл входящих в него величин.
- 9) Индикаторные электроды, применяемые в различных типах химических реакций.
- 10) Стекланный электрод и его устройство.

- 11) Зависимость потенциала стеклянного электрода от pH раствора
- 12) Электроды сравнения. Подготовка стеклянного электрода к работе.
- 13) Указать требования, которые предъявляются к электродам потенциометрии. Коэффициент селективности. Концентрационный интервал.
- 14) Электродная функция, коэффициент селективности, время отклика.
- 15) Указать достоинства, недостатки и области применения метода прямой потенциометрии.
- 16) Электродная схема измерения pH растворов с использованием лабораторных потенциометров. Настройка приборов по буферным растворам.
- 17) Прямая потенциометрия (pH-метрия; ионометрия).
- 18) В чем сущность потенциометрического определения pH раствора?
- 19) Общая и активная кислотность среды.
- 20) Как провести определение активной кислотности среды методом прямой потенциометрии (аппаратура, подготовка и настройка аппаратуры. принципы измерения).
- 21) На чем основан потенциометрический метод анализа?
- 22) Что такое электрод первого, второго и третьего рода?
- 23) Какие Вы знаете электроды сравнения, от чего зависит их потенциал?
- 24) На какие основные группы можно разделить индикаторные электроды?
- 25) Покажите принципиальную схему определения потенциала индикаторного электрода.

#### **Задачи**

1. Рассчитайте pH аммонийной буферной смеси, полученной смешиванием 10 мл 0,05 М раствора  $\text{NH}_4\text{OH}$  и 5 мл 0,05 М раствора  $\text{HCl}$
2. К 50 мл 0,1 М раствора  $\text{CH}_3\text{COOH}$  прибавлено 50 мл 0,1 М раствора ацетата натрия. Рассчитайте pH смеси.
3. К 500 мл 0,1 М раствора  $\text{CH}_3\text{COOH}$  прибавлено 500 мл 0,2 М раствора ацетата натрия. Вычислить pH полученного раствора.
4. К 10 мл 0,1 М раствора гидроксида аммония прибавлено 10 мл 0,06 н. раствора серной кислоты. Определить pH смеси.
5. Вычислить и сравнить pH растворов: а) 0,1 М  $\text{HCl}$  и 0,1 М  $\text{CH}_3\text{COOH}$ ; б) содержащих по 5 г/л  $\text{HCl}$  и  $\text{CH}_3\text{COOH}$
6. Применительно к какому электроду уравнение Нернста имеет вид:  $E = \text{const} + 0,059/n \lg (a_i + K_{ij}a_j)$ .
7. Применительно к какому электроду уравнение Нернста имеет вид:  $E = E^\circ + 0,059/n \lg \frac{a_{\text{ок}}}{a_{\text{в}}}$

#### **Потенциометрия. Проверочная работа №1.**

##### **Вариант 1**

1. На чем основан потенциометрический метод анализа?
2. Электродные потенциалы. Возникновение электродного потенциала. Равновесный электродный потенциал.
3. Рассчитайте pH аммонийной буферной смеси, полученной смешиванием 10 мл 0,05 М раствора  $\text{NH}_4\text{OH}$  и 5 мл 0,05 М раствора  $\text{HCl}$

---

#### **Потенциометрия. Проверочная работа №2.**

##### **Вариант 1**

1. Сущность метода потенциометрического титрования
  2. Электродные потенциалы. Возникновение электродного потенциала. Равновесный электродный потенциал.
  3. Кривые потенциометрического титрования при кислотно-основном титровании. Влияние концентрации и силы кислоты и основания на характер кривой.
-

## МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРЕПОДАВАТЕЛЕЙ

Применяемые методы преподавания включают лекции с использованием презентаций, индивидуальные и групповые задания при проведении семинарских занятий и лабораторных работ. Преподавание дисциплины основано на активном участии студентов в учебном процессе. На первом занятии каждый студент получает методическую разработку, содержащую планы лекций (с указанием к каждой лекции страниц из учебника для самостоятельного изучения) и практических занятий (семинаров и лабораторных работ с указанием домашнего задания), вопросы к коллоквиумам и варианты домашних расчетно-графических работ.

Перед выполнением лабораторной работы проводится вводная беседа, в ходе которой демонстрируются основные приемы выполнения отдельных операций, кратко объясняется сущность выполняемой работы, особенности ее проведения, а также порядок работы. Перед выполнением лабораторной работы преподаватель проверяет у студента лабораторный журнал, в котором должна быть записана методика выполнения работы. Конечным результатом выполнения каждой лабораторной работы является анализ контрольной задачи, содержащей точно известное количество вещества (или двух веществ). После проведения лабораторной работы преподаватель проверяет полученные результаты и выставляет оценку в зависимости от правильности определения массы вещества в контрольной задаче. Если полученный результат отличается от истинного значения на  $\leq 2$  мг, то за лабораторную работу студент получает оценку 5, на  $\leq 4$  мг — 4, на  $\leq 7$  мг — 3, на  $\leq 10$  мг — 2, на  $\geq 10$  мг — 1.

Пропущенные лабораторные работы отрабатываются студентом в дополнительное время, согласованное с преподавателем и лаборантом.

Содержание практических семинарских занятий определяется календарным планом, составленным лектором на основе рабочей программы и утвержденным заведующим кафедрой и проректором по учебной работе. Семинарские занятия призваны закрепить теоретические знания, познакомить с алгоритмами решения задач по аналитической химии, показать выводы отдельных формул, применение формул при решении конкретных практических задач.

Для промежуточного контроля знаний студентов преподаватель проводит контрольные работы по решению задач и коллоквиумы по теоретическому материалу и лабораторным работам. Расчетно-графические работы сдаются в виде таблицы, содержащей формулы и результаты расчетов, и графика, построенного либо на миллиметровке, либо с использованием компьютера (по желанию студента).

Зачет выставляется по результатам выполнения всех видов работ, входящих в учебный план. Для отстающих студентов проводятся дополнительные аудиторские занятия по написанию контрольных работ и сдачи коллоквиумов.

Все знания, умения и навыки, приобретаемые студентами в результате изучения дисциплины, оцениваются в баллах. Оценка качества работы и знаний студентов является накопительной и проводится в течение всего семестра. Рейтинговая оценка знаний студентов осуществляется по следующим позициям:

Позиция	Баллы		Коэффициент*
	за 1	за все	
Практические контрольные задачи	1—5	35	0,6
Коллоквиумы	10	40	0,8
Контрольные работы	10	40	0,8
Домашние работы: — построение распределительной диаграммы;	5		0,8

— построение кривой кислотно-основного титрования; — построение кривой окислительно-восстановительного титрования; — статистическая обработка результатов титрования.	5		
	5		
	5	Всего 20	
Посещение лекций	—	7,5**	—
Работа на семинарах	—	7,5	—
Общая сумма баллов	150		

*Примечания.* \* Оценка выставляется с коэффициентом при несвоевременном выполнении заданий, предусмотренных календарным планом, без уважительной причины.

\*\* Количество баллов пропорционально числу посещенных лекций.

Для получения зачета по аналитической химии необходимо выполнить все задания, предусмотренные календарным планом, и набрать **не менее 75 баллов**.

Оценки, полученные на коллоквиуме и на экзамене, переводятся в баллы:

Оценка	Баллы		
	Коллоквиум	Вопрос на экзамене	Экзамен
«Отлично»	10	25	86—100
5-	9	22	
«Хорошо»	8	19	71—85
4-	7	16	—
«Удовлетворительно»	5	13	51—70
3-	4	10	—
«Неудовлетворительно»	Пересдача	0	50 и менее

Оценка студента в зачетную книжку зависит от суммарного числа баллов, полученных на экзамене и за работу в семестре:

«Отлично»	«Хорошо»	«Удовлетворительно»
201—250 баллов	151—200 баллов	126—150 баллов



## Примерная тематика курсовых работ

	Определение растворимости $\text{NH}_4\text{VO}_3$ в водных растворах хлорида аммония
	Исследование высокотемпературных твёрдоэлектролитных сенсоров на основе диоксида циркония, потенциометрический режим работы
	Исследование высокотемпературных твёрдоэлектролитных сенсоров на основе диоксида циркония, термокаталитический режим работы
	Изучение процессов разделения горючих газов на хроматографической колонке с использованием воздуха в качестве подвижной фазы
	Плутоний в окружающей среде и аналитические методы его определения
	Нефтедобывающие и нефтеперерабатывающие комплексы как источники загрязнения окружающей среды (неорганические загрязнители).
	Гальванические элементы на основе алюминия и природных электролитных систем.
	<del>Методы определения органического углерода почвы</del>
	<del>Применение программы IONCHROM для решения задач ионной хроматографии.</del>
	<del>Развитие техники термокинетических методов анализа</del>
	<del>Рентгенофлуоресцентный анализ растительных образцов (листья, трава, грибы, древесина)</del>
	<del>Поверхностные наноконструкции в пьезорезонансных сенсорах</del>
	<del>Применение программы MOLCHROM для решения задач газовой хроматографии.</del>
	<del>Определение распределения микроэлементов в системе почва-грибы</del>
	<del>Радиохимический трековый анализ урана (образцы воды, почвы). Обзор.</del>
	<del>Определение анионного состава природных вод и пищевых продуктов методом ионной хроматографии</del>
	Определение растворимости селена в водных растворах в присутствии кристаллического йода
	Растворимость оксалата кальция в водных растворах
	Определение содержания воды при дегидратации кизерита $\text{MgSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$
	Определение содержания микроводорослей в воде методом окситермографии
	Термокинетический анализ полимеров
	Комплексометрическое определение лантаноидов
	Биотехнология наночастиц CdS для использования в электронной промышленности (Обзор)
	Установление метрологических характеристик метода окситермографии

В течение учебного года студенты выполняют курсовую работу. После первого семестра происходит отчет по литературному обзору по теме курсовой работы. После второго семестра происходит защита курсовой работы

	Потенциометрические методы определения ионов в водных объектах на основе ионселективных электродов
	Определение БПК (биологическое потребление кислорода) и инаktivации «активного ила» при воздействии органических загрязнителей воды
	Использование мембранного фракционатора (применяемого в нанотехнологии) в экологических исследованиях водных объектов окружающей среды
	Определение химического состава малахита, $\text{Cu}_2\text{CO}_3(\text{OH})_2$
	Определение химического состава кизерита, $\text{MgSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$
	Использование экспресс-анализатора органических примесей в воде и ХПК (химическое потребление кислорода) в экологических исследованиях водных объектов окружающей среды
	Изучение возможности использования твердых экстрагентов (ТВЭКов) для экспресс-определения металлов в объектах окружающей среды
	Определение содержания бора в кристаллах искусственного алмаза трековым методом
	Изучение растворимости $\text{Zr}(\text{SO}_4)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}(\text{к})$ в водных растворах серной кислоты.
	Определение Ni и Fe в водных средах вольтамперометрическим методом.
	Определение БПК (биологическое потребление кислорода) в природных водах.
	Инструментальный гамма-активационный анализ палладия
	Определение растворенного органического углерода в природных водах, дренирующих болота в районе Дубны и Тверской области
	Использование мембранного фракционатора в экологических исследованиях водных объектов окружающей среды
	Использование экспресс-анализатора ХПК (химическое потребление кислорода) в экологических исследованиях водных объектов окружающей среды.
	Изучение атмосферных выпадений тяжёлых металлов и других следовых элементов в Хорватии с использованием НАА и ТНС-технологии.
	Исследование наличия токсичных примесей в пищевых продуктах методом ионной хроматографии.
	Определение Ni в водных средах
	Определение Fe в водных средах
	Разработка окситермографических методов анализа привитых к поверхности кварца органических соединений.
	Разработка окситермографического определения органической фазы на обращенофазовых сорбентах.
	Определение органического вещества методом окситермографии в почвах и грунтах
	Анализ анионного состава питьевой воды и продуктов питания методом ионной хроматографии

## Ресурсное обеспечение

### Основная литература

1. **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.
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.

### Дополнительная литература

1. **Систематические и случайные погрешности химического анализа:** Учебное пособие для вузов /; Под ред. М.С.Черновьянц. - М.: Академкнига, 2004. - 160с.: ил. - Лит.:с.142.-Прил.:с.145. - ISBN 5-94628-154-2.
2. **Харитонов Ю.А.** Аналитическая химия. Кн.2 / Харитонов Ю.А. - М.: Высшая школа, 2008.
3. **Белюстин А.А.** Аналитическая химия. Методы идентификации и определения веществ. Академия, 2008 г.
4. **П.П. Гладышев, И.Л. Ходаковский.** Рекомендации и требования по выполнению и оформлению курсовых работ для студентов направления «Химия» – Дубна, 2010 г
5. **Моржухина С.В.** Основы физико-химических методов анализа: Учебно-методическое пособие: В 2 ч. Ч.2 : Фотометрия. - Дубна: , 2010. - 76с.
6. **Моржухина С.В.** Основы физико-химических методов анализа: Учебно-методическое пособие: В 2 ч. Ч.1 : Потенциометрия- Дубна: , 2011. - 76с.
7. **Никулина А.В., Кучменко Т.А.** Кривые титрования: учебное пособие, ВГУИТ, Воронеж, 2011 (ЭБС "КнигаФонд")
8. **Алексеев В.Н.** Курс качественного химического полумикроанализа: Учебник (гриф) / Алексеев В.Н. - : Альянс, 2007. -. - ISBN 978-5-903034-21-
9. **Причард Э.** Контроль качества в аналитической химии / Причард Э., Барвик В.; Пер.с англ. И.В.Болдырева. - СПб.: Профессия, 2012. - 320с. - Лит.-Прил.:с.287. - ISBN 978-5-91884-023-8.
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.; 60x90 1/16. - (Высшее образование). (переплет) ISBN 978-5-16-009043-6, (ЭБС ZNANIUM.COM)
14. Васильева В.И. Спектральные методы анализа : Практическое руководство. Учебное пособие / В. И. Васильева. - 1-е изд. - СПб. : Лань : Лань-Трейд, 2014. - ISBN 978-5-8114-1638-7.
15. Беккер Ю. . Хроматография. Инструментальная аналитика: методы хроматографии и капиллярного электрофореза. Техносфера, 2009

#### **ЭБС и БД на основе лицензионных соглашений с университетом Дубна**

Журналы Американского химического общества (ACS)

Электронная библиотека диссертаций РГБ

Elibrary.ru. Научная электронная библиотека (РУНЭБ)

Royal Society of Chemistry

#### **Наукометрические и реферативные базы данных**

SCIENCE INDEX на основе данных РИНЦ

Scopus

Web of Science

#### **Электронно-библиотечные системы**

ЭБС "КнигаФонд"

ЭБС "Лань"

ЭБС "Университетская библиотека онлайн"

ЭБС НЭЛБУК

ЭБС Znanium.com

#### **Журналы on-line**

Вестник Московского университета. Сер.2. Химия

Вестник Московской государственной академии тонкой химической технологии им.М.В.Ломоносова

Известия высших учебных заведений. Химия и химическая технология

Мембраны

Российский химический журнал

Сорбционные и хроматографические процессы

Успехи химии

#### **Ресурсы Интернет**

Аналитическая химия в России

Ресурсы WWW для химиков

ХиМиК.ru

Химический сервер

[Химический ускоритель](#)

## **Библиографические базы данных**

[Базы данных ИНИОН](#)

[Всероссийский институт научной и технической информации \(ВИНИТИ\)](#)

[Библиографическая база данных Ingenta](#)

## **Российские библиотеки**

1. Российская Государственная Библиотека (РГБ)
2. Российская национальная библиотека (РНБ), г. Санкт-Петербург
3. Библиотека по естественным наукам РАН (БЕН РАН)
4. Государственная публичная научно-техническая библиотека (ГПНТБ)
5. Научно-техническая библиотека ОИЯИ
6. Научная библиотека МГУ им. М. В. Ломоносова
7. Библиотека университета «Дубна