

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Волгоградский государственный технический университет»



УТВЕРЖДАЮ

Первый проректор

 С. В. Кузьмин

« 25 » декабря 2024 г.

ПРОГРАММА

вступительного экзамена в аспирантуру по группе научных специальностей

1.4. Химические науки

Волгоград 2024

Разработчики программы:

д. х. н., профессор, академик РАН



И.А. Новаков

д. х. н., профессор



А.В. Навроцкий

д. х. н., профессор



Г.М. Бутов

д. т. н., профессор



О.О. Тужиков

РАЗДЕЛ 1 НЕОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

Тема 1. Периодический закон Д.И.Менделеева. Строение атома

Основные представления о строении атома. Волновая функция и уравнение Шредингера. Квантовые числа, радиальное и угловое распределение электронной плотности. Атомные орбитали (s-, p-, d- и f-АО), их энергии и граничные поверхности. Распределение электронов по АО. Принцип минимума энергии. Принцип Паули. Атомные термы, правило Хунда. Современная формулировка периодического закона, закон Мозли, структура Периодической Системы. Коротко- и длиннопериодный варианты Периодической таблицы. Периоды и группы. Закономерности изменения фундаментальных характеристик атомов: атомных и ионных радиусов, потенциала ионизации, энергии сродства к электрону и электроотрицательности. Границы Периодической Системы. Перспективы открытия новых элементов. Периодичности в изменении свойств простых веществ и основных химических соединений - оксидов, гидроксидов, гидридов, галогенидов, сульфидов, карбидов, нитридов и боридов.

Тема 2. Химическая связь и строение молекул

Понятие о природе химической связи. Основные характеристики химической связи: длина, энергия, направленность, полярность, кратность. Основные типы химической связи. Основные положения метода валентных связей (МВС). Гибридизация орбиталей. Направленность, насыщенность и поляризуемость ковалентной связи. Влияние неподеленных электронных пар на строение молекул, модель Гиллеспи. Основные положения метода молекулярных орбиталей (ММО). Двухцентровые двухэлектронные молекулярные орбитали. Энергетические диаграммы МО гомоядерных и гетероядерных двухатомных молекул. Энергия ионизации, магнитные и оптические свойства молекул. Многоцентровые МО, гипервалентные и электронодефицитные молекулы. Принцип изолюбального соответствия. Корреляционные диаграммы. Ионная связь. Ионная модель строения кристаллов, образование ионных кристаллов как результат ненаправленности и ненасыщаемости ион-ионных взаимодействий. Ионный радиус. Основные типы кристаллических структур, константа Маделунга, энергия ионной решетки. Межмолекулярное взаимодействие – ориентационное, индукционное и дисперсионное. Водородная связь, ее природа. Введение в зонную теорию. Образование зон – валентной и проводимости из атомных и молекулярных орбиталей, запрещенная зона. Металлы и диэлектрики. Границы применимости зонной теории.

присоединения (A_N), механизм. Влияние радикала на реакционную способность оксогруппы. Различие в реакционной способности альдегидов и кетонов. Восстановление, присоединение воды, гидросульфита натрия. Получение полуацеталей и ацеталей; роль кислотного катализа. Образование гидроксинитрилов. Реакции присоединения-отщепления: получение азометинов, оксимов, гидразонов, финилгидразонов, семикарбозонов. Реакция окисления-восстановления (диспропорционирования формальдегида, реакция Канницаро), механизм. Влияние оксогруппы на углеводородный радикал. Альдольное присоединение (конденсация) и галоформные реакции как следствие CN -кислотности в α -положении к оксогруппе. Йодоформная проба. Механизм альдольной конденсации. Кротоновая конденсация. Окисление. Различие в легкости окисления альдегидов и кетонов. Реакция серебряного зеркала, реакция с гидроксидом меди (II). Полимеризация альдегидов. Параформ, праральдегид. Формальдегид (формалин), уксусный альдегид, хлоралгидрат, акролеин, ацетон, бензальдегид, ацетофенон, бензофенон, циклогексанон.

Монокарбоновые (насыщенные: муравьиная, уксусная, пропионовая, масляная, изовалериановая; ароматические- коричная, бензойная.) и дикарбоновая (щавелевая, малоновая, янтарная, глутаровая, малеиновая, фумаровая, фталевая) кислоты. Номенклатура. Способы получения. Строение карбоксильной группы и карбоксилат-иона, его устойчивость. Кислотные свойства карбоновых кислот. Влияние карбоксильной группы на углеводородный радикал. Реакции карбоновых кислот с нуклеофильными реагентами; образование сложных эфиров, ангидридов, галогенангидридов и амидов. Присоединение против правила Марковникова в α,β -непредельных кислотах. Дикарбоновые кислоты, их свойства как бифункциональных соединений. Декарбоксилирование карбоновых кислот, повышение склонности к декарбоксилированию с увеличением электроноакцепторного характера радикала. Декарбоксилирование щавелевой и малоновой кислот. Малоновый эфир, CN -кислотные свойства, получение карбоновых кислот. Образование циклических ангидридов из дикарбоновых кислот со сближенными в пространстве карбоксильными группами. Функциональные производные карбоновых кислот. Механизм нуклеофильного замещения у тригонального атома углерода. Роль кислотного катализа. Сложные эфиры. Реакция этерификации, необходимость кислотного катализа. Кислотный и щелочной гидролиз сложных эфиров. Переэтерификация и аммонолиз сложных эфиров. Ангидриды и галогенангидриды. Получение, свойства. Использование в качестве ацилирующих средств, получение

Тема 3. Комплексные (координационные) соединения

Основные понятия координационной теории. Типы комплексных соединений по классификации лигандов, заряду координационной сферы, числу центральных атомов. Номенклатура комплексных соединений. Изомерия комплексных соединений. Образование координационных соединений в рамках ионной модели и представлений Льюиса. Теория мягких и жестких кислот и оснований Пирсона, уравнение Драго-Вейланда. Устойчивость комплексов в растворах и основные факторы, ее определяющие. Константы устойчивости комплексов. Лабильность и инертность. Энтропийный вклад в энергетическую устойчивость комплексов, сольватный эффект, хелатный эффект, правила циклов Л.А.Чугаева. Природа химической связи в комплексных соединениях. Основные положения теории кристаллического поля (ТКП). Расщепление d- орбиталей в октаэдрическом и тетраэдрическом поле. Энергия расщепления, энергия спаривания и энергия стабилизации кристаллическим полем. Спектрохимический ряд лигандов. Понятие о теории Яна-Теллера, тетрагональное искажение октаэдрических комплексов. Энергетическая диаграмма МО комплексных соединений. Построение групповых орбиталей и их взаимодействие с орбиталями центрального атома, σ - и π -донорные и акцепторные лиганды. Использование ТКП и ММО для объяснения оптических и магнитных свойств комплексных соединений. Диаграммы Танабэ-Сугано для многоэлектронных систем. Карбонилы, металлокарбены, металлоцены, фуллериды. Комплексы с макроциклическими лигандами. Полиядерные комплексы. Изо- и гетерополисоединения. Кластеры на основе переходных и непереходных элементов. Кратные связи металл-металл, понятие о δ -связи. Механизмы реакций комплексных соединений. Реакции замещения, отщепления и присоединения лиганда, окислительно-восстановительные реакции. Взаимное влияние лигандов в координационной сфере. Транс-влияние И.И. Черняева, цис- эффект А.А. Гринберга. Внутрисферные реакции лигандов. Применение комплексных соединений в химической технологии, катализе, медицине и экологии.

Тема 4. Общие закономерности протекания химических реакций

Основные понятия и задачи химической термодинамики как науки о превращениях энергии при протекании химических реакций. Термодинамическая система, параметры и функции состояния системы. Первый закон термодинамики. Внутренняя энергия и ее изменение при химических и фазовых превращениях. Энтальпия. Стандартное состояние и

стандартные теплоты химических реакций. Теплота и энтальпия образования. Закон Гесса. Энергии химических связей. Теплоемкость, уравнение Кирхгофа. Обратимые и необратимые процессы. Второй закон термодинамики. Энтропия и ее физический смысл, уравнение Больцмана. Стандартная энтропия. Зависимость энтропии от параметров состояния. Энергия Гиббса. Направление химических процессов, критерии самопроизвольного протекания реакций в изолированных и открытых системах. Химический потенциал. Условие химического равновесия, константа равновесия. Изотерма химической реакции. Фазовые равновесия, число степеней свободы, правило фаз Гиббса. Фазовые диаграммы одно- и двухкомпонентных систем. Скорость химической реакции, ее зависимости от природы и концентрации реагентов, температуры. Порядок реакции. Константы скорости и ее зависимость от температуры. Уравнение Аррениуса. Энергия активации и понятие об активированном комплексе. Обратимые реакции. Закон действующих масс. Влияние катализатора на скорость реакции. Гомогенный и гетерогенный катализ. Понятие о цепных и колебательных реакциях.

Тема 5. Растворы не электролитов и электролиты

Современные представления о природе растворов. Особенности жидких растворов. Порядок в жидкостях, структура воды и водных растворов. Специфика реакций в водных и неводных растворах. Теория электролитической диссоциации. Ионное произведение воды и его зависимость от температуры. Водородный показатель pH, шкала pH. Кислоты и основания. Протолитическая теория Бренстеда-Лоури. Сопряженные кислоты и основания. Гидролиз. Современные взгляды на природу кислот и оснований.

Тема 6. Растворы электролитов

Сильные и слабые электролиты. Зависимость степени электролитической диссоциации от концентрации, температуры, природы растворителя, посторонних электролитов. Закон разбавления Оствальда. Основные понятия теории сильных электролитов Дебая и Хюккеля. Произведение растворимости. Динамическое равновесие в насыщенных растворах малорастворимых сильных электролитов и факторы, его смещающие. Электрохимические свойства растворов. Сопряженные окислительно-восстановительные пары. Электродный потенциал. Окислительно-восстановительные реакции и их направление. Уравнение Нернста. Диаграммы Латимера и Фроста. Электролиз.

Коллигативные свойства растворов электролитов и неэлектролитов. Изотонический

коэффициент. Закон Рауля. Криоскопия и эбулиоскопия, осмос.

Тема 7. Основы и методы неорганического синтеза

Прямой синтез соединений из простых веществ. Реакции в газовой фазе, водных и неводных растворах, расплавах. Метод химического осаждения из газовой фазы, использования надкритического состояния. Золь-гель метод. Гидротермальный синтез. Твердофазный синтез и его особенности; использование механохимической активации. Химические транспортные реакции для синтеза и очистки веществ. Фотохимические и электрохимические методы синтеза. Применение вакуума и высоких давлений в синтезе. Основные методы разделения и очистки веществ. Методы выращивания монокристаллов и их классификация.

РАЗДЕЛ 2 ОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

ТЕМА 1. Химическая связь и взаимное влияние атомов органических соединений

Типы химических связей в органических соединениях. Ковалентные σ - и π - связи. Строение двойных ($C=C$, $C=O$, $C=N$) и тройных ($C\equiv C$, $C\equiv N$) связей; их основные характеристики (длина, энергия, полярность, поляризуемость).

Взаимное влияние атомов в органических молекулах и способы его передачи. Индуктивный эффект. Электронодонорные и электроноакцепторные заместители. π , π - ρ , π -сопряжение. Сопряженные системы с открытой и замкнутой цепью. Энергия сопряжения. Мезомерный эффект. Теория резонанса как качественный способ описания делокализованных электронов.

ТЕМА 2. Пространственное строение органических соединений

Сtereoизомерия. Конфигурация. Виды молекулярных моделей. Способы изображения конфигурации: стереохимической формулы, проекционные формулы Фишера. Элементы симметрии молекул (ось, плоскость, центр). Центр хиральности молекулы (ассиметрический атом углерода). Хиральность и ахиральность молекул как причина двух видов стереоизомерии- энантиомерии и диастериомерии. Энантиомерия. Молекулы с одним центром хиральности (глицериновый альдегид, 2- гидроксипропановая (молочная) кислота, α -аминокислоты). Конфигурация энантиомеров глицеринового альдегида. Относительная и абсолютная конфигурация. D,L и R,S-системы стереохимической номенклатуры. Оптическая активность - свойство энантиомеров. Рацематы. Способы разделения рацематов.

Диастериомерия. σ и π - диастереомеры. Молекулы с двумя и более центрами хиральности. Энантиомеры и σ - диастереомеры винной кислоты. Мезосоединения (мезовинная кислота). Различие свойств энантиомеров и диастериомеров. π – диастереомеры (цис- транс- изомеры) соединений с двойной связью (алкены, непредельные карбоновые кислоты). E,Z-Система обозначения конфигурации π - диастереомеров.

ТЕМА 3. Методы исследования органических соединений

Методы выделения и очистки: экстракция, перекристаллизация, различные виды перегонки. Хроматография. Критерии чистоты веществ: температура плавления, температура кипения, плотность, показатель преломления, хроматографический фактор. Функциональный анализ соединений. Современные физико-химические методы установления строения

Инфракрасная спектроскопия (ИК): типы колебаний атомов в молекуле (валентные, деформационные). Характеристические частоты.

Электронная спектроскопия (УФ и видимая область): типы электронных переходов и их энергия, основные параметры полос поглощения, смещение полос (батохромный и гипсохромный сдвиг) и их причины.

Спектроскопия ядерного магнитного резонанса (ЯМР). Проточный магнитный резонанс: химический сдвиг, спин-спиновое расщепление. Примеры простейших спектров.

Масс-спектрометрия: виды ионов (молекулярные, осколочные, перегруппировочные). Изотопный состав. Установление молекулярной формы. Основные типы фрагментации. Масс-спектральные серии ионов основных классов органических соединений.

Поляриметрия и спектрополяриметрия как методы исследования оптически активных соединений.

ТЕМА 4. Углеводороды

Алканы, циклоалканы, алкены, алкадиены, алкины, арены. Классификация органических реакций по направлению (присоединение, замещение, отщепление, перегруппировка). Типы реагентов. Понятие о механизмах реакции (радикальные, электрофильные, нуклеофильные). Электронное строение промежуточных активных частиц. Факторы, определяющие их устойчивость. Номенклатура. Структурная изомерия. Способы получения. Природные источники углеводородов. Химические свойства.

ТЕМА 5. Галогенопроизводные

Классификация галогенопроизводных в зависимости от числа и расположения атомов галогена и от природы углеводородного радикала. Номенклатура. Изомерия. Изменение физических свойств в зависимости от атомной массы галогена. Способы получения. Галогеналканы и галогенциклоалканы.

Характеристика связи углерод-галоген (длина, энергия, полярность, поляризуемость). Реакции нуклеофильного замещения (S_N2 , S_N1), механизм. Стереохимический результат этих реакций (правила Ингольда). Гидролиз, алкоголиз, аммонолиз, ацетолиз галогенопроизводных; получение нитрилов, нитропроизводных. Реакции отщепления (элиминирования), механизм. Дигидрогалогенирование, дегалогенирование. Правило А.М. Зайцева. Конкуренция реакций элиминирования и реакций нуклеофильного замещения. Хлороформ, йодоформ, тетрахлорметан, этилхлорид, винилхлорид, фторотан.

Непредельные галогенопроизводные (алкинилгалогениды). Аллил- и бензилгалогениды, винил- и арилгалогениды, причины различной реакционной способности галогена.

ТЕМА 6. Основные классы кислородсодержащих соединений

Одноатомные спирты и фенолы. Изомерия. Способы получения алифатических спиртов. Пути введения гидроксильной группы в ароматическое ядро (получение фенолов). Кислотно-основные свойства спиртов и фенолов: образование алкоголятов и фенолятов. Межмолекулярная ассоциация, ее влияние на физические и спектральные характеристики спиртов и фенолов. Нуклеофильные свойства спиртов и фенолов: образование простых и сложных эфиров. Реакции нуклеофильного замещения в спиртах, необходимость кислотного катализа. Межмолекулярная и внутримолекулярная дегидратация спиртов.

Реакция электрофильного замещения в фенолах и нафтолах: нитрование, нитрозирование, сульфирование, галогенирование, алкилирование, ацилирование, гидроксиметилирование. Фенолформальдегидные смолы. Окисление и восстановление фенолов и нафтолов.

Многоатомные спирты и фенолы. Способы получения. Химические свойства. Этиленгликоль, глицерин, пирокатехин, резорцин, гидрохинон.

Альдегиды и кетоны. Номенклатура. Изомерия. Физические свойства. Способы получения. Пути прямого введения карбонильной группы в ароматическое ядро: ацилирование (реакции Фриделя – Крафтса), формилирование. Строение оксогруппы. Сравнительная характеристика $C=O$ и $C=C$ - связи. Реакции нуклеофильного

сложных эфиров, амидов. Циклические ангидриды карбоновых кислот. Амиды. Получение. Строение амидной группы. Кислотно-основные свойства амидов. Гидролиз, необходимость кислотного или щелочного катализа. Расщепление гипобромитами по Гофману. Дегидратация в нитрилы. Имиды: фталимид, NH-кислотные свойства имидов, алкилирование. Нитрилы. Получение. Свойства: гидролиз, восстановление. Ацетонитрил.

ТЕМА 7. Азотсодержащие соединения

Амины. Классификация. Номенклатура. Способы получения алифатических аминов. Пути введения аминогруппы в ароматическое кольцо. Кислотно-основные свойства аминов. Зависимость основных свойств аминов от числа и природы углеводных радикалов. Образование солей. Амины как нуклеофильные реагенты. Алкилирование аммиака и аминов — реакция Гофмана. Ацилирование аминов как способ защиты аминогруппы. Образование оснований Шиффа. Реакции аминов с азотистой кислотой. Образование нитрозаминов из вторичных аминов. Дезаминирование первичных алифатических аминов. Активирующее влияние аминогруппы на реакционную способность ароматического ядра. Галогенирование, сульфирование, нитрование и нитрозирование ароматических аминов.

Нитросоединения. Классификация. Номенклатура. Способы получения. Строение нитрогруппы. Восстановление нитросоединений. Кислотные свойства алифатических нитросоединений.

Диазо- и азосоединения. Номенклатура. Диазотирование первичных ароматических аминов, условия реакции. Строение солей диазония. Реакции солей диазония с выделением азота. Синтетические возможности реакции: замещение диазогруппы на водород, гидроксил, алкоксигруппы, галогены, цианогруппу.

Азосочетание как реакция электрофильного замещения. Диазо — и азосоставляющие. Условия азосочетания с фенолами и аминами.

ТЕМА 8. Гетероциклические соединения

Пятичленные гетероциклические соединения с одним гетероатомом. Фуран, тиофен, пиррол. Ароматические свойства и их особенности, связанные с природой гетероатома. Реакции электрофильного замещения. Ориентация замещения. Неустойчивость фурана и пиррола в кислой среде. Ацидофобность и обусловленные ею экспериментальные условия нитрования, сульфирования и галогенирования.

Шестичленные гетероциклы с одним гетероатомом.

Азины: пиридин, хинолин, изохинолин. Основные свойства. Ароматичность. Реакции электрофильного замещения, дезактивирующее влияние пиридинового атома

азота, ориентация замещения. Возрастание способности к нуклеофильному замещению: получение гидрокси- и аминопроизводных (реакция Чичибабина). Таутомерия гидрокси- и аминопроизводных.

РАЗДЕЛ 3 ВЫСОКОМОЛЕКУЛЯРНЫЕ СОЕДИНЕНИЯ

1. Высокомолекулярные соединения как наука, объектами исследований которой являются макромолекулы синтетического и природного происхождения. Классификация и номенклатура мономеров, олигомеров и полимеров. Особенности их химического строения. Полидисперсность, молекулярная масса, степень полимеризации, молекулярно-массовое и молекулярно-численное распределение олигомеров и полимеров. Стереохимия полимеров.

2. Полимеризация и сополимеризация: радикальная, катионная, анионная и ионно-координационная, особенности указанных полимеризационных процессов. Полимеризация в растворе, в массе, в суспензии, в эмульсии, в твердой фазе. Термодинамика полимеризационных процессов. Поликонденсация: равновесная и неравновесная. Типы химических реакций поликонденсации. Функциональность мономеров, олигомеров и ее значение. Реакционная способность функциональных групп. Совместная поликонденсация и ее характерные особенности в случае равновесной и неравновесной поликонденсации.

3. Сшитые полимеры. Типы сшитых полимеров. Формирование трехмерных структур в процессе синтеза и химических превращений в макромолекулах. Параметры сеток. Основные зависимости между структурными характеристиками пространственно сшитых полимеров. Виды сшивающих агентов и особенности строения сеток. Влияние типа поперечных связей на механические свойства сшитых эластомеров.

4. Смеси полимеров. Истинные и коллоидные растворы смесей полимеров, механизм смешения и типы фазовых структур в смесях полимеров. Многокомпонентные смеси полимеров.

5. Химическая модификация полимеров. Основные закономерности модификации полимеров. Реакционная способность функциональных групп макромолекул и низкомолекулярных соединений. Эффекты цепи и соседней группы, конфигурационные и конформационные эффекты. Реакции замещения в полимерной цепи. Влияние условий на

кинетические закономерности и строение образующихся полимеров. Композиционная неоднородность.

6. Межфазные явления на границах раздела полимер-полимер, полимер-твердое тело. Адгезия. Влияние формы, химического и физического состояния поверхности на свойства полимерных композиционных материалов. Аппреты. Методы химической и физической модификации компонентов полимерных композиционных материалов.

7. Деструкция полимеров и композиционных материалов. Основные виды деструкции: химическая, термическая, термоокислительная, фото- и механическая. Старение полимеров. Стабилизация высокомолекулярных соединений. Кинетика механодеструкции полимеров. Предел механодеструкции и причины его существования. Понятие о стойкости полимеров и композиционных материалов к внешним воздействиям.

8. Конфигурация и конформация макромолекул. Основные модели полимерных цепей: свободносочлененная цепь, цепь с фиксированными углами. Характеристики размеров и формы полимерных цепей. Внутреннее вращение и поворотная изомерия. Полимеры с хиральными центрами. Конформация макромолекул и конформационная энергия. Стереорегулярность и микроструктура цепных молекул. Гибкость полимерных цепей и ее характеристики. Термодинамическая и кинетическая гибкость макромолекул. Ближние и дальние взаимодействия. Размеры и формы реальных цепных молекул и их экспериментальное определение. Понятие о статистическом сегменте.

9. Характер взаимодействия в растворах полимеров. Термодинамика растворов полимеров. Теория Флори-Хаггинса. θ -температура. Объемные эффекты. Концентрированные растворы полимеров. Фазовые диаграммы полимер-растворитель. Гидродинамические свойства макромолекул в растворе. Диффузия макромолекул в растворе. Растворы полиэлектролитов. Иономеры.

10. Закономерности течения расплавов полимеров, кривые течения, закон течения, механизм течения. Энергия и энтропия вязкого течения, их зависимость от параметров молекулярной структуры и от напряжения сдвига. Зависимость теплоты активации от температуры. Ньютоновская вязкость, методы определения и зависимость от молекулярной структуры и молекулярной массы полимера, температуры.

11. Особенности применения физических методов для изучения структуры и свойств олигомеров, полимеров, полимерных материалов и полимерных композитов. Методы обработки экспериментальных данных и определение достоверности полученных

результатов: доверительный интервал, относительная и абсолютная погрешности измерений.

12. Экспериментальные методы исследования структуры макромолекул в растворе. Спектроскопия полимеров.

13. Теплофизические методы. Дилатометрия. Дифференциальный термический анализ. Калориметрические методы. Физико-механические методы. Термомеханический метод. Транспортные методы для исследования полимеров. Обращенная и гель-проникающая хроматография.

СПИСОК РЕКОМЕНДОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

К РАЗДЕЛУ «НЕОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ»

1. Глинка Н.Л. Общая химия. - М.: «Интеграл-пресс», 2004
2. Ахметов Н.С. Общая и неорганическая химия. - М.: Высшая школа, 1981
3. Угай Я.Л. Общая и неорганическая химия. – М.: Высшая школа, 1997
4. Зубович Н.А. Неорганическая химия. - М.: Высшая школа, 1989
5. Семишин В.И. Практикум по общей химии. - М.: Химия, 1967
6. Гольбрайх З.Е. Практикум по неорганической химии. - М.: Высшая школа, 1986

К РАЗДЕЛУ «ОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ»

1. Шабаров Ю.С. Органическая химия: Учебник для вузов. – С-Птб.: Лань, 2011. – 848 с.
2. Травень В.Ф. Органическая химия: Учебник для вузов в 2-х томах. – М.: Академкнига, 2008. - Т.1. – 728 с., Т.2. – 584 с.
3. Реутов О.А., Курц А.А., Бутин К.П. Органическая химия. В 4-х частях. М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2004.
1. Петров А.А., Бальян Х.В., Трощенко А.Т. Органическая химия: Учебник для вузов. – СПб: «Иван Фёдоров», 2002. – 624 с.
2. Кери Ф., Сандберг Р. Углубленный курс органической химии. В 2-х кн., М.: Химия, 1981.
3. Чичибабин А.Е. Основные начала органической химии. 5-е изд. М.: ГНТИ, хим. лит., 1957, т. 1,2.
4. Крам Д., Хэммонд Дж. Органическая химия, пер. с англ., М.: Мир, 1964.
5. Робертс Дж., Касерио М. Основы органической химии, пер. с англ., М.: Мир, 1978, т. 1,2.
6. Терней А. Современная органическая химия в двух томах, пер. с англ. Под ред. Суворова Н.Н., М.: Мир, 1981.
7. Несмеянов А.Н., Несмеянов Н.А. Начала органической химии. Т.1 и 2 - М.: Химия, 1970. - 823 с.
8. Марч Дж. Органическая химия. В 4 томах. – М.: Мир, 1987.

К РАЗДЕЛУ «ВЫСОКОМОЛЕКУЛЯРНЫЕ СОЕДИНЕНИЯ»

1. Аскадский, А.А. Введение в физико-химию полимеров [Текст]/ А.А. Аскадский, А.Р. Хохлов. - М.: Научный мир, 2009. - 380 с.
2. Бартенев, Г.М. Физика полимеров [Текст]/ Г.М. Бартенев, С.Я. Френкель; под ред. А.М. Ельяшевича. - Л.: Химия, 1990. - 429 с.
3. Берлин, А.А. Основы адгезии полимеров [Текст]/ А.А. Берлин, В.Е. Басин. - 2-е изд., перераб. и доп. - М.: Химия, 1974. - 391 с.
4. Бартенев, Г.М. Структура и релаксационные свойства эластомеров [Текст]/ Г.М. Бартенев. - М.: Химия, 1979. - 288 с.

5. Бартенев, Г.М. Физика и механика полимеров [Текст]: [учеб. пособие для втузов]/ Г.М. Бартенев, Ю.В. Зеленев. - М.: Высш. шк., 1983. - 391 с.
6. Березкин, В.Г. Газовая хроматография в химии полимеров [Текст]/ В.Г. Березкин, В.Р. Алишоев, И.Б. Немировская. - М.: Наука, 1972. - 283 с.
7. Берштейн, В.А. Дифференциальная сканирующая калориметрия в физикохимии полимеров [Текст]/ В. А. Берштейн, В.М. Егоров. - Л.: Химия, 1990. - 254 с.
8. Биоразлагаемые полимерные смеси и композиты из возобновляемых источников [Текст]/ под ред. Лонг Ю; пер. с англ. под ред. В.Н. Кулезнева. - Санкт-Петербург: НОТ, 2014. - 462 с.
9. Вундерлих, Б. Физика макромолекул: кристаллическая структура, морфология; дефекты [Текст]/ Б. Вундерлих; пер. с англ. Ю.К. Годовского, В.С. Папкова. - М.: Мир, 1976. - 623 с.
10. Гладышев, Г.П. Радикальная полимеризация при глубоких степенях превращения [Текст]/ Г.П. Гладышев, В.А. Попов; АН СССР, Ин-т хим. физики. - М.: Наука, 1974. - 244 с.
11. Горение, деструкция и стабилизация полимеров [Текст]/ под ред. Г.Е. Заикова. - СПб.: Научные основы и технологии, 2008. - 421 с.
12. Гросберг, А.Ю. Полимеры и биополимеры с точки зрения физики [Текст]/ А.Ю. Гросберг, А.Р. Хохлов; пер. с англ. А.А. Аэрова. - Долгопрудный: ИД "Интеллект", 2010. - 303 с.
13. Ерусалимский, Б.Л. Ионная полимеризация полярных мономеров [Текст]/ Б.Л. Ерусалимский. - Л.: Наука, 1970. - 288 с.
14. Инфракрасная спектроскопия полимеров [Текст] / И. Дехант [и др.] ; пер. с нем. под ред. Э. Ф. Олейника. - М. : Химия, 1976. - 471 с.
15. Каучук и резина. Наука и технология [Текст] : монография / под ред. Дж. Марка, Б. Эрмана, Ф. Эйрича ; пер. с англ. под ред. А. А. Берлина, Ю. Л. Морозова. - Долгопрудный : ИД "Интеллект", 2011. - 767 с.
16. Киреев, В. В. Высокомолекулярные соединения [Текст] : учеб. для бакалавров / В. В. Киреев. - М. : Юрайт, 2013. - 602 с.
17. Коршак, В. В. Равновесная поликонденсация [Текст] / В. В. Коршак, С. В. Виноградова ; АН СССР, Ин-т элементоорган. соединений. - М. : Наука, 1968. - 444 с.
18. Коршак, В. В. Неравновесная поликонденсация [Текст] / В. В. Коршак, С. В. Виноградова ; АН СССР, Ин-т элементоорган. соединений. - М. : Наука, 1972. - 696 с.
19. Кулезнев, В. Н. Смеси полимеров: (Структура и свойства) [Текст] / В. Н. Кулезнев. - М. : Химия, 1980. - 303 с.
20. Малкин, А. Я. Диффузия и вязкость полимеров: Методы измерения [Текст] / А. Я. Малкин, А. Е. Чалых. - М.: Химия, 1979. - 304 с.
21. Малкин, А. Я. Методы измерения механических свойств полимеров [Текст] / А. Я. Малкин, А. А. Аскадский, В. В. Коврига. - М. : Химия, 1978. - 330 с.
22. Малкин А.Я., Исаев А.И. Реология: концепции, методы, приложения. - Санкт-Петербург: Профессия. 2007. - 560 с.
23. Марихин, В. А. Надмолекулярная структура полимеров [Текст] / В. А. Марихин, Л. П. Мясникова ; под ред. С. Я. Френкеля. - Л. : Химия, 1977. - 238 с.

24. Мартынов, М. А. Рентгенография полимеров [Текст] : метод. пособие / М. А. Мартынов, К. А. Вылегжанина. - Л. : Химия, 1972. - 94 с.
25. Моравец, Г. Макромолекулы в растворе [Текст] / Г. Моравец; пер. с англ. В. Л. Вакулы, под ред. В. А. Каргина, А. Турского. - М. : Мир, 1967. - 398 с.
26. Нефедов, П.П. Транспортные методы в аналитической химии полимеров [Текст]/ П.П. Нефедов, П.Н. Лавренко; под ред. С.Я. Френкеля. - Л.: Химия, 1979. - 232 с.
27. Новейшие инструментальные методы исследования структуры полимеров [Текст] / ред. Дж. Кёниг ; пер. с англ. А. Я. Малкина, под ред. Н. А. Платэ. - М. : Мир, 1982. - 264 с
28. Оудиан, Дж. Основы химии полимеров [Текст] / Дж. Оудиан ; пер. с англ. Я. С. Выгодского, Т. М. Фрунзе, под ред. В. В. Коршака. - М. : Мир, 1974. - 614 с.
29. Рафиков, С. Р. Методы определения молекулярных весов и полидисперсности высокомолекулярных соединений [Текст] / С. Р. Рафиков, С. А. Павлова, И. И. Твердохлебова. - М. : Изд-во Акад. Наук СССР, 1963. - 336 с.
30. Семчиков, Ю. Д. Высокомолекулярные соединения [Текст] : учебник / Ю. Д. Семчиков. - 5-е изд., стер. - М. : Академия, 2010. - 366, [1] с.
31. Серенсон, У. Препаративные методы химии полимеров [Текст] = Preparative methods of polymer chemistry / У. Серенсон, Т. Кемпбел ; пер. с англ. под ред. С. Р. Рафикова. - М. : Изд-во ин. лит., 1963. - 399 с.
32. Современные физические методы исследования полимеров [Текст] / под ред. Г. Л. Слонимского. - М. : Химия, 1982. - 251 с.
33. Сополимеризация [Текст] = Copolymerization / сост. Д. Хэм ; пер. с англ. А. А. Арест-Якубовича, Г. Н. Герасимова, под ред. В. А. Кабанова. - М. : Химия, 1971. - 616 с.
34. Структурные исследования макромолекул спектроскопическими методами [Текст] / пер. с англ. А. М. Вассермана, А. Л. Коварского, под ред. А. Л. Бучаченко. - М. : Химия, 1980. - 304 с.
35. Федтке, М. Химические реакции полимеров [Текст] / М. Федтке ; пер. с нем. В. И. Сорокина, под ред. В. В. Киреева. - М. : Химия, 1990. - 151, [1] с.
36. Фракционирование полимеров [Текст] / под ред. М. Кантова ; пер. с англ. Ф. Ф. Ходжеванова, под ред. Н. С. Наметкина, А. Д. Литмановича. - М. : Мир, 1971. - 444 с.
37. Эллиот, А. Инфракрасные спектры и структура полимеров [Текст] / А. Эллиот ; пер. с англ. В.П. Панова, В.З. Плетнева, под ред. Р.Г. Жбанкова. - М.: Мир, 1972. - 159 с.
38. Янча, Й. Проточное фракционирование в поперечном поле [Текст] : анализ макромолекул и частиц / Й Янча ; пер. с англ. Ю. А. Эльтекова ; под ред. В. Г. Березкина. - М. : Мир, 1992. - 296 с.