



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

академик РАН



«УТВЕРЖДАЮ»

Директор Института

М.П. Егоров

2017 г.

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Приложение к рабочей программе

дисциплины

«Кинетика и катализ»

04.06.01 – Химические науки

(код и наименование направления подготовки)

02.00.15 – Кинетика и катализ

(наименование профиля подготовки)

Исследователь. Преподаватель-исследователь

Квалификация (степень) выпускника

Москва – 2017 г.

Паспорт фонда оценочных средств
по дисциплине «Кинетика и катализ»

(наименование дисциплины)

№ п/п	Контролируемые дидактические единицы дисциплины*	Код контролируемой компетенции (или ее части)	Наименование оценочного средства
1	Кинетика и механизмы элементарных химических реакций	ОПК-1	<i>Контрольные вопросы для проведения текущего контроля</i>
2	Общие представления о катализе	ОПК-1	<i>Контрольные вопросы для проведения текущего контроля</i>
3	Гомогенный катализ	УК-2, ОПК-1	<i>Контрольные вопросы для проведения текущего контроля</i>
4	Гетерогенный катализ	ПК-3, ПК-4	<i>Контрольные вопросы для проведения текущего контроля</i>
5	Основные промышленные каталитические процессы	ПК-3, 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 «**Кинетика и катализ**»

(наименование дисциплины)

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. Перициклические и электроциклические реакции.***
- 7. Химия гетероциклических и природных соединений. 8. Ретросинтетический анализ и защитные группы.***

Задания контрольных работ для проведения текущего контроля:

Вопросы рубежного контроля № 1

- 1. Скорость химической реакции. Кинетические уравнения элементарных химических реакций, закон действующих масс.**
- 2. Молекулярность, порядок и константа скорости реакции, уравнение Аррениуса, энергия активации и предэкспоненциальный множитель. Влияние температуры на скорость химических реакций.**
- 3. Связь термодинамики и кинетики. Границы применения уравнения Аррениуса.**
- 4. Опытная энергия активации и ее определение на основе экспериментальных данных.**
- 5. Теория активных столкновений в газе. Число активных столкновений.**
- 6. Теория активированного комплекса. Поверхность потенциальной энергии. Свойства активного комплекса.**

7. Сравнение теорий активных столкновений и активированного комплекса для бимолекулярных реакций.
8. Определение катализа. Виды катализа. Основные этапы развития представлений о катализе. Каталитические процессы в природе. Механизм каталитической реакции, каталитический цикл.
9. Активность и стабильность катализаторов. Промоторы и каталитические яды (ингибиторы). Влияние катализаторов на селективность параллельных, последовательных, последовательно-параллельных и других сложных реакций.
10. Адсорбция как стадия гетерогенно-каталитической реакции. Природа адсорбционного взаимодействия. Физическая адсорбция и хемосорбция.
11. Изотермы адсорбции. Теплота адсорбции и ее зависимость от степени заполнения поверхности. Адсорбция простых молекул на поверхности переходных металлов. Адсорбция CO, C₂H₄, H₂.
12. Неоднородность поверхности. Адсорбционные методы измерения поверхности катализатора и концентрации каталитически-активных центров. ИК- и УФ-спектроскопия в адсорбции и катализе.
13. Кинетика гетерогенно-каталитических реакций. Механизм Ленгмюра-Хиншельвуда
14. Кинетика гетерогенно-каталитических реакций. Механизм Ридила-Или
15. Простейшие типы адсорбционных слоев (Лэнгмюра, Брунауэра -Эммета -Теллера, Фрейндлиха).
16. Мультиплетная теория гетерогенного катализа. Понятие о структурной чувствительности реакций. Реакции гидрирования и гидрогенолиза на сплавах и нанесенных катализаторах. Влияние дисперсности на каталитическую активность.

Вопросы рубежного контроля № 2

1. Кислотный и основной катализ. Механизм кислотного и основного катализа. Количественная характеристика кислотно-основного взаимодействия. Жесткие и мягкие кислоты и основания. Сверхкислоты. Специфический и общий кислотно-основный катализ. Особенности кинетики и механизм.
2. Металлокомплексный катализ. Каталитически-активные комплексы металлов. Примеры механизмов реакций, катализируемых комплексами металлов: гидрирование, окисление, изомеризация.
3. Типы гетерогенных катализаторов. Металлы и сплавы как катализаторы. Корреляция между каталитической активностью металлов и степенью участия d-электронов в образовании металлических связей.
4. Методы приготовления гетерогенных катализаторов: осаждение, пропитка, кристаллизация, золь-гель метод, механохимический метод. Термическая обработка катализаторов. Факторы, определяющие дисперсность активного компонента.
5. Пористая структура катализаторов, способы ее формирования и методы исследования. Ртутная порометрия. Степень использования поверхности пор катализатора. Оптимальная структура пор катализатора.
6. Катализ оксидами переходных металлов. Электронная трактовка хемосорбции и катализа на полупроводниках. Связь каталитической активности с положением уровня Ферми.

7. Гетерогенные катализаторы кислотной природы. Роль бренstedовских и льюисовских кислотных центров в хемосорбции и катализе на оксидах алюминия, кремния и алюмосиликатах.
8. Модифицированные и смешанные оксидные катализаторы. Цеолитные катализаторы, связь их активности с типом цеолита, наличием гидроксильных групп, природой и концентрацией введенных в цеолит ионов. Молекулярно-ситовые свойства цеолитных катализаторов.
9. Области протекания гетерогенно-каталитических реакций, их признаки и методы экспериментального подтверждения.
10. Исследование кинетики гетерогенно-каталитических реакций в периодических, проточных и проточно-циркуляционных реакторах, обработка экспериментальных данных.
11. Строение поверхности твердых тел и его влияние на каталитическую активность. Современные методы исследования структуры и состава поверхностного слоя твердых тел. Методы определения элементного состава катализаторов, спектральные и химические методы.
12. Спектральные и дифракционные методы in-situ в исследовании каталитических реакций.
13. Изотопные методы в исследовании механизма катализа. Кинетический изотопный эффект. Изотопно-меченные соединения. Квантово-химические методы в катализе.

Вопросы рубежного контроля № 3

1. Реакции окисления. Полное и частичное окисление. Механизм каталитического окисления Марса - ван Кревелена.
2. Получение водорода и синтез-газа каталитической конверсией углеводородов.
3. Синтез аммиака. Термодинамика и механизм процесса. Катализаторы процесса. Структурная чувствительность реакции
4. Синтез Фишера-Тропша. Механизмы процесса (диссоциативный и ассоциативный). Распределение продуктов синтеза по молекулярной массе. Распределение Шульца-ФлориГидрирование и дегидрирование органических соединений.
5. Окисление неорганических соединений. Получение серной и азотной кислот.
6. Окисление этилена в этиленоксид. Катализатор и механизм процесса по Килти-Захтлеру и Ван Сантену
7. Каталитические процессы в нефтепереработке. Реакция каталитического крекинга: катализаторы, технологическое оформление и механизм процесса.
8. Каталитические процессы в нефтепереработке. Реакция изомеризации линейных алканов: катализаторы, технологическое оформление и механизм процесса.
9. Экологический катализ. Каталитическая нейтрализация выхлопных газов автотранспорта. Реакции и катализаторы. Окисление СО и механизм реакции на Pt и оксидном катализаторах. Окисление углеводородов.
10. Окисление пропилена в акролеин. Катализаторы и механизм процесса. Функции различных компонентов катализатора на примере.

Вопросы выходного контроля

1. Скорость химической реакции. Кинетические уравнения элементарных химических реакций, закон действующих масс.

2. Молекулярность, порядок и константа скорости реакции, уравнение Аррениуса, энергия активации и предэкспоненциальный множитель. Влияние температуры на скорость химических реакций.
3. Связь термодинамики и кинетики. Границы применения уравнения Аррениуса.
4. Опытная энергия активации и ее определение на основе экспериментальных данных.
5. Теория активных столкновений в газе. Число активных столкновений.
6. Теория активированного комплекса. Поверхность потенциальной энергии. Свойства активного комплекса.
7. Сравнение теорий активных столкновений и активированного комплекса для бимолекулярных реакций.
8. Определение катализа. Виды катализа. Основные этапы развития представлений о катализе. Каталитические процессы в природе. Механизм каталитической реакции, каталитический цикл.
9. Активность и стабильность катализаторов. Промоторы и каталитические яды (ингибиторы). Влияние катализаторов на селективность параллельных, последовательных, последовательно-параллельных и других сложных реакций.
10. Адсорбция как стадия гетерогенно-каталитической реакции. Природа адсорбционного взаимодействия. Физическая адсорбция и хемосорбция.
11. Изотермы адсорбции. Теплота адсорбции и ее зависимость от степени заполнения поверхности. Адсорбция простых молекул на поверхности переходных металлов. Адсорбция CO, C₂H₄, H₂.
12. Неоднородность поверхности. Адсорбционные методы измерения поверхности катализатора и концентрации каталитически-активных центров. ИК- и УФ-спектроскопия в адсорбции и катализе.
13. Кинетика гетерогенно-каталитических реакций. Механизм Ленгмюра-Хиншельвуда
14. Кинетика гетерогенно-каталитических реакций. Механизм Ридила-Или
15. Простейшие типы адсорбционных слоев (Лэнгмюра, Брунауэра-Эммета-Теллера, Фрейндлиха).
16. Мультиплетная теория гетерогенного катализа. Понятие о структурной чувствительности реакций. Реакции гидрирования и гидрогенолиза на сплавах и нанесенных катализаторах. Влияние дисперсности на каталитическую активность.
17. Кислотный и основной катализ. Механизм кислотного и основного катализа. Количественная характеристика кислотно-основного взаимодействия. Жесткие и мягкие кислоты и основания. Сверхкислоты. Специфический и общий кислотно-основный катализ. Особенности кинетики и механизм.
18. Металлокомплексный катализ. Каталитически-активные комплексы металлов. Примеры механизмов реакций, катализируемых комплексами металлов: гидрирование, окисление, изомеризация.
19. Типы гетерогенных катализаторов. Металлы и сплавы как катализаторы. Корреляция между каталитической активностью металлов и степенью участия d-электронов в образовании металлических связей.

20. Методы приготовления гетерогенных катализаторов: осаждение, пропитка, кристаллизация, золь-гель метод, механохимический метод. Термическая обработка катализаторов. Факторы, определяющие дисперсность активного компонента.
21. Пористая структура катализаторов, способы ее формирования и методы исследования. Ртутная порометрия. Степень использования поверхности пор катализатора. Оптимальная структура пор катализатора.
22. Катализ оксидами переходных металлов. Электронная трактовка хемосорбции и катализа на полупроводниках. Связь каталитической активности с положением уровня Ферми.
23. Гетерогенные катализаторы кислотной природы. Роль бренstedовских и льюисовских кислотных центров в хемосорбции и катализе на оксидах алюминия, кремния и алюмосиликатах.
24. Модифицированные и смешанные оксидные катализаторы. Цеолитные катализаторы, связь их активности с типом цеолита, наличием гидроксильных групп, природой и концентрацией введенных в цеолит ионов. Молекулярно-ситовые свойства цеолитных катализаторов.
25. Области протекания гетерогенно-каталитических реакций, их признаки и методы экспериментального подтверждения.
26. Исследование кинетики гетерогенно-каталитических реакций в периодических, проточных и проточно-циркуляционных реакторах, обработка экспериментальных данных.
27. Строение поверхности твердых тел и его влияние на каталитическую активность. Современные методы исследования структуры и состава поверхностного слоя твердых тел. Методы определения элементного состава катализаторов, спектральные и химические методы.
28. Спектральные и дифракционные методы *in-situ* в исследовании каталитических реакций.
29. Изотопные методы в исследовании механизма катализа. Кинетический изотопный эффект. Изотопно-меченные соединения. Квантово-химические методы в катализе.
30. Реакции окисления. Полное и парциальное окисление. Механизм каталитического окисления Марса - ван Кревелена.
31. Получение водорода и синтез-газа каталитической конверсией углеводородов.
32. Синтез аммиака. Термодинамика и механизм процесса. Катализаторы процесса. Структурная чувствительность реакции
33. Синтез Фишера-Тропша. Механизмы процесса (диссоциативный и ассоциативный). Распределение продуктов синтеза по молекулярной массе. Распределение Шульца-Флори Гидрирование и дегидрирование органических соединений.
34. Окисление неорганических соединений. Получение серной и азотной кислот.
35. Окисление этилена в этиленоксид. Катализатор и механизм процесса по Килти-Захтлеру и Ван Сантену
36. Каталитические процессы в нефтепереработке. Реакция каталитического крекинга: катализаторы, технологическое оформление и механизм процесса.
37. Каталитические процессы в нефтепереработке. Реакция изомеризации линейных алканов: катализаторы, технологическое оформление и механизм процесса.

38. Экологический катализ. Каталитическая нейтрализация выхлопных газов автотранспорта. Реакции и катализаторы. Окисление CO и механизм реакции на Pt и оксидном катализаторах. Окисление углеводородов.

39. Окисление пропилена в акролеин. Катализаторы и механизм процесса. Функции различных компонентов катализатора на примере.

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
		Деятельностный	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
		Мотивационный	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 02.00.15 – Кинетика и катализ, утвержденного Ученым советом ИОХ РАН 13 июля 2017 г.