

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ (НИ ТГУ)

Химический факультет

УТВЕРЖДЕНО:

И.о. декана

А. С. Князев

Оценочные материалы по дисциплине

Специализированный практикум по адсорбции и катализу

по специальности

04.05.01 Фундаментальная и прикладная химия

Специализация:

Фундаментальная и прикладная химия

Форма обучения

Очная

Квалификация

Химик / Химик-специалист. Преподаватель химии

Год приема

2024

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель ОП

В.В. Шелковников

Председатель УМК

В.В. Шелковников

Томск – 2024

1. Компетенции и индикаторы их достижения, проверяемые данными оценочными материалами

Целью освоения дисциплины является формирование следующих компетенций:

ОПК-1. Способен анализировать и интерпретировать результаты химических экспериментов, наблюдений и измерений в различных областях химии;

ОПК-2. Способен проводить синтез, анализ, изучение структуры и свойств веществ и материалов, исследовать процессы с их участием;

ОПК-3. Способен применять расчетно-теоретические методы для изучения свойств веществ и процессов с их участием, используя современное программное обеспечение и базы данных профессионального назначения;

ПК-1. Способен планировать работу и выбирать адекватные методы решения научно-исследовательских задач в выбранной области химии, химической технологии или смежных с химией науках;

ПК-6. Способен осуществлять контроль качества сырья, компонентов и выпускаемой продукции химического назначения, проводить паспортизацию товарной продукции.

Результатами освоения дисциплины являются следующие индикаторы достижения компетенций:

РООПК 1.1 Знает теоретические основы неорганической, органической, физической и аналитической химии, применяет их при решении профессиональных задач в других областях химии.

РООПК 1.2 Умеет систематизировать и интерпретировать результаты экспериментов и расчетно-теоретических работ с использованием теоретических основ традиционных и новых разделов химии

РООПК 1.3 Умеет грамотно формулировать заключения и выводы по результатам работы

РООПК 2.1 Знает стандартные приемы и операции, используемые при получении веществ неорганической и органической природы

РООПК 2.2 Знает теоретические основы методов изучения состава, структуры и свойств для грамотного выбора метода исследования

РООПК 2.3 Умеет проводить стандартные синтезы по готовым методикам, выполнять стандартные операции для определения химического и фазового состава веществ и материалов, а также использовать серийное научное оборудование для изучения их свойств

РООПК 3.1 Знает основы теоретической физики, математического анализа и квантовой химии; основные теоретические и полуэмпирические модели, применяемые при решении задач химической направленности

РОПК 1.1 Умеет разрабатывать стратегию научных исследований, составляет общий план и детальные планы отдельных стадий.

РОПК 1.2 Умеет выбирать экспериментальные и расчетно-теоретические методы решения поставленной задачи, используя достижения современной химической науки, и исходя из имеющихся, материальных, информационных и временных ресурсов.

РОПК 6.1 Умеет выполнять стандартные операции на высокотехнологическом оборудовании для характеристики сырья, промежуточной и конечной продукции химического производства

2. Оценочные материалы текущего контроля и критерии оценивания

Элементы текущего контроля:

- устный опрос;
- отчеты по лабораторным работам

Устный опрос (РООПК 1.1, РООПК 2.1, РООПК 2.2, РООПК 3.1.)

Перед выполнением лабораторной работы проводится устный опрос студента. Студент должен сдать теоретический материал, подготовленный по рекомендуемым литературным источникам и учебным пособиям, авторами которых являются преподаватели кафедры. Чтобы приступить к выполнению лабораторной работы студент должен также получить допуск к работе на основании его знаний методики эксперимента и порядка выполнения работы. Для подготовки студентов к каждой лабораторной работе предлагаются методические указания со списком вопросов для самоконтроля. Ниже приведены примеры вопросов для некоторых лабораторных работ.

Вопросы для самоконтроля к лабораторной работе «Определение удельной поверхности, объема пор и распределения пор по размерам с применением прибора «TriStar 3020» для мезопористых твердых тел многоточечным методом БЭТ».

1. Дайте определение понятию «удельная поверхность».
2. Кратко опишите основные методы измерения удельной поверхности.
3. Почему величина удельной поверхности сильно зависит от способа её определения?
4. Чем отличаются одноточечный и многоточечный методы БЭТ? Какой метод точнее?
5. Как выбрать диапазон массы образца, требуемого для измерения удельной поверхности?
6. Как выбрать условия дегазации образца?
7. В чём принцип волюмометрического измерения величины адсорбции?
8. Перечислите правила работы с жидким азотом.
9. Основные типы изотерм адсорбции-десорбции.
10. Как взаимосвязана форма петли гистерезиса изотермы адсорбции-десорбции с пористой структурой образца?

Вопросы для самоконтроля к лабораторной работе «Определение скорости гетерогенной каталитической реакции в проточном реакторе. Определение порядка реакции по компоненту».

1. Что понимают под каталитической активностью вещества? Что служит мерой каталитической активности вещества?
2. К какому количеству катализатора следует относить скорость каталитической реакции?
3. Что такое «дифференциальный реактор»? «Безградиентный реактор»?
4. Что такое стационарное состояние катализатора?
5. Что понимают под термином «условное время контакта» и «объемная скорость реакционной смеси»?
6. Что такое порядок реакции? Частный порядок, общий порядок?
7. Какие существуют методы определения порядков?

Полный перечень вопросов содержится на странице курса в системе Moodle.

Критерии оценивания:

«Неудовлетворительно»: не знает, не владеет материалом, в том числе затрудняется в формулировке основных теоретических понятий и плохо разбирается в принципах работы классического и современного оборудования (приборов и установок) по тематике дисциплины; не разбирается в определении и расчетах параметров и в вопросах их связи с другими свойствами твердого тела.

«Удовлетворительно»: имеет представление об основных понятиях изучаемой дисциплины, о методах определения свойств поверхности твердых тел, но делает при этом много ошибок; делает грубые ошибки при работе на приборах, необходимых для изучения поверхностных свойств, а также в определении соответствующих параметров.

«Хорошо»: знает основные теории и уравнения, лежащие в основе методов определения поверхностных свойств, но допускает при этом неточности; разбирается в

принципах работы классического и современного оборудования (приборов и установок) по тематике дисциплины, может использовать различные приборы, методы исследования поверхностных свойств, правильно определяет основные параметры, характеризующие поверхность адсорбентов и катализаторов, но допускает небольшие неточности.

«Отлично»: знает основные теории и уравнения, лежащие в основе методов определения поверхностных свойств; отлично разбирается в принципах работы классического и современного оборудования (приборов и установок) по тематике дисциплины; без труда может использовать различные приборы, методы исследования поверхностных свойств; правильно определяет основные параметры, характеризующие поверхность адсорбентов и катализаторов.

Отчеты по лабораторным работам (РООПК 1.2, РООПК 1.3, РООПК 2.3, РОПК 1.1, РОПК 1.2, РОПК 6.1)

По результатам выполнения лабораторной работы студент готовит отчет и защищает его на занятии в группе. Для подготовки отчета к каждой лабораторной работе даются рекомендации к его оформлению в виде примерного плана отчёта. Отчёт используется как средство привить студентам начальные навыки исследовательской работы, предполагает проработку теоретической части, лежащей в основе работы, обработку и анализ данных, полученных при ее выполнении, а также сбор и анализ научной литературы, опубликованной в научных журналах. Защита отчета позволяет развить у обучающихся навыки и культуру профессиональной речи, сформировать научную терминологию и логику изложения доказательной базы.

Рекомендации к оформлению отчета по лабораторной работе «Окислительное дегидрирование пропана в пропилен: определение основных параметров, скрининг, сведение баланса».

Примерного плана отчёта

1. Краткий теоретический материал, включающий краткий обзор процессов дегидрирования углеводородов, их преимущества и недостатки, обзор катализаторов окислительного дегидрирования углеводородов.
2. Цель и задачи.
3. Описание экспериментальной части; основные уравнения для расчётов конверсии, селективности, выхода и баланса по углероду.
4. Результаты измерений, обработка и анализ полученных данных в виде таблиц и графиков, в том числе сравнение каталитических свойств различных образцов. Обсуждение полученных результатов.
5. Выводы.
6. Литература.

Рекомендации к оформлению отчета по лабораторной работе «Индикаторный метод определения кислотно-основных свойств поверхности твердых тел разной степени дисперсности (адсорбция индикаторов Гаммета из водной среды)».

Примерный план отчета

1. Функция Гаммета, pK_a и pK_b .
2. Индикаторный метод определения кислотности и основности поверхности твердых тел.
 - 2.1. Теоретические основы метода.
 - 2.2. Изучение адсорбции индикаторов методом фотоколориметрии. Методика.
 - 2.3. Расчет величины адсорбции индикаторов на исследуемых образцах, построение спектров РЦА.
 - 2.4. Обсуждение полученных результатов.
3. Заключение (анализ результатов изучения кислотно-основных свойств поверхности изучаемых адсорбентов, полученных разными методами).
4. Литература.

Критерии оценивания:

«Неудовлетворительно»: работа не выполнена или выполнена не полном объеме; работа не оформлена или оформлена с грубыми ошибками в расчетах или при обсуждении результатов; при защите работы студент не ориентируется в работе и не отвечает на дополнительные вопросы преподавателя в рамках данной программы.

«Удовлетворительно»: работа выполнена в полном объеме, получены корректные результаты; работа удовлетворительно оформлена, но имеются ошибки в расчетах или при обсуждении результатов; при защите работы студент неуверенно ориентируется, отвечает на дополнительные вопросы преподавателя в рамках данной программы, но допускает много ошибок/неточностей.

«Хорошо»: работа выполнена в полном объеме, получены корректные результаты; работа хорошо оформлена с привлечением литературных источников при обсуждении результатов, но содержит незначительные ошибки/неточности; при защите работы студент хорошо ориентируется, отвечает на дополнительные вопросы преподавателя в рамках данной программы, но допускает некоторые ошибки/неточности.

«Отлично»: работа выполнена в полном объеме, получены корректные результаты; работа правильно оформлена без замечаний или с замечаниями, которые устранены в ходе написания отчета, с привлечением литературных источников при обсуждении результатов; при защите работы студент хорошо ориентируется, отвечает на все дополнительные вопросы преподавателя в рамках данной программы.

3. Оценочные материалы итогового контроля (промежуточной аттестации) и критерии оценивания

Изучение дисциплины завершается устным экзаменом, допуском к которому является сдача и защита отчетов по всем выполненным практическим работам. Экзаменационный билет состоит из двух теоретических вопросов, позволяющих оценить достижение РООПК 1.1, РООПК 2.2, РООПК 3.1, РОПК 1.1, РОПК 1.2.

Примерный перечень теоретических вопросов

1. Проточный реактор. Режим идеального вытеснения, «интегральный реактор». Время контакта.
2. Условия проведения исследований каталитических свойств. Влияние процессов массо- и теплопереноса. Экспериментальные способы проверки отсутствия внешней и внутренней диффузии при проведении эксперимента.
3. Проточные методы исследования каталитических свойств твердых катализаторов: дифференциальный реактор, режим идеального смешения. Проточно-циркуляционная установка. Дифференциальный режим в проточном реакторе. Удельная каталитическая активность.
4. Пористость твердых тел. Определение объема пор и распределения пор по размерам из изотерм адсорбции-десорбции, полученных с помощью прибора «TriStar 3020».
5. Классификация методов определения кислотно-основных свойств поверхности твердых тел. Кислотно-основные параметры различных методов, их определение, характеристика с их помощью кислотно-основного состояния поверхности твердых тел.
6. Условия применимости уравнений Генри, Фрейндлиха, Ленгмюра и Дубинина-Астахова для анализа экспериментальных изотерм адсорбции из растворов.
7. Общие закономерности адсорбции веществ из водных растворов на твердой поверхности. Классификация экспериментальных изотерм адсорбции из водных растворов по Гильсу
8. Микро-, мезо- и макропоры. Механизм заполнения, адсорбции в порах различных размеров. Модельные виды пор и закономерности конденсации в них
9. Уравнение Томсона-Кельвина. Использование уравнения для расчета размеров и объема пор.

10. Микропоры. Адсорбция на микропористых сорбентах. Определение объёма пор и распределения пор по размерам из изотерм адсорбции-десорбции, полученных с помощью прибора «3Flex»

Оценочные материалы в полном объеме содержатся в архиве кафедры и на странице курса в системе Moodle.

Результаты экзамена определяются оценками «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно». Критерии оценивания описаны ниже.

Неудовлетворительно: не знает, не владеет материалом, в том числе затрудняется в формулировке основных теоретических понятий и плохо разбирается в принципах работы классического и современного оборудования (приборов и установок) по тематике дисциплины; не разбирается в определении и расчетах параметров и в вопросах их связи с другими свойствами твердого тела.

Удовлетворительно: имеет представление об основных понятиях изучаемой дисциплины, о методах определения свойств поверхности твердых тел, но делает при этом много ошибок; делает грубые ошибки при работе на приборах, необходимых для изучения поверхностных свойств, а также в определении соответствующих параметров.

Хорошо: знает основные теории и уравнения, лежащие в основе методов определения поверхностных свойств, но допускает при этом неточности; разбирается в принципах работы классического и современного оборудования (приборов и установок) по тематике дисциплины, может использовать различные приборы, методы исследования поверхностных свойств, правильно определяет основные параметры, характеризующие поверхность адсорбентов и катализаторов, но допускает небольшие неточности.

Отлично: знает основные теории и уравнения, лежащие в основе методов определения поверхностных свойств; отлично разбирается в принципах работы классического и современного оборудования (приборов и установок) по тематике дисциплины; без труда может использовать различные приборы, методы исследования поверхностных свойств; правильно определяет основные параметры, характеризующие поверхность адсорбентов и катализаторов.

Информация о разработчиках

Харламова Тамара Сергеевна, канд. хим. наук, кафедра физической и коллоидной химии Национального исследовательского Томского государственного университета, доцент.

Грабченко Мария Владимировна, канд. хим. наук, кафедра физической и коллоидной химии Национального исследовательского Томского государственного университета, доцент.