

МИНОБРНАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Брянский государственный университет  
имени академика И.Г. Петровского»

Кафедра химии

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой

 (Кузнецов С.В.)

«18» 03 2022г.

**Методические рекомендации к прохождению  
государственной итоговой аттестации**

**ОСНОВНОЙ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ**

Направление подготовки (Специальность)

04.03.01 – ХИМИЯ

*код и наименование направления подготовки (специальности)*

Направленность программы (профиль)

Аналитическая химия

*наименование направленности (специализации) программы*

Квалификация выпускника:

бакалавр

2022 г.

## СОДЕРЖАНИЕ

1. ТРЕБОВАНИЯ К ЗАЩИТЕ ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЫ	3
1.1. Вид выпускной квалификационной работы	3
1.2. Структура выпускной квалификационной работы и требования к ее содержанию	3
1.3. Примерная тематика и порядок утверждения тем выпускных квалификационных работ	6
1.4. Порядок оформления и представления в государственную аттестационную комиссию выпускной квалификационной работы	6
1.5. Порядок защиты выпускной квалификационной работы	8
2. ТРЕБОВАНИЯ К ГОСУДАРСТВЕННОМУ ЭКЗАМЕНУ ПО ХИМИИ	10
2.1. Программа государственного экзамена.	10
2.2. Методические рекомендации студентам.	35
3. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ	62

## **1. ТРЕБОВАНИЯ К ЗАЩИТЕ ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЫ**

### **1.1. Вид выпускной квалификационной работы**

Выпускная квалификационная работа выполняется в виде выпускной квалификационной работы бакалавра.

### **1.2. Структура выпускной квалификационной работы и требования к ее содержанию**

Выпускная квалификационная работа должна быть представлена в форме рукописи и должна соответствовать требованиям изложенным в Положении о выпускной квалификационной работе, утвержденном Ученым советом ФГБОУ ВО БГУ 22.09.2015 г.

#### **Общие требования**

Оформление ВКР регламентируется ГОСТ Р 7.0.5-2008/ГОСТ Р7.0.11-2011. Ориентировочный объем бакалаврской работы 50-60 страниц текста.

Текст ВКР готовится с помощью текстового редактора, печатается на одной странице каждого листа бумаги формата А4 (компьютерный шрифт TimesNewRoman – 14, интервал 1,5 для основного текста, TimesNewRoman – 12, интервал 1,0 – для сносок), представляется в твердом переплете в отпечатанном виде и на электронном носителе.

#### **Абзац**

Абзац начинается с отступа. Текст выравнивается по ширине.

Поля. Левое – 2,5 см, правое – 1,0 см, верхнее – 2,0 см, нижнее – 2,0 см. Все страницы диссертации имеют сквозную нумерацию. Первой страницей считается титульный лист, на котором нумерация не ставится, на следующей странице ставится цифра "2". Порядковый номер печатается на середине верхнего поля страницы, без каких-либо дополнительных знаков (тире, точки).

#### **Таблицы**

Таблицы вставляют в текст работы после их первого упоминания. Если таблица небольшая, то ее помещают сразу после абзаца, в котором на нее ссылаются. Большую таблицу располагают на отдельной странице.

Таблица должна иметь номер и название, помещаемые непосредственно перед таблицей. Знак "№" (номер) не ставится. Сокращения в заголовках не допускаются. Точка в конце названия не ставится. Нумерация таблиц «сквозная» по всем разделам работы. Например, «Таблица 1. Спектральные характеристики синтезированных карбоборидов».

Названия заголовков пишут в единственном числе и с заглавной буквы: «Растворитель», «Температура» и др. Деление ячейки диагональю для заголовка недопустимо.

Примечания и сноски со знаком “\*” пишут сразу под таблицей, а не внизу страницы. Например: «Примечание. “\*” - Значения больше 0».

Допускается помещать таблицу вдоль длинной стороны листа документа.

При переносе большой таблицы на следующую страницу колонки нумеруют и вместо заголовков приводят только номера. Вместо названия пишут «Таблица 1 (продолжение)» или «Таблица 1 (окончание)».

Единицы измерения, общие для всех показателей таблицы, выносят в название таблицы, например: «Масса, г».

### **Рисунки**

Все виды иллюстративного материала (рисунок, фотография, схема, диаграмма, чертеж, график) называют “рисунком”. Как и таблицы, рисунки помещают после первой ссылки на них в тексте на той же странице. Если рисунок большой, ему можно отвести отдельный лист. При оформлении рисунков нужно соблюдать следующие требования

Рисунок должен иметь номер и название. Например, «Рисунок 1. Динамика среднемесячной температуры воздуха». Название рисунка, в отличие от названия таблицы, помещают под рисунком. Нумерация рисунков по всему тексту «сквозная».

Примечания к рисунку пишут сразу после названия более мелким шрифтом или курсивом.

Если один рисунок состоит из нескольких графиков, фотографий, схем и т.д., каждую их этих частей обозначают буквами русского алфавита. При ссылке в тексте можно уточнить: рис. 1а или 1г.

Если это требуется, необходимо дать легенду к рисунку. Оси графиков должны быть обозначены. Существенные части рисунка иногда полезно выделить с помощью стрелок, контура или штриховки. Рисунки могут быть цветными или черно-белыми, по усмотрению автора. Не нужно стремиться сделать графики, диаграммы и схемы цветными при оформлении текста работы.

Типы графиков и диаграмм: линейный – линия соединяет более трех точек. Этот тип графика используют, если соединяемые точки связаны во времени (динамика) или пространстве (изменение показателя в градиенте). Важно помнить, что на одном графике не должно быть больше трех кривых; столбчатый – применим ко многим случаям. Например, контроль и варианты опыта. При большой разнице можно использовать “разрезы” в столбиках. Если данные отражают средние величины, нужно показать размах их вариабельности (ошибку средней или среднее квадратичное отклонение). Для этого при построении графиков, например, в программе Excel нужно выбрать опцию «Формат рядов данных» и вкладку «Y- погрешности»;

круговые диаграммы используют для построения различных спектров, т.е. в случаях, когда данные выражены в относительных величинах (долях, процентах градусах).

3-х-мерные диаграммы строят, например, когда есть необходимость в третьей оси для отражения данных. Кроме того, можно сделать объемные изображения 2-мерных графиков: линейных, столбчатых, площадных.

В структуру ВКР входят:

*Титульный лист.*

Титульный лист ВКР должен соответствовать образцу, представленному в Положении о выпускных квалификационных работах, утвержденном Ученым советом БГУ 22.09.2015 (протокол №7).

*Содержание.*

Третья страница представляет содержание работы с указанием страниц отдельных глав и разделов. Заголовки в содержании должны точно повторять заголовки в тексте. Не допускается сокращать или давать заголовки в другой формулировке. Последнее слово заголовка соединяют отточием с соответствующим ему номером страницы в правом столбце оглавления. Главы от литературного обзора до обсуждения нумеруют. Введение, выводы, список литературы приводят без номеров. Текст этих частей работы, как и глав, начинают с новой страницы. Главы можно делить на подразделы, а подразделы – на еще более мелкие фрагменты. Содержание нужно составить достаточно подробно, чтобы хорошо отразить структуру работы. В то же время, необходимо избежать излишней детализации. Примерный объем 2/3 – 1 страница.

*Введение.*

*Основная часть / Литературный обзор.*

*Заключение / Обсуждение результатов.*

*Экспериментальная часть (при наличии).*

*Выводы.*

*Список литературы.* Оформляется по ГОСТ Р 7.0.5-2008 / ГОСТ Р 7.0.11-2011.

*Приложения (при наличии).*

Приложения обозначают заглавными буквами русского алфавита: Приложение А, Приложение Б и т.д. Если в работе одно приложение, оно обозначается как "Приложение А". Каждое приложение должно иметь свое название. Названия глав, а также слова «Введение», «Содержание», «Список литературы», «Приложение» следует выделить более крупным шрифтом (например, 18), либо использовать заглавные буквы и/или полужирный шрифт. Точка в конце заголовка не ставится. Заголовки располагаются посередине страницы. Внутри заголовка текст должен быть равен междустрочному

интервалу в основном тексте. Между заголовками разных уровней, а также от заголовка до текста, интервал должен быть в 1,5 раза больше, чем интервал в основном тексте страницы.

### **1.3. Примерная тематика и порядок утверждения тем выпускных квалификационных работ**

Тематика выпускных квалификационных работ должна быть направлена на решение профессиональных задач: фундаментальные исследования по актуальным проблемам современных химических наук, освоение и разработка инновационных химических технологий.

Бакалаврская работа может быть реферативной и экспериментальной, в последнем случае должна содержать собранные и обработанные автором материалы. Перечень тем выпускных квалификационных работ бакалавров разрабатывается и утверждается на ученом совете Естественно-географического факультета и доводится до сведения обучающихся (путем размещения на странице учебного структурного подразделения официального сайта БГУ в подразделе «Учебный процесс») не позднее чем за шесть месяцев до даты начала ГИА. Выбор тем ВКР осуществляется обучающимися не позднее чем за шесть месяцев до даты начала ГИА в рамках научно-исследовательской работы кафедры. Выбранная тема исследования может быть частью гранта или этапа выполнения плана научно-исследовательской работы учебного структурного подразделения БГУ.

После выбора темы ВКР обучающийся пишет на имя заведующего кафедрой заявление о закреплении за ним темы и руководителя ВКР.

На основании заявлений обучающихся кафедрой подготавливается проект приказа об утверждении тем ВКР и назначении руководителей, который направляется на подпись ректору или иному уполномоченному им должностному лицу. В проекте приказа обязательно указывается фамилия, имя, отчество руководителя ВКР, должность, ученая степень и (или) звание, принадлежность к кафедре, тема ВКР и фамилия, имя, отчество обучающегося.

Копии приказов об утверждении тем и руководителей ВКР предоставляются в государственную экзаменационную комиссию не позднее, чем за 2 календарных дня до дня защиты.

### **1.4. Порядок оформления и представления в государственную аттестационную комиссию выпускной квалификационной работы**

Выпускная квалификационная работа должна пройти апробацию (предзащиту) на курирующей кафедре или на общеинститутской конференции и проверку текста на объем заимствования и размещена в АИС «ВУЗ», на Интернет-портале БГУ.

Учебное структурное подразделение (кафедра) БГУ обеспечивает проверку текстов ВКР на объем заимствований через официальный сервер, размещенный на Интернет-портале БГУ, и оформляет соответствующее заключение (скриншот справки, где отражается степень оригинальности ВКР) к каждой работе не позднее, чем за семь рабочих дней до процедуры защиты ВКР.

Сведения о проверке на объем заимствования указываются на титульном листе ВКР. Допустимый процент заимствования из внешних источников определяет руководитель ВКР в соответствии со спецификой исследования работы.

После процедуры проверки текста ВКР на объем заимствования ответственное должностное лицо учебного структурного подразделения размещает текст ВКР (в формате \*.pdf), за исключением текстов ВКР, содержащих сведения, составляющие государственную тайну, в АИС «ВУЗ» и в электронно-библиотечной системе БГУ не позднее чем за семь рабочих дней до процедуры защиты. После размещения ВКР в АИС «ВУЗ» работа публикуется на Интернет-портале БГУ автоматически в течение суток с момента ее размещения в АИС «ВУЗ».

Ответственность за соблюдение требований законодательства Российской Федерации к текстам ВКР, в том числе за изъятие производственных, технических, экономических, организационных и других сведений, сведений о результатах интеллектуальной деятельности в научно-технической сфере, о способах осуществления профессиональной деятельности, которые имеют действительную или потенциальную коммерческую ценность в силу неизвестности их третьим лицам (далее – изъятие), в соответствии с решением правообладателя, несет ответственное должностное лицо учебного структурного подразделения, разместившее текст ВКР в АИС «ВУЗ» и в электронно-библиотечной системе БГУ.

После завершения подготовки обучающимися ВКР руководитель ВКР представляет письменный отзыв о работе обучающегося в период подготовки ВКР (далее – отзыв). Не позднее, чем за пять календарных дней до защиты ВКР руководитель ВКР обеспечивает ознакомление обучающегося с отзывом.

ВКР и отзыв передаются обучающимся секретарю государственной экзаменационной комиссии, в которой будет проходить процедура защиты ВКР не позднее, чем за 2 календарных дня до дня защиты. Получение отрицательного отзыва не является препятствием к представлению ВКР к процедуре защиты.

В случае неудовлетворительного решения Государственной экзаменационной комиссии по конкретной ВКР ответственное должностное лицо учебного структурного подразделения в этот же день изымает работу из АИС «ВУЗ» и электронно-библиотечной системы БГУ.

### **1.5. Порядок защиты выпускной квалификационной работы**

Председатель дает слово соискателю;

Доклад соискателя;

Вопросы к соискателю;

Ответы на вопросы;

Член комиссии (секретарь) читает отзыв научного руководителя;

Высказывания членов комиссии;

Заключительное слово соискателя (выражение благодарности).

Подготовка доклада

На доклад отведено 10 мин. Можно сделать его несколько короче. Если лимит положенного времени будет, напротив, превышен, председатель имеет право прервать выступление.

План доклада

Введение должно отражать проблему, объект исследования, актуальность работы, что известно и еще неизвестно по данному вопросу. Сформулировать цель и задачи исследования. Это сокращенный вариант соответствующего раздела работы. По времени изложение должно занимать примерно 1-1,5 минуты (около 2/3 стр. текста доклада).

Материал и методы. Кратко перечислить: где и когда проводилась работа, ее методы, объем полученных данных. Если методы сложны или объемны, можно представить информацию в виде схемы или таблицы. 1 мин. (1/4 стр.).

Результаты. Эту часть доклада лучше построить как развернутое изложение каждого вывода с обоснованием его данными таблиц и рисунков. 6 мин. (2-2,5 стр.)

Обсуждение. Нужно показать место полученных результатов в данном научном направлении. Кратко сравнить свои материалы с данными других специалистов, подтвердить или выразить несогласие. Выдвинуть гипотезы и предположения, объясняющие результаты. 1-1,5 мин. (0,5 стр.).

Выводы или Заключение. Можно зачитать выводы, но лучше подвести итог работе в нескольких фразах. Показать новизну полученных результатов и возможность практического применения (0,5 мин.).

Заключительная фраза доклада: «Благодарю за внимание».



Советы по подготовке доклада:

Прорепетировать доклад вслух несколько раз, засекая при этом время.

Точно уложиться в отведенное время – 10 минут.

Выработать спокойную, но выразительную (с акцентами на важных местах) манеру речи.

Иметь соответствующий внешний вид (входит в оценку вашей квалификации).

Иметь на защите при себе полный текст доклада на 3-4 с., чтобы всегда иметь возможность его прочесть в случае замешательства.

Продумать ответ на критику рецензента, если она имеется. Например, “С замечаниями согласен, однако хотелось бы пояснить ...».

Продумать ответы на возможные вопросы на защите. Ответы должны быть краткими, но ясными и конкретными. Если Вы не изучали данный вопрос, можно ответить: “Это интересный аспект проблемы, но он не входил в задачи нашего исследования. Однако из литературы известно, что ... (1-2 фразы)” или “Собственных данных у нас по этому вопросу нет, но анализ литературы показывает, что...”

Подготовка иллюстраций для доклада

Иллюстрации для защиты могут быть представлены в любой из двух форм: презентация в программе PowerPoint (число слайдов не должно быть более 20). Этот вариант в последние годы стал наиболее распространенным; набор таблиц и рисунков на стандартных листах ватмана (формат А0, А0+). Количество плакатов 5-7.

К введению. Если объект не всем известен, полезно показать его рисунок или фотографию.

К материалам и методам. Можно показать: а) карту с обозначением района исследования, б) фотографии исследуемых участков, в) рисунки или фотографии приборов, г) схему опыта и т.д.

К результатам: Таблицы и рисунки, отражающие основные результаты работы. Время демонстрации рисунка или таблицы: 5-12 сек.

Требования к таблицам и рисункам, используемым на докладе

Независимо от способа демонстрации иллюстраций (мультимедиа проектор, или плакаты) важно помнить, что:

таблицы и рисунки должны быть достаточно крупными, их содержание должно быть понятным присутствующим из последних рядов аудитории. Для этого они не должны быть перегружены информацией – все только самое необходимое;

у таблиц и рисунков должны быть названия легко читаемые названия; у рисунков важно не забывать приводить легенду и обозначения осей; • | в таблицах озаглавить все колонки,

не должно быть пестроты цвета и штриховки.

## **2. ТРЕБОВАНИЯ К ГОСУДАРСТВЕННОМУ ЭКЗАМЕНУ ПО ХИМИИ**

### **2.1. Программа государственного экзамена.**

Государственный экзамен является обязательной формой государственной аттестации студентов, обучавшихся по направлению подготовки 04.03.01 — Химия, профиль Аналитическая химия.

#### **Общие требования к подготовке выпускников:**

В соответствии с государственными образовательным стандартам, каждый выпускник должен удовлетворять следующим общим требованиям.

1. Свободное владение основными понятиями, терминологией, теоретическими моделями и методами современной химии, перечисленными в приведенной ниже Программе.

2. Детальное знакомство с математическими, статистическими и физическими методами, используемыми для решения химических проблем, умение применять их на практике.

3. Умение решать типовые задачи, расчетного, теоретического или методического плана.

4. Умение эффективно работать с научной, учебной и справочной литературой по специальности.

5. Умение планировать и осуществлять химический эксперимент (синтез, анализ, исследование, измерения), обрабатывать результаты эксперимента, грамотно оформлять полученные результаты.

6. Знание основных направлений приложения химических представлений и методов в смежных областях: физике, биологии, охране природы, народном хозяйстве.

Основные задачи государственного экзамена: оценка уровня освоения учебных дисциплин, определяющих профессиональную подготовку, выявление соответствия подготовки выпускников квалификационным требованиям, определенным государственными образовательными стандартами.

#### **Процедура государственного экзамена.**

Государственный квалификационный экзамен проводится по окончании 10 семестра. Перед экзаменом проводится цикл консультаций (обзорных лекций). На подготовку к экзаменам отводится не менее 10 дней.

В день аттестации студент получает билет, содержащий теоретические вопросы по

следующим разделам: «Неорганическая химия», «Аналитическая химия», «Физическая химия», «Органическая химия, «Высокомолекулярные соединения», «Химическая технология». Все билеты ежегодно утверждаются председателем ГЭК. На подготовку предоставляется 2 академических часа. Во время экзамена студенты могут пользоваться учебными программами и справочной литературой. Продолжительность опроса студента, в котором участвуют не менее двух членов ГЭК, не должна превышать 45 минут.

По итогам государственного экзамена члены ГЭК принимают два решения по каждому студенту: об общей оценке государственного экзамена, о соответствии подготовки выпускников квалификационным требованиям ГОС.

Общая оценка экзамена складывается из оценок за решение задач и устных ответов, которые выставляются по пятибалльной системе ("отлично", "хорошо", "удовлетворительно", "неудовлетворительно") отдельно за каждую задачу и каждый вопрос экзаменационного билета. Несоответствие требованиям ГОС устанавливается в случае оценки "неудовлетворительно" какого-либо из вопросов билета.

После окончания экзамена на каждого студента членами ГЭК, принимавшими экзамен, заполняется оценочный лист сдачи государственного экзамена с предложениями по оценке государственного задания (билета) и степени соответствия подготовленности выпускника требованиям ФГОС ВО.

Окончательное решение по оценкам и соответствию уровня знаний выпускника требованиям ФГОС ВО определяется открытым голосованием присутствующих на экзамене членов ГЭК, а при равенстве голосов решение остается за председателем ГЭК. Результаты обсуждения заносятся в протокол. Решение считается действительным, если на заседании присутствовало не менее 2/3 членов ГЭК.

Результаты сдачи государственного экзамена объявляются в день его проведения.

Программа государственного экзамена составляется как программа полидисциплинарного экзамена на основе программ дисциплин рабочего учебного плана. Программа разрабатывается методической комиссией факультета и утверждается деканом факультета. Экзаменационные билеты должны отражать соответствие подготовки выпускников требованиям ГОС, выносимым на государственный экзамен.

## ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ВОПРОСЫ К ГОСУДАРСТВЕННОМУ ЭКЗАМЕНУ ПО ХИМИИ

### Неорганическая химия

Химические вещества. Смеси. Растворы, классификация. Концентрация раствора.

Дисперсные системы, классификация. Коллоидные растворы. Химический состав. Химические реактивы. Простые и сложные вещества.

Химические реакции. Атомно-молекулярные представления в химии. Атом. Химические элементы, их символы. Количественные отношения в химии. Стехиометрия. Химические вещества, элементный состав. Молекулы, атомный состав. Валентность. Атомные и молекулярные массы. А.е.м. Количество вещества. Химические формулы. Уравнения реакций.

Стехиометрические законы и их современное содержание. Эквивалент.

Химическое строение. Изомерия, ее виды. Таутомерия.

Электронные представления в химии. Строение и свойства атома. Понятие о квантовой механике. АО. Квантовые числа. Периодический закон и периодическая система элементов Д.И. Менделеева.

Химическая связь. Ковалентная связь, механизмы ее образования, свойства. Строение молекул. Понятие о квантовой химии. Количественные характеристики химических связей. Химическая связь в атомных кристаллах. Межмолекулярные связи. Силы Ван-дер-Ваальса. Водородные связи.

Принципы классификации и номенклатуры в химии. Классификационные схемы и признаки. Обзор классов и номенклатуры неорганических веществ и реакций.

Химические реакции, их классификация и механизмы. Интермедиаты, их строение и реакционная способность. Радикальные и ионные реакции.

Кислоты и основания. Протолиз. Гидролиз. Константа и степень гидролиза.

Окислительно-восстановительные реакции (ОВР). Степень окисления. Окисление и восстановление. Окислители и восстановители. Классификация ОВР. Термодинамика ОВР.

Подготовка выпускной квалификационной работы. Работа с химической литературой. Химический эксперимент, его типы. Синтез и анализ, исследование строения вещества, определение количественных характеристик веществ и химических процессов. Этапы подготовки химического эксперимента, планирование и моделирование, методы, методики, количественные расчеты, учет побочных процессов. Обработка результатов. Оформление лабораторного журнала и публикаций.

Растворы, их роль в химии, технологии и экологии, классификация, компоненты, применимость правила аддитивности, термодинамика образования. Растворимость. Растворение как физико-химический процесс. Сольватация (гидратация) и сольваты (гидраты). Факторы, определяющие растворимость.

Коллигативные свойства растворов. Законы Рауля. Диаграмма состояния воды. Осмос, осмотическое давление. Правило Вант-Гоффа. Обратный осмос. Методы определения молекулярных масс.

Электролиты и растворы электролитов. Электролитическая диссоциация. Изотонический коэффициент. Физико-химическая теория растворов. Диэлектрическая проницаемость растворителя. Степень электролитической диссоциации. Равновесия в растворах электролитов. Кажущаяся степень диссоциации. Активность (Льюис). Коэффициент активности. Понятие о теории Дебая-Хюккеля. Ионная сила.

Протолитические равновесия в растворах слабых электролитов. Закон разбавлений Оствальда. Диссоциация (ионизация) воды (автопротолиз). Ионное произведение воды. Водородный и гидроксильный показатели. Буферные растворы, их действие. Буферная емкость.

Гетерогенные равновесия. Произведение растворимости и растворимость. Солевой эффект. Реакции обмена в растворах электролитов. Правило Бертолле. Разрушение комплексов и растворение осадков.

Комплексные соединения (КС). Координационная теория Вернера. Классификация, номенклатура и изомерия КС. Диссоциация КС в водных растворах. Константы нестойкости и устойчивости. Образование и разрушение КС.

Химическая связь в КС. Координационная связь. Донорно-акцепторная и дативная связь. Строение и свойства комплексов. Спектрохимический ряд лигандов. Теория кристаллического поля. ЭСКП.

Периодическая система элементов Д.И. Менделеева как основа химической систематики. Общие закономерности и аномалии в изменении свойств элементов и их соединений.

Общая характеристика галогенов. Особенности фтора.

p-элементы VI группы периодической системы, общая характеристика. Простые вещества, строение и свойства. Халькогениды, химическая связь. Оксиды и сульфиды. Ангидриды и тиоангидриды. Тиосоли. Пероксосоединения. Полисульфиды.

Кислородсодержащие соединения серы. Сернистая кислота и ее ангидрид, окислительно-восстановительные свойства. Тиосерная кислота и ее соли, строение и свойства. Серные гомоцепи. Катенация. Политионовые кислоты и их соли. Серная кислота и ее ангидрид. Реакции присоединения к серной кислоте. Полисерные кислоты и их соли.

Общая характеристика пниктогенов. Азот, основные валентные состояния,

окислительно-восстановительные превращения. Строение молекулы и особенности химии азота. Азот в природе. Физико-химические аспекты проблемы связанного азота. Получение и очистка азота. Сравнение простых веществ, образованных элементами-пниктогенами: строение молекул, реакционная способность.

Фосфор, основные валентные состояния, их устойчивость, окислительно-восстановительные превращения, сравнение с азотом.

Пниктогеноводороды: строение, свойства, комплексующее действие. Аммиак и фосфин: устойчивость, кислотно-основные и окислительно-восстановительные свойства. Соли аммония и фосфония, устойчивость.

Обзор водородных соединений азота. Гидразин, строение, сравнение с пероксидом водорода и аммиаком, кислотность, устойчивость, свойства, производные. Гидроксиламин, сравнение с пероксидом водорода, аммиаком и гидразином, устойчивость, свойства, производные. Азотистоводородная кислота и азиды, строение, устойчивость, свойства.

Кислородные соединения азота, окислительно-восстановительные реакции, комплексы. Азотистая кислота и ее соли, строение, окислительно-восстановительная двойственность. Азотная кислота и ее соли, характер восстановления.

Соединения фосфора, их устойчивость. Оксиды фосфора. Фосфорноватистая кислота и гипофосфиты. Фосфористая кислота, таутомерия, производные. Фосфорные кислоты и их производные.

Кислородсодержащие соединения мышьяка, сурьмы и висмута, оксо- и гидроксоформы. Соединения мышьяка, сурьмы и висмута с серой и галогенами, гидролиз. Тиосоли.

p-элементы IV группы периодической системы, общая характеристика. Простые вещества, строение и свойства. Особенности химии углерода. Углеродные гомоцепи. Представление о специфике органической химии. Оксиды углерода, строение молекул, свойства. Угольная кислота и ее соли. Временная жесткость воды.

Особенности химии кремния, сравнение с углеродом. Силаны и алканы, сравнение устойчивости, отношение к воде, окислительно-восстановительные свойства. Кремниевый ангидрид, сравнение с угольным, свойства. Кремниевые кислоты и их соли. Силикаты и карбонаты, особенности гидролиза. Золи и гели кремниевых кислот. Силикагель. Кремний в природе. Алюмосиликаты. Цеолиты. Цемент. Стекла. Кремнийорганические соединения. Силанолы. Силоксаны. Силиконы.

p-элементы III группы периодической системы, общая характеристика, сравнение с

РЗЭ. Бор, координационные числа, особенности их стабилизации. Соединения бора с водородом, галогенами и кислородом. Борный ангидрид, борные кислоты и их производные, сравнение с аналогичными соединениями кремния. Бура: состав, строение, гидролиз. Применение соединений бора в химическом анализе. Особенности качественного и количественного анализа соединений бора.

Алюминий. Оксид алюминия и его роль. Кислотно-основные свойства соединений алюминия. Гидролиз солей. Многоядерные комплексы. Гелеобразование, сравнение с соединениями кремния. Алюминий в природе.

s-элементы, общая характеристика, диагональное сходство, химическая связь в соединениях. Комплексообразование. Разделение, выделение и очистка соединений, химический анализ. Жесткость воды, определение, способы устранения.

Особенности строения атомов переходных элементов, сравнение с непереходными. Изменение атомных радиусов и свойств в рядах и подгруппах переходных элементов. d- и f-сжатие. Комплексообразующая способность переходных элементов. Закономерности в изменении характерных степеней окисления переходных элементов в рядах и подгруппах, основные тенденции. Изменение устойчивости, окислительно-восстановительных и кислотно-основных свойств кислородных соединений переходных элементов и их производных.

Хром, комплексные соединения. Гидратная изомерия. Изо- и гетерополисомы d-элементов VI группы периодической системы. Пероксосоединения хрома. Аналитические реакции d-элементов VI группы периодической системы.

Железо, кобальт, никель, общая характеристика, сравнение с платиноидами. Толкование горизонтальных аналогий. Основные валентные состояния железа, кобальта и никеля, взаимные переходы между ними. Комплексные соединения, их значение, координационные числа, строение, сравнительная устойчивость, образование и разрушение, окислительно-восстановительные превращения и смена лигандного окружения, аналитические реакции.

d-элементы I группы периодической системы, общая характеристика, сравнение со щелочными металлами. Простые вещества, электрохимическая активность, свойства, применение. Переработка природного сырья. Основные валентные состояния, взаимные переходы между ними.

Соединения одновалентных меди, серебра и золота, устойчивость, комплексы, строение, свойства. Аналитические реакции на альдегиды: реакции Фелинга и

серебряного зеркала. Соединения меди (II), сравнение с соединениями меди (I). Комплексные соединения, строение, свойства. Эффект Яна-Теллера. Аналитические реакции. Иодометрическое определение меди в водных растворах. Серебро. Серебрение. Переработка серебряных отходов. Золото, принципы металлургии.

d-элементы II группы периодической системы, общая характеристика. Положение в периодической системе, сравнение со щелочноземельными металлами, валентные состояния, химическая связь в соединениях. Простые вещества, электрохимическая активность, свойства, применение. Амальгамы. Токсикология цинка, кадмия и ртути. Техника безопасности при работе с цинком, кадмием, ртутью и их соединениями. Экологические проблемы загрязнения окружающей среды соединениями тяжелых металлов. Геохимическая характеристика цинка, кадмия и ртути. Разделение, выделение и очистка металлов.

Цинк. Оксид и гидроксид, кислотнo-основные свойства. Соли цинка, гидролиз. Цинкаты. Комплексные соединения цинка, строение, свойства. Аналитическая химия цинка. Кадмий, химические соединения, химическая связь. Оксид и гидроксид, кислотнo-основные свойства, сравнение с соединениями цинка. Разделение цинка и кадмия в разных объектах. Комплексные соединения кадмия, строение, сравнение с соединениями цинка. Автокомплексообразование. Аналитическая химия кадмия.

Ртуть. Валентные состояния ртути, взаимные переходы между ними, особенности строения соединений, природа химической связи. Оксид ртути, химические особенности. Соли ртути (I) и (II). Сулема. Каломель. Комплексные соединения ртути, координационные числа, сравнение с соединениями цинка и кадмия. Амидные производные ртути. Основание Миллона. Реакция Несслера.

### **Аналитическая химия**

Химические, физико-химические, физические, биологические методы анализа. Классификация методов и их сравнительная характеристика.

Электрохимические методы анализа. Классификация методов и их краткая характеристика.

Потенциометрический метод анализа. Измерение потенциала. Электрохимическая ячейка. Индикаторный электрод и электрод сравнения. Классификация потенциометрических методов, их характеристика.

Ионометрия. Классификация ионселективных электродов. Возникновение потенциала на стеклянном электроде. Методы определения концентрации ионов.



Потенциометрическое титрование. Изменение электродного потенциала в процессе титрования. Способы обнаружения конечной точки титрования.

Кондуктометрический метод анализа. Прямая кондуктометрия и кондуктометрическое титрование. Области применения метода.

Кулонометрические методы анализа. Прямая кулонометрия и кулонометрическое титрование. Расчет количества вещества. Области применения, преимущества и ограничения метода.

Вольтамперометрия. Классификация вольтамперометрических методов. Качественный и количественный вольтамперометрический анализ. Методы определения концентрации вещества.

Оптические методы анализа. Классификация методов. Спектры атомов. Характеристики спектральных линий: положение в спектре, интенсивность, полуширина. Спектры молекул. Особенности молекулярных спектров.

Эмиссионный спектральный анализ. Качественный и количественный анализ. Области применения, достоинства и недостатки метода.

Атомно-абсорбционный метод. Основы метода, способы получения поглощающего слоя атомов. Источники излучения. Возможности, преимущества и ограничения метода.

Молекулярная абсорбционная спектроскопия. Поглощение света веществом. Величины, характеризующие поглощение. Оценка чувствительности фотометрической реакции. Способы определения содержания вещества.

Хроматография. Основные принципы метода. Расшифровка хроматограммы. Качественный и количественный газохроматографический анализ. Эффективность и селективность хроматографического разделения.

Равновесие в системе «кислота — сопряженное основание — растворитель». Константы кислотности и основности. Кислотно-основные свойства растворителей. Константа автопротолиза. Влияние природы растворителя на силу кислот и оснований.

Реакции комплексообразования. Количественные характеристики комплексных соединений: константы устойчивости (ступенчатые и общие), функция образования, функция закомплексованности, степень образования комплекса.

Окислительно-восстановительные реакции. Стандартный и формальный потенциалы. Связь константы равновесия со стандартными потенциалами. Факторы, влияющие на направление окислительно-восстановительных реакций.

Кислотно-основное титрование. Вид кривых титрования. Определение конечной точки титрования. Кислотно-основные индикаторы, их характеристика. Выбор

индикатора. Возможности и ограничения метода.

Комплексоны и их использование в анализе. Хелатный эффект. Понятие эффективных констант устойчивости комплексов. Металл-индикаторы, механизм их действия. Возможности и ограничения комплексонометрического титрования.

Окислительно-восстановительное титрование. Примеры использования окислительно-восстановительных методов в анализе органических и неорганических веществ. Red-Ох-индикаторы, их характеристика.

Методы титриметрического анализа. Классификация методов. Виды титриметрических определений: прямое, обратное, титрование заместителя. Виды кривых титрования. Способы фиксирования конечной точки титрования. Погрешности титрования.

### **Физическая химия**

Химическая термодинамика. Основные понятия и определения, применяемые в химической термодинамике. Состояние системы и функции, его характеризующие. Начала термодинамики. Термодинамические потенциалы системы. Стандартные энтальпии и энтропии химических веществ. Термодинамические таблицы. Свободная энергия и направление химической реакции. Расчет энергии Гиббса ( $\Delta G$ ) химической реакции. Изучение равновесий. Закон действующих масс. Законы смещения равновесия. Понятие фазового равновесия. Фазовые равновесия в одно- и двухкомпонентных системах. Диаграммы состояния.

Учение о растворах. Образование растворов. Термодинамическое описание свойств растворов. Равновесие жидкого раствора с насыщенным паром. Перегонка. Экстракция из растворов. Равновесие жидких растворов с газами и твердыми веществами. Твердые растворы. Диаграмма состояния "соль — вода". Системы с ограниченной взаимной растворимостью компонентов. Коллоидные растворы. Растворы высокомолекулярных соединений. Растворы электролитов. Классическая теория электролитической диссоциации. Ион-дипольные и ион-ионные взаимодействия в растворах электролитов. Описание термодинамических свойств растворов электролитов. Неравновесные явления в растворах электролитов. Подвижность ионов. Основы электрохимической термодинамики. Равновесия в электрохимической системе. Равновесие "электрод — раствор". Электродные потенциалы. ЭДС гальванических элементов. Мембранный потенциал. Возникновение двойного электрического слоя на границе "электрод — раствор". Основные модельные представления о строении д.э.с.

Поверхностные явления и адсорбция. Поверхностное натяжение. Поверхностные свойства растворов. Адсорбция на твердой поверхности. Изотермы адсорбции. Природа адсорбционных явлений. Практическое применение адсорбции. Хроматография.

Химическая кинетика. Скорости химических реакций. Объяснение законов скоростей. Сложные реакции. Механизм химической реакции. Быстрые реакции. Лимитирующая стадия. Формально-кинетическая модель, ее основные параметры. Факторы, влияющие на скорость реакции. Энергия активации. Динамика молекулярных реакций. Регулирование скоростей реакций. Катализ и катализаторы. Гомогенный и гетерогенный катализ. Типы катализаторов и каталитических систем. Основные представления о природе каталитического действия.

Реакции в конденсированных средах. Кинетика процессов, контролируемых диффузией. Кинетика реакций в жидкой фазе. Гетерогенные реакции. Процессы на твердых поверхностях. Рост и структура поверхностей. Адсорбция на поверхностях. Каталитическая активность на поверхностях. Процессы на электродах. Электрохимические процессы. Генерирование и накопление мощности. Коррозия металлов.

### **Органическая химия**

Явление гомологии. Гомологические ряды. Закономерности изменения физических и химических свойств в гомологических рядах.

Структурные фрагменты молекулы в классических структурных моделях: атомы и связи, радикалы и функциональные группы, скелет и заместители. Типы скелетов: гомо- и гетероцепные, линейные, разветвленные, циклические и полициклические.

Изомерия и ее виды: скелетная, положения заместителя, положения гетероатома (метамерия), геометрическая, оптическая.

Геометрические характеристики органических молекул. Линейные, плоские, тетраэдрические фрагменты. Длины связей и валентные углы. Конформационная подвижность органических молекул.

Принципы классификации и номенклатуры органических соединений. Основные классы. Особенности физических и химических свойств веществ разных классов.

Электронное строение органических молекул. Модель Льюиса. Особенности строения электронных оболочек: неподеленные пары, лакуны, неспаренные электроны.

Квантовохимические модели. Электронные облака и электронные орбитали. Орбитальные модели атомов-органогенов. Понятие о гибридизации АО.

Орбитальные модели простых и кратных связей. Модель гибридизации АО, типы гибридизации для атомов-органогенов.

Сопряжение в органических молекулах. Типы сопряжения. Ароматичность, правило Хюккеля.

Распределение электронной плотности и локальные электрические заряды в органических молекулах, их связь с реакционной способностью. Электронные эффекты (индуктивные и мезомерные) в молекулах.

Стехиометрические типы органических реакций: замещение, присоединение-элиминирование, перегруппировка, инклюзия-эксклюзия. Строение молекул субстратов органических реакций указанных типов.

Механизмы органических реакций. Элементарные акты и интермедиаты. Условия образования свободно-радикальных, электрофильных и нуклеофильных частиц.

Свободнорадикальные механизмы в органических реакциях. Образование и устойчивость свободных радикалов. Субстраты радикальных реакций.

Электрофильные механизмы в органических реакциях. Образование и устойчивость электрофильных частиц. Субстраты электрофильных реакций.

Нуклеофильные механизмы в органических реакциях. Образование и устойчивость нуклеофильных частиц. Субстраты нуклеофильных реакций.

Селективность органических реакций и методы управления ею (внешние условия, растворитель, катализаторы, защитные группы).

Основные схемы синтетических реакций: введение или модификация функциональных групп, наращивание и расщепление органического скелета молекулы, образование циклов и изменение их размеров, реакции изомеризации (перегруппировки).

Катализ в органических реакциях. Типы катализаторов и каталитических реакций в органической химии и нефтехимии.

Высокомолекулярные органические соединения. Основные классы ВМС. Особенности состава и строения макромолекул.

Нефть и газ. Их состав и основные направления химической переработки.

Правила охраны труда в лаборатории химического анализа. Вредные факторы производства. Законодательство РФ об охране труда.

Организация работы в лаборатории химического анализа. Правила техники безопасности. Пожарная и электробезопасность. Группы хранения реактивов. Понятие о прекурсорах наркотических и сильнодействующих средств.

### **Высокомолекулярные соединения**

Основные понятия и определения: полимер, олигомер, макромолекула, мономерное звено, степень полимеризации, контурная длина цепи. Молекулярные массы и молекулярно-массовые распределения (ММР). Усредненные (средние) молекулярные массы (среднечисловая, средневесовая). Важнейшие свойства полимерных веществ, обусловленные большими размерами, цепным строением и гибкостью макромолекул. Роль полимеров в живой природе и их значение как промышленных материалов (пластмассы, каучуки, эластомеры, волокна и пленки, покрытия, клеи). Предмет и задачи науки о высокомолекулярных соединениях (полимерах). Место науки о полимерах как самостоятельной фундаментальной области знания среди других фундаментальных химических дисциплин. Её роль в научно-техническом прогрессе, развитии нанотехнологий и основные исторические этапы ее развития.

Классификация полимеров в зависимости от происхождения, химического состава и строения основной цепи и топологии макромолекул. Однотяжные и двухтяжные макромолекулы. Природные и синтетические полимеры. Органические, элементоорганические и неорганические полимеры. Линейные, разветвленные, лестничные и сшитые полимеры, дендримеры. Гомополимеры, сополимеры, блок-сополимеры, привитые сополимеры. Гомоцепные и гетероцепные полимеры. Биополимеры, основные биологические функции белков, рибонуклеиновой и дезоксирибонуклеиновой кислот. Краткая характеристика и области применения важнейших представителей различных классов полимеров.

Методы определения молекулярных масс полимеров. Определение среднечисловой молекулярной массы из данных по осмотическому давлению растворов полимеров. Светорассеяние как метод определения средневесовой молекулярной массы полимеров. Определение размеров макромолекул. Гидродинамические свойства макромолекул в растворах. Вязкость разбавленных растворов. Приведенная и характеристическая вязкости. Связь характеристической вязкости с молекулярной массой и средними размерами макромолекул. Вискозиметрия как метод определения средневязкостной

Молекулярной массы. Уравнение Флори-Фокса и Марка-Куна-Хаувинка. Диффузия макромолекул в растворах. Гельпроникающая хроматография как метод оценки молекулярной массы полимеров. Седиментация макромолекул (ультрацентрифугирование). Определение молекулярных масс методами

ультрацентрифугирования и диффузии.

Классификация основных методов получения полимеров. Полимеризация. Термодинамика полимеризации. Понятие о полимеризационно-деполимеризационном равновесии. Классификация цепных полимеризационных процессов.

Радикальная полимеризация. Инициирование радикальной полимеризации. Типы инициаторов. Реакции роста, обрыва и передачи цепи. Кинетика радикальной полимеризации при малых степенях превращения. Понятие о квазистационарном состоянии. Псевдоживая радикальная полимеризация. Молекулярная масса и молекулярно-массовое распределение полимеров, образующихся при радикальной полимеризации. Полимеризация при глубоких степенях превращения. Радикальная сополимеризация. Уравнение состава сополимеров. Относительные реакционные способности мономеров и радикалов. Роль стерических, полярных и других факторов; схема Q-e. Способы проведения полимеризации: в массе, в растворе, в суспензии и в эмульсии. Катионная полимеризация. Характеристика мономеров, способных вступать в катионную полимеризацию. Катализаторы и сокатализаторы. Рост и ограничение роста цепей при катионной полимеризации. Влияние природы растворителя. Кинетика процесса. Анионная полимеризация. Характеристика мономеров, способных вступать в анионную полимеризацию. Катализаторы анионной полимеризации. Инициирование, рост и ограничение роста цепей при анионной полимеризации. “Живые цепи”.

Координационно-ионная полимеризация в присутствии гомогенных и гетерогенных катализаторов типа Циглера - Натта. Принципы синтеза стереорегулярных полимеров. Особенности ионной полимеризации циклических мономеров.

Полимеризация циклов.Поликонденсация. Типы реакций поликонденсации. Основные различия полимеризационных и поликонденсационных процессов.Термодинамика поликонденсации и поликонденсационное равновесие. Молекулярная масса и молекулярно-массовое распределение при поликонденсации. Кинетика поликонденсации. Проведение поликонденсации в расплаве, в растворе и на границе раздела фаз.Способы проведения полимеризации и поликонденсации. Полимеризация в растворе, массе, эмульсионная полимеризация твердофазная полимеризация. Поликонденсация в растворе, в массе, эмульсионная поликонденсация.

Макромолекулы в растворах. Поведение макромолекул в растворах.

Термодинамика растворов полимеров. Термодинамический критерий растворимости и доказательство термодинамической равновесности растворов. Фазовые диаграммы систем полимер - растворитель. Критические температуры растворения. Неограниченное и ограниченное набухание. Зависимость растворимости от молекулярной массы. Физико-химические основы фракционирования полимеров. Термодинамическое поведение макромолекул в растворах и их особенности по сравнению с поведением молекул низкомолекулярных веществ. Отклонения от идеальности и их причины. Уравнение состояния полимера в растворе. Второй вириальный коэффициент и  $q$ -температура ( $q$ -условия). Невозмущенные размеры макромолекул в растворе и оценка гибкости. Концентрированные растворы полимеров и гели. Ассоциация макромолекул в концентрированных растворах и структурообразование. Жидкокристаллическое состояние жесткоцепных полимеров. Лиотропные жидкокристаллические системы и их фазовые диаграммы. Особенности реологических и механических свойств концентрированных растворов.

Характеристика изолированных макромолекул. Молекулярная и надмолекулярная структура. Конфигурация макромолекул и конфигурационная изомерия. Локальные и конфигурационные изомеры в макромолекулах полимеров монозамещенных этиленов и диенов. Стереоиomerия и стереорегулярные макромолекулы. Изотактические и синдиотактические полимеры. Конформационная изомерия и конформации макромолекул. Внутримолекулярное вращение и гибкость макромолекулы. Количественные характеристики гибкости макромолекул (среднеквадратичное расстояние между концами цепи, радиус инерции макромолекулы, статистический сегмент, персистентная длина). Свободно-сочлененная цепь как

идеализированная модель гибкой макромолекулы. Функция распределения расстояний между концами свободносочлененной цепи (гауссовы клубки). Средние размеры макромолекулы с учетом постоянства валентных углов. Энергетические барьеры внутреннего вращения; понятие о природе тормозящего потенциала. Поворотные изомеры и гибкость реальных цепей. Связь гибкости (жесткости) макромолекул с их химическим строением: факторы, влияющие на гибкость реальных цепей. Упорядоченные конформации изолированных макромолекул (полипептиды, белки, нуклеиновые кислоты). Полимер-полимерные комплексы синтетических и природных полимеров. Кооперативные конформационные превращения..

Полимерные тела. Свойства полимерных тел (пластики, эластомеры, покрытия) Структура и основные физические свойства полимерных тел. Особенности молекулярного строения полимеров и принципы упаковки макромолекул. Аморфные и кристаллические полимеры. Условия, необходимые для кристаллизации полимеров. Температура кристаллизации и температура плавления. Структура и надмолекулярная организация кристаллических полимеров. Различия и сходство в структурной организации кристаллических и аморфных полимеров. Термотропные жидкокристаллические (мезоморфные) полимеры. Термомеханические свойства аморфных полимеров - три физических состояния. Высокоэластическое состояние. Термодинамика и молекулярный механизм высокоэластической деформации. Энтропийная природа высокоэластичности. Связь между равновесной упругой силой и удлинением. Нижний предел молекулярных масс, необходимых для проявления высокоэластичности. Релаксационные явления в полимерах. Механические и диэлектрические потери. Принцип температурно-временной суперпозиции.

Стеклообразное состояние. Особенности полимерных стекол. Вынужденная эластичность и изотермы растяжения. Механизм вынужденно-эластической деформации. Предел вынужденной эластичности. Хрупкость полимеров.

Вязко-текучее состояние. Механизм вязкого течения. Кривые течения полимеров. Зависимость температуры вязкого течения от молекулярной массы. Аномалии вязкого течения. Формование изделий из полимеров на режиме вязкого течения. Пластификация полимеров. Правила объемных и молярных долей. Механические модели аморфных полимеров.

Свойства кристаллических полимеров. Термомеханические кривые кристаллических и кристаллизующихся аморфизованных полимеров. Изотермы растяжения и молекулярный механизм “холодного течения” кристаллических полимеров и полимерных стекол при растяжении.

Ориентированные структуры кристаллических и аморфных полимеров. Анизотропия механических свойств. Способы ориентации. Принципы формования ориентированных волокон и пленок из расплавов и растворов. Особенности формирования жидкокристаллической фазы; получение суперпрочных волокон и пластиков. Композиционные и наполненные полимеры. Структура и основные физические свойства полимерных тел. Особенности молекулярного строения полимеров и принципы



упаковки макромолекул. Аморфные и кристаллические полимеры.

Механические свойства, химические свойства и модификация полимеров. Особенности реакционной способности функциональных групп макромолекул. Химические реакции, не приводящие к изменению степени полимеризации макромолекул: полимераналогичные и внутримолекулярные превращения. Примеры использования полимераналогичных превращений и внутримолекулярных реакций для получения новых полимеров. Химические реакции, приводящие к изменению степени полимеризации макромолекул. Деструкция полимеров. Механизм цепной и случайной деструкции. Деполимеризация. Термоокислительная и фотохимическая деструкция. Механодеструкция. Принципы стабилизации полимеров. Сшивание полимеров (вулканизация каучуков, отверждение эпоксидных смол). Использование химических реакций макромолекул для химического и структурно-химического модифицирования полимерных материалов и изделий. Привитые и блок-сополимеры - основные принципы синтеза и их физико-химические свойства

#### РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

##### НЕОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

1. Общая химия: Учеб. / Под ред. Е.М. Соколовской, Л.С. Гузея. М.: Изд-во Моск. ун-та, 1989.
2. Угай Я.А. Неорганическая химия: Учеб. М.: Высш. шк., 1989.
3. Ахметов Н.С. Общая и неорганическая химия: Учеб. М.: Высш. шк., 1988.
4. Спицын В.И., Мартыненко Л.И. Неорганическая химия: Учебник. Ч. 1, 2. М.: Изд-во Моск. ун-та, 1991, 1994.
5. Коттон Ф., Уилкинсон Дж. Современная неорганическая химия. Т. 1, 2, 3. М.: Мир, 1969.
6. Паничев С.А., Хритохин Н.А., Паничева Л.П. Общая химия. Тюмень: Изд-во ТюмГУ, 2001.
7. Общая химия: Учеб. / Под ред. Е.М. Соколовской, Л.С. Гузея. М.: Изд-во Моск. ун-та, 1989
8. Угай Я.А. Общая химия: Учеб. М.: Высш. шк., 1987.
9. Хьюи Дж. Неорганическая химия: строение вещества и реакционная способность. М.: Химия, 1987.
10. Минкин В.И., Симкин Б.Я., Миняев Р.М. Теория строения молекул. М.: Высш. шк.,

- 1979.
11. Мухленов И.П. и др. Общая химическая технология. Т. 1 и 2. М.: Высш. шк., 1984. Практикум по общей химии / Под ред. Е.М. Соколовской, О.С. Зайцева. М.: Изд-во Моск. ун-та, 1981.
  12. Аноганикум / Под ред. Л. Кольдица. Т.1, 2. М.: Мир, 1984,
  13. Практикум по неорганической химии / Воробьева О.И. и др. М.: Изд-во Моск. ун-та, 1984.
  14. Органикум / Практикум по органической химии. Т.1,2. М.: Мир, 1979.
  15. Вейганд К., Хильгетаг Г. Методы эксперимента в органической химии. М.: Химия, 1968.
  16. Практическое руководство по физико-химическим методам анализа. М.: Изд-во Моск. ун-та, 1987.

#### АНАЛИТИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

17. Основы аналитической химии. /Под ред. Ю.А.Золотова. В 2кн. М.: Высш. шк., 1996, 1999.
18. Васильев В.П. Аналитическая химия. В 2 ч. М.: Высш. шк., 1989.
19. Янсон Э.Ю. Теоретические основы аналитической химии. М.: Высш. шк., 1987.
20. Скуг Д., Уэст Д. Основы аналитической химии. В 2 т. М.: Мир, 1979.
21. Фритц Дж., Шенк Г. Количественный анализ. М.: Мир, 1978.
22. Юинг Г. Инструментальные методы химического анализа. М.: Мир, 1989.
23. Кунце У., Шведт Г. Основы качественного и количественного анализа. М.: Мир, 1997.

#### ФИЗИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

24. Эткинс П. Физическая химия. Т. 1,2. М.: Мир, 1980.
25. Полторац О.М. Термодинамика в физической химии: Учеб. М.: Высш. шк., 1991.
26. Физическая химия / Под ред. К.С. Краснова. М.: Высш. шк., 1982.
27. Еремин Е.М. Основы химической кинетики. М.: Высш. шк., 1976.
28. Дамаскин Б.Б., Петрий О.А. Электрохимия. М.: Высш. шк., 1987.
29. Стромберг А.Г., Семченко Д.П. Физическая химия. М.: Высш. шк. 1988.

#### ОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

30. Робертс Дж., Касерио М. Основы органической химии. Т. 1 и 2. М.: Мир, 1978.
31. Нейланд О.Я. Органическая химия. М.: Высш. шк., 1990.
32. Моррисон Р., Бойд Р. Органическая химия. М.: Мир, 1974.
33. Сайкс П. Механизмы реакций в органической химии. М.: Мир, 1977.

34. Шур А.М. Высокмолекулярные соединения. М.: Высш. шк., 1981.
35. Лебедев Н.Н. Химия и технология основного органического и нефтехимического синтеза. М.: Химия, 1975.

#### ВЫСОКОМОЛЕКУЛЯРНЫЕ СОЕДИНЕНИЯ

36. Семчиков Ю.Д. Высокмолекулярные соединения, Учебник, М. Академия, 2012
37. Кулезнев В.Н., Шершнева В.А. Химия и физика полимеров: Учебник М.: КолосС, 2007.
38. Гросберг А.Ю., Хохлов А.Р. Полимеры и биополимеры с точки зрения физики. Интеллект, Долгопрудный, 2010.
39. Энциклопедия полимеров, М. Изд.БСЭ, т.т. 1-3 1977
40. Химическая энциклопедия, М.: Издательство БРЭ, в т-т.1-5 (1988-1998)
41. Элиас Г.Г. Мегамолекулы, Ленинград, Химия, 1990.

#### Примерные вопросы

### **1. НЕОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ**

1. Организация работы в лаборатории химического анализа. Правила техники безопасности. Пожарная и электробезопасность. Группы хранения реактивов. Понятие о прекурсорах наркотических и сильнодействующих средств.

2. Правила охраны труда в лаборатории химического анализа. Вредные факторы производства. Законодательство РФ об охране труда.

3. Двойственная природа микрообъектов. Соотношение де Бройля. Принцип неопределенности Вернера Гейзенберга. Роль принципа неопределенности в изучении и описании объектов микромира.

4. Периодический закон и современное состояние учения о химической периодичности. Закон Мозли. Современное состояние периодического закона. Периодическая система с точки зрения строения атома (радиусы атомов и ионов, энергия и потенциал ионизации, константа экранирования, сродство к электрону, электроотрицательность, степень окисления и валентность).

5. Метод молекулярных орбиталей в химии. Связывающие, разрыхляющие и несвязывающие орбитали. Порядок связи. Строение простейших двухатомных (гомоядерных и гетероядерных) частиц по методу МО ЛКАО. Изозлектронные системы. Парамагнетизм.

6. Современные методы описания химической связи в комплексных соединениях: ММО, МВС, ТКП, ТПЛ и др. Предсказание форм простых молекул в рамках указанных выше методов.

7. Межмолекулярные взаимодействия (силы Ван-дер-Ваальса) и водородная связь. Виды межмолекулярного взаимодействия. Ван-дер-ваальсовы силы: ориентационный, индукционный и дисперсионный эффекты. Водородная связь. Различия в физических свойствах веществ с различным типом химической связи.

8. Общая характеристика комплексных соединений. Центральный атом. Лиганды. Координационное число. Внутренняя сфера. Внешняя сфера. Изомерия комплексных соединений. Теоретическое и прикладное значение комплексных соединений. Строение и химическая связь в комплексных соединениях, теория кристаллического поля.

9. Теории кислот и оснований. Ранние теории, теория Сванте Аррениуса. Современные теории: протонная, электронная, теория сольвосистем, теория М. И. Усановича, теория ЖМКО.

10. Принцип кайносимметрии. Особенности химии «типических» элементов I и II периодов.

11. Металлическое состояние вещества и металлическая связь. Общие свойства металлов. Принцип плотнейшей упаковки, три основных типа кристаллических решеток металлов. Понятие о зонной теории (валентная, запрещенная зоны, зона проводимости). Проводники, полупроводники и диэлектрики.

12. Коррозия металлов, виды коррозии (химическая и электрохимическая). Процессы коррозии, протекающие с водородной и кислородной деполяризацией. Способы защиты от коррозии (нанесение защитных покрытий, катодная и протекторная защита, коррозионно-стойкие сплавы).

13. Химия водорода, кислорода и образуемых ими неорганических соединений. Гидриды как соединения водорода с металлами и неметаллами (галогениды, халькогениды, инитогениды и т.д.). Растворимость водорода в металлах. Пероксид водорода. Строение и устойчивость молекулы. Окислительно-восстановительные свойства. Пероксикислоты (надкислоты) и их соли – строение, свойства и применение на примере любой пероксикислоты. Пероксиды металлов как производные пероксида водорода. Важнейшие кислородные соединения – оксиды металлов и неметаллов, гидроксиды. Озон. Оксигенильные комплексы.

14. Основные черты химии углерода и кремния. Соединения с металлами и неметаллами. Простые и комплексные цианиды. Роданистоводородная кислота и ее соли. Родан. Кислородные соединения углерода. Карбонаты, бикарбонаты. Строение и свойства

карбамида (мочевины). Соединения кремния с металлами и неметаллами (галогенами). Кремнефтористоводородная кислота, ее соли. Соединения кремния с водородом. Получение, строение, свойства и применение силанов. Кислородные соединения кремния. Искусственные силикаты – стекла, ситаллы. Силоксан, силиконы.

15. Основные черты химии азота и фосфора. Строение и свойства аммиака. Нитриды и амиды как производные аммиака. Гидразин. Кислородные соединения азота: оксиды различного состава, кислородсодержащие кислоты. Азотистая кислота. Азотная кислота: строение, взаимодействие с металлами. Гидриды фосфора. Сравнение свойств фосфина и аммиака. Кислородные соединения фосфора.

16. Основные черты химии галогенов. Галогеноводороды. Плавиковая кислота. Соляная кислота. Кислородные соединения галогенов – оксиды и галогенсодержащие кислоты. Хлорноватистая кислота, ее соли – гипохлориты. Хлористая, хлорноватая, хлорная кислоты и их соли – хлориты, хлораты, перхлораты. Сопоставление силы кислот и окислительно-восстановительных свойств в ряду кислородсодержащих кислот. Кислородсодержащие кислоты брома, иода и их соли. Лабораторные и промышленные способы получения галогенов (химические и электрохимические методы).

17. Инертные и благородные газы: основные свойства и химические соединения. Особенности электронного строения атомов. Особые свойства гелия, квантовая жидкость. Открытие соединений благородных газов. Клатраты. Фториды и кислородсодержащие соединения благородных газов.

18. Характерные черты химии s-элементов I и II групп. Особенности строения атома и иона лития и связанные с этим аномальные свойства соединений лития. Сходство некоторых соединений лития и магния. Особенности химического поведения бериллия, магния и щелочноземельных металлов. Жесткость воды (временная и постоянная) и способы ее устранения.

19. Химия лантаноидов. Строение электронных оболочек атомов лантаноидов. Монотонное изменение свойств и внутренняя периодичность свойств элементов семейства. Физические и химические свойства лантаноидов. Соединения лантаноидов в аномальных степенях окисления. Использование лантаноидов и их соединений.

20. Химия элементов подгруппы хрома. Важнейшие соединения хрома (+3). Соединения хрома (+6), их свойства. Химические соединения молибдена и вольфрама. Оксиды и галогениды молибдена и вольфрама. Молибденовые и вольфрамовые кислоты. Изополисоединения. Гетерополисоединения. Вольфрамовые бронзы. Молибденовая и вольфрамовая синь. Кластерные соединения.

21. Химия марганца и его аналогов. Характерные соединения марганца в степенях окисления (+2), (+4), (+6), (+7). Особенности химии технеция и рения в высших степенях окисления.

22. Химия элементов триады железа (Fe, Co, Ni). Принципы получения металлов. Причины различной устойчивости характерных соединений металлов триады в разных степенях окисления. Оксиды, гидроксиды, галогениды и карбонилы железа, кобальта и никеля.

## 2. АНАЛИТИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

1. Химическое равновесие в гомогенных системах. Закон действующих масс. Константа равновесия, её физический смысл.

2. Идеальные и реальные системы. Побочные процессы, которые могут протекать в реальных системах. Уравнение материального баланса, коэффициенты конкурирующих реакций.

3. Ионная сила раствора. Активность и коэффициент активности. Термодинамические, концентрационные и условные константы равновесия, их связь.

4. Типы гетерогенных систем, используемых в аналитической химии. Химическое равновесие в системе «раствор – осадок». Произведение растворимости. Математическая связь между растворимостью и произведением растворимости.

5. Факторы, влияющие на растворимость осадков. Солевой эффект, эффект присутствия одноименного иона, влияние конкурирующих реакций.

6. Экстракция. Основные параметры, характеризующие экстракционное разделение и концентрирование: степень извлечения и фактор разделения. Константа экстракции и её связь с коэффициентом распределения. Расчёт числа экстракций, необходимых для полного извлечения компонента в органическую фазу.

7. Хроматографические методы разделения в аналитической химии. Их классификация по природе фаз, механизму разделения, технике выполнения. Бумажная и тонкослойная хроматография. Техника выполнения работ (восходящая, нисходящая, двумерная).

8. Ионизация растворителей. Автопротолиз. Недостатки теории кислот и оснований Аррениуса. Протолитическая теория Бренстеда – Лоури, её достоинства. Классификация растворителей с точки зрения протолитической теории кислот и оснований. Влияние растворителей на протолитическое поведение растворённого вещества.

9. Вычисление рН растворов сильных и слабых кислот и оснований при достаточно высоких и при низких их концентрациях.

10. Комплексные соединения и основные аспекты использования их в аналитической химии. Катионные, анионные и нейтральные комплексные соединения. Прочность комплексов. Полные и ступенчатые константы устойчивости комплексных соединений. Внутриккомплексные соединения.

11. Окислительно-восстановительные реакции и основные аспекты использования их в аналитической химии. Стандартные потенциалы. Уравнение Нернста. Влияние окислительно-восстановительных потенциалов на направление окислительно-восстановительных реакций. Факторы, влияющие на величину реальных окислительно-восстановительных потенциалов: ионная сила раствора, кислотность среды, протекание конкурирующих реакций осаждения, комплексообразования.

12. Сущность гравиметрического метода анализа. Прямые и косвенные способы гравиметрии. Общая схема прямых гравиметрических определений. Осадкообразование. Кристаллические и аморфные осадки, условия их образования. Осаждаемая и весовая формы осадков, требования к ним. Основные источники загрязнения осадков.

13. Сущность титриметрического анализа. Первичные и вторичные стандарты, исходные вещества, момент эквивалентности, кривые титрования, индикаторы титрования. Общие требования к реакциям, лежащим в основе титриметрических определений. Типы реакций, используемых в титриметрии, классификация методов титриметрии. Основные источники ошибок в титриметрии.

14. Физико-химические методы анализа, их место в ряду аналитических методов. Классификация физико-химических методов анализа, их достоинства.

15. Схема проведения анализа методом эмиссионной фотометрии пламени, условия проведения анализа. Основные узлы пламенно-фотометрической установки. Характеристика пламени как источника возбуждения. Общая схема процессов, происходящих в пламени. Виды помех в фотометрии пламени, их устранение.

16. Основные параметры, характеризующие электромагнитное излучение. Происхождение спектров излучения и поглощения. Понятие о цвете растворов. Основной закон светопоглощения растворами. Оптическая плотность и пропускание, их связь с концентрацией и пределы измерений. Молярный коэффициент поглощения как мера чувствительности фотометрической реакции. Типы фотометрируемых систем и условий фотометрических определений.

17. Явление люминесценции. Отличие люминесценции от других видов излучения. Классификация явлений люминесценции. Флуоресценция и фосфоресценция с

точки зрения электронных переходов. Связь спектров поглощения и люминесценции. Законы Стокса – Ломмеля, Вавилова. Правило зеркальной симметрии Левшина.

18. Электрогравиметрический анализ. Теоретические основы, области применения, аппаратура. Поляризация электрода. Виды поляризации: химическая, электрохимическая, концентрационная. Внутренний электролиз. Электролиз с ртутным катодом.

19. Полярнографический метод анализа. Теоретическое обоснование, принципиальная схема установки для выполнения анализа. Условия проведения электролиза в полярнографии. Вольт-амперная кривая. Остаточный и предельный токи. Качественный и количественный полярнографический анализ. Подготовка раствора к полярнографированию. Устранение источников, искажающих вольт-амперные кривые (растворенный кислород, максимумы первого и второго рода).

20. Потенциометрический метод анализа. Теоретическое обоснование метода. Индикаторные электроды и электроды сравнения. Функции электродов, основные требования, предъявляемые к ним. Факторы, определяющие выбор индикаторного электрода. Функции электродов, основные требования, предъявляемые к ним. Факторы, определяющие выбор индикаторного электрода. Прямая и косвенная потенциометрия. Потенциометрическое титрование. Виды кривых потенциометрического титрования, способы определения конечной точки титрования. Факторы, определяющие величину скачка потенциала индикаторного электрода при использовании различных типов химических реакций.

### **3. ОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ**

1. Алканы. Гомологический ряд, номенклатура, изомерия. Анализ реакционной способности. Способы получения. Физические и химические свойства. Способы получения. Распространение и применение.

2. Алкены. Гомологический ряд, номенклатура, изомерия. Анализ реакционной способности. Способы получения. Физические и химические свойства. Способы получения. Распространение и применение.

3. Алкадиены. Классификация, номенклатура, изомерия. Анализ реакционной способности. Способы получения. Физические и химические свойства. Способы получения. Распространение и применение.

4. Алкины. Гомологический ряд, номенклатура, изомерия. Анализ реакционной способности. Способы получения. Физические и химические свойства. Способы получения. Распространение и применение.



5. Ароматические углеводороды. Строение бензола, ароматичность. Гомологический ряд, номенклатура, изомерия. Анализ реакционной способности. Физические и химические свойства. Правило ориентации. Распространение и применение.
6. Моногалогенпроизводные углеводородов. Классификация, номенклатура, изомерия. Анализ реакционной способности. Способы получения. Физические и химические свойства. Распространение и применение.
7. Одноатомные спирты. Номенклатура, изомерия. Анализ реакционной способности. Способы получения. Физические и химические свойства. Распространение и применение.
8. Многоатомные спирты. Гликоли, глицерин. Анализ реакционной способности, сравнение с одноатомными спиртами. Физические и химические свойства. Распространение и применение.
9. Фенолы. Классификация, номенклатура, изомерия. Взаимное влияние атомов в молекуле на примере фенола. Номенклатура, изомерия. Анализ реакционной способности. Физические и химические свойства. Распространение и применение.
10. Альдегиды. Номенклатура, изомерия. Анализ реакционной способности. Физические и химические свойства. Способы получения. Распространение и применение.
11. Кетоны. Номенклатура, изомерия. Анализ реакционной способности. Физические и химические свойства. Распространение и применение.
12. Монокарбоновые кислоты. Классификация. Номенклатура, изомерия. Способы получения. Анализ реакционной способности. Физические и химические свойства. Распространение и применение.
13. Дикарбоновые кислоты. Классификация. Номенклатура, изомерия. Анализ реакционной способности. Способы получения. Физические и химические свойства, специфические реакции. Распространение и применение.
14. Оксикислоты. Классификация. Номенклатура, изомерия. Анализ реакционной способности. Физические и химические свойства, специфические реакции. Распространение и применение.
15. Углеводороды. Классификация. Альдопентозы (рибоза, дезоксирибоза, ксилоза, арабиноза), альдогексозы (глюкоза, галактоза, манноза), кетогексозы (фруктоза). Изомерия моносахаридов.
16. Моносахариды. Химические свойства, установление структуры моносахаридов, качественные реакции. Распространение и применение.
17. Дисахариды (мальтоза, лактоза, целлобиоза, сахароза). Полисахариды (крахмал и целлюлоза). Строение, свойства, практическое значение.

18. Амины. Классификация. Номенклатура, изомерия. Анализ реакционной способности. Способы получения. Физические и химические свойства, специфические реакции.

19. Аминокислоты. Классификация. Номенклатура, изомерия. Анализ реакционной способности. Физические и химические свойства, специфические реакции. Распространение и применение.

20. Нитро- и нитрозосоединения. Способы получения. Анализ реакционной способности. Физические и химические свойства, применение.

21. Азо- и диазосоединения. Алкилдиазиниевые и арилдиазониевые соли. Способы получения. Реакции диазониевых солей с выделением и без выделения азота.

22. Пятичленные гетероциклы с одним гетероатомом (пиррол, фуран, тиофен). Строение, ароматичность. Способы получения. Химические свойства и практическое значение.

23. Шестичленные гетероциклы с одним и двумя гетероатомами. Строение, ароматичность. Способы получения. Химические свойства и практическое значение, распространение в природе.

#### **4. ФИЗИЧЕСКАЯ ХИМИЯ**

1. Первый закон термодинамики и его приложение к физическим системам.

2. Применение первого закона термодинамики к химическим системам. Расчет тепловых эффектов химических реакций при стандартной и нестандартной температурах.

3. Второй закон термодинамики. Расчет изменения энтропии в химических процессах при стандартной и нестандартной температурах. Расчет изменения энтропии для необратимых процессов.

4. Термодинамические потенциалы. Фундаментальные уравнения Гиббса. Энергия Гельмгольца и энергия Гиббса. Расчет энтропии, внутренней энергии, энтальпии, энергии Гельмгольца и энергии Гиббса из опытных данных. Условия и критерии самопроизвольного протекания процессов.

5. Химическое равновесие. Уравнение изотермы реакции Вант-Гоффа. Связь констант равновесия со стандартными изменениями энергии Гиббса и Гельмгольца.

6. Методы расчета константы равновесия  $K_r$ . Виды констант химического равновесия, химических процессов и связь между ними. Расчеты констант равновесия химических реакций с использованием таблиц стандартных значений термодинамических функций.

7. Термодинамика реальных растворов. Закон Рауля и Генри. Криоскопия. Эбулиоскопия.
8. Термодинамика реальных растворов. Методы определения коэффициентов активности.
9. Методы определения порядка и константы скорости реакции. Дифференциальные и интегральные методы.
10. Кинетика обратимых реакций, параллельных и конкурирующих реакций.
11. Кинетика цепных реакций с вещественной цепью.
12. Зависимость константы скорости реакции от температуры. Уравнение Аррениуса. Энергия активации и методы ее определения.
13. Теория активированного комплекса. Термодинамический аспект теории активированного комплекса.
14. Электрическая проводимость электролитов: удельная, эквивалентная, молекулярная. Закон Кольрауша. Теория электрической проводимости сильных электролитов Дебая-Хюккеля-Онзагера.
15. Электрохимический, внутренний, внешний и поверхностный потенциалы. ЭДС электрохимического элемента. Уравнение Нернста.
16. Механизм активации в катализе. Каталитический цикл. Явление промотирования, отравления и модифицирования в катализе.
17. Основные стадии и кинетика металлокомплексного катализа.
18. Закон действующих поверхностей и кинетика гетерогенных каталитических реакций.
19. Размерные эффекты в физической химии дисперсных систем. Уравнение Томпсона-Кельвина.
20. Дисперсные системы: классификации дисперсных систем, виды устойчивости дисперсных систем и факторы их определяющие.

## **5. ВЫСОКОМОЛЕКУЛЯРНЫЕ СОЕДИНЕНИЯ**

1. Особенности молекулярного строения высокомолекулярных соединений. Важнейшие отличительные свойства полимеров. Роль полимеров в живой природе и их применение в народном хозяйстве.
2. Конфигурация и конфигурационная изомерия макромолекул виниловых, винилиденовых и диеновых полимеров. Стереорегулярные полимеры. Оптически активные полимеры.

3. Конформация и конформационная изомерия макромолекул. Факторы, от которых зависит гибкость полимерных цепей.

4. Основные методы получения синтетических полимеров. Приведите несколько примеров их синтеза. Классы мономеров, вступающих в полимеризацию.

5. Природа растворов высокомолекулярных соединений. Применение правила фаз Гиббса, фазовые диаграммы. Особенности растворов полимеров. Набухание.

6. Агрегатные и фазовые состояния полимеров. Физические состояния аморфных полимеров. Термомеханический метод исследования полимеров. Основы выбора условий их эксплуатации и переработки.

## 2.2. Методические рекомендации студентам.

### «Неорганическая химия»

**1. Строение атома. Порядок заполнения электронами атомных орбиталей.** Развитие представлений о строении атома. Заряд ядра атома. Понятие о квантовых числах; s, p, d, f-орбитали. Энергетические уровни. Порядок заполнения электронами атомных орбиталей. Принцип Паули. Правило Хунда.

Знать: определение волновой функции. Принципы описания квантовых систем. Правила определения структуры атомов.

Уметь: определять число протонов и нейтронов в ядре атома. Составлять электронные и электронно-графические формулы атомов химических элементов.

Владеть: методами определения квантовых чисел.

**2. Химическая связь. Виды и типы химической связи.** Сигма и пи-связи. Ионная связь. Ковалентная связь. Водородная связь. Различия в физических свойствах веществ с ионной, полярной и ковалентной связью (температура кипения, плавления, величина растворимости в полярных и неполярных растворителях). Природа сил Ван-дер-Ваальса.

Знать: природу химической связи. Виды химической связи. Типы химической связи. Природу сил межмолекулярного взаимодействия.

Уметь: составлять электронные, электронно-графические, структурные и пространственные формулы молекул.

Владеть: методами определения видов и типов связи. Методами установления различия в физических свойствах веществ с разным типом кристаллической решётки.

**3. Свойства ковалентной связи.** Основные положения метода валентных связей (МВС). Понятие о гибридизации орбиталей. Основные типы гибридизации ( $sp$ ,  $sp^2$ ,  $sp^3$ ,  $sp^3d$ ,  $sp^3d^2$ ,  $dsp^2$ ), пространственная конфигурация молекул и ионов. Направленность и насыщаемость

ковалентных связей. Основные положения метода молекулярных орбиталей (МО ЛКАО). Связывающие, разрыхляющие и несвязывающие орбитали.

Знать: основные положения методов ВС и МО. Основные положения метода гибридизации атомных орбиталей.

Уметь: устанавливать тип гибридизации центрального атома в частице. Определять форму частицы и значения валентных углов. Составлять энергетические диаграммы гомонуклеарных молекул элементов 2 и 3 периодов.

Владеть: методами характеристики химических связей и описания структуры частиц.

**4. Периодический закон и Периодическая система Д.И. Менделеева.** Открытие Периодического закона Д.И. Менделеевым. Современная формулировка Периодического закона. Периодичность в изменении электронной конфигурации атомов. Химический элемент. Периодически изменяющиеся свойства элементов. Радиусы атомов, энергия ионизации, закономерности в изменении этих величин.

Знать: Историю открытия и формулировку периодического закона Д.И. Менделеева. Современную формулировку периодического закона.

Уметь: использовать *Периодический закон и Периодическую систему Д.И. Менделеева*

Владеть: способами характеристики свойств элементов.

**5. Начала термодинамики.** Основные понятия химической термодинамики: система, параметры состояния, работа, энергия, теплота. Первое начало термодинамики. Стандартные энтальпии образования химических соединений. Тепловые эффекты химических реакций. Термохимические расчеты, основанные на законе Гесса. Второй закон термодинамики. Энтропия. Энергия Гиббса. Критерий самопроизвольного протекания процессов.

Знать: формулировки первого и второго законов термодинамики. Закон Гесса. Понятие энтальпии, энтропии и энергии Гиббса.

Уметь: проводить термохимические расчёты по закону Гесса и следствиям из него. Определять значение энергии Гиббса для химических процессов.

Владеть: способами определения возможности протекания процессов.

**6. Константа химического равновесия как мера глубины протекания процессов.** Использование значений стандартной энтальпии и энтропии для расчета констант равновесия химических реакций. Факторы, влияющие на величину константы равновесия. Термодинамический вывод закона действующих масс. Сдвиг химического равновесия. Принцип Ле Шателье.

Знать: понятие химического равновесия и константы химического равновесия. Закон действующих масс для химического равновесия. Правила смещения химического равновесия.

Уметь: проводить расчёты константы химического равновесия. Определять направления сдвига химического равновесия при изменении условий протекания процесса.

Владеть: методами теоретического и экспериментального определения значения константы химического равновесия.

**7. Кинетика и механизм химических реакций.** Скорость химической реакции, ее зависимость от природы и концентрации реагентов, температуры. Порядок и молекулярность реакции. Константа скорости, ее зависимость от температуры. Уравнение Аррениуса. Энергия активации. Механизм и кинетика реакций в гомогенных и гетерогенных системах. Гомогенный и гетерогенный катализ.

Знать: понятия мгновенной и средней скорости реакции. Уравнение Аррениуса. Понятие катализа.

Уметь: составлять кинетические уравнения по экспериментальным данным. Проводить расчёты по уравнению Аррениуса. Строить энергетические диаграммы хода химической реакции.

Владеть: способами описания механизмов некоторых химических реакций.

**8. Общая характеристика s-элементов.** Нахождение s-элементов в природе. Получение в металлическом состоянии из природного сырья. Изменение химической активности в металлическом состоянии в подгруппах. Получение, строение, свойства гидридов, галогенидов, сульфидов, нитридов. Щёлочи. Получение, строение, свойства, применение едкого натра. Растворимые и нерастворимые соли. Жесткость воды (временная, постоянная). Уменьшение жесткости воды с помощью комплексонов. Деминерализованная вода (использование ионообменных материалов для очистки воды).

Знать: формы нахождения s-элементов в природе. Физические и химические свойства простых веществ. Физические и химические свойства соединений. Понятие о жёсткости воды.

Уметь: прогнозировать свойства элементов и их соединений в зависимости от строения их атомов и положения в периодической системе.

Владеть: способами устранения жёсткости воды и очистки воды.

**9. Кислород** Общая характеристика кислорода. Строение молекулы кислорода с позиций метода МО. Получение кислорода в лаборатории и промышленности. Применение молекулярного кислорода. Важнейшие кислородные соединения оксиды элементов металлов и

элементов неметаллов, Химические и физические свойства оксидов. Пероксиды и надпероксиды, их получение, свойства и применение. Озон, его свойства, строение, получение. Применение для озонирования воды и воздуха, в качестве окислителя в синтезе.

Знать: общую характеристику кислорода. Способы получения. Применение. Физические и химические свойства соединений кислорода.

Уметь: характеризовать свойства соединений кислорода на основании положения кислорода в периодической системе и строения атома.

Владеть: методами описания структуры кислородсодержащих частиц.

**10. Общая характеристика галогенов.** Важнейшие минералы. Строение двухатомных молекул галогенов. Химические свойства галогенов в молекулярном состоянии, взаимодействие с металлами и неметаллами. Получение галогенов в лаборатории и промышленности. Токсичность галогенов. Правила техники безопасности при работе с галогенами. Применение галогенов в промышленности.

Знать: формы нахождения галогенов в природе. Строение молекул. Физические и химические свойства простых веществ. Способы получения. Применение галогенов.

Уметь: характеризовать свойства элементов по особенностям строения их атомов и положению в периодической системе. Характеризовать физические и химические свойства галогенов.

Владеть: методами получения галогенов в лаборатории. Правилами техники безопасности при работе с ядовитыми газами.

## **«Органическая химия»**

### **1. Алканы. Особенности химического строения. Получение, свойства, применение.**

Знать: особенности химического строения алканов, гомолитический разрыв связи, радикальные процессы, изомерию, методы получения, физические и химические свойства алканов, основные направления их использования.

Уметь: использовать правила номенклатуры для составления формул алканов по названию, составлять уравнения реакций с участием данного класса органических соединений.

Владеть: применять теоретические представления органической химии для объяснения реакционной способности и предсказания главного направления реакций с участием алканов.

## **2. Алкены. Особенности химического строения. Получение, свойства, применение.**

Знать: особенности химического строения алкенов, электрофильные процессы, изомерию, методы получения, физические и химические свойства алкенов, основные направления их использования.

Уметь: использовать правила номенклатуры для составления формул алкенов по названию, составлять уравнения реакций с участием данного класса органических соединений.

Владеть: применять теоретические представления органической химии для объяснения реакционной способности и предсказания главного направления реакций с участием алкенов.

## **3. Алкины. Особенности химического строения. Получение, свойства, применение.**

Знать: особенности химического строения алкинов, процессы винилирования, изомерию, методы получения, физические и химические свойства алкинов, основные направления их использования.

Уметь: использовать правила номенклатуры для составления формул алкинов по названию, составлять уравнения реакций с участием данного класса органических соединений.

Владеть: применять теоретические представления органической химии для объяснения реакционной способности и предсказания главного направления реакций с участием алкинов.

## **4. Галогенпроизводные алканов. Особенности химического строения. Получение, свойства, применение.**

Знать: особенности химического строения галогеналканов, гетеролитический разрыв связи, нуклеофильные процессы, изомерию, методы получения, физические и химические свойства галогеналканов, основные направления их использования.

Уметь: использовать правила номенклатуры для составления формул галогеналканов по названию, составлять уравнения реакций с участием данного класса органических соединений.

Владеть: применять теоретические представления органической химии для объяснения реакционной способности и предсказания главного направления реакций с участием галогеналканов.



## **5. Одноатомные спирты. Особенности химического строения. Получение, свойства, применение.**

Знать: особенности химического строения одноатомных спиртов, кислотные свойства, окислительно-восстановительные процессы, изомерию, методы получения, физические и химические свойства одноатомных спиртов, основные направления их использования.

Уметь: использовать правила номенклатуры для составления формул одноатомных спиртов по названию, составлять уравнения реакций с участием данного класса органических соединений.

Владеть: применять теоретические представления органической химии для объяснения реакционной способности и предсказания главного направления реакций с участием одноатомных спиртов.

## **6. Альдегиды и кетоны. Особенности химического строения. Методы синтеза, свойства, применение.**

Знать: особенности химического строения карбонильных соединений, процессы конденсации, кето-енольная таутомерия, методы получения, физические и химические свойства карбонильных соединений, основные направления их использования.

Уметь: использовать правила номенклатуры для составления формул карбонильных соединений по названию, составлять уравнения реакций с участием данного класса органических соединений.

Владеть: применять теоретические представления органической химии для объяснения реакционной способности и предсказания главного направления реакций с участием карбонильных соединений.

## **7. Монокарбоновые кислоты. Особенности химического строения. Получение, свойства, применение.**

Знать: особенности химического строения карбоксильной группы, производные карбоновых кислот, изомерию, методы получения, физические и химические свойства карбоновых кислот, основные направления их использования.

Уметь: использовать правила номенклатуры для составления формул карбоновых кислот по названию, составлять уравнения реакций с участием данного класса органических соединений, сравнивать кислотные свойства замещенных карбоновых кислот.

Владеть: применять теоретические представления органической химии для

объяснения реакционной способности и предсказания главного направления реакций с участием карбоновых кислот.

#### **8. Бензол и его гомологи. Особенности химического строения. Получение, свойства, применение.**

Знать: особенности химического строения ароматических соединений, процессы электрофильного замещения, изомерию, методы получения, физические и химические свойства ароматических углеводородов, основные направления их использования.

Уметь: использовать правила номенклатуры для составления формул ароматических углеводородов по названию, составлять уравнения реакций с участием данного класса органических соединений, ориентирующее действие заместителей.

Владеть: применять теоретические представления органической химии для объяснения реакционной способности и предсказания главного направления реакций с использованием ориентирующих факторов.

#### **9. Ароматические амины. Особенности химического строения. Получение, свойства, применение.**

Знать: особенности химического строения ароматических аминов, основные свойства, процессы диазотирования, изомерию, методы получения, физические и химические свойства ароматических аминов, основные направления их использования.

Уметь: использовать правила номенклатуры для составления формул ароматических аминов по названию, составлять уравнения реакций с участием данного класса органических соединений.

Владеть: применять теоретические представления органической химии для объяснения реакционной способности и предсказания главного направления реакций с участием ароматических аминов.

#### **10. Гетероциклы с одним гетероатомом: пятичленные (пиррол, фуран, тиофен), шестичленные (пиридин). Особенности химического строения. Получение, свойства, применение.**

Знать: особенности химического строения ароматической  $\pi$ -системы гетероциклов, процессы замещения и присоединения, изомерию, методы получения, физические и химические свойства гетероциклов, основные направления их использования.

Уметь: использовать правила номенклатуры для составления формул гетероциклов по названию, составлять уравнения реакций с участием данного класса органических

соединений.

Владеть: применять теоретические представления органической химии для объяснения реакционной способности и предсказания главного направления реакций с участием гетероциклов.

## **«Физическая химия»**

### **1. Основные понятия химической термодинамики**

Знать: систему (классификация систем, внешняя, среда процессы). Фаза, компонент. Термодинамические параметры. Интенсивные и экстенсивные величины. Обратимые и необратимые процессы и их свойства. Температура. Шкалы температур.

Уметь: выводить и интерпретировать основные формулы для подтверждения теоретических представлений.

Владеть: навыками расчета; применением рассматриваемых представлений в ходе химико-аналитической практики

### **2. Нулевой, первый, второй и третий законы термодинамики**

Знать: 0 закон термодинамики (формулировка, значение, применение); I закон термодинамики (Теплота, внутренняя энергия, работа); II закон термодинамики (направление процесса в зависимости от изменения энтропии); III закон термодинамики (энтропия и ее абсолютное значение), работа химического процесса

Уметь: выводить и интерпретировать основные формулы для подтверждения теоретических представлений.

Владеть: навыками расчета; применением рассматриваемых представлений в ходе химико-аналитической практики

### **3. Фазовые переходы, фазовые диаграммы.**

Знать: фазовые переходы первого и второго рода. Уравнения Эренфеста. Правило фаз Гиббса. Диаграммы плавкости систем. Перегонка, азеотропы.

Уметь: выводить и интерпретировать основные формулы для подтверждения теоретических представлений.

Владеть: навыками расчета; применением рассматриваемых представлений в ходе химико-аналитической практики

### **4. Формальная кинетика**

Знать: реакции 0,1,2,n порядка. Уравнения прямой линии для 0, 1, 2 порядков (графическое представление). Период полупревращения для 0,1,2 порядков. Определение

основных кинетических параметров. Период полураспада как метод определения возраста геологических пород. Кинетические методы анализа.

Уметь: выводить и интерпретировать основные формулы для подтверждения теоретических представлений.

Владеть: навыками расчета; применением рассматриваемых представлений в ходе химико-аналитической практики

## **5. Катализ**

Знать: катализаторы, ферменты. Гомогенный катализ (на примере кислотно-основного). Гетерогенный катализ (активные центры, активация катализатора, отравление катализатора). Теории гетерогенного катализа (теория геометрического сродства, теория мультиплетов).

Уметь: выводить и интерпретировать основные формулы для подтверждения теоретических представлений.

Владеть: навыками расчета; применением рассматриваемых представлений в ходе химико-аналитической практики

## **6. Теория растворов электролитов**

Знать: представление о строении растворов электролитов (Т. Гротгус, М. Фарадей, С. Аррениус, И.А. Каблуков, Д.И. Менделев). Основные положения теории Аррениуса. Недостатки этой теории. Теория растворов сильных электролитов Дебая –Гюккеля.

Уметь: выводить и интерпретировать основные формулы для подтверждения теоретических представлений.

Владеть: навыками расчета; применением рассматриваемых представлений в ходе химико-аналитической практики

## **7. Неравновесные процессы в растворах электролитов**

Знать: Электролиз (законы электролиза, электрогравиметрия, кулонометрия сущность и границы применения методов). Электропроводность (зависимость электропроводности от концентрации, температуры и природы вещества, экстремальная проводимость растворов кислот и оснований). Кондуктометрия.

Уметь: выводить и интерпретировать основные формулы для подтверждения теоретических представлений.

Владеть: навыками расчета; применением рассматриваемых представлений в ходе химико-аналитической практики

## **8. Равновесные явления в растворах электролитов**

Знать: электроды и электрохимические цепи (потенциал и его измерение (стандартный, реальный, формальный), классификация электродов и электрохимических цепей, виды электродов и электрохимических цепей, измерение ЭДС). Измерение рН, стеклянный электрод. Ион селективный электрод (измерение концентрации ионов). Потенциометрия.

Уметь: выводить и интерпретировать основные формулы для подтверждения теоретических представлений.

Владеть: навыками расчета; применением рассматриваемых представлений в ходе химико-аналитической практики

## **9. Адсорбция и абсорбция**

Знать: абсорбция химическая и физическая. Растворимость газов (закон Генри). Адсорбция (виды, основные уравнения и теории (Генри, Ленгмюра, Фрэйндлиха – Бедекера, БЭТ). ПАВ, ПИВ. Применение сорбционных процессов в практике химического анализа, химической технологии и методах защиты окружающей среды.

Уметь: выводить и интерпретировать основные формулы для подтверждения теоретических представлений.

Владеть: навыками расчета; применением рассматриваемых представлений в ходе химико-аналитической практики

## **10. Химические источники тока и коррозия**

Знать: химические источники тока; их виды и основные характеристики. Топливные элементы. Химическая и электрохимическая коррозия (виды и методы защиты).

Уметь: выводить и интерпретировать основные формулы для подтверждения теоретических представлений.

Владеть: навыками расчета; применением рассматриваемых представлений в ходе химико-аналитической практики

### **«Аналитическая химия»**

**1. Сильные и слабые электролиты. Общая концентрация и активности ионов в растворе. Теории растворов электролитов. Ионная сила раствора. Влияние**

## **ионной силы раствора на коэффициенты активности ионов. Характеристика рН водных растворов электролитов**

Знать: состояние веществ в идеальных и реальных системах. Ионы. Структура растворителей и раствора. Сольватация, ионизация, диссоциация. Поведение электролитов и неэлектролитов в растворах. Теория Дебая-Хюккеля. Коэффициенты активности. Концентрационные константы. Описание сложных равновесий. Общая и равновесная концентрации. Условные константы.

Уметь: использовать графическое описание равновесий (распределительные и концентрационно-логарифмические диаграммы).

Владеть: методами расчета ионной силы раствора, коэффициентов активности ионов и активных концентраций входящих в состав раствора компонентов.

## **2. Протолитическая теория кислот и оснований. рН водных растворов. Константа кислотности и основности. Буферные системы (растворы). Использование буферных систем в анализе. Гидролиз.**

Знать: современные представления о кислотах и основаниях. Теория Льюиса. Теория Бренстеда-Лоури. Равновесие в системе кислота - сопряженное основание и растворитель. Константы кислотности и основности. Кислотные и основные свойства растворителей. Константа автопротолиза. Нивелирующий и дифференцирующий эффект растворителя. Кисотно-основное равновесие в многокомпонентных системах. Буферные растворы и их свойства. Буферная емкость.

Уметь: предсказывать влияние природы растворителя на силу кислоты и основания.

Владеть: вычислением рН растворов незаряженных и заряженных кислот и оснований (в свете протолитической теории), многоосновных кислот и оснований, смеси кислот и оснований.

## **3. Окислительно-восстановительные системы. Направление протекания окислительно-восстановительных реакций. Влияние различных факторов на направление протекания окислительно-восстановительных реакций. Использование окислительно-восстановительных реакций в химическом анализе.**

Знать: электродный потенциал. Уравнение Нернста. Стандартный и формальный потенциалы. Связь константы равновесия со стандартными потенциалами. Факторы, влияющие на направление окислительно-восстановительных реакций. Понятие о смешанных потенциалах. Механизмы окислительно-восстановительных реакций.

Основные неорганические и органические окислители и восстановители, применяемые в анализе. Методы предварительного окисления и восстановления определяемого элемента.

Уметь: предсказывать направление реакции окисления и восстановления.

Владеть: навыками математического описания окислительно-восстановительного равновесия.

#### **4. Гетерогенные равновесия в аналитической химии. Производство растворимости малорастворимого сильного электролита. Условие образования осадков малорастворимых сильных электролитов. Дробное осаждение и дробное растворение осадков. Влияние различных факторов на полноту осаждения осадков и их растворение**

Знать: Равновесие в системе раствор - осадок. Осадки и их свойства. Схема образования осадка. Кристаллические и аморфные осадки. Зависимость формы осадка от скорости образования первичных частиц их роста.. Условия получения кристаллических осадков. Гомогенное осаждение. Старение осадка. Причины загрязнения осадка (совместное осаждение, соосаждение, последующее осаждение). Классификация различных видов соосаждения (адсорбция, окклюзия, изоморфизм и др.). Положительное и отрицательное значение явления соосаждения в анализе. Особенности образования коллоидно-дисперсных систем. Использование коллоидных систем в химическом анализе.

Уметь: описывать зависимость структуры осадка от его индивидуальных свойств (растворимости, полярности молекул) и условий осаждения (концентрации осаждаемого иона и осадителя, солевого состава раствора и pH, температуры).

Владеть: навыками математического описания гетерогенных равновесий, в т.ч. учитывать факторы, влияющие на растворимость осадков: температура, ионная сила, действие одноименного иона, реакции протонизации, комплексообразования, окисления-восстановления, структура и размер частиц

#### **5. Равновесия в растворах комплексных соединений. Влияние различных факторов на процессы комплексообразования в растворах. Применение комплексных соединений в химическом анализе. Роль маскирующих комплексообразователей в анализе.**

Знать: типы комплексных соединений, используемых в аналитической химии. Классификация комплексных соединений по характеру взаимодействия металл-лиганд, по однородности лиганда и центрального иона (комплексообразователя): внутрисферные комплексы и ионные ассоциаты (внешнесферные комплексы и ионные пары),

однороднолигандные и смешанолигандные, полиядерные (гетерополиядерные и гомополиядерные). Свойства комплексных соединений, имеющие аналитическое значение: устойчивость, растворимость, окраска, летучесть. Ступенчатое комплексообразование. Классификация комплексных соединений по термодинамической и кинетической устойчивости. Влияние комплексообразования на растворимость соединений, кислотно-основное равновесие, окислительно-восстановительный потенциал систем, стабилизацию различных степеней окисления элементов. Способы повышения чувствительности и селективности анализа с использованием комплексных соединений. Теоретические основы взаимодействия органических реагентов с неорганическими ионами. Функционально-аналитические группы. Влияние их природы, расположения, стереохимии молекул реагента на его взаимодействие с неорганическими ионами. Влияние общей структуры органических реагентов на их свойства, роль различных функциональных групп. Теория аналогий взаимодействия ионов металлов с неорганическими реагентами типа  $H_2O$ ,  $NH_3$  и  $H_2S$  и кислород-, азот-, серосодержащими органическими реагентами. Основные типы соединений, образуемых с участием органических реагентов. Хелаты, внутрикомплексные соединения. Факторы, определяющие устойчивость хелатов: природа донорных атомов и структура реагента, размер цикла, число циклов, характер связи металл-лиганд. Важнейшие органические реагенты, применяемые в анализе для разделения, обнаружения, определения ионов металлов, для маскирования и демаскирования. Органические реагенты для органического анализа. Возможности использования комплексных соединений и органических реагентов в различных методах анализа

Уметь: учитывать факторы, влияющие на комплексообразование: строение центрального атома и лиганда, концентрация компонентов, рН, ионная сила раствора, температура.

Владеть: навыками количественной характеристики комплексных соединений: константы устойчивости (ступенчатые и общие), функция образования (среднее лигандное число), функция закомплексованности, степень образования комплекса.

**6. Гравиметрия. Классификация методов гравиметрического анализа. Основные этапы гравиметрического определения. Осаждаемая и гравиметрическая формы; требования, предъявляемые к этим формам. Требования, предъявляемые к осадителю, промывной жидкости. Понятие о теории образования осадков. Условия образования кристаллических и аморфных осадков. Примеры гравиметрических определений.**



Знать: сущность гравиметрического анализа, преимущества и недостатки метода. Прямые и косвенные методы определения. Важнейшие органические и неорганические осадители. Погрешности в гравиметрическом анализе. Требования к осаждаемой и гравиметрической формам. Изменения состава осадка при высушивании и прокаливании. Термогравиметрический анализ.

Уметь: использовать общую схему определений.

Владеть: аналитическими весами. Техникой взвешивания.

**7. Методы титриметрического анализа. Классификация. Требования, предъявляемые к реакции в титриметрическом анализе. Виды титриметрических определений: прямое и обратное, косвенное титрование. Первичные и вторичные стандарты, требования к ним. Фиксаналы. Виды кривых титрования. Скачок титрования. Точка эквивалентности и конечная точка титрования. Автоматические титраторы.**

Знать: титриметрический анализ (титриметрия). Основные понятия (аликвота, титрант, титрование, точка эквивалентности, конечная точка титрования, индикатор, кривая титрования, степень оттитрованности, уровень титрования). Требования, предъявляемые к реакциям в титриметрии. Реактивы, применяемые в титриметрическом анализе, стандартные вещества, титранты. Классификация методов титриметрического анализа: кислотно-основное, окислительно-восстановительное, осадительное, комплексометрическое и комплексонометрическое титрование.

Уметь: использовать различные виды титрования, применяемые в титриметрическом анализе (прямое, обратное, косвенное). Способы определения (отдельных навесок, аликвотных частей). Методы установления конечной точки титрования (визуальные, инструментальные).

Владеть: типовыми расчетами в титриметрическом анализе. Способами выражения концентраций в титриметрическом анализе (молярная концентрация, молярная концентрация эквивалента, титр, титриметрический фактор пересчета, титр по определяемому веществу, поправочный коэффициент). Расчетом массы стандартного вещества, необходимой для приготовления титранта. Расчетом концентрации титранта при его стандартизации. Расчетом массы и массовой доли определяемого вещества по результатам титрования.

**8. Кислотно-основное титрование. Построение кривых титрования. Влияние величины констант кислотности или основности, концентрации кислот или**

**оснований, температуры на характер кривых титрования. Кислотно-основное титрование в неводных средах. Кислотно-основные индикаторы. Погрешности титрования при определении сильных и слабых кислот и оснований.**

Знать: кислотно-основное титрование. Сущность данного метода. Реакции, используемые в данном методе, требования к ним. Ацидиметрия и алкалиметрия. Индикаторы метода кислотно-основного титрования. Требования, предъявляемые к индикаторам. Ионная, хромофорная, ионно-хромофорная теория индикаторов кислотно-основного титрования. Интервал изменения окраски индикатора. Классификация индикаторов (по способу приготовления применения, по цветности, по механизму процессов взаимодействия с титрантом, по составу). Примеры типичных индикаторов кислотно-основного титрования. Кривые кислотно-основного титрования.

Уметь: производить расчет, построение и анализ типичных кривых титрования для случаев титрования сильной кислоты щелочью, слабой кислоты щелочью; сильного, слабого основания сильной кислотой.

Владеть: выбором индикаторов по кривой титрования. Ацидиметрией и алкалиметрией. Расчетами результатов титрования.

**9. Окислительно-восстановительное титрование. Построение кривых титрования. Факторы, влияющие на характер кривых титрования: концентрация ионов водорода, комплексообразование, ионная сила. Способы определения конечной точки титрования; индикаторы. Погрешности титрования. Методы окислительно-восстановительного титрования.**

Знать: окислительно-восстановительное титрование. Сущность метода. Классификация редокс-методов. Условия проведения окислительно-восстановительного титрования. Требования, предъявляемые к реакциям. Виды окислительно-восстановительного титрования (прямое, обратное, заместительное). Основные требования к реакциям. Индикаторы в окислительно-восстановительном титровании. Классификация индикаторов. Окислительно-восстановительные индикаторы (обратимые и необратимые), интервал изменения окраски. Механизм их действия. Примеры окислительно-восстановительных индикаторов, часто применяемых в анализе (дифениламин, 1,1-фенилантраниловая кислота, ферроин и др.) Перманганатометрия. Иодометрия. Дихроматометрия. Применение.

Уметь: строить кривые окислительно-восстановительного титрования: расчет, построение, анализ. Выбор индикатора на основании анализа кривой титрования. Индикаторные ошибки окислительно-восстановительного титрования, их

происхождение, расчет, устранение.

Владеть: перманганатометрией. Иодометрией. Дихроматометрией. Расчетами результатов титрования.

**10. Осадительное титрование. Построение кривых титрования. Способы обнаружения конечной точки титрования; индикаторы. Погрешности титрования. Примеры практического применения.**

Знать: осадительное титрование. Сущность метода. Требования, предъявляемые к реакциям в методе осадительного титрования. Классификация методов по природе реагента, взаимодействующего с определяемыми веществами (аргентометрия, тиоцианатометрия, меркурометрия, гексацианоферратометрия, сульфатометрия, бариметрия). Виды осадительного титрования (прямое, обратное). Индикаторы метода осадительного титрования: осадительные, металлохромные, адсорбционные. Условия применения и выбор адсорбционных индикаторов. Аргентометрическое титрование. Сущность. Титранты, их приготовление и стандартизация. Классификация аргентометрических методов. Метод Мора, Фольгарда, Фаянса. Сущность, титранты, индикаторы, применение. Меркуриметрия. Сущность, титранты, индикаторы.

Уметь: строить кривые осадительного титрования, их расчет, построение, анализ. Использовать влияние различных факторов на скачок титрования (концентрация растворов реагентов, растворимость осадка и др.).

Владеть: расчетами результатов титрования. Аргентометрией и меркуриметрией.

**11. Комплексонометрическое титрование. Сущность метода. Кривые титрования, их расчет, построение, анализ. Влияние различных факторов на скачок на кривой титрования. Индикаторы комплексонометрии (металлохромные индикаторы), принцип их действия; требования, предъявляемые к металлохромным индикаторам. Выбор металлохромных индикаторов. Титрант метода, его приготовление, стандартизация. Виды (приемы) комплексонометрического титрования (прямое, обратное, заместительное). Применение комплексонометрии.**

Знать: неорганические и органические титранты в комплексонометрии. Использование аминополикарбоновых кислот в комплексонометрии. Построение кривых титрования. Металлохромные индикаторы и требования, предъявляемые к ним. Важнейшие универсальные и специфические металлохромные индикаторы. Примеры практического применения.

Уметь: использовать Способы комплексонометрического титрования: прямое,

обратное, косвенное. Селективность титрования и способы ее повышения. Погрешности титрования. Равновесия в водных растворах ЭДТА. Состав и устойчивость комплексонов металлов.

Владеть: расчетом результатов титрования. Комплексонометрией.

**12. Оптические методы анализа. Общий принцип метода. Классификация оптических методов анализа (по изучаемым объектам, по характеру взаимодействия электромагнитного излучения с веществом, по используемой области электромагнитного спектра, по природе энергетических переходов). Сущность. Закон светопоглощения Бугера – Ламберта – Бера. Спектрофотометрия. Сущность метода. Достоинства и недостатки. Количественный фотометрический анализ. Сущность метода. Условия проведения анализа (выбор фотометрической реакции, длины волны, концентрации раствора, длины кюветы). Определение концентрации анализируемого вещества: Метод градуировочного графика, метод одного стандарта, метод добавки стандарта. Методы определения концентраций нескольких веществ при их совместном присутствии.**

Знать: спектр электромагнитного излучения. Энергия фотонов, частота, волновое число, длина волны; связь между ними; термины, символы, единицы измерения. Составляющие внутренней энергии частиц и соответствующие им диапазоны электромагнитного излучения. Основные типы взаимодействия вещества с излучением: эмиссия (тепловая, люминесценция), поглощение, рассеяние. Классификация спектроскопических методов по природе частиц, взаимодействующих с излучением (атомные, молекулярные); характеру процесса (абсорбционные, эмиссионные); диапазону электромагнитного излучения. Спектры атомов. Основные и возбужденные состояния атомов, характеристики состояний. Основные законы испускания и поглощения электромагнитного излучения. Аппаратура. Способы монохроматизации лучистой энергии. Классификация спектральных приборов, их характеристики: дисперсия, разрешающая способность, светосила. Приемники излучения: фотоэмульсия, фотоэлементы, фотоумножители, полупроводниковые приемники.

Уметь: использовать энергетические переходы, правила отбора. Характеристики спектральных линий: положение в спектре, интенсивность, полуширина. Причины уширения спектральных линий. Спектры молекул; их особенности. Схемы электронных уровней молекулы. Электронные, колебательные и вращательные спектры молекул. Зависимость вида спектра от агрегатного состояния вещества.

Владеть: связью аналитического сигнала с концентрацией определяемого

компонента. Основными способами определения концентрации в спектроскопических методах.

**13. Потенциометрический метод анализа. Определение концентрации анализируемого вещества в прямой потенциометрии (метод градуировочного графика, метод стандартных добавок). Сущность потенциометрического титрования. Типы потенциометрического титрования. Электроды, применяемые при различных типах потенциометрических титрований.**

Знать: общую характеристику электрохимических методов. Классификацию. Электрохимические ячейки. Индикаторный электрод и электрод сравнения. Равновесные и неравновесные электрохимические системы. Явления, возникающие при протекании тока (омическое падение напряжения, концентрационная и кинетическая поляризация). Поляризационные кривые и их использование в различных электрохимических методах. Прямая потенциометрия. Изменение потенциала. Обратимые и необратимые окислительно-восстановительные системы. Индикаторные электроды. Классификация ионселективных электродов. Потенциометрическое титрование. Изменение электронного потенциала в процессе титрования.

Уметь: использовать способы обнаружения конечной точки титрования; индикаторы.

Владеть: определением концентрации анализируемого вещества в прямой потенциометрии (метод градуировочного графика, метод стандартных добавок) и по результатам потенциометрического титрования.

**14. Кулонометрический анализ. Принцип метода. Прямая кулонометрия. Способы определения количества электричества, прошедшего через раствор. Применение метода. Кулонометрическое титрование. Сущность метода. Условия проведения. Индикация точки эквивалентности, применение метода.**

Знать: теоретические основы. Закон Фарадея. Прямая кулонометрия и кулонометрическое титрование. Кулонометрия при постоянном токе и постоянном потенциале. Внешняя и внутренняя генерация кулонометрического титранта. Титрование электроактивных и электронеактивных компонентов. Определение конечной точки титрования.

Уметь: использовать способы определения количества электричества.

Владеть: определением концентрации анализируемого вещества по результатам кулонометрии.

**15. Теоретические основы масс-спектрометрических методов исследования. Характеристика и классификация методов масс-спектрометрии. Проблемы получения и регистрации спектров.**

Знать: теоретические основы масс-спектрометрии. Простейшая схема масс-спектрометра. Масс-спектры, их вид и информация, получаемая с их помощью. Чувствительность, точность и области применения масс-спектрального анализа.

Уметь: использовать принцип и особенности масс-спектрометра.

Владеть: применением масс-спектрометрии для аналитических целей. Качественным и количественным анализом.

**16. Понятие пробы. Подготовка образца к анализу. Средняя проба. Отбор средней пробы жидкости, твердого тела (однородного и неоднородного вещества). Масса пробы. Растворение пробы (в воде, в водных растворах кислот, в других растворителях), обработка пробы насыщенными растворами соды, поташа или ее сплавление с солями.**

Знать: представительность пробы; проба и объект анализа; проба и метод анализа. Факторы, обуславливающие размер и способ отбора представительной пробы. Отбор проб гомогенного и гетерогенного состава. Способы получения средней пробы твердых, жидких и газообразных веществ; устройства и приемы, используемые при этом; первичная обработка и хранение проб; дозирующие устройства.

Уметь: использовать основные способы перевода пробы в форму, необходимую для данного вида анализа: растворение в различных средах; спекание, сплавление, разложение под действием высоких температур, давления, высокочастотного разряда; комбинирование различных приемов; особенности разложения органических соединений

Владеть: способами устранения и учета загрязнений и потерь компонентов при пробоподготовке.

**17. Методы разделения и концентрирования веществ. Классификация и краткая характеристика этих методов (испарение, озоление, осаждение, соосаждение, кристаллизация, экстракция, адсорбция, хроматография).**

Знать: основные методы разделения и концентрирования, их роль в химическом анализе, выбор и оценка. Сочетание методов разделения и концентрирования с методами определения; гибридные методы. Разделение сопоставимых количеств элементов и отделение малых количеств от больших. Одноступенчатые и многоступенчатые процессы

разделения. Методы экстракции. Теоретические основы методов. Закон распределения. Классификация экстракционных процессов. Скорость экстракции. Типы экстракционных систем. Условия экстракции неорганических и органических соединений. Реэкстракция. Природа и характеристика экстрагентов. Разделение элементов методом экстракции. Основные органические реагенты, используемые для разделения элементов методом экстракции. Селективное разделение элементов методом подбора органических растворителей, изменение рН водной фазы, маскирования и демаскирования. Приборы для экстракции. Методы осаждения и соосаждения. Электрохимические методы. Отгонка (дистилляция, возгонка). Зонная плавка

Уметь: рассчитывать константы распределения. Коэффициент распределения. Степень извлечения. Фактор разделения. Коэффициент концентрирования.

Владеть: применением неорганических и органических реагентов для осаждения. Способами разделения путем установления различных значений рН, образования комплексных соединений и применения окислительно-восстановительных реакций. Групповыми реагентами и предъявляемые к ним требования. Характеристики малорастворимых соединений, наиболее часто используемых в анализе. Концентрирование микроэлементов соосаждением на неорганических и органических носителях (коллекторах).

**18. Хроматография. Классификация хроматографических методов анализа по механизму разделения веществ, по агрегатному состоянию фаз, по технике эксперимента, по способу относительного перемещения фаз. Коэффициент подвижности, относительный коэффициент подвижности, степень (критерий) разделения, коэффициент разделения. Адсорбционная хроматография. Тонкослойная хроматография (ТСХ). Осадочная хроматография. Понятие о ситовой (эксклюзионной) хроматографии. Гель-хроматография.**

Знать: хроматографию. Сущность метода. Классификацию хроматографических методов анализа по механизму разделения веществ, по агрегатному состоянию фаз, по технике эксперимента, по способу относительного перемещения фаз. Адсорбционная хроматография. Тонкослойную хроматографию (ТСХ). Сущность метода ТСХ. Материалы и растворители, применяемые в методе ТСХ. Распределительную хроматографию. Бумажную хроматографию (хроматография на бумаге). Осадочную хроматографию. Понятие о ситовой (эксклюзионной) хроматографии. Гель-хроматографию.

Уметь: рассчитывать коэффициент подвижности, относительный коэффициент

подвижности, степень (критерий) разделения, коэффициент разделения.

Владеть: осуществлением анализа (качественного, количественного) и анализом хроматограмм.

**19. Экстракция. Основные параметры, характеризующие экстракционное разделение и концентрирование: степень извлечения и фактор разделения. Константа экстракции и её связь с коэффициентом распределения. Расчёт числа экстракций, необходимых для полного извлечения компонента в органическую фазу.**

Знать: теоретические основы методов экстракции. Закон распределения. Классификация экстракционных процессов. Скорость экстракции. Типы экстракционных систем. Условия экстракции неорганических и органических соединений. Реэкстракция. Природа и характеристика экстрагентов.

Уметь: осуществлять разделение элементов методом экстракции.

Владеть: селективным разделением элементов методом подбора органических растворителей, изменением рН водной фазы, маскированием и демаскированием. Приборами для экстракции.

#### **«Высокомолекулярные соединения»**

##### **1. Основные понятия и определения макромолекулярных соединений.**

Знать: Основные понятия и определения: полимер, олигомер, макромолекула, мономерное звено, степень полимеризации, контурная длина цепи.

Уметь: Рассчитывать молекулярные массы и молекулярно-массовые распределения (усредненные (средние) молекулярные массы (среднечисловая, средневесовая)).

Владеть: Важнейшими свойствами полимерных веществ.

##### **2. Классификация полимеров и их важнейших представителей.**

Знать: Классификацию полимеров в зависимости от происхождения, химического состава и строения основной цепи и топологии макромолекул.

Уметь: Определять полимер по классификации.

Владеть: Классификацией полимеров.

##### **3. Молекулярная масса полимеров и молекулярно-массовое распределение (ММР).**

Знать: Методы определения молекулярных масс полимеров

Уметь: Использовать методы определения молекулярных масс полимеров

Владеть: Методами определения молекулярных масс полимеров



#### **4. Синтез полимеров.**

Знать: Классификацию методов получения полимеров

Уметь: Представлять в письменном виде реакции получения полимеров

Владеть: знанием о методах получения полимеров

#### **5. Ионная полимеризация.**

Знать: Теорию о катионной и анионной полимеризации.

Уметь: Представлять процессы катионной и анионной полимеризации в письменной форме.

Владеть: Кинетикой процессов ионной полимеризации

#### **6. Полимеризация циклов.**

Знать: Теорию о полимеризации циклов.

Уметь: Представлять процессы полимеризации в письменной форме.

Владеть: Кинетикой процессов полимеризации

#### **7. Поликонденсация.**

Знать: Типы реакций поликонденсации. Основные различия полимеризационных и поликонденсационных процессов.

Уметь: Представлять процессы поликонденсации в письменной форме.

Владеть: Кинетикой процессов поликонденсации

#### **8. Макромолекулы в растворах. Поведение макромолекул в растворах.**

Знать: Термодинамика растворов полимеров. Концентрированные растворы полимеров и гели.

Уметь: доказывать термодинамическую равновесность растворов. Описывать уравнение состояния полимера в растворе

Владеть: Характеристикой изолированных макромолекул. Молекулярной и надмолекулярной структурой.

#### Литература.

#### **Основная литература**

1. Неорганическая химия: В 3 т. / Под ред. Ю.Д. Третьякова. Т.1: Физико-

химические основы неорганической химии: Учебник для студ. высш. учеб. заведений / М.Е. Тамм, Ю.Д. Третьяков; - М.: Издательский центр «Академия», 2004. – 204 с.

2. Практикум по неорганической химии: учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений / В.А. Алешин. К.М. Дунаева, А.И. Жиров и др.; Под ред. Ю.Д. Третьякова.: - М.: Издательский центр «Академия», 2004. – 384 с.

3. Реутов, О.А. Органическая химия. В 4-х частях / О.А. Реутов, А.Л. Курц, К.П. Бутин. - 4-е изд. (эл.). - М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2012. - Ч. 1. - 568 с. - (Классический университетский учебник). - ISBN 978-5-9963-0808-8 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=221274>

4. Реутов, О.А. Органическая химия. В 4-х частях / О.А. Реутов, А.Л. Курц, К.П. Бутин. - 4-е изд. (эл.). - М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2012. - Ч. 2. - 624 с. - ISBN 978-5-9963-0809-5 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=222877>

5. Золотов Ю.А. Основы аналитической химии. В 2т., Т. 1, М., «Академия», 2010

6. Золотов Ю.А. Основы аналитической химии. В 2т., Т. 2, М., «Академия», 2010

7. Васильев В.П. Аналитическая химия : Учеб.для вузов по хим.-техн.спец.: В 2 кн. Кн.1 : Титриметрические и гравиметрические методы анализа / В.П.Васильев. - 7-е изд.,стер. - М. : Дрофа, 2009. - 368 с. : ил. - (Высш.образование). - ISBN 5-7107-8745-0.-5-7107-8744-2

8. К.С. Краснов, Н.К. Воробьев, И.Н. Годнев и др.; Физическая химия. В 2 кн. Кн. 2. Электрохимия. Химическая кинетика и катализ: Учеб. для вузов/ Под ред. К.С. Краснова — 3-е изд., испр. — М.: Высш. шк., 2001. — 319 с.: ил.

### Дополнительная литература

1. Угай Я.А. Общая и неорганическая химия : учеб.для вузов по направлению и спец. "Химия" / Я.А. Угай. - 5-е изд.,стер. - М.: Высш.шк., 2007. - 527 с.

2. Реутов, О.А. Органическая химия в 4 ч / О.А. Реутов, А.Л. Курц, К.П. Бутин. - 3-е изд. (эл.). - М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2012. - Ч. 3. - 555 с. - (Классический университетский учебник). - ISBN 978-5-9963-1099-9 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=221983>

3. Петров, А.А. Органическая химия : учеб.для химико-технол.вузов и фак. / под ред. М.Д. Стадничука. - 5-е изд., перераб. и доп.,репринт.изд. - М. : Альянс, 2012. - 622 с. : ил. - ISBN 978-5-903034-99-4 : 880.00.

4.Иванов В.Г. Органическая химия : учеб.пособие для вузов/ В.Г.Иванов,В.А.Горленко,О.Н.Гева. - 3-е изд.,испр. - М. : Академия, 2006. - 624 с.: ил. - (Высш.проф.образование:Пед.спец.). - ISBN 5-7695-3029-4 : 361-00.

5. Васильев В.П. Аналитическая химия : Учеб.для вузов по хим.-техн.спец.: В 2 кн. Кн.2 : Физико-химические методы анализа / В.П.Васильев. - 6-е изд.,стер. - М. : Дрофа, 2007. - 384 с. : ил. - (Высш.образование). - ISBN 5-7107-8746-9.-5-7107-8744

6. Стромберг А. Г., Семченко Д. П. Физическая химия. – М.: Высшая школа, 2001.

7. Физическая химия / Под ред. К.С. Краснова. М.: Высш. шк., 1982.

8. Еремин Е.М. Основы химической кинетики. М.: Высш. шк., 1976.

9. Дамаскин Б.Б., Петрий О.А. Электрохимия. М.: Высш. шк., 1987.

### Программа ответа.

Знать: основы теории фундаментальных разделов химии (прежде всего аналитической, неорганической, органической, физической, химической технологии).

Уметь: представить результат анализа в требуемом виде.

Владеть: навыками простейших химико-аналитических расчетов с целью интерпретации результатов анализа.

### **Примеры расчетных задач.**

1. Рассчитать, какую навеску карналлита ( $MgCl_2 \cdot KCl \cdot 6H_2O$ ) надо взять для анализа, чтобы получить 0,1200г прокаленного осадка пирофосфата магния. Известно, что в образце содержится около 20 процентов прочих примесей.

2. Из навески 0,1550г серного колчедана получили 0,5327г сульфата бария. Сколько процентов серы содержится в колчедане? Пересчитать содержание серы на сухое вещество, если влажность составляет 2,53 процента.

3. Пробу массой 2,026г, содержащую только сульфиды цинка и кадмия, после растворения количественно переносят в мерную колбу емкостью 50,0мл. Из 10,00мл полученного раствора осаждают металлы в виде  $MnH_4PO_4 \cdot 6H_2O$ , затем прокаливают осадок до образования пирофосфатов массой 0,6200г. Рассчитать массовые доли сульфидов в образце.

4. Определить массовую долю медного купороса в техническом препарате, если после растворения его навески (0,4565г) в азотной кислоте и электролиза полученного раствора на платиновом катоде выделено 0,1135г меди.

5. К 20,00мл 0,1250М раствора карбоната натрия добавлено 12,10 и 25,00мл 0,2000М раствора соляной кислоты. Определить рН этих растворов.

6. Какой объем 0,1000М раствора соляной кислоты нужно взять для поглощения аммиака, выделяемого из 0,5000г вещества, содержащего 5 процентов азота, чтобы на титрование избытка кислоты расходовалось 10,00мл 0,1000М раствора гидроксида натрия?

7. К раствору хлората калия прибавили 50,00мл 0,1048М раствора сульфата железа, избыток которого оттитровали 20,00мл 0,09587М раствора  $\text{KMnO}_4$  ( $f=1/5$ ). Какая масса  $\text{KClO}_3$  содержится в растворе?

8. Рассчитать массовую долю меди в руде, если из навески руды 0,6215г медь перевели в раствор и добавили к этому раствору иодид калия. Выделившийся иод оттитровали 18,23мл раствора тиосульфата натрия с титром по железу 0,005789.

9. Смесь нитрата натрия и хлорида калия массой 0,9814г растворили в 200,0мл воды. На титрование 10,00мл полученного раствора затратили 10,30мл раствора нитрата серебра с титром по хлориду натрия 0,003567г/мл. Вычислить массовую долю нитрата натрия в смеси.

10. Молярные коэффициенты экстинкции моноэтиленамина при 785 и 728  $\text{cm}^{-1}$  составляют  $\epsilon_{785,1} = 1,67$  и  $\epsilon_{728,1} = 0,0932$ , а диэтиламина  $\epsilon_{785,2} = 0,0446$  и  $\epsilon_{728,2} = 1,17$ . Вычислите концентрацию (моль/л) моно- и диэтиламина в их смеси, если измеренные при тех же условиях значения оптической плотности при  $l=1,0$  см равны:  $A_{785}=0,525$ ,  $A_{728}=0,715$ .

11. Даны несколько соединений: а) 1,2-дихлорэтан; б) 1,1,1-трихлорэтан; в) 1,1,2-трихлорэтан; г) 1,2,2-трихлорпропан; д) 1,1,1,2-тетрахлорпропан. Опишите спектр ПМР каждого из них по плану: 1) предполагаемое число групп сигналов; 2) мультиплетность каждого сигнала.

12. При конденсации анилина с фурфуролом  $\text{C}_4\text{H}_3\text{OCHO}$  образуется соединение красного цвета  $\text{C}_4\text{H}_3\text{OCH}(\text{C}_6\text{H}_4\text{NH}_2)_2$ , молярный коэффициент экстинкции которого при 518 нм равен  $6,20 \cdot 10^4$ . Фурфурол и его производные при конденсации с бензидином образуют соединения желтого цвета. При 413 нм молярные коэффициенты экстинкции равны  $2,00 \cdot 10^2$  (для фурфурола),  $1,00 \cdot 10^3$  (для метилфурфурола и других производных). Для анализа взяли 100 мл образца, отогнали фурфурол и его производные в колбу вместимостью 500,0 мл и довели до метки водой. К аликвоте объемом 5,00 мл добавили приготовленную смесь реактивов, содержащую анилин, и разбавили водой до 20,00 мл. измерили оптическую плотность при 518 нм (0,525) в кювете  $l=1,0$  см. К другой аликвоте объемом 50,0 мл добавили солянокислый раствор бензидина и разбавили до 100,0 мл. Измерили оптическую плотность при 413 нм (0,451) в кювете  $l=5,0$  см. Вычислите

концентрацию (мг/л) фурфурола ( $M(C_4H_3OCHO)=96,0854$  г/моль) и его производных в расчете на метилфурфурол ( $M(C_5H_5OCHO)=110,1158$  г/л) в образце.

13. Скорость потока газа-носителя гелия составляет  $30 \text{ см}^3/\text{мин}$ . Определите удерживаемый объем и приведенный удерживаемый объем оксида углерода CO на данной колонке, если время удерживания гелия 40 с, оксида углерода – 6 мин. Гелий на данной колонке практически не сорбируется.

14. В анализируемой пробе находятся метан и оксид углерода. Времена удерживания этих соединений на данной хроматографической колонке равны соответственно 5,50 и 7 мин. Ширина пиков на половине их высоты равна соответственно 30 и 95 с. Определите степень разделения этих веществ. Форма пиков близка кривой нормального распределения.

15. Ширина основания хроматографического пика этанола составляет 20 мм. Число теоретических тарелок для этанола определено и равно 2000. Скорость движения диаграммной ленты самописца  $1200 \text{ мм/ч}$ . Вычислите время удерживания этанола (мин).

16. Вычислите число теоретических тарелок данной колонки для метанола, если время удерживания этого соединения 9 мин., ширина основания хроматографического пика метанола составляет 10 мм. Скорость движения диаграммной ленты  $600 \text{ мм/ч}$ .

17. К  $75 \text{ см}^3$   $0,05 \text{ н}$  нитрата металла прибавили 5 г катионита в Н-форме. После установления равновесия концентрация уменьшилась до  $0,008 \text{ моль/дм}^3$ . Определите обменную емкость катионита (ммоль/г), принимая молярную массу эквивалента металла  $12 \text{ г/моль}$ .

18. Чувствительность детектора по теплопроводности составляет  $2 \cdot 10^{-3} \text{ см}^3/\text{мг}$ . Оцените, какой сигнал зафиксирует потенциометр хроматографа, если на детектор поступит газ-носитель, содержащий  $10^{-3}\%$  (об.) пропана.

19. Предел обнаружения детектора ионизации в пламени составляет  $1,5 \cdot 10^{-8} \text{ мг/с}$  по пропану. Содержание бутана в пробе  $10^{-3}\%$ , объем пробы  $1 \text{ см}^3$ . Эффективность колонки для бутана  $n = 1000$  теоретических тарелок. Время удерживания бутана 4 мин, плотность паров  $2,7 \text{ мг/см}^3$ . Оцените, достаточна ли чувствительность прибора для идентификации бутана в пробе. Предполагается, что проба вводится практически мгновенно.

### Пример билета государственного экзамена

**1. Гетероциклы с одним гетероатомом: пятичленные (пиррол, фуран, тиофен), шестичленные (пиридин). Особенности химического строения. Получение, свойства, применение.**

Знать: особенности химического строения ароматической  $\pi$ -системы гетероциклов, процессы замещения и присоединения, изомерию, методы получения, физические и химические свойства гетероциклов, основные направления их использования.

Уметь: использовать правила номенклатуры для составления формул гетероциклов по названию, составлять уравнения реакций с участием данного класса органических соединений.

Владеть: применять теоретические представления органической химии для объяснения реакционной способности и предсказания главного направления реакций с участием гетероциклов.

**1. Понятие пробы. Подготовка образца к анализу. Средняя проба. Отбор средней пробы жидкости, твердого тела (однородного и неоднородного вещества). Масса пробы. Растворение пробы (в воде, в водных растворах кислот, в других растворителях), обработка пробы насыщенными растворами соды, поташа или ее сплавление с солями.**

Знать: Представительность пробы; проба и объект анализа; проба и метод анализа. Факторы, обуславливающие размер и способ отбора представительной пробы. Отбор проб гомогенного и гетерогенного состава. Способы получения средней пробы твердых, жидких и газообразных веществ; устройства и приемы, используемые при этом; первичная обработка и хранение проб; дозирующие устройства.

Уметь: Основные способы перевода пробы в форму, необходимую для данного вида анализа: растворение в различных средах; спекание, сплавление, разложение под действием высоких температур, давления, высокочастотного разряда; комбинирование различных приемов; особенности разложения органических соединений

Владеть: Способы устранения и учета загрязнений и потерь компонентов при пробоподготовке.

**2. Решите задачу:** Смесь нитрата натрия и хлорида калия массой 0,9814 г растворили в 200,0 мл воды. На титрование 10,00 мл полученного раствора затратили 10,30 мл раствора нитрата серебра с титром по хлориду натрия 0,003567 г/мл. Вычислить массовую долю нитрата натрия в смеси.

**3. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ**

а) основная литература

1. ГОСТ Р 7.0.5-2008 Система стандартов по информации, библиотечному и издательскому делу. Библиографическая ссылка. Общие требования и правила составления. М, Стандартинформ, 2008, - 16 стр.
2. ГОСТ Р 7.0.12-2011 Система стандартов по информации, библиотечному и издательскому делу. Библиографическая запись. Сокращения слов и словосочетаний на русском языке. Общие требования и правила. М, Стандартинформ, 2012, - 6 стр.
3. ГОСТ Р 7.0.11-2011 Система стандартов по информации, библиотечному и издательскому делу. Диссертация и автореферат диссертации. Структура и правила оформления. М, Стандартинформ, 2012, - 11 стр.
4. Виноградова Н.А., Микляева Н.В. Научно-исследовательская работа студента: Технология написания и оформления доклада, реферата, курсовой и выпускной квалификационной работы. М., Academia, 2015, - 128 стр.

б) дополнительная литература

5. Виноградова Н.А., Борикова Л.В. Пишем реферат, доклад, выпускную квалификационную работу. М., Академия, 2010, - 96 стр.
6. Небезин В.П. Как написать, оформить и защитить выпускную квалификационную работу. Учебное пособие - М, Инфра-М, 2012, - 112 стр.
7. Беляев В.И., Бутакова М.М., Соколова О.Н. Выпускная квалификационная работа бакалавра: методы и организация исследований, оформление и защита. М., КноРус, 2016, - 160 стр.
8. Новиков Ю.Н. Подготовка и защита магистерских диссертаций и бакалаврских работ. Учебное пособие. М., Лань, 2014, - 32 стр.
9. Шкляр М.Ф. Основы научных исследований. Учебное пособие для бакалавров. 6-е изд. М., Дашков и К, 2015, - 208 стр.
10. Кузнецов И.Н. Основы научных исследований. Учебное пособие для бакалавров. М., Дашков и К, 2012, - 284 стр.
11. Кузнецов И. Н. Рефераты, курсовые и дипломные работы. Методика подготовки и оформления : учеб.-метод. пособие / И. Н. Кузнецов. - 7-е изд. - М. : Дашков и К, 2012. - 339 с.
12. Бушенева Ю.И. Как правильно написать реферат, курсовую и дипломную работы: Учебное пособие для бакалавров М., Дашков и К, 2014, - 140 стр.
13. Герасимов Б., Дробышева В., Злобина Н., Нижегородов Е., Терехова Г. Основы научных исследований М, Инфра-М, 2015, - 135 стр.

14. Зверев В. Методика научной работы. Учебное пособие М., Проспект, 2016, - 104 стр.

15. Котюрова М., Стилистика научной речи. М., Академия, 2012, - 95 стр.

в) мультимедийные средства

1. Экран;
2. Мульти-медиа проектор;
3. Компьютер или ноутбук.