



МИНИСТЕРСТВО ЗДРАВООХРАНЕНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
ВОЛГОГРАДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ МЕДИЦИНСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

УТВЕРЖДАЮ:

Проректор по научной работе
ФГБОУ ВО ВолгГМУ
Минздрава России
М.Е.Стаценко
« 30 » августа 2022 г.



ПРОГРАММА КАНДИДАТСКОГО ЭКЗАМЕНА
научная специальность 1.4.3. Органическая химия

ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ КАНДИДАТСКОГО ЭКЗАМЕНА

Цель кандидатского экзамена: кандидатский экзамен является установленной формой итогового контроля и завершает изучение всех дисциплин по научной специальности, включенных в учебный план аспиранта. Целью экзамена является оценка уровня полученных за период освоения дисциплины образовательного компонента программы аспирантуры знаний, необходимых для научно-педагогической работы.

Задачи кандидатского экзамена: определить готовность аспиранта к самостоятельной научной и преподавательской работе по специальности 1.4.3. Органическая химия на основе знаний и умений, приобретенных в ходе освоения аспирантами дисциплин образовательного компонента программы аспирантуры.

Сдача кандидатского экзамена по научной специальности рассматривается как показатель научной квалификации и как определенный академический уровень соискателя ученой степени кандидата наук, где необходимо продемонстрировать самые передовые знания в исследуемой области и в смежных областях; владение современными и специализированными умениями и методами, необходимыми для решения важных проблем при проведении исследований; значительные лидерские качества, авторитет, научную и профессиональную целостность.

ТРЕБОВАНИЯ К ОСВОЕНИЮ СПЕЦИАЛЬНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Содержанием научной специальности 1.4.3. Органическая химия является выделение и очистка новых соединений, открытие новых реакций органических соединений и методов их исследования, развитие рациональных путей синтеза сложных молекул, развитие теории химического строения органических соединений, создание новых методов установления структуры молекулы, развитие систем описания индивидуальных веществ, выявление закономерностей типа «структура – свойство», моделирование структур и свойств биологически активных веществ, поиск новых молекулярных систем с высокоспецифическими взаимодействиями между молекулами, а также исследование стереохимических закономерностей химических реакций и органических соединений.

В результате изучения дисциплин образовательного компонента программы аспирантуры аспирант должен знать теоретические представления химии, в том числе о строении и механизме химических реакций, важнейшие методы квантовой химии, фундаментальные основы и методы дизайна и синтеза химических соединений и материалов, в том числе с заранее заданными свойствами, методы исследования структуры и функционально важных свойств химических соединений, основные методы научно-исследовательской деятельности, методы критического анализа и оценки современных научных достижений, принципы организации работы исследовательского коллектива в области в химии и смежных наук.

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЕ ТРЕБОВАНИЯ К УРОВНЮ ОСВОЕНИЯ СПЕЦИАЛЬНЫХ ДИСЦИПЛИН

Аспирант должен четко ориентироваться во всех разделах специальной дисциплины, содержащихся в ее рабочей программе. Необходимо твердо знать содержание вопросов данных разделов, уметь выделять в каждом из них имеющиеся теоретические проблемы. Знать мнения по ним ученых-специалистов, уметь отстаивать собственную точку зрения по рассматриваемым проблемам. Знать предусмотренные

данной дисциплиной первоисточники, основополагающие труды ученых. Необходимо свободно ориентироваться в специальной литературе в изучаемой области научных знаний. Экзаменуемый должен грамотно строить свою речь, понятно излагать решение различных проблем в своей области.

УСЛОВИЯ ДОПУСКА К СДАЧЕ КАНДИДАТСКОГО ЭКЗАМЕНА

К кандидатскому экзамену допускаются аспиранты, полностью усвоившие программу специальной дисциплины и сдавшие экзамены, предусмотренные учебным планом на предыдущих этапах обучения.

Допуском к кандидатскому экзамену является подготовленный из списка тем реферат. Примерный перечень тем рефератов приведен в Приложении 1. Реферат проверяется заведующим кафедрой, научным руководителем или преподавателем, ведущим курс по специальной дисциплине. По итогам проверки ставится оценка «зачтено/не зачтено»

СОДЕРЖАНИЕ И СТРУКТУРА КАНДИДАТСКОГО ЭКЗАМЕНА

Подготовка к экзамену ведется по вопросам, предусмотренным рабочей программой специальной дисциплины с использованием рекомендованных в ней источников и литературы. Перед экзаменом в обязательном порядке проводится консультация преподавателя, ведущего курс.

На кандидатском экзамене экзаменуемый должен продемонстрировать совокупность имеющихся знаний по специальной дисциплине.

Процесс сдачи экзамена проходит в устной форме по заранее разработанным вопросам, приведенным в Приложении 2. Аспирант отвечает на три вопроса, которые выдаются ему в начале экзамена. Вопросы соответствуют паспорту научной специальности 1.4.3. Органическая химия. Ответы на вопросы выполняются в устном или письменном виде в форме тезисов. Устный ответ осуществляется в виде самостоятельного изложения материала на основе письменных тезисов. После устного ответа члены экзаменационной комиссии вправе задать отвечающему уточняющие вопросы. При необходимости задаются дополнительные вопросы по различным темам специальной дисциплины. Письменные тезисы ответов, подписанные аспирантом (соискателем) на каждой странице с проставлением даты, после завершения экзамена сдаются в отдел аспирантуры и докторантуры вместе с протоколами сдачи экзаменов.

КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ ОТВЕТОВ НА КАНДИДАТСКОМ ЭКЗАМЕНЕ

Для оценки ответов на кандидатском экзамене по специальной дисциплине программы аспирантуры учитываются следующие критерии: теоретическая точность; методологическая четкость; полнота содержания ответа; использование собственных суждений и оценок; умение отстаивать свою позицию; грамотное изложение материала.

Итоговая оценка определяется исходя из следующих критериев:

- «отлично» - дан полный, развернутый ответ на поставленный вопрос, показана совокупность осознанных знаний, умения выделить существенные и несущественные признаки, причинно-следственные связи. Знание демонстрируется на фоне понимания его в системе данной науки и междисциплинарных связей. Ответ формулируется в терминах науки, изложен литературным языком, логичен, доказателен, демонстрирует авторскую

позицию аспиранта;

- «хорошо» - дан полный, развернутый ответ на поставленный вопрос, показано умение выделить существенные и несущественные признаки, причинно-следственные связи. Ответ четко структурирован, логичен, изложен литературным языком в терминах науки. Могут быть допущены недочеты или незначительные ошибки, исправленные аспирантом с помощью «наводящих» вопросов преподавателя;

«удовлетворительно» - дан недостаточно полный и недостаточно развернутый ответ. Логика и последовательность изложения имеют нарушения. Допущены ошибки в раскрытии понятий, употреблении терминов. Аспирант не способен самостоятельно выделить существенные и несущественные признаки и причинно-следственные связи. Аспирант может конкретизировать обобщенные знания, доказав на примерах их основные положения только с помощью преподавателя. Речевое оформление требует поправок, коррекции.

- «неудовлетворительно» - дан неполный ответ, представляющий собой разрозненные знания по теме вопроса с существенными ошибками в определениях. Присутствуют фрагментарность, нелогичность изложения. Аспирант не осознает связь данного понятия, теории, явления с другими объектами дисциплины. Отсутствуют выводы, конкретизация и доказательность изложения. Речь неграмотная. Дополнительные и уточняющие вопросы преподавателя не приводят к коррекции ответа аспиранта не только на поставленный вопрос, но и на другие вопросы дисциплины.

ТЕМЫ РЕФЕРАТОВ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ ДОПУСКА К КАНДИДАТСКОМУ
ЭКЗАМЕНУ ПО СПЕЦИАЛЬНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ:

1. ЯМР-спектроскопия в исследовании строения органических соединений
2. Оптическая спектроскопия (ИК-, УФ-, КР). Физические и теоретические основы методов. Применение в химии органических соединений.
3. Фото- (ФЭС) и рентгено-фотоэлектронная (ЭСХА) спектроскопии. Физические и теоретические основы методов. Применение в химии ЭОС.
4. Масс-спектрометрия. Физические и теоретические основы метода. Области применения в химии органических соединений.
5. Общие методы синтеза элементоорганических соединений: взаимодействие галогенорганических соединений с металлами, металлизирование, обмен галоген-металл и металл-металл в элементоорганических соединениях, диазометод, присоединение к кратным связям, восстановительные методы синтеза.
6. Химия биологически активных соединений. Амины
7. Химия биологически активных соединений. Гетерофункциональные соединения.
8. Химия биологически активных соединений. Гетероциклические соединения.
9. Небензольные ароматические системы: азулен, гетероциклы ароматической природы, катионоидные и анионоидные ароматические системы (циклопентадиенил-анион, циклопропенилий- и циклогептатриенил-катион, мезоионные соединения (сидноны).
10. Металлоорганические ароматические системы (ферроцен, рутеноцен, осмоцен, цимантрен).
11. Цинкорганические соединения. Историческое значение цинкорганических соединений. Работы русских химиков (А.М.Бутлеров, А.М.Зайцев, Е.Е.Вагнер, С.Н.Реформатский).
12. Значение магнийорганических соединений (реактив Гриньяра, Йоцича) для органического и элементоорганического синтеза.
13. Изменение характера связи элемент-углерод в IV группе.
14. Сходство и различия в механизмах реакций соединений углерода и кремния.
15. Кремнийорганические защитные группы.
16. Реакции прото- и галоидметаллирования.
17. История развития и области применения ФОС.
18. Соединения фосфора низкой координации.
19. Вклад российских ученых в химию фосфора.
20. Биоактивные соединения фосфора -пестициды, гербициды, лекарственные препараты, химическое оружие.
21. Соединения пяти- и шестикоординированного фосфора
22. Металлоорганические ароматические системы (циклобутадиеновые комплексы кобальта, бис(циклооктатетраен)уран).
23. Многоцентровые связи в металлоорганических π -комплексах переходных элементов. Основы теории поля лигандов. Магнитные свойства комплексов. Правило —эффективного атомного номера. Эффект Яна -Теллера.
24. Связи металл–углерод в карбонилах, олефиновых, аллильных, π -циклопентадиенильных и ареновых комплексах. Понятие об описании их в рамках метода молекулярных орбиталей. Кластеры. Карбонилы.

- 25.Стереохимия элементоорганических соединений. Пространственное строение квадратных, тетраэдрических и октаэдрических комплексов.
- 26.Хиральность соединений металлоценового, циклопентадиенил- и аренилметаллтрикарбонильного рядов. Каталитические свойства различных типов металлоорганических соединений
- 27.Общая характеристика органических производных переходных металлов.
- 28.σ-Комплексы переходных металлов. Факторы стабильности, природа связи, химические свойства.
- 29.Олефин как лиганд в комплексах переходных металлов. Изменения в структуре и свойствах олефина в результате координации.
- 30.Металлокомплексный катализ и его применение в технологических процессах

ПЕРЕЧЕНЬ ВОПРОСОВ ДЛЯ СДАЧИ КАНДИДАТСКОГО ЭКЗАМЕНА ПО
СПЕЦИАЛЬНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ:

1. Электронные представления о природе связей. Типы связей в органической химии. Гибридизация атомов углерода и азота. Электронные эффекты. Электроотрицательность атомов и групп.
2. Основные положения квантовой химии. Атомные и молекулярные орбитали. Приближение МО-ЛКАО. Понятие о полуэмпирических методах, основанных на приближении Хартри—Фока (MNDO, AM1, PM3 и др.).
3. Теория возмущений МО. Возмущения первого и второго порядков. Индексы реакционной способности. Метод граничных орбиталей. Зарядовый и орбитальный контроль органических реакций.
4. Понятие о резонансе (сопряжении) в классической и квантовой химии. Сопряжение в методе МО Хюккеля. Концепция ароматичности. Правило Хюккеля. Мезоионные соединения. Антиароматичность.
5. Понятие о конформации молекулы. Вращение вокруг связей: величины и симметрия потенциальных барьеров. Факторы, определяющие энергию конформеров. Влияние эффектов сопряжения на стабильность конформеров.
6. Угловое напряжение и другие типы напряжения в циклических системах. Средние циклы и трансаннулярные взаимодействия. Инверсия циклов и азотсодержащих соединений.
7. Связь конформации и реакционной способности. Принцип Кертвина—Гаммета. Стерический и стереоэлектронный контроль реакций. Стереоселективность и стереоспецифичность.
8. Пространственное строение этиленовых и диеновых систем. Номенклатура геометрических изомеров. Конформация диенов и триенов. Атропизомерия.
9. Энантиомерия. Асимметрия и хиральность. Эквивалентные, энантиотопные и диастереотопные группы; их проявление в химическом поведении молекул в хиральных и ахиральных средах и спектрах ЯМР. Номенклатура оптических антиподов. Неуглеродные атомы как центры хиральности.
10. Способы получения и разделения энантиомеров. Оптическая чистота и методы ее определения. Определение абсолютной и относительной конфигурации. Понятие о дисперсии оптического вращения и круговом дихроизме.
11. Теория переходного состояния. Гиперповерхность потенциальной энергии, координата и энергетический профиль реакции. Термодинамические параметры активации.

12. Кинетические уравнения основных типов реакций. Методы экспериментального изучения кинетики и механизмов реакций. Метод стационарного состояния (принцип Боденштейна). Постулат Хэммонда.
13. Эмпирический (экстратермодинамический) подход к реакционной способности. Корреляционные уравнения, принцип линейности свободных энергий Гиббса. Уравнения Гаммета и Тафта. Связь параметров корреляционных уравнений с механизмом реакций.
14. Принцип ЖМКО; его обоснование на основе теории возмущений МО.
15. Кислоты Бренстеда и Льюиса. Кислотно-основное равновесие. Понятие рН. Суперкислоты. Функции кислотности. Постулат Гаммета.
16. Специфическая и неспецифическая (универсальная) сольватация. Клеточный эффект. Водородная связь. Классификация и шкалы параметров растворителей.
17. Ассоциация ионов. Типы ионных пар и доказательства их существования. Влияние ассоциации ионов на их реакционную способность. Уравнение Акри.
18. Межфазный катализ. Краун-эфиры, криптанды, поданды, катализаторы межфазного переноса. Понятие о супрамолекулярной химии.
19. Карбениевые ионы (карбокатионы). Генерация карбокатионов в растворах и в газовой фазе. Влияние структурных и сольватационных факторов на стабильность карбокатионов. Строение карбокатионов. Понятие о неклассических ионах.
20. Карбанионы и СН-кислоты. Влияние структурных и эффектов среды на стабилизацию карбанионов. Основные реакции карбанионов, анионные перегруппировки. Амбидентные и полиидентные анионы. Карбены.
21. Свободные радикалы и ион-радикалы. Методы генерирования радикалов. Электронное строение и факторы стабилизации свободных радикалов. Типы стабильных свободных радикалов.
22. Механизмы S_N1 и S_N2 , смешанный ионно-парный механизм. Влияние структуры субстрата и полярности растворителя на скорости и механизм реакции. Анхимерное содействие и синергетическое ускорение, участие соседних групп, перегруппировки в ходе нуклеофильного замещения. Корреляционные уравнения Суэйна—Скотта и Эдвардса.
23. Нуклеофильное замещение при кратной углерод-углеродной связи и в ароматическом ядре. Типичные механизмы нуклеофильного замещения у sp^2 -гибридного атома углерода.
24. Электрофильное замещение у атома углерода. Механизмы замещения S_{E1} , S_{E2} , S_{Ei} .
25. Реакции элиминирования (отщепления). Механизмы гетеролитического элиминирования $E1$ и $E2$. Стереoeлектронные требования и стереоспецифичность при $E2$ -элиминировании. Термическое син-элиминирование.

26. Присоединение по кратным углерод-углеродным связям. Электрофильное присоединение. Сильные и слабые электрофилы, механизм и стереохимия присоединения, регио- и стереоселективность реакций.
27. Нуклеофильное присоединение к карбонильной группе: присоединение оснований, включая карбанионы, металлоорганических соединений.
28. Перегруппировки в карбокатионных интермедиатах. Классификация перегруппировок: пинаколиновая и ретропинаколиновая, перегруппировка Демьянова. Перегруппировка Вагнера—Мейервейна. Перегруппировки с миграцией к атому азота (Гофмана, Курциуса, Бекмана). Реакция Байера—Виллигера.
29. Радикальные и ион-радикальные реакции присоединения, замещения и элиминирования. Цепные радикальные реакции. Полимеризация, теломеризация, реакции автоокисления. Ингибиторы, инициаторы и промоторы цепных реакций. Редокс-реакции. Электросинтез органических соединений.
30. Молекулярные реакции (цис-транс-изомеризация, распад молекул, размыкание циклов). Коарктатные реакции.
31. Согласованные реакции. Концепция сохранения орбитальной симметрии и правила Вудворда—Гофмана. Электроциклические реакции, сигматропные перегруппировки.
32. Двойственная реакционная способность и таутомерия органических соединений. Прототропные и сигматропные перегруппировки. Правило Корнблюма. Кето-енольное равновесие. Нитросоединения и нитроновые кислоты, нитрозосоединения и оксимы. Металлотропия.
33. Основы фотохимии органических соединений. Синглетные и триплетные состояния, флуоресценция и фосфоресценция, интеркомбинационная конверсия. Основные типы фотохимических реакций. Явление фотохромизма.
34. Выбор оптимального пути синтеза. Принцип ретросинтетического анализа. Линейные и конвергентные схемы синтеза. Синтоны и синтетические эквиваленты. Защита функциональных групп. Методы введения и удаления защитных групп.
35. Основные пути построения углеродного скелета. Методы введения важнейших функциональных групп и пути перехода от одних функций к другим.
36. Использование химических и физико-химических методов для установления структуры органических соединений. Спектроскопия ЯМР, ЭПР, колебательная и электронная спектроскопия, масс- и хромато-масс-спектрометрия.
37. Использование химических и физико-химических методов для установления структуры органических соединений. Газожидкостная и жидкостная хроматография, ионообменная и гельпроникающая хроматография, электрофорез. Рентгеноструктурный анализ и электронография. Рефрактометрия.
38. Особенности оборудования и методики проведения реакций в гетерофазных и гетерогенных системах. Современные методы обработки реакционных масс.

очистки и выделения продуктов. Проведение реакций на твердых носителях. Принципы комбинаторной химии.

39. Техника безопасности и экологические проблемы органического синтеза. «Зеленая химия». Термохимия органических реакций. Тепловой взрыв.
40. Основные представления о применении неэмпирических и полуэмпирических методов квантово-химических вычислений и расчетов.
41. Традиционные средства химической информации и методы их использования. Автоматизированные информационно-поисковые системы.
42. Понятие об эмпирических корреляциях структура-свойство (QSAR, QSPR). Спектроструктурные корреляции. Машинное планирование и поиск путей синтеза органических соединений.
43. Метод расчленения, выбор трансформов, ретронов и синтонов, способов связывания синтонов друг с другом.
44. Методы синтеза алканов: гидрирование непредельных углеводородов, синтез через литийдиалкилкупраты, электролиз солей карбоновых кислот (Кольбе), восстановление карбонильных соединений.
45. Реакции алканов: галогенирование, сульфохлорирование. Селективность радикальных реакций и относительная стабильность алкильных радикалов. Термический и каталитический крекинг. Ионные реакции алканов в суперкислых средах (дейтероводородный обмен и галогенирование).
46. Циклоалканы. Методы синтеза и строение циклопропанов, циклобутанов, циклопентанов и циклогексанов. Реакции расширения и сужения циклов при дезаминировании первичных аминов (Демьянов). Сужение цикла в реакции Фаворского.
47. Конформационный анализ циклогексана, моно- и дизамещенных циклогексанов: аксиальные и экваториальные связи. Влияние конформационного положения функциональных групп на их реакционную способность в ряду производных циклогексана на примере реакций замещения, отщепления и окисления.
48. Алкены. Методы синтеза и реакции алкенов: электрофильное присоединение галогенов, галогеноводородов, воды. Процессы, сопутствующие AdE-реакциям.
49. Гидрокси- и алкоксимеркурирование алкенов.
50. Регио- и стереоселективное присоединение гидридов бора к алкенам. Региоспецифические гидроборирующие агенты. Превращение борорганических соединений в алканы, спирты, алкилгалогениды.
51. Окисление алкенов до оксиранов (Прилежаев). Понятие об энантиомерном эпоксилировании алкенов по Шарплесу (в присутствии изопропилата титана и эфира L-(+)-винной кислоты). *Цис*-гидроксилирование алкенов по Вагнеру (KMnO₄) и Криге (OsO₄). Окисление алкенов галогеном в присутствии солей серебра: *цис*-(Вудворт) и *транс*-(Прево) гидроксилирование.

52. Радикальные реакции алкенов: присоединение бромистого водорода по Харашу, сероводорода и тиолов. Аллильное галогенирование по Циглеру. Внутримолекулярная радикальная циклизация β -галогеналканов при действии трибутилловогогидрида.
53. Гетерогенное гидрирование: катализаторы, каталитические яды. Гидрогенолиз связей углерод-гетероатом. Гомогенное гидрирование: катализаторы, механизм. Региоселективность гомогенного гидрирования.
54. Присоединение синглетных и триплетных карбенов к алкенам. Карбеноиды, их взаимодействие с алкенами.
55. Алкины Методы синтеза: и реакции алкинов. Галогенирование, гидрогалогенирование, гидратация (Кучеров). Ацетилен-алленовая изомеризация. Смещение тройной связи в терминальное положение. Окислительная конденсация терминальных алкинов в присутствии солей меди.
56. Алкадиены. Методы синтеза 1,3-диенов: дегидрирование алканов, синтез Фаворского—Реппе, кросс-сочетание на металлокомплексных катализаторах. Реакции 1,3-диенов: галогенирование и гидрогалогенирование, 1,2- и 1,4-присоединение.
57. Методы синтеза одноатомных спиртов: из алкенов, карбонильных соединений, сложных эфиров и карбоновых кислот. Реакции одноатомных спиртов.
58. Методы синтеза и реакции двухатомных спиртов. Окислительное расщепление 1,2-диолюв (иодная кислота, тетраацетат свинца). Пинаколиновая перегруппировка.
59. Методы синтеза простых эфиров: реакция Вильямсона, алкоксимеркурирование спиртов. Реакции простых эфиров.
60. Гидропероксиды. Краун-эфиры, их получение и применение в синтезе. Оксираны. Способы получения. Раскрытие оксиранового цикла под действием электрофильных и нуклеофильных агентов.
61. Методы получения альдегидов и кетонов: из спиртов, производных карбоновых кислот, алкенов (озонолиз), алкинов (гидроборирование), на основе металлоорганических соединений. Ацилирование и формилирование аренов.
62. — Реакции альдегидов и кетонов: присоединение воды, спиртов, тиолов. 1,3-Дитианы и их использование в органическом синтезе. Обращение полярности $C=O$ -группы. Получение бисульфитных производных и циангидринов.
63. Взаимодействие альдегидов и кетонов с илидами фосфора (Виттиг) и серы. Взаимодействие альдегидов и кетонов с азотистыми основаниями. Перегруппировка Бекмана.
64. Взаимодействие альдегидов и кетонов с металлоорганическими соединениями. Енамины, их алкилирование и ацилирование. Альдольно-кетоновая конденсация альдегидов и кетонов как метод усложнения углеродного скелета. Направленная альдольная конденсация разноименных альдегидов с использованием литиевых и кремниевых эфиров енолов.

65. Конденсация альдегидов и кетонов с малоновым эфиром и другими соединениями с активной метиленовой группой (Кневенагель). Аминометилование альдегидов и кетонов (Манних). Бензоиновая конденсация. Конденсация с нитроалканами (Апри).
66. Восстановление альдегидов и кетонов до спиртов, реагенты восстановления. Дезоксигенирование альдегидов и кетонов: реакции Клемменсена и Кижнера—Вольфа.
67. Окисление альдегидов, реагенты окисления. Окисление кетонов надкислотами по Байеру—Виллигеру. α , β -непредельные альдегиды и кетоны. Методы получения: конденсации, окисление аллиловых спиртов.
68. α , β -непредельные альдегиды и кетоны. Реакция 1,2- и 1,4-присоединения литийорганических соединений, триалкилборанов, диалкил- и диарилкупратов, цианистого водорода, галогеноводородов. Эпоксидирование α , β -непредельных кетонов.
69. Методы синтеза карбоновых кислот. Реакции карбоновых кислот: галогенирование по Гелло-Фольгардту-Зелинскому, пиролитическая кетонизация, электролиз по Кольбе, декарбоксилирование по Хундиккеру.
70. Реакции производных карбоновых кислот: взаимодействие с нуклеофильными реагентами (вода, спирты, аммиак, амины, металлорганические соединения).
71. Восстановление галогенангидридов карбоновых кислот до альдегидов по Розенмунду и комплексными гидридами металлов. Взаимодействие галогенангидридов с диазометаном (реакция Арндта-Эйстера). Восстановление сложных эфиров до спиртов и альдегидов, нитрилов – до аминов и альдегидов комплексными гидридами металлов.
72. Малоновая кислота: синтезы с малоновым эфиром, реакция Михаэля, конденсации с альдегидами (Кневенагель). Сложноэфирная и ацилоиновая конденсации. Особенности эфиров двухосновных кислот (образование карбоциклов) в этих реакциях. Сложные эфиры α -галогенокислот в реакциях Реформатского.
73. Ацетоуксусный эфир и его использование в синтезе.
74. Методы получения производных карбоновых кислот: галогенангидридов, ангидридов, сложных эфиров, нитрилов, амидов. Реакции производных карбоновых кислот.
75. Методы синтеза α , β -непредельных карбоновых кислот: дегидратация гидроксикислот, реакции Кневенагеля, Виттига, Перкина (синтез коричных кислот). Реакции присоединения по двойной связи. Бром- и иодо-лактонизация α , β -непредельных карбоновых кислот.
76. Классификация реакций ароматического электрофильного замещения. Влияние заместителей в бензольном кольце на скорость и направление электрофильного замещения. Согласованная и несогласованная ориентация.

77. Нитрование. Нитрующие агенты. Механизм реакции нитрования. Нитрование бензола и его замещенных. Нитрование бифенила, нафталина, ароматических аминов и фенола. Получение полинитросоединений. Ипсо-атака и ипсо-замещение в реакциях нитрования. Восстановление нитро-группы в различных условиях.
78. Галогенирование. Галогенирующие агенты. Механизм галогенирования аренов и их производных.
79. Сульфирование. Сульфирующие агенты. Кинетический и термодинамический контроль реакции (сульфирование фенола и нафталина). Превращение сульфогруппы.
80. Алкилирование аренов по Фриделю-Крафтсу. Алкилирующие агенты. Механизм реакции. Полиалкилирование. Побочные процессы: изомеризация алкилирующего агента и конечных продуктов. Синтез диарил- и триарилметанов.
81. Ацилирование аренов. Ацилирующие агенты. Механизм реакции. Региоселективность ацилирования. Особенности ацилирования фенолов, перегруппировка Фриса. Формилирование по Гаттерману-Коху, Гаттерману и Вильсмейеру. Область применения этих реакций.
82. Нитроалканы. Синтез из алкилгалогенидов. Кислотность и таутомерия нитроалканов. Конденсация с карбонильными соединениями (Апри). Восстановление в амины. Превращение вторичных нитроалканов в кетоны (Мак-Марри).
83. Методы получения аминов. Реакции аминов. Получение нитронов из N,N-диалкилгидроксиаминов. Реакции [3+2]-циклоприсоединения нитронов (образование пятичленных азотистых гетероциклов).
84. Пятичленные гетероциклы с одним гетероатомом. Фуран, пиррол, тиофен. Синтез из 1,4-дикарбонильных соединений (Пааль—Кнорр). Синтез пирролов по Кнорру и по Ганчу. Синтез 3,4-дизамещенных тиофенов по Хинсбергу.
85. Реакции электрофильного замещения в пятичленных ароматических гетероциклах: нитрование, сульфирование, галогенирование, формилирование, ацилирование.
86. Индол. Синтез производных индола из фенилгидразина и кетонов (Фишер). Синтез индола и его производных из 2-аминамидокарбонильных соединений (Маделунг). Реакции электрофильного замещения в пиррольном кольце индола: нитрование, формилирование, галогенирование.
87. Шестичленные ароматические гетероциклы с одним гетероатомом. Пиридин и хинолин. Синтез производных пиридина по Ганчу.
88. Синтез хинолина и замещенных хинолинов из анилинов по Скраупу и Дебнеру—Миллеру. Реакции пиридина и хинолина.
89. Элементоорганические соединения (производные фосфора, бора, кремния, меди, лития, магния, олова) в органическом синтезе.
90. Металлокомплексный катализ.

СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ ДЛЯ ПОДГОТОВКИ К
КАНДИДАТСКОМУ ЭКЗАМЕНУ

1. Ч. I : учеб. пособие / Брель А. К., Блинцова А. В.; ВолгГМУ Минздрава РФ. - Волгоград : Изд-во ВолгГМУ, 2016. - 91, [5] с. - Текст: непосредственный.
2. Брель А. К. Идентификация органических соединений по функциональным группам . Ч. II : учеб. пособие / Брель А. К., Блинцова Н. В., ; ВолгГМУ Минздрава РФ. - Волгоград : Изд-во ВолгГМУ, 2016. - 100, [4] с. : ил. - Текст: непосредственный.
3. Органическая химия : учебник / Н. А. Тюкавкина [и др.] ; под ред. Н. А. Тюкавкиной. - Москва : ГЭОТАР-Медиа, 2019. - 640 с. : ил. - 640 с. - ISBN 978-5-9704-4922-6. - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970449226.html> . - Режим доступа : по подписке.
4. Антипа, Е. В. Химия биологически активных веществ и жизненных процессов : учебное пособие / Антипа Е. В. - Иваново : Иван. гос. хим. -технол. ун-т., 2015. - 303 с. - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : https://www.studentlibrary.ru/book/ghtu_023.html . - Режим доступа : по подписке.
5. Тимофеева, М. Н. Органическая химия. Химия кислородсодержащих соединений : учебное пособие / М. Н. Тимофеева, В. Н. Панченко. - Новосибирск : НГТУ, 2020. - 72 с. - ISBN 978-5-7782-4096-4. - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785778240964.html>) . - Режим доступа : по подписке.
6. Хелевина, О. Г. Органическая химия. Полифункциональные производные углеводов : учеб. пособие / Хелевина О. Г. - Иваново : Иван. гос. хим. -технол. ун-т. , 2016. - 97 с. - ISBN --. - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : https://www.studentlibrary.ru/book/ghtu_021.html . - Режим доступа : по подписке.
7. Гасаналиева, П. Н. Органическая химия с основами супрамолекулярной химии : учебно-методическое пособие / П. Н. Гасаналиева. — Махачкала : ДГПУ, 2022. — 108 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/262238> . — Режим доступа: для авториз. пользователей.
8. Кривенько, А. П. Реакции конденсации ароматических альдегидов и кетонов : учебно-методическое пособие / А. П. Кривенько. — Саратов : СГУ, 2021. — 56 с. — ISBN 978-5-292-04703-2. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/194764> . — Режим доступа: для авториз. пользователей.
9. Оганесян Э. Т. Органическая химия : учебник / Оганесян Э. Т. - М. : Академия, 2011. - 426 с. : ил. -- (Высшее профессиональное образование). - Текст: непосредственный.

Дополнительная литература:

1. Органическая химия : учебное пособие / Дябло О. В., Гулевская А. В., Пожарский А. Ф., Филатова Е. А. - Ростов н/Д : Изд-во ЮФУ, 2017. - ISBN 978-5-9275-2391-7. - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785927523917.html> . - Режим доступа : по подписке.
2. Органическая химия : учебное пособие / Филатова Е. А., Гулевская А. В., Дябло О. В., Пожарский А. Ф. - Ростов н/Д : Изд-во ЮФУ, 2017. - ISBN 978-5-9275-2392-4. - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785927523924.html> . - Режим доступа : по подписке.
3. Колосова, Т. Ю. Органическая химия. Природные соединения : учеб. пособие для студентов мед. ВУЗов, обучающихся по спец. 33. 05. 01 Фармация / Т. Ю. Колосова -

Рязань : ООП УИТТиОП, 2018. - 92 с. -- Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : https://www.studentlibrary.ru/book/ryazgmu_017.html . - Режим доступа : по подписке.

4. Ибрагимов, Ш. Н. Органическая химия углеводов : учебное пособие / Ибрагимов Ш. Н. - Казань : Изд-во КНИТУ, 2017. - 84 с. - ISBN 978-5-7882-2159-5. - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785788221595.html> . - Режим доступа : по подписке.

5. Химия нитропроизводных пиридина / Гильманов Р. З., Фаляхов И. Ф., Г. П. Шарнин, Ф. Г. Хайрутдинов, В. Г. Никитин, З. Г. Ахтямова - Казань : Издательство КНИТУ, 2016. - 116 с. - ISBN 978-5-7882-1900-4. - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785788219004.html> . - Режим доступа : по подписке.

6. Химия нитропроизводных пиридина / Гильманов Р. З., Фаляхов И. Ф., Г. П. Шарнин, Ф. Г. Хайрутдинов, В. Г. Никитин, З. Г. Ахтямова. - Казань : Издательство КНИТУ, 2016. - 116 с. - ISBN 978-5-7882-1900-4. - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785788219004.html> . - Режим доступа : по подписке.

7. Горленко, В. А. Органическая химия : учебное пособие. Ч. I, II / В. А. Горленко, Л. В. Кузнецова, Е. А. Яныкина. - Москва : Прометей, 2012. - 294 с. - ISBN 978-5-7042-2345-0. - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785704223450.html>

8. Горленко, В. А. Органическая химия : учебное пособие. Ч. III, IV / В. А. Горленко, Л. В. Кузнецова, Е. А. Яныкина. - Москва : Прометей, 2012. - 414 с. - ISBN 978-5-7042-2324-5. - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785704223245.html>

9. Горленко, В. А. Органическая химия : учебное пособие. Ч. V, VI / В. А. Горленко, Л. В. Кузнецова, Е. А. Яныкина. - Москва : Прометей, 2012. - 398 с. - ISBN 978-5-7042-2377-1. - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785704223771.html>

10. Жолнин А. В. Общая химия : учебник / Жолнин А. В. ; под ред. В. А. Попкова. - Москва : ГЭОТАР-Медиа, 2012. - 400 с. - ISBN 978-5-9704-2108-6. - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970421086.html> . - Режим доступа : по подписке.

11. Биоорганическая химия : руководство к практическим занятиям : учеб. пособие / под ред. Н. А. Тюкавкиной. - Москва : ГЭОТАР-Медиа, 2020. - 176 с. - ISBN 978-5-9704-5600-2. - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL: <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970456002.html>

12. Тюкавкина, Н. А. Биоорганическая химия : учебник / Тюкавкина Н. А., Бауков Ю. И., Зурабян С. Э. - Москва : ГЭОТАР-Медиа, 2020. - 416 с. - ISBN 978-5-9704-5415-2. - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL: <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970454152.html>

Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы

1. Проект Научная электронная библиотека (www.elibrary.ru)
2. SciFinder/SciFinderScholar – информационно-поисковая система производства CAS.
<http://www.cas.org/expertise/cascontent/ataglance/>

3. Российская библиографическая патентная база данных (www.fips.ru).
4. База данных по химии SciFinder <https://scifinder.cas.org/>
5. База данных по химии Reaxys <https://www.reaxys.com/reaxys/secured/search.do>
6. Библиографическая база данных Web of Science
7. Кэмбриджская база структурных данных органических и металлоорганических соединений <http://www.ccdc.cam.ac.uk>
8. Библиографическая база данных Scopus <http://www.scopus.com/>
9. Журналы издательства Elsevier <http://www.sciencedirect.com/>
10. Журналы ACS <http://pubs.acs.org/>
11. Журналы Royal Society of Chemistry <http://pubs.rsc.org/>
12. Журналы Synlett, Synthesis <https://www.thieme-connect.com/products/all/home.html>
13. Журналы издательства Wiley <http://onlinelibrary.wiley.com/subject/code/CH80/titles>
14. Журналы издательства Springer <http://link.springer.com/>
15. Журналы издательства Taylor & Francis <http://www.tandfonline.com/>
16. «Фарматека» - <http://www.pharmateca.ru>