

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
«Казанский (Приволжский) федеральный университет»
Химический институт им. А.М. Бутлерова

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по
образовательной
деятельности



Е.А. Турилова

2024 г.

ПРОГРАММА ВСТУПИТЕЛЬНОГО ИСПЫТАНИЯ ПО ХИМИИ

Направление подготовки: **04.04.01 Химия**


Магистерские программы: Методы аналитической химии,
Химия композиционных материалов,
Хемоинформатика и молекулярное
моделирование,
Химия супрамолекулярных нано- и биосистем,
Физико-химические методы исследования в
химии,
Нефтехимия и катализ,
Медицинская химия,
Инновационные материалы и методы их
исследования,
Органическая, элементоорганическая и
медицинская химия
Химия и методика её преподавания

Форма обучения: очная

2024

Лист согласования программы вступительных испытаний

Разработчик программы: профессор Шайдарова Л.Г.

Председатель экзаменационной комиссии  М.А. Зиганшин

(подпись)

Программа вступительного испытания обсуждена на заседании Учебно-методической комиссии Химического института им. А.М. Бутлерова. Программа вступительного испытания рекомендована к утверждению Ученым советом, протокол № 4 от «10» октября 2024 г.

Программа вступительного испытания утверждена на заседании Ученого совета Химического института им. А.М. Бутлерова, Протокол № 3 от «16» октября 2024 г.

Содержание

Раздел I. Вводная часть	4
1.1. Цель и задачи вступительных испытаний.....	4
1.2. Общие требования к организации вступительных испытаний.....	4
1.3. Описание формы проведения вступительных испытаний	4
1.4. Продолжительность вступительных испытаний в минутах.....	5
1.5. Структура вступительных испытаний.....	5
Раздел II. Содержание программы	6
Раздел III. Фонд оценочных средств	11
3.1. Инструкция по выполнению работы.....	11
3.2. Образцы заданий вступительных испытаний	11
Раздел IV. Список литературы	17

Раздел I. Вводная часть

1.1. Цель и задачи вступительных испытаний

Цель и задачи вступительного испытания по химии – оценка качества подготовки по химии лиц, освоивших образовательные программы подготовки бакалавров и специалистов.

1.2. Общие требования к организации вступительных испытаний

Вступительные испытания по химии при приеме на обучение по образовательной программе магистратуры на 2025/26 учебный год проводятся очно или дистанционно в формате видеоконференции (интернет-ссылка приводится в расписании вступительных экзаменов, размещенном на сайте приемной комиссии). Визуальный контакт с председателем и членами экзаменационной комиссии осуществляется с помощью веб-камеры.

1.3. Описание формы проведения вступительных испытаний

Вступительные испытания по химии проводятся в форме устного экзамена. Перед экзаменом проводится процедура идентификации личности абитуриента путем его аудиовизуального контакта с членами экзаменационной комиссии с предъявлением паспорта. Затем абитуриент получает экзаменационный билет и приступает к подготовке к ответу. На подготовку выделяется 30 минут. После подготовки абитуриент приступает к ответу на вопросы, указанные в билете, отвечает на дополнительные вопросы.

1.4. Продолжительность вступительных испытаний в минутах

Время проведения экзамена 60 минут.

1.5. Структура вступительных испытаний

В экзаменационном билете находятся три вопроса по химии.

Программа по химии для поступающих в магистратуру Химического института им. А.М. Бутлерова Казанского (Приволжского) федерального университета состоит из двух разделов. В первом разделе представлены основные теоретические понятия неорганической химии, свойства элементов и их соединений, а во втором разделе – основные теоретические понятия органической химии, свойства органических соединений.

Раздел II. Содержание программы

Часть I. ОБЩАЯ НЕОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

Атомно-молекулярное учение. Задачи химии. Химическое производство. Проблемы охраны окружающей среды. Основные понятия химии. Классы неорганических соединений.

Строение атома. Периодический закон и периодическая система элементов Д.И. Менделеева.

Постулаты Бора. Модель атома по Бору. Двойственная природа электрона. Современная модель атома. Квантовые числа. Характеристика состояния электрона в атоме квантовыми числами. Понятие энергетического уровня и энергетических переходов. Атомно-эмиссионная и атомно-абсорбционная спектроскопия. Электронные структуры атомов в связи с положением в периодической системе. Периодический закон. Причина периодичности свойств простых веществ и их соединений. Значение периодического закона.

Химическая связь. Строение и свойства вещества.

Ионная связь, её свойства. Поляризация ионов. Свойства веществ с ионной связью. Ковалентная связь, её трактовка с позиций методов ВС и ДО. Свойства ковалентной связи. Донорно-акцепторный механизм образования ковалентной связи. Свойства веществ с ковалентной связью. Классы и номенклатура химических веществ. Металлическая связь. Комплексообразование. Комплексометрическое титрование. Общие представления. Значение комплексных соединений. Межмолекулярные взаимодействия. Молекулярная спектроскопия. Спектрофотометрия. Водородная связь. Агрегатные состояния вещества. Кристаллическое состояние. Типы кристаллических решеток.

Энергетика и направление химических процессов.

Термохимические уравнения. Понятие об энтальпии. Принцип Бертелло-Томсона и направление химической реакции. Понятие об энтропии. Энергия Гиббса.

Химическая кинетика. Катализ. Химическое равновесие.

Скорость реакции в гомогенных и гетерогенных системах. Факторы, влияющие на скорость реакции. Гомогенный и гетерогенный катализ. Автокатализ. Обратимые химические процессы. Гомогенные и гетерогенные равновесия. Смещение химического равновесия.

Растворы. Коллоиды. Классификация растворов. Жидкие растворы.

Растворимость. Растворители. Вода. Вода как растворитель. Растворимость твердых, жидких и газообразных веществ в воде. Способы выражения концентрации растворов. Тепловые явления при растворении. Теория растворов Д.И. Менделеева. Гидраты.

Разбавленные растворы неэлектролитов, их свойства. Давление пара над раствором, температура замерзания и кипения растворов, осмотическое давление. Растворы электролитов. Современные представления. Степень и константа диссоциации электролитов. Закон разбавления. Состояние сильных электролитов в растворе. Понятие об активности. Равновесия в гетерогенных системах водных электролитов. Произведение растворимости. Условия образования и растворения осадков. Гравиметрия как метод химического анализа. Ионное произведение воды. Водородный показатель pH. Понятие о кислотно-основных индикаторах. Титриметрия. Гидролиз солей. Степень и константа гидролиза. Практическое значение гидролиза. Коллоидные растворы. Измерение концентраций электролитов с помощью ионоселективных электродов. Стеклоанный pH-метрический электрод. Ионоселективные электроды с внутренним раствором сравнения.

Основы электрохимии. Окислительно-восстановительные реакции.

Электродный потенциал. Гальванические элементы. Ряд напряжений металлов. Электролиз растворов и расплавов. Окислительно-восстановительные реакции. Степень окисления. Классификация окислительно-восстановительных реакций. Важнейшие окислители и восстановители. Применение окислительно-восстановительных реакций в аналитической химии.

Неметаллы.

Водород. Положение в периодической системе. Нахождение в природе. Принципы лабораторного и промышленного способов получения свободного водорода. Общая характеристика элементов VIA подгруппы. Строение атомов, валентности, закономерности в изменении физических и химических свойств простых веществ.

Кислород. Строение молекулы. Нахождение в природе, способы её добывания.

Элементы VA группы. Общая характеристика. Азот. Нахождение в природе. Проблема связанного азота. Физические и химические свойства. Гидроксид аммония. Соли аммония. Получение аммиака. Азотная кислота, её соли. Азотные удобрения. Фосфор. Нахождение в природе. Промышленное получение свободного фосфора. Его применение. Физические и химические

свойства фосфора. Кислородные соединения. Фосфорная кислота, её соли. Фосфорные удобрения.

Металлы.

Общая характеристика металлов. Физические и химические свойства металлов. Нахождение в природе, способы получения металлов.

Сплавы и их свойства. Коррозия металлов и защита от коррозии. Значение металлов.

s-, p- металлы I - III главных подгрупп периодической системы, Электронные структуры, проявляемые валентности. Нахождение в природе, получение в свободном состоянии. Применение.

Важнейшие физические и химические свойства простых веществ. Оксиды, гидроксиды, получение и свойства. Закономерности в изменении свойств простых веществ и их соединений по подгруппам.

d-металлы: общая характеристика элементов побочных подгрупп I и II групп периодической системы элементов. Нахождение в природе, принципы извлечения в свободном состоянии и идентификация. Физические и химические свойства простых веществ. Применение.

Методы анализа s-, p- и d-элементов. Способы выражения количественных характеристик анализа, понятия селективности и чувствительности. Основы отбора проб в промышленном анализе и эколого-аналитическом контроле.

Часть 2. ОБЩАЯ ОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

Основные понятия органической химии. Предмет органической химии и связь с другими химическими науками, биологией, медициной. Сырьевые источники органических соединений.

Формирование и основные положения теории строения органических соединений. Теория химического строения А.М. Бутлерова. Структурные формулы как средство отображения строения органических соединений. Изомерия, гомология. Структурная изомерия и ее разновидности. Пространственная изомерия: понятия о геометрической и оптической изомерии. Конформации, способы изображения конформационных изомеров.

Общие представления о методах анализа органических соединений. Высокоэффективная жидкостная и газо-жидкостная хроматография.

Электронные представления в органической химии. Химическая связь как проявление единого взаимодействия в молекуле. Типы химической связи: ионная, ковалентная, семиполярная. Направленность связи, полярность связи. Гибридизация и гибридные орбитали. Простые и кратные связи. Их описание на основе представлений об sp -, sp^2 и sp^3 -гибридизации.

Взаимное влияние атомов в молекуле. Основные понятия об электронных эффектах. Индуктивный эффект. Сопряжение и сверхсопряжение (гиперконъюгация).

Реакционная способность органических соединений. Классификация органических реакций: реакции замещения, присоединения, отщепления, циклоприсоединения, окислительно-восстановительные реакции и перегруппировки. Типы разрыва химической связи (гомолитический и гетеролитический). Понятия о реакционноспособных частицах (карбокатион, карбанион, радикал).

Основные классы органических соединений

Алканы. Номенклатура. Особенности электронного и пространственного строения соединений данного класса. Виды изомерии. Закономерности изменения физических и химических свойств в гомологическом ряду. Механизм цепных свободно-радикальных реакций замещения в алканах (галогенирование, сульфохлорирование, нитрование, окисление).

Алкены. Номенклатура. Особенности электронного и пространственного строения соединений данного класса. Виды изомерии. Закономерности изменения физических и химических свойств в гомологическом ряду. Получение алкенов: из алканов (крекинг, дегидрирование), из спиртов и галогеналканов (реакции отщепления). Правило Зайцева. Химические свойства алкенов. Гидрирование, галогенирование, присоединение галогеноводородов, гидратация. Механизм реакции электрофильного присоединения. Правило Марковникова и его нарушение (перекисный эффект Хараша). Полимеризация алкенов.

Алкадиены. Непредельные углеводороды как одна из групп липидов. Классификация и важнейшие представители диенов. Электронное строение сопряженных диенов. Понятие сопряжения.

Алкины. Номенклатура. Особенности электронного и пространственного строения соединений данного класса. Химические свойства алкинов.

Циклоалканы. Классификация, номенклатура и структурная изомерия. Относительная устойчивость циклов, ее анализ на основе представлений о различных типах напряжений: угловое и торсионное. Геометрическая изомерия. Конформации циклогексана (кресло, ванна, твист), экваториальные и аксиальные связи. Особенности пространственного и электронного строения циклопропанового кольца.

Арены. Развитие взглядов о строении бензола: формула Кекуле, теория Хюккеля. Электронное строение молекулы бензола, правило Хюккеля и понятие ароматичности. Гомологи бензола, их изомерия и номенклатура. Конденсированные ароматические системы. Нафталин, антрацен, фенантрен.

Галогеналканы. Номенклатура и изомерия. Синтез галогеналканов из алканов, алкенов, алкинов, спиртов. Химические свойства. Реакции отщепления галогеноводорода и их направленность. Образование металлоорганических соединений в реакции со щелочными металлами, магнием (реактив Гриньяра). Реакция Вюрца.

Спирты. Одноатомные насыщенные спирты. Изомерия, классификация, номенклатура. Основные методы получения. Электронное строение О-Н связи. Водородная связь в спиртах и ее проявление в физических свойствах. Химические свойства: кислотно-основные свойства, получение алколюлятов и их использование в органическом синтезе, замещение гидроксильной группы, дегидратация. Эфириобразование: простые и сложные эфиры. Окисление и дегидрирование спиртов.

Многоатомные спирты. Гликоли. Получение и особенности химического поведения. Глицерин: образование комплексов с ионами металлов, дегидратация.

Фенолы. Строение, изомерия, номенклатура. Синтез фенола: лабораторный и промышленный.

Кислотно-основные свойства фенолов. Причины повышенной кислотности фенолов по сравнению с алифатическими спиртами, влияние заместителей. Образование фенолятов, простых и сложных эфиров. Реакции электрофильного замещения фенола: галоидирование, нитрование, алкилирование и ацилирование. Конденсация фенолов с карбоксильными соединениями, фенол-формальдегидные смолы. Применение стерически загруженных фенолов в качестве антиоксидантов.

Многоатомные фенолы: пирокатехин, резорцин, гидрохинон, пирогаллол. Основные химические свойства и применение.

Карбонильные соединения. Альдегиды, кетоны. Изомерия и номенклатура. Получение альдегидов и кетонов из алкенов, гемдигалогенопроизводных, окислением спиртов. Строение и особенности двойной связи $C=O$. Химические свойства альдегидов и кетонов. Гидрирование. Реакции присоединения нуклеофилов к карбонильной группе: спиртов, гидросульфита натрия, синильной кислоты и магниийорганических соединений. Реакции конденсации с аминами (имины), гидросиламином (оксимы), гидразином (гидразоны), фенилгидразином (фенилгидразоны). Окисление альдегидов и кетонов (правило Попова).

Карбоновые кислоты. Классификация карбоновых кислот по основности, насыщенности, наличию других функциональных групп. Гомологический ряд предельных одноосновных карбоновых кислот, их изомерия и номенклатура. Получение карбоновых кислот окислением спиртов, альдегидов, через магнийорганические соединения, гидролизом функциональных производных карбоновых кислот. Строение карбоксильной группы и карбоксилат-иона. Функциональные производные карбоновых кислот: галогенангидриды, ангидриды, сложные эфиры, нитрилы и амиды. Их взаимопревращения и способность к ацилированию. Природные соединения - функциональные производные карбоновых кислот: воски, липиды, компоненты эфирных масел.

Дикарбоновые кислоты. Щавелевая, малоновая, янтарная и глутаровая кислоты. Особенности химического поведения дикарбоновых кислот.

Нитросоединения. Номенклатура и классификация. Способы получения нитро-соединений: нитрование углеводородов (радикальное и электрофильное замещение), обмен атома галогена на нитро-группу, окисление аминов. Электронное строение нитро-группы и ее акцепторный характер. Химические свойства: восстановление в кислой, нейтральной и щелочной средах.

Амины. Классификация, номенклатура. Основные методы получения. Электронное строение амино-группы, зависимость от природы радикалов, связанных с атомом азота. Пространственное строение аминов. Физические свойства, их связь со способностью аминов к образованию водородных связей. Химические свойства. Основность и кислотность аминов. Взаимодействие с электрофильными реагентами: алкилирование, гидроксилалкилирование, ацилирование; взаимодействие с азотистой кислотой. Окисление алифатических и ароматических аминов. Четвертичные аммониевые соли: получение из третичных аминов и алкилгалогенидов.

Свойства ароматических аминов. Реакции алкилирования и сульфирования ароматических аминов, сульфаниловая кислота и сульфамидные препараты. Ацильная защита амино-группы. Важнейшие представители ароматических моно- и диаминов, основные пути их использования.

Гидроксикислоты. Номенклатура и классификация. Общие методы синтеза. Синтез β -гидроксикислот по реакции Реформатского. Природные источники и важнейшие представители гидроксикислот. Гликолевая, молочная, яблочная, винная, лимонная кислоты. Химические свойства. Реакции дегидратации и зависимость результата от взаимного расположения карбоксильной и гидроксильной групп.

Ароматические гидроксикислоты. Получение простых и сложных эфиров. Салициловая кислота, аспирин, салол.

Углеводы. Классификация, строение, номенклатура. Оптическая изомерия глицеринового альдегида. Оксо-цикловольная таутомерия. Полуацетали фуранозного и пиранозного типа. Тетрозы. Пентозы. Гексозы.

Моносахариды. Генетический ряд сахаров, альдозы и кетозы, пентозы и гексозы, взаимные переходы между ними. Переходы моноз от высших к низшим и обратно. Общие и специфические свойства альдоз и кетоз, пентоз и гексоз. Открытые формы Фишера и циклические Колли-Толленса, их графическое изображение по Фишеру и Хеурсу. Гликозидный гидроксил и гликозидная связь; аномеры и аномерный эффект. Эпимеры и эпимеризация. Установление строения и конфигурации моноз. Отдельные представители моноз - дезоксирибоза, рибоза, арабиноза, ксилоза, глюкоза, манноза, галактоза, фруктоза. Виды брожения сахаров.

Дисахариды. Классификация: невосстанавливающие (трегалоза, сахароза) и восстанавливающие (мальтоза, целлобиоза, лактоза) биозы. Доказательство их строения, типы связей моносахаридных остатков.

Полисахариды. Пентозаны (гемицеллюлоза), гексозаны (крахмал, гликоген, целлюлоза), их строение и свойства. Пути рационального использования полисахаридов. Целлюлозная промышленность и химия клетчатки. Искусственное волокно.

Аминокислоты. Номенклатура и классификация. Структурные типы природных α -аминокислот. Синтезы из карбонильных соединений через циангидрины; галоген- и кетокислот. Методы синтеза β -аминокислот, основанные на реакциях непредельных и дикарбоновых кислот. Кислотно-основные свойства аминокислот и зависимость их строения от pH среды. Изоэлектрическая точка. Образование производных по карбоксильной и аминогруппе, бетаины. Взаимодействие с азотистой кислотой. Превращения, протекающие при нагревании аминокислот, и зависимость их результатов от взаимного расположения двух функциональных групп. Представление о пептидном синтезе. Капролактан и его техническое значение. Антралиловая и п-аминобензойная кислоты: методы получения, свойства и пути использования.

Белки. Состав белков, их физические и химические особенности, типичные реакции. Пептиды. Геометрия пептидной связи. Гидролиз белков. Вторичная и третичная структура белков.

Ароматические гетероциклические соединения. Классификация гетероциклических соединений и их номенклатура.

Пятичленные гетероциклы с одним гетероатомом: фуран, тиофен, пиррол. Сравнительная характеристика химических свойств фурана, тиофена, пиррола и бензола. Реакции гидрирования и окисления. Кислотные свойства пиррола и их использование в синтезе. Пиррольный цикл как структурный фрагмент хлорофилла и гемоглобина. Индол и его производные.

Шестичленные гетероциклы с одним гетероатомом. Пиридин и его гомологи. Номенклатура и изомерия производных. Ароматичность и основность пиридинового цикла. Хинолин и его простейшие производные. Окисление хинолина. Сходство и различие химических свойств пиридина и хинолина. Изохинолин. Представление о природных соединениях, лекарственных средствах и красителях - производных пиридина.

Шестичленные азотистые гетероциклы с двумя гетероатомами. Пиримидин. Сходство и различие химических свойств пиридина и пиримидина. Пиримидиновые и пуриновые основания, входящие в состав нуклеиновых кислот. Представление о структуре нуклеиновых кислот.

Раздел III. Фонд оценочных средств

3.1. Инструкция по выполнению работы

Время проведения экзамена 60 минут.

В экзаменационном билете, содержащем 3 вопроса, каждый вопрос оценивается в 25 баллов. Ответ на дополнительные вопросы по тематике билета также оценивается в 25 баллов.

Правильный и полный ответ на вопрос содержит следующие элементы:

- правильная формулировка химических терминов и понятий;
- правильное представление химических формул и уравнений химических реакций;
- правильное изложение основных законов в химии;
- логическое и последовательное изложение теоретического материала;
- подтверждение теоретических положений конкретными примерами.

Правильное выполнение каждого из указанных элементов оценивается в 5 баллов.

Результаты сдачи вступительного экзамена по химии оцениваются по 100-бальной системе:

- 86-100 баллов – ответы на все вопросы билета на очень хорошем и отличном уровне, свободное владение теоретическими и практическими базовыми знаниями в области химии;
- 71-85 баллов – ответы на все вопросы билета на хорошем уровне свободное владение теоретическими и практическими базовыми знаниями в области химии; владение основными ключевыми моментами теории и практики в области химии;;
- 41-70 баллов – удовлетворительные ответы на вопросы билета, фрагментарное владение основами теории и практики в области химии;

Минимальный уровень знаний соответствует 40 баллам. Абитуриенты, не преодолевшие минимальный порог в 40 баллов, выбывают из конкурса.

3.2. Образцы заданий вступительных испытаний

Билет № 1

1. Строение атома. Периодический закон и периодическая система элементов Д.И.Менделеева.
2. Алканы. Номенклатура. Особенности электронного и пространственного строения соединений данного класса. Виды изомерии. Закономерности изменения физических и химических свойств в гомологическом ряду.
3. Ароматические гетероциклические соединения. Классификация гетероциклических соединений и их номенклатура.

Билет № 2

1. Межмолекулярные взаимодействия. Природа и типы. Водородная связь.
2. Алканы. Закономерности изменения физических и химических свойств в гомологическом ряду.
3. Состав белков, их физические и химические особенности, типичные реакции. Структура белков.

Билет № 3

1. Периодический закон. Периодическая система элементов. Причина периодичности свойств простых веществ и их соединений.
2. Реакционная способность органических соединений.
3. Ароматические гетероциклические соединения. Сравнительная характеристика химических свойств фурана, тиофена, пиррола и бензола.

Билет № 4

1. Постулаты Бора. Модель атома по Бору.
2. Скорость реакции в гомогенных и гетерогенных системах. Факторы, влияющие на скорость реакции.
3. Оксиды. Характер химических связей в оксидах. Сложные оксиды. Классификация оксидов, отношение к воде, кислотам, щелочам.

Билет № 5

1. Протолитическая теория кислот и оснований Константа диссоциации. Кислотно-основные свойства растворителей..
2. Карбоновые кислоты и их функциональные производные (соли, сложные эфиры, ангидриды, амиды).
3. Физические и химические методы исследования структуры молекул, их возможности на современном этапе развития науки.

Билет № 6

1. Комплексообразование. Общие представления. Значение комплексных соединений. Факторы, определяющие устойчивость комплексных соединений..
2. Окислительно-восстановительные реакции в качественном анализе.
3. Кислотно-основное титрование слабых кислот и оснований.

Раздел IV. Список литературы

Основная литература

1. Глинка Н.Л. Общая химия: учебное пособие. / Н.Л. Глинка. – М.: КноРус. – 2016. – 746.
2. Глинка, Н. Л. Общая химия : учебник для бакалавров / Н. Л. Глинка. – М.: Издательство Юрайт, 2013. — 898 с.
3. Суворов, А. В. Общая и неорганическая химия в 2 т. / А. В. Суворов, А.Б. Никольский. – М.: Издательство Юрайт. – 2017. – 292 с.
4. Ахметов Н.С. Общая и неорганическая химия [Электронный ресурс] : учебник. – Электрон. дан. – СПб. : Лань, 2014. – 752 с. – Режим доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=50684
5. Основы аналитической химии : в 2 томах: учебник для студентов высших учебных заведений, обучающихся по химическим направлениям / под ред. акад. Ю. А. Золотова . - М.: Академия, 2014.- Т.1 - 390 с., Т.2 - 409 с.
6. Реутов, О.А. Органическая химия: В 4 ч.. Учебное пособие для вузов / О.А.Реутов, А.Л.Курц, К.П.Бутин – М.: Бином. Лаборатория знаний. – 2004-2017.
7. Реутов, О.А. Органическая химия. В 4 ч. Часть 1 [Электронный ресурс] : учеб. / О.А. Реутов, А.Л. Курц, К.П. Бутин. - Электрон. дан. – М.: Издательство "Лаборатория знаний", 2017. - 570 с. - Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/94167>
8. Реутов, О.А. Органическая химия. В 4 ч. Часть 2 [Электронный ресурс] : учеб. / О.А. Реутов, А.Л. Курц, К.П. Бутин. - Электрон. дан. – М.: Издательство "Лаборатория знаний", 2017. - 626 с. - Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/94168>
9. Реутов, О.А. Органическая химия. В 4 ч. Часть 3 [Электронный ресурс] : учеб. / О.А. Реутов, А.Л. Курц, К.П. Бутин. - Электрон. дан.- М.: Издательство "Лаборатория знаний", 2017. - 547 с. - Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/94166>
10. Реутов, О.А. Органическая химия : в 4 ч. Ч. 4 [Электронный ресурс] : учеб. / О.А. Реутов, А.Л. Курц, К.П. Бутин. ? Электрон. дан. - М.: Издательство "Лаборатория знаний", 2016. - 729 с. - Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/84139>
11. Травень, В.Ф. Органическая химия: в 2 т./ В.Ф.Травень – М.: Издательство "Лаборатория знаний", 2015. – 401 с.

Дополнительная литература

1. Павлов Н.Н. Общая и неорганическая химия. [Электронный ресурс] - Санкт-Петербург: Лань, 2011. – 496 с. Режим доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=4034
2. Свердлова Н.Д. Общая и неорганическая химия: экспериментальные задачи и упражнения. [Электронный ресурс] - Санкт-Петербург: Лань, 2013. – 352 с. Режим доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=13007
3. Боровлев, И.В. Органическая химия: термины и основные реакции [Электронный ресурс] : учебное пособие / И.В. Боровлев. - Электрон. дан. – М. : Издательство "Лаборатория знаний", 2015. - 362 с. - Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/70742>
4. Юровская, М.А. Основы органической химии [Электронный ресурс] : учебное пособие / М.А. Юровская, А.В. Куркин. - Электрон. дан. – М.: Издательство "Лаборатория знаний", 2015. - 239 с. - Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/66365>