Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Вишневский Дмитрий Александрович
Должность: Ректор
Дата подписания: 30.04.2025 11:55:50
Уникальный программный ключ:
03474917c4d012283e5ad996a48a5e70bf8da057

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
(МИНОБРНАУКИ РОССИИ)

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ДОНБАССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(ФГБОУ ВО «ДонГТУ»)

Факультет горно-металлургической промышленности и строительства
Кафедра металлургических технологий

УТВЕРЖДАЮ
И. о. проректора
по учебной работе
Д.В. Мулов

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Кинетика гетерогенных процессов
(наименование дисциплины)

18.03.01 Химическая технология
(код, наименование специальности)

Химическая технология природных энергоносителей и углеродных материалов
(профиль подготовки)

Квалификация бакалавр
(бакалавр/специалист/магистр)

Форма обучения очная, заочная
(очная/заочная)

Алчевск, 2024

1 Цели и задачи изучения дисциплины

Цели дисциплины:

- формирование базовых знаний о процессах в гетерогенных системах
- изучение основ кинетики процессов в многофазных системах.

Задачи изучения дисциплины: ознакомить студента с механизмами гетерогенных процессов и методами оценки их скоростей.

Дисциплина нацелена на формирование:
профессиональных компетенций (ПК-1) выпускника.

2 Место дисциплины в структуре ОПОП ВО

Логико-структурный анализ дисциплины: курс входит в часть Блока 1, формируемую участниками образовательных отношений подготовки студентов по направлению 18.03.01 «Химическая технология», профиль «Химическая технология природных энергоносителей и углеродных материалов».

Дисциплина реализуется кафедрой металлургических технологий.

Входные знания студента базируются на изученных дисциплинах: «Физическая химия», «Общая химическая технология».

Приобретенные знания могут быть использованы при изучении дисциплины «Управление технологическими процессами в коксохимическом производстве».

Общая трудоемкость освоения дисциплины: для очной формы обучения составляет 3 зачетные единицы, 108 ак.ч.. Программой дисциплины предусмотрены лекционные (18 ак.ч.), практические (18 ак.ч.) занятия и самостоятельная работа студента (72 ак.ч.).

Дисциплина изучается на 4 курсе в 7 семестре. . Форма промежуточной аттестации – экзамен.

Общая трудоемкость освоения дисциплины: для заочной формы обучения составляет 3 зачетных единицы, 108 ак.ч.. Программой дисциплины предусмотрены лекционные (6 ак.ч.), практические (6 ак.ч.) занятия и самостоятельная работа студента (96 ак.ч.).

Дисциплина изучается на 3 курсе в 6 семестре. Форма промежуточной аттестации – экзамен.

3. Перечень результатов обучения по дисциплине, соотнесённых с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Процесс изучения дисциплины «Кинетика гетерогенных процессов» направлен на формирование компетенций, представленных в таблице 1.

Таблица 1 – Компетенции, обязательные к освоению

Содержание компетенции	Код компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции
Профессиональные компетенции		
Готовность использовать знание свойств химических элементов, соединений и материалов на их основе для решения задач профессиональной деятельности	ПК-1	ПК 1.1. Знает: основные химические реакции и кинетические закономерности гомогенных и гетерогенных процессов переработки энергоносителей и углеродных материалов. ПК-1.2. Умеет: обосновывать выбор условий проведения процессов и типа реакционных аппаратов, обеспечивающих максимальную производительность и селективность. ПК-1.3. Владеет: методами расчетов реакторов переработки. энергоносителей и углеродных материалов.

4 Объём и виды занятий по дисциплине

Общая трудоёмкость учебной дисциплины составляет 3 зачётных единиц, 108 ак.ч.

Самостоятельная работа студента (СРС) включает проработку материалов лекций, подготовку к практическим занятиям, текущему контролю, самостоятельное изучение материала.

При организации внеаудиторной самостоятельной работы по данной дисциплине используются формы и распределение бюджета времени на СРС для очной формы обучения в соответствии с таблицей 2.

Таблица 2 – Распределение бюджета времени на СРС

Вид учебной работы	Всего ак.ч.	Ак.ч. по семестрам
		7
Аудиторная работа, в том числе:	36	36
Лекции (Л)	18	18
Практические занятия (ПЗ)	18	18
Лабораторные работы (ЛР)	-	-
Курсовая работа/курсовой проект	-	-
Самостоятельная работа студентов (СРС), в том числе:	72	72
Подготовка к лекциям	4	4
Подготовка к лабораторным работам	-	-
Подготовка к практическим занятиям / семинарам	18	18
Выполнение курсовой работы / проекта	-	-
Расчетно-графическая работа (РГР)	-	-
Реферат (индивидуальное задание)	-	-
Домашнее задание	-	-
Подготовка к контрольной работе	-	-
Подготовка к коллоквиуму	6	6
Аналитический информационный поиск	16	16
Работа в библиотеке	16	16
Подготовка к экзамену/диф.зачёту/зачету	12	12
Промежуточная аттестация – экзамен/диф.зачёт/зачёт	Э	Э
Общая трудоемкость дисциплины		
ак.ч.	108	108
з		

5 Содержание дисциплины

С целью освоения компетенций, приведенных в п.3 дисциплина разбита на 4 темы:

- тема 1 (Введение. Кинетика и механизмы элементарных химических реакций),
- тема 2 (Общие представления о катализе. Гетерогенный катализ),
- тема 3 (Кинетика твердофазных реакций. Математическое описание кинетики твердофазных реакций),
- тема 4 (Методы исследования кинетики и механизма твердофазных реакций),

Виды занятий по дисциплине и распределение аудиторных часов для очной и заочной формы обучения приведены в таблицах 3 и 4 соответственно.

Таблица 3 – Виды занятий по дисциплине и распределение аудиторных часов (очная форма обучения)

№ п/п	Наименование темы (раздела) дисциплины	Содержание лекционных занятий	Трудоемкость в ак.ч.	Темы практических занятий	Трудоемкость в ак.ч.
1	Введение. Кинетика и механизмы элементарных химических реакций	Введение. Скорость химической реакции. Кинетические уравнения элементарных химических реакций, закон действующих масс. уравнение Аррениуса. Соотношение скоростей стадий в многостадийных процессах.	6	Сопоставление на примерах .кинетических особенностей твердофазных реакций и реакций в газовой фазе.	4
2	Общие представления о катализе. Гетерогенный катализ	Определения катализа. Механизм каталитических реакций. Строение поверхности твердых тел и его влияние на каталитическую активность.	4	Анализ моделей и уравнений изотермической кинетики для различных лимитирующих стадий гетерогенных взаимодействий.	4
3	Кинетика твердофазных реакций.	Основные понятия, особенности реакций с участием твердых фаз. Модели реакций, лимитируемых процессами на границе раздела фаз. Модели зародышеобразования.	4	Планирование и постановка кинетического эксперимента в случае твердофазных реакций. Исследование кинетики твердофазных реакций и комплексный термический анализ.	6
4	Методы исследования кинетики и механизма твердофазных реакций	Обзор методов исследования кинетики н механизма твердофазных реак-ций: микроскопические методы (оптическая, электронная микроскопия), методы, основанные на фиксации поглощения и выделения тепла, дифракционные и спектроскопические методы. Магнитные и электрические измерения.	4	Механизм и кинетика термического разложения карбонатов.	4
5	Всего аудиторных часов		18	–	18

Таблица 4 – Виды занятий по дисциплине и распределение аудиторных часов (заочная форма обучения)

№ п/п	Наименование темы (раздела) дисциплины	Содержание лекционных занятий	Трудоемкость в ак.ч.	Темы практических занятий	Трудоемкость в ак.ч.
1	Введение. Кинетика и механизмы элементарных химических реак-ций	Введение. Скорость химической реакции. Кинетические уравнения элементарных химических реакций, закон действующих масс...	2	Сопоставление на примерах .кинетических особенностей твердофазных реакций и ре-акций в газовой фазе.	2
2	Общие представления о катализе. Гетерогенный катализ	Определения катализа. Механизм каталитических реакций. Строение поверхности твердых тел.	2	Анализ моделей и уравнений изотермической кинетики для различных лимитирующих стадий гетерогенных взаимодействий.	2
3	Кинетика твердофазных реакций. Методы исследования кинетики и механизма твердофазных реакций	Основные понятия, особенности реакций с участием твердых фаз. Модели реакций, лимитируемых процессами на границе раздела фаз. Обзор методов исследования кинетики н механизма твердофазных реак-ций	2	Планирование и постановка кинетического эксперимента в случае твердофазных реакций.	2
4	Всего аудиторных часов		6	–	6

6. Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации студентов по по итогам освоения дисциплины

6.1 Критерии оценивания

В соответствии с Положением о кредитно-модульной системе организации образовательного процесса ФГБОУ ВО «ДонГТУ» (https://www.dstu.education/images/structure/license_certificate/polog_kred_modul.pdf) при оценивании сформированности компетенций по дисциплине используется 100-балльная шкала. Перечень компетенций по дисциплине и способы оценивания знаний в таблице 5.

Таблица 5 – Перечень компетенций по дисциплине и способы оценивания знаний

Код и наименование компетенции	Способ оценивания	Оценочное средство
ПК-1	Зачет	Комплект контролирующих материалов

Всего по текущей работе в семестре студент может набрать 100 баллов, в том числе:

– устный опрос на коллоквиумах (дважды по п.п. 6.4) – всего 60 баллов;

– практические работы – всего 40 баллов;

Экзамен проставляется автоматически по результатам работы в семестре, если студент набрал в течение семестра не менее 60 баллов и отчитался за каждую контрольную точку. Минимальное количество баллов по каждому из видов текущей работы составляет 60 % от максимального. Если полученная сумма баллов не устраивает студента, он имеет право повысить итоговую оценку в результате сдачи экзамена.

Шкала оценивания знаний при проведении промежуточной аттестации приведена в таблице 6.

Таблица 6 – Шкала оценивания знаний

Сумма баллов за все виды учебной деятельности	Оценка по национальной шкале зачёт/экзамен (диф.зачет)
0-59	Не зачтено/неудовлетворительно
60-73	Зачтено/удовлетворительно
74-89	Зачтено/хорошо
90-100	Зачтено/отлично

6.2 Домашнее задание

Не предусмотрено

6.3 Темы для рефератов

Не предусмотрены

6.4 Оценочные средства для самостоятельной работы, для текущего контроля успеваемости на коллоквиумах

Тема 1 Введение. Кинетика и механизмы элементарных химических реакций

1) Как определяется скорость химической реакции?
2) Какие переменные входят в кинетические уравнения?
3) Сформулируйте закон действующих масс.
4) Что такое молекулярность реакции?
5) Что такое порядок реакции?
6) Что такое константа скорости реакции?
7) Какие параметры реакции связывает уравнение Аррениуса?
8) Что характеризует энергия активации в уравнении Аррениуса?
9) Как влияет температура на скорость химических реакций?

Тема 2 Общие представления о катализе. Гетерогенный катализ.

1) Какие вещества называют катализаторами?
2) Что такое катализ?
3) Что такое гомогенный катализ?
4) Что такое гетерогенный катализ?
5) Приведите примеры каталитических процессов в природе.
6) Что такое каталитический цикл?
7) Как влияет строение поверхности твердых тел на каталитическую активность?

Тема 3 Кинетика твердофазных реакций. Математическое описание кинетики твердофазных реакций.

1) Каковы особенности реакций с участием твердых фаз?
2) Каково влияние неравновесных дефектов на скорость и механизм твердофазного взаимодействия?
3) Какова роль диффузионных процессов в твердофазных реакциях?
4) Поясните суть кинетических моделей твердофазных реакций.
5) Поясните суть диффузионных моделей твердофазных реакций.
6) Поясните суть моделей зародышеобразования в твердофазных реакцияхреакций.

Тема 4 Методы исследования кинетики и механизма твердофазных реакций

1) Поясните суть микроскопических методов исследования кинетики и механизма твердофазных реакций.

2) Поясните суть термиических методов исследования кинетики и механизма твердофазных реакций.
3) Поясните суть дифракционных методов исследования кинетики и механизма твердофазных реакций.
4) Поясните суть спектроскопических методов исследования кинетики и механизма твердофазных реакций.
5) Поясните суть дилатометрического метода исследования кинетики и механизма твердофазных реакций.

6.5 Вопросы для подготовки к экзамену (тестовому коллоквиуму)

1. Как определяется скорость химической реакции?
2. Какие переменные входят в кинетические уравнения?
3. Сформулируйте закон действующих масс.
4. Что такое молекулярность реакции?
5. Что такое порядок реакции?
6. Что такое константа скорости реакции?
7. Какие параметры реакции связывает уравнение Аррениуса?
8. Что характеризует энергия активации в уравнении Аррениуса?
9. Как влияет температура на скорость химических реакций?
10. Какие вещества называют катализаторами?
11. Что такое катализ?
12. Что такое гомогенный катализ?
13. Что такое гетерогенный катализ?
14. Приведите примеры каталитических процессов в природе.
15. Что такое каталитический цикл?
16. Как влияет строение поверхности твердых тел на каталитическую активность?
17. Каковы особенности реакций с участием твердых фаз?
18. Каково влияние неравновесных дефектов на скорость и механизм твердофазного взаимодействия?
19. Какова роль диффузионных процессов в твердофазных реакциях?
20. Поясните суть кинетических моделей твердофазных реакций.
21. Поясните суть диффузионных моделей твердофазных реакций.
22. Поясните суть моделей зародышеобразования в твердофазных реакцияхреакций.
23. Поясните суть микроскопических методов исследования кинетики и механизма твердофазных реакций.
24. Поясните суть термиических методов исследования кинетики и механизма твердофазных реакций.
25. Поясните суть дифракционных методов исследования кинетики и механизма твердофазных реакций.
26. Поясните суть спектроскопических методов исследования кинетики и механизма твердофазных реакций.

27. Поясните суть дилатометрического метода исследования кинетики и механизма твердофазных реакций.

6.6 Примерная тематика курсовых работ.

Не предусмотрено

7 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

7.1 Рекомендуемая литература

Основная литература

1 Иртюго, Л. А. Кинетика гетерогенных процессов: учебное пособие / Л. А. Иртюго, А. А. Шубин; Министерство науки и высшего образования Российской Федерации, Сибирский федеральный университет. — Красноярск : СФУ, 2021. — 128 с. https://www.litres.ru/book/a-a-shubin/kinetika-geterogennyh-processov-65681141/. [Текст: электронный] Дата обращения 25.08 2024

Дополнительная литература

2 Барре, П. Кинетика гетерогенных процессов / П. Барре; Перевод с фр. канд. хим. наук Н.З. Ляхова Под ред. проф. В.В. Болдырева. - Москва : Мир, 1976. - 399 с. https://litmir.club/bd/?b=857389 [Текст: электронный] Дата обращения 25.08 2024

7.2 Базы данных, электронно-библиотечные системы, информационно-справочные и поисковые системы

1. Научная библиотека ДонГТУ: официальный сайт.— Алчевск. — URL: library.dstu.education.— Текст: электронный.
2. Научно-техническая библиотека БГТУ им. Шухова : официальный сайт. — Белгород. — URL: http://ntb.bstu.ru/jirbis2/.— Текст: электронный.
3. Консультант студента: электронно-библиотечная система.— Москва. — URL: http://www.studentlibrary.ru/cgi-bin/mb4x.— Текст: электронный.
4. Университетская библиотека онлайн: электронно-библиотечная система.— URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=main_ub_red.— Текст: электронный.
5. IPR BOOKS: электронно-библиотечная система.—Красногорск. — URL: http://www.iprbookshop.ru/. —Текст: электронный.
6. ЭБС Издательства "Университетская библиотека онлайн" http://e.lanbook.com/
7. ЭБС Издательства "ЛАНЬ": [сайт]. – https://e.lanbook.com/
8. Цифровая библиотека IPR SMART: [сайт]. – https://www.iprbookshop.ru/
9. Национальная электронная библиотека: [сайт]. – https://rusneb.ru/
10. Российская Государственная Библиотека: [сайт]. – https://diss.rsl.ru/
11. Научная электронная библиотека «КиберЛенинка»: [сайт]. – https://cyberleninka.ru/
12. Научная электронная библиотека eLIBRARY: [сайт]. – https://elibrary.ru/defaultx.asp?/

13. Электронная библиотека «Астраханский государственный университет» – https://biblio.asu.edu.ru
14. ЭБС «Университетская Библиотека Онлайн» https://biblioclub.ru
15. Информационно-библиотечный комплекс «Политех» https://library.spbstu.ru
16. Электронная библиотека РУНЕТА: [сайт].– https://libcats.org

8 Материально-техническое обеспечение дисциплины

Материально-техническая база обеспечивает проведение всех видов деятельности в процессе обучения, соответствует требованиям ФГОС ВО.

Материально-техническое обеспечение представлено в таблице 7.

Таблица 7 – Материально-техническое обеспечение

Местоположение учебных кабинетов	Оснащенность учебного кабинета необходимым оборудованием
2 корпус ауд. 314 Площадь 65,1 $м^2$ Компьютерный класс	Персональный компьютер Принтер EpsonLX-300 Сканер
2 корпус ауд.412 площадь 64,5 $м^2$ Компьютерный класс с мультимедийным оборудованием	Персональный компьютер 10шт. Киноэкран Проектор LG DS 125 Принтер Epson LX-300 Сканер

Лист согласования РПД

Разработал
доцент кафедры
металлургических технологий
(должность)

В.В.Должиков
(подпись) (Ф.И.О.)

И.о. заведующего кафедрой
металлургических технологий

Н.Г. Митичкина
(подпись) (Ф.И.О.)

Протокол № 1 заседания кафедры
металлургических технологий

от 30.08.2024г.

И. о.декана факультета горно-металлургической
промышленности и строительства

О. В. Князьков
(подпись) (Ф.И.О.)

Согласовано

Председатель методической
комиссии по специальности
18.03.01 Химическая технология

Н. Г. Митичкина
(подпись) (Ф.И.О.)

Начальник учебно-методического центра

О.А. Коваленко
(подпись) (Ф.И.О.)

Лист изменений и дополнений

<table>
<tr><td colspan="2">Номер изменения, дата внесения изменения, номер страницы для внесения изменений</td></tr>
<tr><td>ДО ВНЕСЕНИЯ ИЗМЕНЕНИЙ:</td><td>ПОСЛЕ ВНЕСЕНИЯ ИЗМЕНЕНИЙ:</td></tr>
<tr><td colspan="2">Основание:</td></tr>
<tr><td colspan="2">Подпись лица, ответственного за внесение изменений</td></tr>
</table>