



**Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
Институт органической химии им. Н.Д.Зелинского
Российской академии наук**

академик РАН

«УТВЕРЖДАЮ»

Директор Института

М.П. Егоров

« 17 »

2017 г.



ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Приложение к рабочей программе дисциплины

«Современная органическая химия»

04.06.01 – Химические науки

(код и наименование направления подготовки)

02.00.03 – Органическая химия

(наименование профиля подготовки)

Москва – 2017 г.

Паспорт фонда оценочных средств

по дисциплине «Современная органическая химия»

№ п/п	Контролируемые дидактические единицы дисциплины*	Код контролируемой компетенции (или ее части)	Наименование оценочного средства
1	Пространственное строение органических соединений. Сtereoхимия	ОПК-1	<i>Контрольные вопросы для проведения текущего контроля</i>
2	Кислоты и основания в органической химии	ОПК-1	<i>Контрольные вопросы для проведения текущего контроля</i>
3	Изучение механизмов органических реакций. Кинетика химических реакций.	УК-2, ОПК-1	<i>Контрольные вопросы для проведения текущего контроля</i>
4	Электрофильное присоединение по кратной связи и элиминирование.	ПК-3, ПК-4	<i>Контрольные вопросы для проведения текущего контроля</i>
5	Нуклеофильное замещение в ароматическом ряду.	ПК-3, ПК-4	<i>Контрольные вопросы для проведения текущего контроля</i>
6	Основы химии металлоорганических соединений.	УК-2, ОПК-1, ПК-3, ПК-4	<i>Контрольные вопросы для проведения текущего контроля</i>
7	Присоединение по карбонильной группе.	ОПК-1, ПК-3, ПК-4	<i>Контрольные вопросы для проведения текущего контроля</i>
8	Химия гетероциклических соединений	ОПК-1, ПК-3, ПК-4	<i>Контрольные вопросы для проведения текущего контроля</i>
9	Основы органического синтеза	УК-2, ОПК-1, ПК-4	<i>Контрольные вопросы для проведения текущего контроля</i>

**Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
Институт органической химии им. Н.Д.Зелинского
Российской академии наук**

Дисциплина «Современная органическая химия»

Контрольные вопросы для проведения текущего контроля:

- 1. Классификация и строение органических соединений. Номенклатура. Конформационный анализ. Физико-химические методы анализа органических соединений.*
- 2. Нуклеофильное замещение и реакции элиминирования. Нуклеофильное присоединение по кратным связям.*
- 3. Электрофильное присоединение по кратным связям. Электрофильное замещение в ароматических соединениях.*
- 4. Радикальные реакции. Реакции окисления и восстановления.*
- 5. Металлокомплексный катализ.*
- 6. Перциклические и электроциклические реакции.*
- 7. Химия гетероциклических и природных соединений.*
- 8. Ретросинтетический анализ и защитные группы.*

Билеты к экзамену по современной органической химии:

Билет № 1

1. Основные положения структурной теории органических соединений. Электронное строение органических молекул в терминах метода валентных связей и метода молекулярных орбиталей. Строение углеродного скелета. Модель гибридизации АО, σ - и π -связи. Теория резонанса. Электронные эффекты заместителей. Индуктивный и мезомерный эффекты.
2. Нуклеофильное замещение у насыщенного атома углерода. Механизмы нуклеофильного замещения (бимолекулярный и мономолекулярный). Стереохимия реакций замещения, обращение конфигурации и рацемизация. Межфазный катализ в реакциях нуклеофильного замещения.

Билет № 2

1. Кислотность органических соединений, представления об О-Н, N-Н, С-Н кислотности. Структурные факторы, влияющие на силу кислот и оснований.
2. Нуклеофильное замещение у насыщенного атома углерода. Пространственные и электронные эффекты заместителей в субстратах. Уходящие группы, понятие нуклеофильности и нуклеофугности. Анхимерное содействие. Примеры углеродных и гетероатомных электрофилов и нуклеофилов. Амбидентные нуклеофилы, факторы, определяющие региоселективность их реакций. Реакции Арбузова, Финкельштейна, Вильямсона. Проблема переалкилирования аминов, пути её решения.

Билет № 3

1. Карбокатионы. Номенклатура. Строение и устойчивость. Типы, способы генерации, примеры реакционной способности. "Неклассические карбокатионы".
2. Реакции отщепления. Механизмы E₁, E₂ и E_{1св}. Пространственные и электронные эффекты заместителей в субстратах. Влияние свойств основания и условий проведения реакции на скорость и механизм реакции. Регио- и стереохимия реакций отщепления. Правила Зайцева и Гофмана. Условия, необходимые для протекания син-элиминирования. Конкуренция между реакциями элиминирования и нуклеофильного замещения.

Билет № 4

1. Кислоты и основания Льюиса. Жесткие и мягкие кислоты и основания. Катализ органических реакций кислотами Льюиса (общий принцип). Поляризуемость ионов и молекул, теория ЖМКО Пирсона
2. Реакции электрофильного присоединения к алкенам (реакции A_DE). Классификация механизмов. Протонирование: гидратация, присоединение галогеноводородов и родственные процессы. Механизм реакции: стадийность, π- и σ-комплексы. Региоселективность присоединения. Правило Марковникова. Карбокатионные перегруппировки и циклизации. Электрофильное присоединение с последующим отщеплением. Электрофильное алкилирование. Катионная полимеризация алкенов.

Билет № 5

1. Механизмы органических реакций. Классификация механизмов. Понятие о лимитирующей стадии реакции, конкурирующих процессах, селективности. Кинетический и термодинамический контроль.
2. Электрофильное присоединение к алкенам. Стереохимия присоединения галогенов и сульфенгалогенидов, "ониевые" ионы. Галогенирующие реагенты. Равновесие между открытыми и мостиковыми ионами: влияние природы алкена и электрофила. Реакции сопряженного электрофильного присоединения. Эпоксидирование алкенов надкислотами и перекисями.

Билет № 6

1. Типы механизмов органических реакций. Гетеролитический разрыв связей, общая концепция, примеры реакций гетеролитического разрыва связей C-X и C-C. Представления о методах определения механизмов
2. Электрофильное присоединение к алкенам и алкинам. Гидроборирование: механизм, стереохимия, регио- и хемоселективность. Селективные гидроборирующие реагенты. Превращение алкилборанов в спирты и алкилгалогениды. Особенности реакций протонирования и галогенирования алкинов (сравнение с алкенами). Меркурирование алкенов: механизм реакции и ее синтетическое применение.

Билет № 7

1. Применение методов спектроскопии в органической химии: ИК- и УФ-спектроскопия. Основные принципы и применение методов для идентификации органических соединений. Масс-спектрометрический анализ органических соединений.
2. Карбонильные соединения. Строение карбонильной группы. Карбонильные соединения и их производные как электрофилы: общая характеристика. Механизмы присоединения по поляризованным C=X связям. Карбонильная группа как электрофил и как нуклеофил (общий принцип). Электронные и пространственные эффекты. Обратимое присоединение, критерии обратимости. Получение циангидринов.

Билет № 8

1. Спектральные методы анализа в органической химии. Физические основы и возможности методов ^1H и ^{13}C ЯМР спектроскопии в установлении строения органических соединений.
2. Карбонильная группа как электрофил. Присоединение к карбонильной группе O-, N- и S- нуклеофилов (кислотный и основной катализ). Получение и разложение ацеталей, тиоацеталей, оснований Шиффа. Восстановление по Кижнеру – Вольфу. Перегруппировка Бекмана. Окисление по Байеру – Виллигеру.

Билет № 9

1. Нуклеофильное замещение у насыщенного атома углерода. Соотношение понятий «нуклеофильность» и «основность». Факторы, определяющие реакционную способность нуклеофильного реагента. Методы образования связей C-Hal, C-N, C-S, C-P в реакциях нуклеофильного замещения.
2. Реакции нуклеофильного замещения у карбонильной группы производных карбоновых кислот. Производные карбоновых кислот: механизмы присоединения-отщепления по поляризованным группам общего строения Y-C=X. Реакции этерификации (различные механизмы) и переэтерификации, ацилирование O-, N-, S-нуклеофилов (кислотный, основной и нуклеофильный катализ). Диазометан как нуклеофил (реакция Арндта –

Эйстера). Перегруппировка Курциуса и родственные реакции (перегруппировки Гофмана и Шмидта).

Билет № 10

1. Электрофилы: основные представления и примеры. Соотношение понятий электрофильности и кислотности. Факторы, определяющие реакционную способность электрофильного реагента. Методы образования связей C-Hal, C-O, C-S в реакциях электрофильного присоединения.
2. Карбонильная группа как электрофил. Присоединение металлоорганических реагентов (RLi, RMgX и т. п.) к карбонильным соединениям: механизм. Присоединение к сложным эфирам и амидам: хемоселективность. Амиды Вайнреба. Применение церийорганических производных. Ацетиленид-ион как нуклеофил (реакция Фаворского – Реппе).

Билет № 11

1. Кинетика химических реакций. Скорость реакции как функция нуклеофильности и электрофильности субстратов. Шкала Майра. Структурные факторы, влияющие на нуклеофильность и электрофильность.
2. Карбонильная группа как электрофил. Обращение полярности по Кори-Зеебаху. Бензоиновая конденсация. Восстановление карбонильных соединений комплексными гидридами металлов до спиртов и аминов. Пространственные эффекты гидридных восстановителей. Восстановление по Меервейну – Пондорфу –Верлею. Реакция Канниццаро.

Билет № 12

1. Карбанионные реагенты. Перечислите различные типы карбанионных реагентов, способы их генерации и обсудите примеры реакционной способности.
2. Карбонильная группа как электрофил в реакциях с карбанионными реагентами. Нитроалканы в реакциях конденсации (реакция Анри). Взаимодействие карбонильных соединений с илидами серы (реакция Кори – Чайковского) и фосфора. Механизм реакций Виттига и Хорнера – Уодсворта – Эммонса. Стереоселективность образования C=C связи в реакциях Виттига и Хорнера. Другие способы олефинирования (реакции Петерсена и Джулиа).

Билет № 13

1. Стереохимия органических соединений. Понятие о конформациях и конфигурациях органических соединений. Способы изображения молекул (проекция Ньюмена, Фишера).
2. Кето-енольная таутомерия. Влияние структурных факторов и растворителя на положение кето-енольного равновесия. Смещение кето-енольного равновесия под действием кислот и оснований. Реакции изотопного обмена и рацемизации при α -

карбонильном атоме углерода. Нитрозирование, сульфенилирование и галогенирование кетонов (получение 1,2-дикетонов и α,β -ненасыщенных кетонов). Перегруппировка Фаворского. Галоформная реакция.

Билет № 14

1. Стереохимия карбоциклов. Особенности геометрии малых циклов. Угловые и торсионные напряжения. Конформации циклических соединений. Stereoизомерия в каркасных структурах. Экваториальные и аксиальные связи. Пространственная изомерия замещенных циклогексанов. Цис-/транс-сочленение циклов и цис-/транс-изомерия. Аномерный эффект. Стереохимия нуклеофильного замещения и нуклеофильного присоединения для карбоциклов.
2. Енолят-анионы: методы генерирования, регио- и стереоселективность генерации енолятов. Енолят-ионы – амбидентные нуклеофилы. Факторы, определяющие O/C-региоселективность в реакциях енолятов с различными электрофильными реагентами. Силилирование енолятов.

Билет № 15

1. Ароматичность: общие представления. Правило Хюккеля. Диаграммы Фроста. Описание бензола в терминах ММО. Ароматичность заряженных частиц и гетероциклов. ЯМР как метод оценки ароматичности. Антиароматичность. Структурные особенности циклических полиенов.
2. Альдольная реакция: механизмы, кислотный и основной катализ, хемоселективность для разных пар карбонильных соединений. Кротоновая конденсация, условия проведения. Сложноэфирная конденсация Кляйзена, циклизация Дикмана. Конденсация кетонов со сложными эфирами как метод синтеза 1,3-дикетонов. Перекрестная конденсация сложных эфиров с эфирами муравьиной, угольной и щавелевой кислот, с эфирами ароматических кислот.

Билет № 16

1. Методы создания C-C связей в реакциях нуклеофильного присоединения. Примеры различных типов реакций.
2. Направленная альдольная реакция: использование в качестве метиленовой компоненты енолятов β -дикарбонильных соединений (с последующим декарбоксилированием или дезацилированием) и их аналогов. Реакция Кневенагеля. Эфиры α -галогензамещенных кислот как метиленовая компонента (реакция Дарзана).

Билет № 17

1. Методы создания C-C связей в реакциях электрофильного присоединения и замещения. Примеры различных типов реакций.

2. Электрофильные реакции аренов. Механизм электрофильного замещения. Устойчивость σ - комплексов. Влияние заместителей в ароматическом кольце на реакционную способность, хемо- и региоселективность. Типы электрофилов. Бромирование, нитрование, сульфирование. Алкилирование по Фриделю-Крафтсу.

Билет № 18

1. Хиральность. Энантиомеры и диастереомеры. Виды хиральности. Абсолютная и относительная конфигурации. Рацематы. Оптическая активность. Мезо-формы. R/S-номенклатура. E/Z- и цис-/транс-номенклатура.

2. Сопряженное нуклеофильное присоединение (реакция Михаэля). Общий механизм, сравнение 1,2- и 1,4-присоединения. Типы электрофилов. Присоединение гетероатомных нуклеофилов по Михаэлю, кислотный и основной катализ. Эффект среды. Бромирование и эпоксидирование α,β -ненасыщенных карбонильных соединений.

Билет № 19

1. Методы восстановления органических соединений (обзор). Реакции гетерогенного гидрирования. Восстановление атомарным водородом. Ионное гидрирование. Реакция Клеменсена.

2. Реакции сопряженного нуклеофильного присоединения (реакция Михаэля). Реакции 1,2- и 1,4- присоединения литийорганических соединений, реактивов Гриньяра, купратных реагентов, цианид-иона. Сопряженное присоединение енолят-ионов. Представление об анионной полимеризации алкенов.

Билет № 20

1. Нуклеофильное замещение в ароматическом кольце. Механизм присоединения-отщепления (S_NAr), сравнение с реакциями нуклеофильного замещения при алифатическом атоме углерода. Анионные σ -комплексы Мейзенгеймера. Нуклеофилы, вступающие в реакцию S_NAr . Уходящие группы в реакциях S_NAr , порядок их реакционной способности. Активирующее влияние электроакцепторных заместителей. Представление о викариозном нуклеофильном замещении атома водорода, кинетический контроль. Реакция Чичибабина.

2. Методы синтеза алканов.

Билет № 21

1. Нуклеофильное замещение в ароматическом кольце. Механизм отщепления-присоединения. Влияние заместителей на региоизбирательность замещения. Типы нуклеофилов и субстратов, способные реагировать по механизму отщепления-присоединения, относительная реакционная способность разных субстратов. Методы генерирования и фиксации дегидробензола.

2. Методы синтеза алкенов.

Билет № 22

1. Радикальные реакции. Гомолитический разрыв связей, примеры инициаторов. Радикальное замещение с разрывом С-Н связи (галогенирование, сульфогалогенирование, окисление кислородом). Региоизбирательность, границы применения синтетических методов. Радикальное сдвигание ацетиленов (реакция Глазера). Радикальное аллильное галогенирование.

2. Методы синтеза алкинов.

Билет № 23

1. Радикальные реакции. Радикальное присоединение по кратным связям. Электрофильные и нуклеофильные радикалы. Присоединение С-радикалов, присоединение бромоводорода по Карашу. Примеры каталитических циклов, хемо- и региоселективность. Радикальное присоединение фосфинов и тиолов к алкенам.

2. Методы синтеза алкадиенов.

Билет № 24

1. Радикальное восстановление кратных связей. Одноэлектронный перенос, образование анион-радикалов. Ацилоиновая конденсация. Реакция Бёрча, её хемо- и региоселективность. Восстановление по Буво-Блану. Представление о реакциях, инициируемых йодидом самария.

2. Методы синтеза циклоалканов.

Билет № 25

1. Перициклические реакции. [3.3]-Сигматропные перегруппировки, общие представления.

Перегруппировки Кляйзена и Коупа. Типы субстратов, стереоспецифичность реакций, критерии обратимости, термодинамический и кинетический контроль. Синтетические примеры.

Представление о анионных перегруппировках (окси-перегруппировка Коупа и т. п.).

2. Методы синтеза спиртов.

Билет № 26

1. Электроциклические реакции. Реакция Назарова. Типы субстратов и способы их получения, механизм, регио- и стереоспецифичность. Синтетические примеры.
2. Методы синтеза диолов.

Билет № 27

1. [2+2]- циклоприсоединение: орбитальные требования, типы субстратов, типы инициирования. Межмолекулярный и внутримолекулярный варианты. Регио- и стереоспецифичность. Синтетические примеры.
2. Методы синтеза фенолов.

Билет № 28

1. [3 +2] - циклоприсоединение): диполи и диполярофилы (типы субстратов), механизм взаимодействия. Межмолекулярный и внутримолекулярный варианты. Регио- и стереоспецифичность. Click-реакция Шарплесса.
2. Методы синтеза простых эфиров и эпоксидов.

Билет № 29

1. Перициклические реакции. Общие представления. [4+2]-Циклоприсоединение (реакция Дильса-Альдера). Типы субстратов, хемо-, регио- и стереоспецифичность. *Эндо*-правило, его обоснование.
2. Методы синтеза карбоновых кислот.

Билет № 30

1. Электрофильное ароматическое замещение. Общее представление о механизме реакции: π - и σ -комплексы, арениевые ионы в реакциях ароматического электрофильного замещения. Влияние заместителя на скорость и направление реакции, *орто*-/*мета*-/*пара*-селективность. Относительная нуклеофильность аренов. Согласованная и несогласованная ориентация. Изотопный обмен водорода. Галогенирование, сульфирование и сульфогалогенирование. Нитрование бензола и его производных, нитрующие агенты. Представление о способах получения полинитросоединений. Нитрозирование, азосочетание.
2. Методы синтеза альдегидов и кетонов.

Билет № 31

1. Реакции электрофильного ароматического замещения (S_EAr). Алкилирование аренов по Фриделю-Крафтсу. Алкилирующие агенты (спирты, алкены, алкилгалогениды). Механизм и селективность реакции. Побочные процессы: изомеризация алкилирующего реагента и продукта реакции, полиалкилирование и дезалкилирование. Синтез диарил- и триарилметанов. Ацилирование ароматических углеводородов по Фриделю-Крафтсу: ацилирующие реагенты, механизм и селективность реакции. Формилирование ароматических углеводородов по Гаттерману, Вильсмайеру-Хааку и др. Особенности этих реакций, сфера их применимости.
2. Методы синтеза аминов и diaзосоединений.

Билет № 32

- 1.. Медьорганические соединения, способы получения. Присоединение органических купратов по кратным связям: присоединение к алкинам (реакция Нормана) и акцепторным алкенам (присоединение карбанионных реагентов по Михаэлю). Механизм, регио- и стереоизбирательность. Аллильное замещение под действием купратов.
2. Методы синтеза нитросоединений.

Билет № 33

1. Металлокомплексный катализ: каталитическое гидрирование кратных связей на гомогенных катализаторах. Восстановление алкенов и карбонильных соединений (примеры каталитических циклов). Представление о асимметрическом гидрировании
2. Методы синтеза ангидридов и галогенангидридов карбоновых кислот.

Билет № 34

1. Металлокомплексный катализ: метатезис олефинов, кросс-метатезис олефинов (требования к субстратам, синтетические примеры). Катализаторы Граббса, каталитический цикл. Реакционная способность замещённых двойных связей. Реакции раскрытия и замыкания циклов. Применение реакции для макроциклизации. Алкен-алкиновый метатезис. Межмолекулярный и внутримолекулярный варианты. Субстраты, катализаторы, каталитический цикл
2. Методы синтеза непредельных карбонильных соединений.

Билет № 35

1. Методы окисления органических соединений (обзор). Окисление спиртов: реагент Джонса и другие производные хрома (VI). Селективное окисление аллиловых спиртов. Окисление по Сверну. Реакции гидроксирования. Периодатное расщепление диолов.
2. Методы синтеза сложных эфиров.

Билет № 36

1. Металлокомплексный катализ: титанорганические производные. Реакция Кулинковича: субстраты, реагенты, каталитический цикл. Представление о процессе Циглера-Натта (общий принцип). Олефинирование по Теббе.
2. Методы синтеза амидов и нитрилов.

Билет № 37

1. Металлокомплексный катализ: реакции кросс-сочетания винил- и арилгалогенидов с медьорганическими производными. Реакция Соногаширы. Типы субстратов. Стадии каталитического цикла, синтетические примеры.

2. Защитные группы. Общий принцип использования. Защитные группы для карбонильных соединений. Критерии выбора. Методы постановки и снятия.

Билет № 38

1. Металлокомплексный катализ: реакции кросс-сочетания винил- и арилгалогенидов. Реакции Хека и Стилле. Синтетические примеры.
2. Защитные группы. Общий принцип использования. Классические защитные группы для аминов. Критерии выбора. Методы постановки и снятия.

Билет № 39

1. Металлокомплексный катализ: реакции кросс-сочетания винил- и арилгалогенидов с борорганическими производными (реакция Сузуки). Способы синтеза субстратов. Синтетические примеры.
2. Защитные группы. Общий принцип использования. Классические защитные группы для спиртов. Критерии выбора. Методы постановки и снятия.

Билет № 40

1. Литий- и магнийорганические соединения: способы получения (восстановление галогенидов металлами, переметаллирование, обмен галогена на металл), реакционная способность по отношению к кислотам и электрофилам.
2. Методы синтеза 1,3-дикарбонильных соединений.

1. Индикаторы освоения дисциплины (показатели и критерии оценки уровней сформированности компетенций и шкалы оценивания в соответствии с задачами контроля)

Компетенция или ее компонент	Вид контроля	Критерии оценивания	Показатели уровня сформированности компетенций <i>знания, практические умения, опыт деятельности, которые должен получить и уметь продемонстрировать обучающийся после освоения образовательной программы</i>			Средства оценки, определяющие уровень сформированности компетенции или ее компонента
			Минимальный уровень	Базовый уровень	Высокий уровень	
Промежуточный контроль	Когнитивный	Способен идентифицировать данные, необходимые для анализа и проведения химического эксперимента, используя различные источники информации	Способен собирать, обрабатывать и интерпретировать с использованием современных информационных технологий данные, необходимые для формирования суждений по соответствующим разделам научного исследования	Способен анализировать, верифицировать, оценивать полноту информации в ходе профессиональной деятельности, при необходимости восполнять и синтезировать недостающую информацию и работать в условиях неопределенности	Контрольные работы, доклады по теме дисциплины и/или научного исследования	
		Способен выполнять ранее описанные действия в своей области исследований	Способен описывать проблемы и ситуации профессиональной деятельности, используя язык и аппарат основ химического науки	Способен решать проблемы, поставленные перед ним в результате экспериментальной деятельности	Контрольные работы, доклады по теме дисциплины и/или научного исследования	
		Способен выполнять распоряжения научного руководителя по своей области исследований	Способен понять и спланировать химический эксперимент, получив положительный результат	Способен руководить коллективом исследователей в своей области науки	Контрольные работы, доклады по теме дисциплины и/или научного исследования	

Разработано на основе учебного плана по направлению 04.06.01 – Химические науки, профиль 02.00.03 – Органическая химия, утвержденного Ученым советом ИОХ РАН 13 июля 2017 г.