Министерство просвещения Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Ульяновский государственный педагогический университет
имени И.Н. Ульянова»
(ФГБОУ ВО «УлГПУ им. И.Н. Ульянова»)

Факультет естественно-географический
Кафедра биологии и химии

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебно-
методической работе
_____ С.Н. Титов
«25» июня 2021 г.

СЕЛЕКТИВНЫЙ КАТАЛИЗ

Программа учебной дисциплины модуля «Современные проблемы химической науки»

основной профессиональной образовательной программы высшего образования – программы магистратуры по направлению подготовки
44.04.01 Педагогическое образование

направленность (профиль) образовательной программы
Химическое образование

(заочная форма обучения)

Составитель: Любина Е.Н., д.б.н., профессор кафедры биологии и химии

Рассмотрено и одобрено на заседании ученого совета естественно-географического факультета, протокол от «22» июня 2021 г. №7

Ульяновск, 2021

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ

Сертификат: 01D77C644FC1E54000000006381D0002
Владелец: Титов Сергей Николаевич
Действителен: с 19.07.2021 до 19.07.2022

Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина по выбору «Селективный катализ» модуля «Современные проблемы химической науки» включена в часть формируемую участниками образовательных отношений Блока 1 Дисциплины (модули) основной профессиональной образовательной программы высшего образования – программы магистратуры по направлению подготовки 44.04.01 Педагогическое образование, направленность (профиль) образовательной программы «Химическое образование», заочной формы обучения.

Дисциплина опирается на результаты обучения, сформированные в рамках изучения химических дисциплин при обучении на программах бакалавриата или специалитета, а также ряда дисциплин учебного плана: Современные проблемы образования, Современные образовательные технологии, Современные проблемы органической химии Современный проблемы общей и неорганической химии, Химия твёрдого тела, Научно-педагогическая практика.

Результаты изучения дисциплины «Селективный катализ» являются теоретической и методологической основой для изучения дисциплин: Химия комплексных соединений, Химическая модификация полимеров, Современные задачи супрамолекулярной химии. Подготовка к защите и защита ВКР

1. Перечень планируемых результатов обучения (образовательных результатов) по дисциплине

Целью освоения дисциплины «Селективный катализ» является: получение знаний, позволяющих получать вещества со строго заданными характеристиками.

Задачей освоения дисциплины является формирование у студента целостного представления об основных этапах становления современной методики преподавания химии и ее структуре, об основных категориях, понятиях и методах, о роли и месте химии в профессиональной подготовке учителя биологи и химии, сформировать готовность будущего учителя к эффективному преподаванию пропедевтического, базового и профильных курсов по предмету.

В результате освоения программы магистратуры обучающийся должен овладеть следующими результатами обучения по дисциплине «Селективный катализ» (в таблице представлено соотнесение образовательных результатов обучения по дисциплине с индикаторами достижения компетенций):

Компетенция и индикаторы ее достижения в дисциплине	Образовательные результаты дисциплины (этапы формирования дисциплины)		
	знает	умеет	владеет
ПК 2. Способность проектировать и реализовывать учебные программы дисциплин (модулей) предметной области для образовательных организаций разных уровней образования.			
ИПК 2.1.Знает: содержание основных нормативных	ОР-1 содержание основных нормативных		

документов, регламентирующих химическое образование на разных уровнях; структуру учебных и рабочих программ и требования к их проектированию и реализации; виды учебно-методического обеспечения современного процесса обучения химии. уровней образования.	документов, регламентирующих химическое образование на разных уровнях; структуру учебных и рабочих программ и требования к их проектированию и реализации; виды учебно-методического обеспечения современного процесса обучения химии. ОР-2 структуру учебных и рабочих программ и требования к их проектированию и реализации; виды учебно-методического обеспечения современного процесса обучения химии.		

2. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся:

Номер семестра	Учебные занятия						Форма промежуточной аттестации
	Всего		Лекции, час	Лабораторные занятия, час	Практические занятия, час	Самостоят. работа, час	
	Трудоемк.						
	Зач. ед.	Часы					
3	2	72	2	-	6	58	Зачет (6)
Итого:	2	72	2	-	6	58	Зачет (6)

3. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

3.1. Указание тем (разделов) и отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

Наименование раздела и тем	Количество часов по формам организации обучения			
	Лекционные занятия	Практические занятия	Лабораторные занятия	Самостоятельная работа
Тема 1. Физико-химические основы катализа и его значение		2	-	10
Тема 2. Влияние растворителя на катализ	1	2	-	15
Тема 3. Катализ органических реакций	1	2	-	15
Тема 4. Нанокатализ			-	18
ИТОГО:	2	6	-	58

3.2 Краткое описание содержания тем (разделов) дисциплины

Тема 1. Физико-химические основы катализа и его значение

Открытие каталитических явлений. История развития учения о катализе. Катализ и научно-технический прогресс. Роль катализа в живой природе. Современное определение катализа. Активность, селективность и стабильность катализаторов. Роль катализа в современной промышленности, Факторы каталитического ускорения реакций, Катализ и равновесие. Каталитическая активность и способы ее выражения. Понятие об активном центре катализатора

Тема 2. Влияние растворителя на катализ

Основные типы катализаторов. Типы катализа гетерогенный, гомогенный, кислотный, бифункциональный, Нуклеофильный, Координационно-комплексный, Окислительно-восстановительный, ферментативный катализ. Классификация каталитических процессов. Важнейшие катализаторы и каталитические процессы в промышленности. Классификация каталитических реакций. Принципы структурного и энергетического соответствия

Органические растворители и их влияние на скорость и механизм реакций

Тема 3. Катализ органических реакций

Катализ органических реакций. Каталитическая конверсия углеводородов. Ионно-каталитическое галогенирование. Алюминийорганические соединения и синтезы на их основе. Гетерогенно-каталитическое окисление углеводородов. Синтез Фишера-Тропш. Синтез метанола и диметилового эфира Каталитические процессы в нефтепереработке и нефтехимии: крекинг, риформинг, изомеризация, алкилирование и дегидрирование алканов.

Тема 4. Нанокатализ

Катализ на наночастицах и цеолитах. Нанокатализаторы, примеры использования. Современные каталитические технологии в энергетике. Каталитическое сжигание топлива

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

Самостоятельная работа студентов является особой формой организации учебного процесса, представляющая собой планируемую, познавательно, организационно и методически направляемую деятельность студентов, ориентированную на достижение конкретного результата, осуществляемую без прямой помощи преподавателя. Самостоятельная работа студентов является составной частью учебной работы и имеет целью закрепление и углубление полученных знаний и навыков, поиск и приобретение новых знаний, а также выполнение учебных заданий, подготовку к предстоящим занятиям и экзамену. Она предусматривает, как правило, разработку рефератов, написание докладов, выполнение творческих, индивидуальных заданий в соответствии с учебной программой (тематическим планом изучения дисциплины). Тема для такого выступления может быть предложена

преподавателем или избрана самим студентом, но материал выступления не должен дублировать лекционный материал. Реферативный материал служит дополнительной информацией для работы на практических занятиях. Основная цель данного вида работы состоит в обучении студентов методам самостоятельной работы с учебным материалом. Для полноты усвоения тем, вынесенных в практические занятия, требуется работа с первоисточниками. Курс предусматривает самостоятельную работу студентов со специальной литературой. Следует отметить, что самостоятельная работа студентов результативна лишь тогда, когда она выполняется систематически, планомерно и целенаправленно.

Задания для самостоятельной работы предусматривают использование необходимых терминов и понятий по проблематике курса. Они нацеливают на практическую работу по применению изучаемого материала, поиск библиографического материала и электронных источников информации, иллюстративных материалов. Задания по самостоятельной работе даются по темам, которые требуют дополнительной проработки.

Общий объем самостоятельной работы студентов по дисциплине включает аудиторную и внеаудиторную самостоятельную работу студентов в течение семестра.

Аудиторная самостоятельная работа осуществляется в форме выполнения тестовых заданий, кейс-задач, письменных проверочных работ по дисциплине. Аудиторная самостоятельная работа обеспечена базой тестовых материалов, кейс-задач по разделам дисциплины.

Внеаудиторная самостоятельная работа осуществляется в формах:

- подготовки к устным докладам (мини-выступлениям);
- подготовка к защите реферата;
- подготовки к защите индивидуальных лабораторных работ.

Пример варианта контрольной работы.

Вариант 1

1. Перечислите общие свойства катализаторов. Объясните суть принципов структурного и энергетического соответствия.
2. Какие свойства наночастиц позволяют им играть роль катализаторов?
3. Перечислите известные вам типы нанокатализаторов.
4. Примеры ферментативного катализа
5. Получение изомеров парафинов.

Вариант 2

1. Изобразите простейшую энергетическую кривую гетерогенной каталитической реакции. Сколько максимумов и минимумов она содержит?
2. Наночастицы золота ускоряют окисление CO, и другие реакции: гидрохлорирование ацетилена, синтез пероксида водорода, разложение озона, разложение сернистого газа, восстановление оксидов азота пропеном. Напишите уравнения перечисленных реакций.
3. Классификация ферментов и ферментативных реакций
4. Приведите по два примера селективного и неселективного катализа с уравнениями катализируемых реакций.
5. Синтез Фишера-Тропша

Примерный перечень тем рефератов.

1. Нанокатализаторы, примеры использования
2. Стереоселективный катализ, примеры использования
3. Катализаторы Циглера-Натта
4. Гетерогенный катализ металлами. Основные факторы, определяющие активность металлов
5. Важнейшие промышленные процессы, катализируемые металлами и сплавами.
6. Особенности катализа дисперсными металлами. Нанесенные металлические катализаторы.
7. Связь каталитической активности и дисперсности. Структурно-чувствительные и

структурно-нечувствительные реакции.

8. Бифункциональный гетерогенный катализ. Катализаторы риформинга
9. Гетерогенный катализ оксидами металлов. Активация кислорода твердыми оксидами металлов.
10. Методы приготовления гетерогенных катализаторов.
11. Химический синтез, введение добавок (промоторы, сокатализаторы, протекторы), формирование физической структуры.
12. Эволюция гетерогенных катализаторов в ходе реакции: явления отравления и разработки, их причины, методы стабилизации и регенерации гетерогенных катализаторов.

Тестовые задания

1 .В любой химической реакции равновесие не смещается при:
1)изменении температуры;
2)при изменении давления;
3)при действии катализаторов;
4)при изменение площади соприкосновения реагирующих веществ.
2. Константа равновесия химической реакции не зависит:
1) от природы реагирующих веществ ;
2) от концентрации реагирующих веществ;
3) от температуры;
4) от наличия катализатора .
3. В присутствии катализатора протекает химическая реакция, уравнение которой:
1)$S+O_2=SO_2$;
2)$2H_2S+SO_2=3S+2H_2O$;
3)$2SO_2+O_2=2SO_3$;
4)$2H_2S+3O_2=2SO_2+2H_2O$.
4. Две реакции, одна из которых индуцирует протекание другой, называют:
а) естественными и обратимыми;
б) сопряженными;
в) параллельными;
г) последовательными.
5. Количество элементарных актов взаимодействия в единицу времени определяет:
а) порядок реакции;
б) скорость реакции;
в) молекулярность реакции;
г) бимолекулярность реакции.
6. Увеличение скорости обратимой химической реакции в присутствии катализатора происходит:
а) в результате увеличения константы скорости прямой реакции и уменьшения константы скорости обратной реакции;
б) в результате смещения положения равновесия в сторону образования продуктов реакции;
в) в результате уменьшения энергии активации реакции при сохранении механизма процесса;
г) в результате уменьшения энергии активации реакции с изменением механизма процесса.
7. Основным результатом введения в состав катализатора промоторов является
а) повышение специфичности и селективности действия катализатора;
б) увеличение устойчивости катализатора к воздействию каталитических ядов;
в) увеличение каталитической активности катализатора;
г) существенное увеличение удельной поверхности катализатора.
8. Скорость гетерогенной каталитической реакции будет наибольшей, если реакция протекает:
а) во внешнедиффузионной области;
б) во внутридиффузионной области;

в) в кинетической области;
В какой из областей протекания эффективная энергия активации гетерогенной каталитической реакции будет минимальна?
9. Катализаторами реакций общего кислотного катализа являются следующие вещества:
а) NaCl, CH3COOH, CH3OH, H2O; б) CH3COOH, CH3OH, NH3, H2O;
в) NH4Cl, CH3COOH, CH3OH, H2O; г) CH3COOH, HCl, NH3, H2O.
10. Реакция R → P в присутствии кислоты Бренстеда BH (катализатор)
происходит по механизму специфического кислотного катализа:

$$R + BH \underset{K1}{\overset{k\text{-}1}{\leftrightarrow}} RH^{+} + B^{-}\ ;\ RH^{+} \overset{k2}{\rightarrow} P + H^{+};\ H^{+} + B^{-} \underset{k\text{-}3}{\overset{k3}{\leftrightarrow}} HB$$

11. Как сказывается изменение pH среды на скорости процесса?
а) с увеличением pH скорость реакции всегда увеличивается;
б) с увеличением pH скорость реакции всегда уменьшается;
в) при указанном механизме скорость реакции не зависит от pH среды;
г) в разбавленных растворах скорость реакции практически не зависит от
pH среды, в концентрированных − растет с уменьшением pH.
12. Подтвердите свой ответ соответствующими расчетами.
Какой физический смысл имеет константа Михаэлиса *kM* ?
а) *kM* численно равна концентрации фермента, обеспечивающей максимальную скорость ферментативной реакции;
б) *kM* численно равна концентрации субстрата, обеспечивающей максимальную скорость ферментативной реакции;
в) *kM* численно равна концентрации фермента, при которой скорость реакции равна половине максимальной;
г) *kM* численно равна концентрации субстрата, при которой скорость реакции равна половине максимальной.
13. В соответствии с представлениями теории активных ансамблей,
носителем каталитической активности катализатора являются
а) микроучастки поверхности катализатора, характеризующиеся определенной кристаллической структурой;
б) поверхностные микроучастки катализатора, характеризующиеся повышенной дефектностью;
в) атомная фаза катализатора, нанесенная на его поверхность или инертную подложку;
г) кластеры, образованные поверхностными атомами катализатора и микропримесями на его поверхности.
14. В соответствии с принципом энергетического соответствия мультиплетной теории катализа:
а) для проявления высокой каталитической активности сумма энергия
связей реагирующих атомов с катализатором для эндотермической реакции должна максимально приближаться к половине суммы энергий реагирующих связей, а энергетический барьер − к половине теплового эффекта реакции;
б) максимальной каталитической активностью по отношению к данной
реакции будут обладать вещества, для которых суммарная энергия связей с реагирующими атомами приближается к половине суммарной энергии диссоциации продуктов реакции;
в) каталитическая активность как функция адсорбционной способности
катализатора проходит через максимум, определяемый оптимальными
значениями величины адсорбционной связи;
г) на энергетически неоднородной поверхности катализатора реакция
будет происходить лишь на тех участках поверхности, для которых суммарная энергия связи с реагирующими атомами для эндотермической реакции максимально приближается к половине теплового эффекта реакции.

15. В соответствии с принципом геометрического соответствия мультиплетной теории катализа:
а) каталитическую активность по отношению к данной реакции могут проявлять только вещества, тип кристаллической решетки которых совпадает с типом кристаллической решетки хотя бы одного из участников
реакции;
б) основные кристаллохимические параметры катализатора должны максимально приближаться к соответствующим значениям для участников реакции;
в) пространственное расположение атомов в реагирующей части молекулы должно быть таким, чтобы она могла налагаться на активный центр катализатора без искажения валентных углов;
г) удельная каталитическая активность катализатора практически не зависит от состояния поверхности катализатора и определяется его химическим строением и структурой.
16. В чем состоит механизм Риделя-Или в случае протекания на поверхности катализатора гетерогенной реакции Агаз + Вгаз → Ргаз?
а) вещества А и В адсорбируются на поверхности катализатора и реагируют в адсорбционном слое с образованием продукта Р;
б) вещество А адсорбируется на поверхности катализатора и затем реагирует с веществом В, находящимся в газовой фазе, с образованием продукта Р;
в) вещества А и В реагируют в газовой фазе с образованием промежуточного соединения АВ#, которое адсорбируется на поверхности катализатора и затем образует продукт Р;
г) все ответы неверны.
17. В чем состоит механизм Ленгмюра-Гиншельвуда в случае протекания на поверхности катализатора гетерогенной реакции
Агаз + Вгаз → Ргаз?
а) вещества А и В адсорбируются на поверхности катализатора и реагируют в адсорбционном слое с образованием продукта Р;
б) вещество А адсорбируется на поверхности катализатора и затем реагирует с веществом В, находящимся в газовой фазе, с образованием продукта Р;
в) вещества А и В реагируют в газовой фазе с образованием промежуточного соединения АВ#, которое адсорбируется на поверхности катализатора и затем образует продукт Р;
г) все ответы неверны.
18. Реакция является каталитической в случае, когда скорость реакции
1) $H_2 + Br_2 \rightarrow 2HBr$ увеличивается при нагревании
2) $C_{(тв)} + O_{2(газ)} \rightarrow CO_{2(газ)}$ возрастает при измельчении угля
3) $2H_2O_2 \rightarrow 2H_2O + O_2$ увеличивается при внесении в реакционный объем небольших количеств MnO_2
4) $4P + 5O_2 \rightarrow 2P_2O_5$ возрастает при внесении фосфора в атмосферу чистого кислорода
5) $Zn + H_2SO_4 \rightarrow ZnSO_4 + H_2$ возрастает при энергичном перемешивании
19. Скорость реакции $30C_2H_5OH + B_{10}H_{24} \rightarrow 10B(OC_2H_5)_3 + 27H_2$ описывается уравнением $v = k \cdot C(C_2H_5OH) \cdot C(B_{10}H_{24})$. порядок данной реакции
1) нулевой
2) первый
3) полуторный
4) второй
5) третий
20. Уравнение Аррениуса, связывающее энергию активации и константу скорости реакции, имеет вид
1) $k = e^{-\frac{E_a}{RT}}$
2) $k = A \cdot e^{-\frac{E_a}{RT}}$

3) $k = \frac{E_a}{RT}$

4) $k = E_a \cdot R \cdot T$

5) $k = A \cdot e^{\frac{E_a}{RT}}$

Для самостоятельной подготовки к занятиям по дисциплине рекомендуется использовать учебно-методические материалы:

1. Пестова Н.Ю. Физико-химические методы исследования. Учебно-методические рекомендации. - Ульяновск: ФГБОУ ВО «УлГПУ им. И.Н. Ульянова», 2017 – 21 с.
2. Романов А.В. Биокатализ и биокаталитические процессы: методические разработки лабораторных занятий. - Ульяновск : ФГБОУ ВО «УлГПУ им. И. Н. Ульянова», 2016. - 21 с.

5. Примерные оценочные материалы для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

Организация и проведение аттестации студента

ФГОС ВО в соответствии с принципами Болонского процесса ориентированы преимущественно не на сообщение обучающемуся комплекса теоретических знаний, но на выработку у бакалавра компетенций – динамического набора знаний, умений, навыков и личностных качеств, которые позволят выпускнику стать конкурентоспособным на рынке труда и успешно профессионально реализовываться.

В процессе оценки бакалавров необходимо используются как традиционные, так и инновационные типы, виды и формы контроля. При этом постепенно традиционные средства совершенствуются в русле компетентностного подхода, а инновационные средства адаптированы для повсеместного применения в российской вузовской практике.

Цель проведения аттестации – проверка освоения образовательной программы дисциплины-практикума через сформированность образовательных результатов.

Промежуточная аттестация осуществляется в конце семестра и завершает изучение дисциплины; помогает оценить крупные совокупности знаний и умений, формирование определенных компетенций.

Оценочными средствами текущего оценивания являются: доклад, тесты по теоретическим вопросам дисциплины, защита практических работ и т.п. Контроль усвоения материала ведется регулярно в течение всего семестра на практических (семинарских, лабораторных) занятиях.

№ п/п	**СРЕДСТВА ОЦЕНИВАНИЯ,** используемые для текущего оценивания показателя формирования компетенции	Образовательные результаты дисциплины
	Оценочные средства для текущей аттестации ОС-1 Контрольная работа ОС-2 Решение задач ОС-3 Защита реферата ОС-4 Лабораторная работа	ОР-1 содержание основных нормативных документов, регламентирующих химическое образование на разных уровнях; структуру учебных и рабочих программ и требования к их проектированию и реализации; виды учебно-методического обеспечения современного процесса обучения химии. ОР-2 структуру учебных и рабочих
	Оценочные средства для промежуточной аттестации **зачет (экзамен)** ОС-5 Зачет в форме устного собеседования	

		программ и требования к их проектированию и реализации; виды учебно-методического обеспечения современного процесса обучения химии.

Описание оценочных средств и необходимого оборудования (демонстрационного материала), а так же процедуры и критерии оценивания индикаторов достижения компетенций на различных этапах их формирования в процессе освоения образовательной программы представлены в Фонде оценочных средств для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по дисциплине «Селективный катализ».

Материалы, используемые для текущего контроля успеваемости обучающихся по дисциплине

Материалы для организации текущей аттестации представлены в п.5 программы.

Материалы, используемые для промежуточного контроля успеваемости обучающихся по дисциплине

ОС-5 Зачет в форме устного собеседования

Примерные вопросы к зачету

1. Аспекты развития катализа
2. Современное определение катализа
3. Роль катализа в современной промышленности
4. Факторы каталитического ускорения реакций
5. Катализ и равновесие
6. Каталитическая активность и способы ее выражения
7. Понятие об активном центре катализатора
8. Классификация катализаторов. Важнейшие промышленные катализаторы.
9. Классификация каталитических процессов. Важнейшие каталитические процессы в промышленности
10. Общая схема механизма каталитических реакций.
11. Формы промежуточного взаимодействия реагентов с катализатором. Гомогенный катализ в газовой фазе.
12. Гомогенный катализ в жидкой фазе. Особенности протекания химических реакций в растворах.
13. Кислотно-основной гомогенный катализ. Общий и специфический катализ.
14. Гетерогенный катализ на твердых катализаторах. Общие сведения
15. Основные стадии гетерогенного каталитического процесса.
16. Роль физической адсорбции и хемосорбции в гетерогенно-каталитическом процессе.
17. Металлокомплексный катализ и его место в современной промышленности
18. Основные типы комплексов металлов.
19. Комплексообразование как основная стадия активации реагирующих молекул. Типы комплексов металлов с различными органическими молекулами.
20. Гидрирование. Природа стадий активации водорода и гидрируемого субстрата
21. Окисление органических веществ на металлокомплексных катализаторах
22. Металлоферменты в катализе. Общие сведения
23. Классификация ферментов и ферментативных реакций
24. Активные и адсорбционные центры ферментов. Механизмы ферментативного катализа
25. Кинетика ферментативных реакций
26. Гетерогенный катализ металлами. Основные факторы, определяющие активность металлов
27. Важнейшие промышленные процессы, катализируемые металлами и сплавами.

28. Особенности катализа дисперсными металлами. Нанесенные металлические катализаторы.
29. Связь каталитической активности и дисперсности. Структурно-чувствительные и структурно-нечувствительные реакции.
30. Бифункциональный гетерогенный катализ. Катализаторы риформинга
31. Гетерогенный катализ оксидами металлов. Активация кислорода твердыми оксидами металлов.
32. Оксидные катализаторы в синтезе метанола. Окисление метанола в формальдегид и муравьиную кислоту.
33. Окисление бензола в фенол закисью азота.
34. Катализаторы Циглера-Натта. Образование активных центров, механизм роста и обрыва полимерной цепи, стереорегулирование
35. Стереорегулирование в каталитических процессах
36. Основные каталитические процессы органического синтеза
37. Важнейшие каталитические процессы в промышленности. Катализаторы и условия реализации процессов
38. Синтез Фишера-Тропша
39. Синтез метанола и диметилового эфира
40. Синтез аммиака и азотной кислоты
41. Каталитические процессы в нефтепереработке и нефтехимии: крекинг, риформинг, изомеризация, алкилирование и дегидрирование алканов
42. Современные каталитические технологии в энергетике
43. Каталитическое сжигание топлива
44. Каталитические процессы защиты окружающей среды

В конце изучения дисциплины подводятся итоги работы студентов на лекционных и практических занятиях путем суммирования заработанных баллов в течение семестра.

Критерии оценивания знаний обучающихся по дисциплине

Формирование балльно-рейтинговой оценки работы обучающихся

		Посещение лекций	Посещение лабораторных занятий	Работа на лабораторных занятиях		зачет
3 семестр	Разбалловка по видам работ	1балл	1 балл	164 балла		32балла
	Суммарный максимальный балл	1х1=1 балл max	3х1=3 баллов max	164 балла max	168 баллов	200 баллов max

Критерии оценивания работы обучающегося по итогам 3 семестра

	2 ЗЕ
«зачтено»	Более 100
«не зачтено»	100 и менее

6. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Успешное изучение курса требует от обучающихся посещения лекций, активной работы на лабораторных занятиях, выполнения всех учебных заданий преподавателя, ознакомления с основной и дополнительной литературой.

Запись **лекции** – одна из форм активной самостоятельной работы обучающихся, требующая навыков и умения кратко, схематично, последовательно и логично фиксировать основные положения, выводы, обобщения, формулировки. В конце лекции преподаватель оставляет время (5 минут) для того, чтобы обучающиеся имели возможность задать

уточняющие вопросы по изучаемому материалу. Из-за недостаточного количества аудиторных часов некоторые темы не удается осветить в полном объеме, поэтому преподаватель, по своему усмотрению, некоторые вопросы выносит на самостоятельную работу студентов, рекомендуя ту или иную литературу. Кроме этого, для лучшего освоения материала и систематизации знаний по дисциплине, необходимо постоянно разбирать материалы лекций по конспектам и учебным пособиям. В случае необходимости обращаться к преподавателю за консультацией.

Подготовка к **лабораторным занятиям.**

При подготовке к лабораторным занятиям студент должен изучить теоретический материал по теме занятия (использовать конспект лекций, изучить основную литературу, ознакомиться с дополнительной литературой, при необходимости дополнить конспект, делая в нем соответствующие записи из литературных источников). В случае затруднений, возникающих при освоении теоретического материала, студенту следует обращаться за консультацией к преподавателю. Идя на консультацию, необходимо хорошо продумать вопросы, которые требуют разъяснения.

В начале лабораторного занятия преподаватель знакомит студентов с темой, оглашает план проведения занятия, выдает задание. В течение отведенного времени на выполнение работы студент может обратиться к преподавателю за консультацией или разъяснениями. В конце занятия проводится прием выполненных работ, собеседование со студентом.

Результаты выполнения лабораторных работ оцениваются в баллах, в соответствии с балльно-рейтинговой системой университета.

Подготовка к **устному докладу**.

Доклады делаются по каждой теме с целью проверки теоретических знаний обучающегося, его способности самостоятельно приобретать новые знания, работать с информационными ресурсами и извлекать нужную информацию.

Доклады заслушиваются в начале лабораторного занятия после изучения соответствующей темы. Продолжительность доклада не должна превышать 5 минут. Тему доклада студент выбирает по желанию из предложенного списка.

При подготовке доклада студент должен изучить теоретический материал, используя основную и дополнительную литературу, обязательно составить план доклада (перечень рассматриваемых им вопросов, отражающих структуру и последовательность материала), подготовить раздаточный материал или презентацию. План доклада необходимо предварительно согласовать с преподавателем.

Выступление должно строиться свободно, убедительно и аргументировано. Преподаватель следит, чтобы выступление не сводилось к простому воспроизведению текста, не допускается простое чтение составленного конспекта доклада. Выступающий также должен быть готовым к вопросам аудитории и дискуссии.

Текущая проверка разделов работы осуществляется в ходе выполнения работы на занятиях. Для оказания помощи в самостоятельной работе проводятся индивидуальные консультации.

Подготовка к **тесту**.

При подготовке к тесту необходимо изучить теоретический материал по дисциплине. С целью оказания помощи студентам при подготовке к тесту преподавателем проводится групповая консультация с целью разъяснения наиболее сложных вопросов теоретического материала.

Планы практических занятий

Практическая работа №1 Получение и исследование свойств фенолформальдегидной смолы

Практическая работа № 2. Получение сложного эфира изоамилового спирта и уксусной кислоты

Практическая работа №3 Влияние активаторов и ингибиторов на активность ферментов

7. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, Интернет-ресурсов, необходимых для освоения дисциплины

Основная литература

1. Катализ в органической технологии : учебное пособие : [16+] / М. В. Журавлева, Г. Ю. Климентова, О. В. Зиннурова, А. А. Фирсин ; Министерство образования и науки России, Казанский национальный исследовательский технологический университет. – Казань : Казанский научно-исследовательский технологический университет (КНИТУ), 2016. – 160 с. : табл., схем. – Режим доступа: по подписке. – URL: https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=560530

2. Булидорова, Г. В. Кинетика гетерогенных и каталитических реакций : учебное пособие : [16+] / Г. В. Булидорова, К. А. Романова, Ю. Г. Галяметдинов ; Казанский национальный исследовательский технологический университет. – Казань : Казанский научно-исследовательский технологический университет (КНИТУ), 2017. – 111 с. : схем., табл., ил. – Режим доступа: по подписке. – URL: https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=500563

Дополнительная литература

1. Катализ в органической технологии : учебное пособие : [16+] / М. В. Журавлева, Г. Ю. Климентова, О. В. Зиннурова, А. А. Фирсин ; Министерство образования и науки России, Казанский национальный исследовательский технологический университет. – Казань : Казанский научно-исследовательский технологический университет (КНИТУ), 2016. – 160 с. : табл., схем. – Режим доступа: по подписке. – URL: https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=560530

2. Катализ : учебное пособие : [16+] / авт.-сост. К. С. Гуляев, О. А. Реутова. – 2-е изд., стер. – Москва ; Берлин : Директ-Медиа, 2016. – 72 с. : ил., табл. – Режим доступа: по подписке. – URL: https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=441385

Интернет-ресурсы

1. Журнал Федерального агентства по науке и инновациям РФ - http://www.nanoru.ru/
2. Нанотехнологии и наноматериалы. Федеральный интернет-портал - http://www.portalnano.ru/news/read/2381
3. Институт катализа им. Г.К. Бореского СО РАН - http://www.catalysis.ru/block/index.php?ID=5&SECTION_ID=181