

УТВЕРЖДАЮ
 Директор ВШТЭ

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.В.ДВ.06.02 <small>(индекс дисциплины)</small>	Катализ в технологии получения органических веществ <small>(Наименование дисциплины)</small>
Кафедра: 12 <small>Код</small>	Органическая химия <small>(Наименование кафедры)</small>
Направление подготовки: 18.03.01	Химическая технология
Профиль подготовки: Химическая технология органических веществ	
Уровень образования: бакалавриат	

План учебного процесса

Составляющие учебного процесса		Очное обучение	Очно-заочное обучение	Заочное обучение
Контактная работа обучающихся с преподавателем по видам учебных занятий и самостоятельная работа обучающихся (часы)	Всего	144		
	Аудиторные занятия	51		
	Лекции	17		
	Лабораторные занятия	34		
	Практические занятия			
	Самостоятельная работа	57		
	Промежуточная аттестация	36		
Формы контроля по семестрам (номер семестра)	Экзамен	6		
	Зачет			
Общая трудоемкость дисциплины (зачетные единицы)		4		

Форма обучения:	Распределение зачетных единиц трудоемкости по семестрам									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Очная						4				
Очно-заочная										
Заочная										

Рабочая программа составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки 18.03.01 Химическая технология

и на основании учебного плана № b180301.12-12_20
b180301.12-3_20

Кафедра-разработчик: Органической химии

Заведующий кафедрой: Тришин Ю.Г.

СОГЛАСОВАНИЕ:

Выпускающая кафедра: Органической химии

Заведующий кафедрой: Тришин Ю.Г.

Методический отдел: Смирнова В.Г.

1. ВВЕДЕНИЕ К РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЕ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1. Место преподаваемой дисциплины в структуре образовательной программы

Блок 1: Базовая Обязательная Дополнительно является факультативом
Вариативная По выбору

1.2. Цель дисциплины

Сформировать компетенции обучающегося в области каталитических явлений, протекающих в процессах химической технологии продуктов тонкого органического синтеза.

1.3. Задачи дисциплины

- Сформировать прочные знания о типах и видах катализа, свойствах, строении и применении различных катализаторов, о связи активности и селективности катализатора с его составом и строением.
- Рассмотреть важнейшие концепции катализа в органической химии, классификации катализаторов по принципу их действия на органические субстраты, механизмы основных гомогенно- и гетерогенно-каталитических реакций и процессов.
- Привить студентам практические навыки применения каталитических систем и исследования свойств катализаторов.

1.4. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Код компетенции	Формулировка компетенции	Этап формирования
ПК-18	Готовность использовать знание свойств химических элементов, соединений и материалов на их основе для решения задач профессиональной деятельности	3
Планируемые результаты обучения Знать: 1) основные виды и типы катализа, механизмы формирования каталитических систем и основных каталитических реакции; 2) современные методы теоретического и экспериментального исследования в различных разделах химии, методами определения состава, структуры вещества, механизма химических процессов, их теоретические основы, возможности и границы применимости; 3) основные технологические процессы с участием катализаторов. Уметь: 1) описывать активность каталитических систем в терминах квантово-химической концепции; 2) применять полученные знания при выборе катализатора для конкретных химических процессов; 3) выбрать метод исследования для заданной научной и технологической задачи, спланировать и провести экспериментальное исследование, провести интерпретацию результатов исследования. Владеть: 1) методами и алгоритмами оптимизации, а также соответствующими пакетами прикладных программ для оптимизации задач исследования, проектирования и управления химическими производствами; 2) навыками проведения исследований с помощью современных физических и физико-химических методов.		
ПК-19	готовностью использовать знания основных физических теорий для решения возникающих физических задач, самостоятельного приобретения физических знаний, для понимания принципов работы приборов и устройств, в том числе выходящих за пределы компетентности конкретного направления	2, 3
Планируемые результаты обучения Знать: 1) основные физические законы, явления и процессы, на которых основаны принципы работы приборов и устройств в области катализа органических соединений;		

Код компетенции	Формулировка компетенции	Этап формирования
<p>2) основные направления практического и безопасного использования катализаторов.</p> <p>Уметь:</p> <p>1) применять полученные знания об использовании катализаторов в практической деятельности в качестве специалиста в области химии и технологии тонкого органического синтеза;</p> <p>2) использовать для решения прикладных задач соответствующий физико-математический аппарат.</p> <p>Владеть:</p> <p>1) методами физико-математического анализа для решения естественнонаучных задач, решения типовых задач.</p>		
ПК-20	Готовность изучать научно-техническую информацию, отечественный и зарубежный опыт по тематике исследования	3
<p>Планируемые результаты обучения</p> <p>Знать:</p> <p>1) основы выбора методики и формулирования конкретных задач по тематике исследований на основе изучения научно-технической информации, анализа отечественного и зарубежного опыта; основные способы анализа состояния научно-технической проблемы путем подбора, изучения и анализа литературных и патентных источников по тематике исследований; основные способы анализа отечественного и зарубежного опыта;</p> <p>2) современное состояние технологий получения органических веществ с использованием катализаторов и перспектив их развития.</p> <p>Уметь:</p> <p>1) использовать основные способы анализа состояния научно-технической проблемы путем подбора, изучения и критический подход при анализе отечественных и зарубежных литературных и патентных источников по тематике исследований;</p> <p>2) использовать современные достижения науки и передовые технологии в научно-исследовательских работах;</p> <p>3) использовать научно-техническую информацию и критический анализ отечественного и зарубежного опыта для выбора методики и формулирования конкретных задач по тематике исследований.</p> <p>Владеть:</p> <p>1) навыками и приемами подбора, изучения и анализа литературных и патентных источников, отечественного и зарубежного опыта по тематике исследований, навыками и приемами использования научно-технической информации, анализа отечественного и зарубежного опыта для выбора методики и формулирования конкретных задач по тематике исследований;</p> <p>2) современными методами и передовыми технологиями научных исследований в области химической технологии.</p>		
ПК-22	Готовность использовать информационные технологии при разработке проектов	3
<p>Планируемые результаты обучения</p> <p>Знать:</p> <p>1) понятия, концепции, принципы и методологию построения и функционирования автоматизированных систем проектирования, контроля и регулирования технологических процессов;</p> <p>2) способы и особенности разработки проектно- конструкторской документации в соответствии с методическими и нормативными требованиями;</p> <p>3) методику и способы использования стандартных пакетов прикладных программ для проектирования отдельных узлов (аппаратов) технологических схем.</p> <p>Уметь:</p> <p>1) синтезировать технологические схемы химических производств логическим использованием последовательности типовых процессов;</p> <p>2) использовать современные средства проектирования, автоматизации, контроля и регулирования типовых процессов химической технологии;</p> <p>3) выбирать эффективный алгоритм решения задач проектирования отдельных стадий технологических процессов с использованием информационных технологий на базе современных языков программирования.</p> <p>Владеть:</p>		

Код компетенции	Формулировка компетенции	Этап формирования
	1) методиками проведения научно-исследовательских и патентных исследований, правового и экономического анализа отобранных научно-технических и патентных документов, методиками составления отчетов о научно-технических и патентных исследованиях; 2) навыками разработки проектно-конструкторской документации в соответствии с методическими и нормативными требованиями с использованием прикладных программ и баз данных для расчета технологических параметров процессов; 3) навыками использования информационных технологий для проектирования отдельных стадий технологических процессов.	

1.5. Дисциплины (практики) образовательной программы, в которых было начато формирование компетенций, указанных в п.1.4:

Физическая химия (ПК-18);

Общая и неорганическая химия (ПК-18);

Органическая химия (ПК-18);

Аналитическая химия и физико-химические методы анализа в технологии органических веществ (ПК-18);

Химическая защита материалов органического синтеза (ПК-18);

Коллоидная химия (ПК-18);

Материаловедение в технологии органических веществ (ПК-18);

Физика (ПК-19);

Учебная практика (ПК-19);

Теория химических процессов органического синтеза (ПК-20);

Введение в технологию органических веществ (ПК-20);

Информатика (ПК-22);

Инженерная и компьютерная графика (ПК-22).

Учебная практика (практика по получению первичных профессиональных умений и навыков, в том числе первичных умений и навыков научно-исследовательской деятельности) (ПК-19, ПК-20)

Производственная практика (практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности) (ПК-18)

2. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Наименование и содержание учебных модулей, тем и форм контроля	Объем (часы)		
	очное обучение	очно-заочное обучение	заочное обучение
Учебный модуль 1. Феноменология катализа			
Тема 1. Феноменология каталитических явлений Внешние проявления каталитических эффектов в области стехиометрии и механизма, энергетических эффектов и характеристик, кинетике химических превращений. Условия проявления каталитических эффектов. Ограничения явления катализа.	12		
Тема 2. Методы описания каталитических реакций Схемы каталитических реакций. Каталитические циклы. Каталитическая активность и способы ее количественного выражения. Методы измерения активности. Методы глобального описания: оператор эволюции и релаксационное уравнение. Спектр релаксации. Элементарные релаксаторы.	10		
Тема 3. Теоретические модели катализа 1. Локальный и глобальный подходы. Локальные и глобальные подходы к задаче описания каталитических явлений. Сравнительный анализ их особенностей, преимуществ и недостатков. 2. Химические теории катализа. Химическое взаимодействие "субстрат – катализатор", его особенности. Активные центры катализатора, их типы и строение. Каталитические комплексы, их типы, особенности химических связей в каталитических комплексах. Принципы	12		

Наименование и содержание учебных модулей, тем и форм контроля	Объем (часы)		
	очное обучение	очно-заочное обучение	заочное обучение
<p>соответствия: электронного, энергетического и геометрического.</p> <p>3. Физические теории катализа. Энергетическое взаимодействие "субстрат – катализатор". Деформационный и резонансный типы каталитического действия. Проблема энергетической регенерации катализатора. Рекуперация энергии в каталитических реакциях.</p> <p>4. Квантово-механическая точка зрения на катализ. Адиабатические и не-адиабатические процессы. Разрешенные и запрещенные элементарные химические акты. Правила отбора в синхронных реакциях (симметрия и законы сохранения). Методы снятия запретов.</p> <p>5. Катализ как релаксационное явление. Релаксация неравновесных систем. Динамические режимы и переходы между ними: критический характер, влияние внешних и внутренних факторов.</p> <p>6. Теория катализаторов. Корреляции каталитических свойств веществ с их химическим составом и строением. Методы рационального подбора катализаторов.</p>			
Текущий контроль 1 (устный опрос)	1		
Учебный модуль 2. Виды катализа			
<p>Тема 4. Гомогенный катализ</p> <p>1. Основные особенности гомогенного катализа. Гомогенные каталитические системы. Гомогенные катализаторы, их типы и строение. Молекулярный характер гомогенных катализаторов.</p> <p>2. Газофазный гомогенный катализ. Газообразные системы и каталитические реакции. Примеры газофазного катализа. Механизм каталитического действия.</p> <p>3. Жидкофазный гомогенный катализ.</p> <p>а) Кислотно-основный катализ в растворах. Катализаторы, природа каталитического действия. Типы химических реакций. Примеры каталитических процессов.</p> <p>б) Металлокомплексный катализ. Комплексы переходных металлов (КПМ), особенности их состава и строения. Стадии каталитического процесса с участием КПМ, каталитические циклы. Принципы соответствия в металлокомплексном катализе. Примеры реакций: гидрирование, изомеризация, окисление, гидроформилирование.</p> <p>в) Гетерогенный металлокомплексный катализ. Гетерогенизация КПМ на твердых носителях. Способы гетерогенизации. Основные особенности строения и каталитического действия гетерогенизированных КПМ.</p>	18		
<p>Тема 5. Гетерогенный катализ</p> <p>1. Основные особенности гетерогенных каталитических систем. Многофазность и наличие межфазных границ. Градиенты концентрации и температуры, процессы переноса вещества и энергии.</p> <p>2. Типы гетерогенных катализаторов, их особенности.</p> <p>а) Химический состав — металлы и сплавы, бинарные соединения, сложные соединения, смеси и композиции.</p> <p>б) Физическое строение — тип каркаса или решетки, пористость, величина, строение и текстура поверхности, дефекты состава и структуры.</p> <p>в) Геометрия — межатомные расстояния, тип кристаллической ячейки, размеры и форма кристаллитов, зерен, пор, глобул.</p> <p>г) Электронно-энергетические характеристики — проводники, полупроводники и изоляторы, энергия выхода электронов, теплопроводность, поверхностная энергия, наличие неравновесных и метастабильных структур.</p> <p>3. Методы приготовления гетерогенных катализаторов. Химический синтез, введение добавок (промоторы, сокатализаторы, протекторы), формирование физической структуры, тренировка.</p> <p>Эволюция гетерогенных катализаторов в ходе реакции: явления отравления и разработки, их причины, методы стабилизации и</p>	21		

Наименование и содержание учебных модулей, тем и форм контроля	Объем (часы)		
	очное обучение	очно-заочное обучение	заочное обучение
<p>регенерации гетерогенных катализаторов.</p> <p>4. Основные стадии гетерогенно-каталитической реакции.</p> <p>а) Диффузия. Типы диффузии. Кинетические области и кривая Зельдовича. Переходы между кинетическими и диффузионными областями.</p> <p>б) Адсорбция. Адсорбционно-десорбционное равновесие, его параметры (адсорбционные коэффициенты, теплота адсорбции и др.). Физическая и химическая адсорбция. Конкурентная адсорбция. Адсорбированное состояние вещества и его реакционная способность.</p> <p>в) Химические превращения на поверхности. Латеральная диффузия и столкновения. Типы кинетических механизмов на поверхности. Ударные механизмы.</p> <p>г) Принципы соответствия в гетерогенном катализе.</p> <p>5. Кинетика гетерогенно-каталитических реакций. Статические и проточные установки. Особенности кинетики в статических установках, учет перемешивания. Особенности кинетики в проточных системах. Кинетические режимы. Стационарные и нестационарные режимы, автоколебания.</p>			
<p>Тема 6. Ферментативный, мицеллярный и межфазный катализ</p> <p>1. Ферментативный катализ. Строение молекул фермента. Особенности взаимодействия в каталитическом комплексе "субстрат — фермент". Основные особенности кинетики ферментативных реакций. Имобилизация ферментов.</p> <p>2. Мицеллярный катализ. Поверхностно-активные вещества. Мицеллообразование в водных и органических средах. Распределение реагентов в мицеллярном растворе. Природа каталитического эффекта. Области применения мицеллярного катализа.</p> <p>3. Межфазный катализ. Особенности химических реакций в многофазных системах. Процессы переноса через поверхности раздела фаз. Катализаторы-переносчики, механизм их действия.</p>	12		
Текущий контроль 2 (устный опрос)	2		
Учебный модуль 3. Методы описания и исследования катализаторов			
<p>Тема 7. Методы описания катализаторов</p> <p>Избирательность и специфичность катализаторов, их типы и методы количественного выражения. Селективность каталитических реакций и селективность катализаторов, их типы и методы количественного выражения.</p>	8		
<p>Тема 8. Методы исследования катализаторов</p> <p>а) Химический анализ молекулярных и каркасных катализаторов.</p> <p>б) Исследование поверхности гетерогенных катализаторов: измерение площади поверхности, измерение поровой структуры, определение кислотно-основных свойств поверхности, определение окислительно-восстановительных свойств поверхности.</p> <p>в) Инструментальные методы исследования гетерогенных катализаторов: ИК- и УФ-спектроскопия, рентгеновская спектроскопия, фотоэлектронная спектроскопия, электронно-микроскопические методы.</p>	11		
Текущий контроль 3 (устный опрос)	1		
Промежуточная аттестация по дисциплине (экзамен)	36		
ВСЕГО:	144		

3. ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН

3.1. Лекции

Номера изучаемых тем	Очное обучение		Очно-заочное обучение		Заочное обучение	
	Номер семестра	Объем (часы)	Номер семестра	Объем (часы)	Номер семестра	Объем (часы)
1	6	2				

Номера изучаемых тем	Очное обучение		Очно-заочное обучение		Заочное обучение	
	Номер семестра	Объем (часы)	Номер семестра	Объем (часы)	Номер семестра	Объем (часы)
2	6	1				
3	6	2				
4	6	3				
5	6	3				
6	6	2				
7	6	2				
8	6	2				
ВСЕГО:		17				

3.2. Практические занятия

Не предусмотрены

3.3. Лабораторные занятия

Номера изучаемых тем	Наименование и форма занятий	Очное обучение		Очно-заочное обучение		Заочное обучение	
		Номер семестра	Объем (часы)	Номер семестра	Объем (часы)	Номер семестра	Объем (часы)
4	Дегидрирование и гидрирование органических веществ	6	7				
4	Катализаторы реакции этерификации	6	5				
4	Каталитическое окисление	6	5				
5	Катализаторы поликонденсации	6	5				
5	Получение сиккативов	6	7				
6	Ферментативный катализ	6	5				
ВСЕГО:		34					

4. КУРСОВОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ

Не предусмотрено

5. ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ

Номера учебных модулей, по которым проводится контроль	Форма контроля знаний	Очное обучение		Очно-заочное обучение		Заочное обучение	
		Номер семестра	Кол-во	Номер семестра	Кол-во	Номер семестра	Кол-во
1,2,3	Устный опрос	6	3				

6. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА ОБУЧАЮЩЕГОСЯ

Виды самостоятельной работы обучающегося	Очное обучение		Очно-заочное обучение		Заочное обучение	
	Номер семестра	Объем (часы)	Номер семестра	Объем (часы)	Номер семестра	Объем (часы)
Усвоение теоретического материала	6	40				
Подготовка к лабораторным занятиям	6	17				
Подготовка к экзамену	6	36				
ВСЕГО:		57+36				

7. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

7.1. Характеристика видов и используемых инновационных форм учебных занятий

Наименование видов учебных занятий	Используемые инновационные формы	Объем занятий в инновационных формах (часы)		
		очное обучение	очно-заочное обучение	заочное обучение
Лабораторные занятия	Проведение учебного эксперимента на лабораторной установке самостоятельно и под руководством преподавателя; наблюдение за процессом, совместная работа в команде студентов	14		
ВСЕГО:		14		

7.2. Система оценивания успеваемости и достижений обучающихся для промежуточной аттестации

традиционная

балльно-рейтинговая

8. ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

8.1. Учебная литература

а) основная учебная литература

1. Романовский Б.В. Основы катализа [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Романовский Б.В.— М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2014.— 173 с. Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/37075> ЭБС «IPRbooks»
2. Кристоф Эльшенбройх Металлоорганическая химия [Электронный ресурс]/ Кристоф Эльшенбройх—М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2014.— 747 с. Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/37057> ЭБС «IPRbooks»

б) дополнительная учебная литература

3. Гончаренко Е.Е. Химическая кинетика и катализ [Электронный ресурс]: методические указания к выполнению лабораторных работ/ Гончаренко Е.Е., Бадаев Ф.З., Голубев А.М.— М.: Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана, 2012.— 52 с. Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/31319> ЭБС «IPRbooks»
4. Потехин В.М. Основы теории химических процессов технологии органических веществ и нефтепереработки [Электронный ресурс]: учебник для вузов/ Потехин В.М., Потехин В.В.— СПб.: ХИМИЗДАТ, 2014.— 944 с. Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/22534> ЭБС «IPRbooks»

8.2. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

1. де Векки А.В. Гомогенный катализ в органической химии (теоретические основы, кислотно-основной и металлокомплексный катализ, катализ «окружением»): учебное пособие / ГОУВПО СПбГТУРП. – СПб., 2007. – 137 с.
2. де Векки А.В. Катализ в органической химии (мицеллярный, межфазный, фотокатализ, асимметрический, ферментативный и редокс-катализ): учебное пособие / ГОУВПО СПбГТУРП. – СПб., 2007. – 150 с.
3. де Векки А.В. Основы гетерогенного и нанокатализа: учебное пособие / ГОУВПО СПбГТУРП. – СПб., 2007. – 148 с.

8.3. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины

1. Институт катализа им. Г.К. Борескова СО РАН URL: <http://www.catalysis.ru>.
2. Химический портал URL: <http://chemport.ru>.
3. База данных по патентам URL: <http://www.ep.espacenet.com>.
4. Журнал "Катализ в промышленности" URL: <http://www.kalvis.ru/katalog-izdaniy/zhurnalyi/kataliz-v-promyishlennosti/>

8.4. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

1. DynaFit (<http://www.biokin.com/dynafit/>)
2. Tenua (<http://www.billite.com/tenua/>)

3. ACD Lab ChemSketch (<http://www.acdlabs.com/resources/freeware/>)

8.5. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

1. Лекционная аудитория с мультимедийным учебным комплексом (ноутбук или персональный компьютер, медиапроектор).

8.6. Иные сведения и (или) материалы

Не предусмотрено

9. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Виды учебных занятий и самостоятельная работа обучающихся	Организация деятельности обучающегося
Лекции	<p>Лекции обеспечивают теоретическое изучение дисциплины. На лекциях излагается основное содержание курса, иллюстрируемое конкретными примерами, широко используется зарубежный и отечественный опыт по соответствующей тематике.</p> <p>Освоение лекционного материала обучающимся предполагает следующие виды работ:</p> <ul style="list-style-type: none">• проработка рабочей программы в соответствии с целями и задачами, структурой и содержанием дисциплины;• конспект лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы и формулировки; пометать важные мысли, выделять ключевые слова, термины.• Проверка терминов, понятий: осуществлять с помощью энциклопедий, словарей, справочников с выписыванием толкований в тетрадь;• работа с теоретическим материалом (конспектирование источников): найти ответ на вопросы в рекомендуемой литературе. <p>Если самостоятельно не удается разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на консультации или на практическом занятии.</p>
Лабораторные занятия	<p>Лабораторные занятия способствуют развитию практических навыков владения изучаемыми методами, оборудованием, технологиями и др. в процессе взаимодействия со специально разработанными модельными установками и/или образцами реально действующего оборудования, предполагают проведение учебного эксперимента на лабораторной установке (самостоятельно либо под руководством преподавателя); наблюдение за процессом, и др.</p> <p>На лабораторных работах обучающийся изучает процесс или объект на основе взаимодействия с ним. В результате проведения лабораторного занятия обучающийся должен понять принципы устройства и работы изучаемого предмета или процесса, а также освоить методику исследования предметов (процессов) сходного типа.</p> <p>Следует предварительно изучить методические указания по выполнению лабораторных работ, размещенные в электронной библиотеке университета.</p>
Самостоятельная работа	<p>Данный вид работы предполагает расширение и закрепление знаний, умений и навыков, усвоенных на аудиторных занятиях путем самостоятельной проработки учебно-методических материалов по дисциплине и другим источникам информации. Самостоятельная работа выполняется индивидуально, а также может проводиться при участии преподавателя.</p> <p>При подготовке к зачету необходимо проработать конспекты практических занятий, рекомендуемую литературу, получить консультацию у преподавателя.</p>

10. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

10.1. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

10.1.1. Показатели оценивания компетенций на этапах их формирования

Код компетенции (этап освоения)	Показатели оценивания компетенций	Наименование оценочного средства	Представление оценочного средства в фонде
ПК-18 (3)	1. Может описать технологии получения катализаторов и процессы с их использованием. 2. Способен самостоятельно обосновано и правильно выбирать катализаторы для производства органических соединений, производить расчёты потребности в сырье и материалах в соответствии с требованиями нормативно-технической документации. 3. Использует методы рационального выбора материалов для производства изделий и эффективного осуществления технологических процессов.	1. Устное собеседование 2. Практическое задание	1. Перечень вопросов к зачету (40 вопросов) 2. Практические задания (6 заданий)
ПК-19 (2,3)	1. Называет основные физические законы, явления и процессы, на которых основаны принципы работы приборов и устройств в области органического синтеза с использованием катализаторов. 2. Применяет методы математической статистики для обработки результатов экспериментов, пакеты прикладных программ, используемых при моделировании объектов и процессов.	1. Устное собеседование 2. Практическое задание	1. Перечень вопросов к зачету (40 вопросов) 2. Практические задания (6 заданий)
ПК-20 (3)	1. Может описать современное состояние производства катализаторов и перспектив их развития; современных методов научных исследований технологии органической химии. 2. Использует современные достижения науки и передовые технологии.	1. Устное собеседование 2. Практическое задание	1. Перечень вопросов к зачету (40 вопросов) 2. Практические задания (6 заданий)
ПК-22 (3)	1. Может синтезировать технологические схемы химических производств логическим использованием последовательности типовых процессов. 2. Может самостоятельно выбрать эффективный алгоритм решения задач проектирования отдельных стадий технологических процессов с использованием информационных технологий.	1. Устное собеседование 2. Практическое задание	1. Перечень вопросов к зачету (40 вопросов) 2. Практические задания (6 заданий)

10.1.2. Описание шкал и критериев оценивания сформированности компетенций

Критерии оценивания сформированности компетенций

Оценка по традиционной шкале	Критерии оценивания сформированности компетенций	
	Устное собеседование	Практическое задание

отлично	Обучающийся показывает хороший уровень знаний в пределах основного учебного материала, выполняет предусмотренные программой задания; отвечает на дополнительные вопросы преподавателя..	Правильное решение предложенной задачи. Написаны все промежуточные и конечный продукты предложенной схемы реакций.
хорошо	Обучающийся демонстрирует достаточный уровень знаний в пределах основного учебного материала, без существенных ошибок выполняет предусмотренные в программе задания; Допускает несущественные погрешности в ответе на экзамене и при выполнении заданий устраняет их без помощи преподавателя..	Правильное решение предложенной задачи с несущественными ошибками. Написаны основные промежуточные и конечный продукты предложенной схемы реакций.
удовлетворительно	Обучающийся показывает знания основного учебного материала в минимальном объеме, необходимом для дальнейшей учебы; справляется с выполнением заданий, предусмотренных программой, допуская при этом большое количество ошибок. Допускает существенные погрешности в ответе и при выполнении заданий.	Неправильное решение задачи. Получено несколько промежуточных продуктов реакции.
неудовлетворительно	Обучающийся не отвечает на вопросы билета (или не раскрывает сути вопросов), не может выполнить предложенные задания.	Задача не решена.

10.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующие этапы формирования компетенций

10.2.1. Перечень вопросов к экзамену, разработанный в соответствии с установленными этапами формирования компетенций

№ п/п	Формулировка вопросов	№ темы
1	Феноменология каталитических явлений. Условия проявления каталитических эффектов. Ограничения явления катализа.	1
2	Локальные и глобальные подходы к задаче описания каталитических явлений. Сравнительный анализ их особенностей, преимуществ и недостатков.	2
3	Химические теории катализа. Химическое взаимодействие "субстрат – катализатор", его особенности.	3
4	Активные центры катализатора, их типы и строение.	3
5	Каталитические комплексы, их типы, особенности химических связей в каталитических комплексах. Принципы соответствия: электронного, энергетического и геометрического.	3
6	Физические теории катализа. Энергетическое взаимодействие "субстрат – катализатор". Деформационный и резонансный типы каталитического действия.	3
7	Проблема энергетической регенерации катализатора. Рекуперация энергии в каталитических реакциях.	3
8	Квантово-механическая точка зрения на катализ. Адиабатические и неадиабатические процессы. Разрешенные и запрещенные элементарные химические акты.	3
9	Правила отбора в синхронных реакциях (симметрия и законы сохранения). Методы снятия запретов.	3
10	Катализ как релаксационное явление. Релаксация неравновесных систем. Динамические режимы и переходы между ними: критический характер, влияние внешних и внутренних факторов.	3
11	Теория катализаторов. Корреляции каталитических свойств веществ с их химическим составом и строением.	3
12	Методы подбора катализаторов.	3
13	Схемы каталитических реакций. Каталитические циклы.	2
14	Каталитическая активность, способы ее количественного выражения, методы измерения.	2

15	Избирательность и специфичность катализаторов, их типы и методы количественного выражения.	2
16	Селективность каталитических реакций и селективность катализаторов, их типы и методы количественного выражения.	2
17	Основные особенности гомогенного катализа. Гомогенные каталитические системы.	4
18	Гомогенные катализаторы, их типы и строение. Молекулярный характер гомогенных катализаторов.	4
19	Кислотно-основный катализ в растворах. Катализаторы, природа каталитического действия. Типы химических реакций. Примеры каталитических процессов.	4
20	Металлокомплексный катализ. Комплексы переходных металлов, особенности их состава и строения.	4
21	Стадии каталитического процесса с участием КПМ, каталитические циклы.	4
22	Принципы соответствия в металлокомплексном катализе. Примеры реакций: гидрирование, изомеризация, окисление, гидроформилирование	4
23	Гетерогенный металлокомплексный катализ. Гетерогенизация КПМ на твердых носителях.	5
24	Способы гетерогенизации. Основные особенности строения и каталитического действия гетерогенизированных КПМ.	5
25	Основные особенности гетерогенных каталитических систем. Многофазность и наличие межфазных границ. Градиенты концентрации и температуры, процессы переноса вещества и энергии.	5
26	Типы гетерогенных катализаторов, их особенности: химический состав, физическое строение, геометрия, электронно-энергетические характеристики.	5
27	Методы приготовления гетерогенных катализаторов. Химический синтез, введение добавок (промоторы, сокатализаторы, протекторы), формирование физической структуры, тренировка.	5
28	Эволюция гетерогенных катализаторов в ходе реакции: явления отравления и разработки, их причины, методы стабилизации и регенерации гетерогенных катализаторов.	5
29	Основные стадии гетерогенно-каталитической реакции: диффузия, адсорбция, химические превращения на поверхности.	5
30	Принципы соответствия в гетерогенном катализе	5
31	Кинетика гетерогенно-каталитических реакций. Статические и проточные установки.	5
32	Кинетика гетерогенно-каталитических реакций. Кинетические режимы. Стационарные и нестационарные режимы.	5
33	Ферментативный катализ. Строение молекул фермента. Особенности взаимодействия в каталитическом комплексе "субстрат — фермент".	6
34	Основные особенности кинетики ферментативных реакций. Иммуобилизация ферментов.	6
35	Мицеллярный катализ. Поверхностно-активные вещества. Мицеллообразование в водных и органических средах.	6
36	Мицеллярный катализ. Распределение реагентов в мицеллярном растворе. Природа каталитического эффекта.	6
37	Области применения мицеллярного катализа.	6
38	Межфазный катализ. Особенности химических реакций в многофазных системах. Процессы переноса через поверхности раздела фаз. Катализаторы-переносчики, механизм их действия.	6
39	Методы исследования катализаторов. Химический анализ молекулярных и каркасных катализаторов.	8
40	Исследование поверхности гетерогенных катализаторов. Инструментальные методы исследования гетерогенных катализаторов: ИК- и УФ-спектроскопия, рентгеновская спектроскопия, фотоэлектронная спектроскопия, электронно-микроскопические методы.	7

10.2.2 Вариант типовых заданий (задач), разработанных в соответствии с установленными этапами формирования компетенций

№ п/п	Условия типовых заданий	Ответ
1	Реакция первого порядка при температуре 70 °С завершается на 40 % за 60 мин. При какой температуре реакция завершится на 80 % за 120 мин, если энергия активации равна 60 кДж/моль?	T = 351 К

2	В системе $A(g) + 2 B(g) = C(g)$ равновесные концентрации равны $[A] = 0,06$ моль/л, $[B] = 0,12$ моль/л, $[C] = 0,216$ моль/л. Найти константу равновесия реакции и исходные концентрации А и В.	$K = 2,5$ $[A_{исх}] = 0,276$ моль/л, $[B_{исх}] = 0,552$ моль/л.
3	Гидролиз ацетилхолина катализируется ферментом ацетилхолинэстеразой, число оборотов которой составляет 25000 с^{-1} . Сколько времени потребуется ферменту для расщепления одной молекулы ацетилхолина?	$4 \times 10^{-5} \text{ с}$
4	Адсорбция некоторого газа на поверхности твердого тела описывается изотермой Ленгмюра и при $25 \text{ }^\circ\text{C}$ характеризуется константой адсорбционного равновесия $K = 0,85 \text{ кПа}^{-1}$. Рассчитайте давление газа в системе при степени заполнения поверхности газом 0,15.	$P = 0,21 \text{ кПа}$

10.3. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, владений (навыков и (или) практического опыта деятельности), характеризующих этапы формирования компетенций

10.3.1. Условия допуска обучающегося к сдаче экзамена и порядок ликвидации академической задолженности

Положение о проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся.

10.3.2. Форма проведения промежуточной аттестации по дисциплине

устная письменная компьютерное тестирование иная*

10.3.3. Особенности проведения экзамена

- Возможность пользоваться справочными таблицами, калькулятором;
- Время на подготовку ответа 40 минут, время ответа не более 10 минут.
- Письменный конспект подготовки может быть использован при обязательном устном собеседовании