

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

Физико-технический факультет

УТВЕРЖДЕНО:

Декан

Ю.Н. Рыжих

Оценочные материалы по дисциплине

Химическая кинетика

по направлению подготовки

16.03.01 Техническая физика

Направленность (профиль) подготовки:

Компьютерное моделирование в инженерной теплофизике и аэрогидродинамике

Форма обучения

Очная

Квалификация

Инженер, инженер-разработчик

Год приема

2025

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель ОПОП

Ю.Н. Рыжих

Э.Р. Шрагер

А.Ю. Крайнов

Председатель УМК

В.А. Скрипняк

Томск – 2025

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

Целью освоения дисциплины является формирование следующих компетенций:

ОПК-1 Способен использовать в профессиональной деятельности основные законы естественнонаучных и инженерных дисциплин, применять методы математического моделирования, теоретических и экспериментальных исследований.

ОПК-2 Способен выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, привлекать для их решения физико-математический аппарат и современные компьютерные технологии.

ОПК-6 Способен самостоятельно проводить экспериментальные исследования и использовать основные приемы обработки и представления полученных данных, аргументировано защищать результаты выполненной работы.

Результатами освоения дисциплины являются следующие индикаторы достижения компетенций:

ООПК-1.1 Знает фундаментальные законы естественнонаучных и инженерных дисциплин и математические законы

ООПК-1.2 Умеет применять законы естественнонаучных и инженерных дисциплин и математические методы для решения задач теоретического и прикладного характера

ООПК-2.1 Знает методику выявления естественнонаучной сущности проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, и методику привлечения физико-математического аппарата и современные информационных технологий для их решения

ООПК-2.2 Умеет выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности и привлекать для их решения физико-математический аппарат и современные информационные технологии

ООПК-6.1 Знает основные методы и средства проведения экспериментальных исследований, способы обработки и представления данных, системы стандартизации и сертификации

ООПК-6.2 Умеет выбирать способы и средства измерений и проводить экспериментальные исследования

ООПК-6.3 Умеет обосновывать техническое решение на основе нормативных документов, регламентирующих НИОКР

2. Оценочные материалы текущего контроля и критерии оценивания

Элементы текущего контроля:

- тесты;
- контрольная работа

8 семестр обучения

**Тест (выполняется как домашнее задание),
ООПК-1.1, ООПК-1.2, ООПК-2.1, ООПК-2.2)**

Примеры вопросов:

1. Скорость цепной газофазной реакции в реакторе...:
 - а) увеличивается с ростом давления.
 - б) зависит от размера реактора.
 - в) уменьшается с ростом давления.
 - г) остается постоянной.
2. Характерное время для параллельных реакций ...:
 - а) больше, чем характерное время самой медленной стадии реакции.
 - б) меньше, чем характерное время самой быстрой стадии реакции.
 - в) больше, чем характерное время самой быстрой стадии реакции.

3. С увеличением порядка простой реакции зависимость характерного времени реакции от начальной концентрации вещества... (выберите один ответ)
 - а) усиливается
 - б) не меняется
 - в) уменьшается
4. Какие реакции называются последовательными?
 - а) если продукты одной из них являются исходным веществом для другой.
 - б) если продукты реакций могут взаимодействовать между собой.
 - в) если одна реакция начинается после завершения другой.
5. Параметр автокаталитичности равен ...
 - а) отношению констант прямой и автокаталитической реакции.
 - б) отношению константы автокаталитической реакции к константе прямой реакции.
 - в) отношению констант прямой и автокаталитической реакции деленному на начальную концентрацию исходного вещества.
6. Какая реакция называется простой?
 - а) Реакция, протекающая согласно стехиометрическому уравнению.
 - б) Реакция первого порядка.
 - в) Реакция, в которой участвуют два исходных вещества.
7. В каких координатах строится "полуостров воспламенения" реакции окисления водорода?
 - а) давление и температура
 - б) давление и время
 - в) температура и время
 - г) давление, температура и время
8. Что такое стерический фактор?
 - а) вероятность столкновения молекул
 - б) вероятность определенной пространственной ориентации молекул перед столкновением
 - в) вероятность определенной энергии взаимодействия молекул

Ключи: 1 б), 2 б), 3 а), 4 а), 5 в), 6 а), 7 а), 8 б).

Критерии оценивания: тест считается пройденным, если обучающий ответил правильно как минимум на половину вопросов.

Контрольная работа РООПК-6.1, РООПК-6.2)

На решение отводится 45 минут. Примеры вариантов задач:

1. Во сколько раз увеличится скорость прямой и обратной элементарных стадий в газовой фазе при увеличении давления в три раза?
2. Для реакции второго порядка начальные концентрации веществ А и В соответственно равны 0.5 и 2.5 моль/дм³. Во сколько раз скорость реакции при концентрации А равной 0.1 моль/дм³ меньше начальной скорости реакции?

Ответы:

Задача 1. Соответственно в 3 и 9 раз.

Задача 2. 5.95.

Критерии оценивания:

Результаты контрольной работы определяются оценками «зачтено», «не зачтено».

Оценка «зачтено» выставляется, если правильно решена одна задача.

Оценка «не зачтено» выставляется, если не решена правильно ни одна задача.

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

Промежуточная аттестация реализуется путем проведения экзамена во время сессии. К зачету студент должен получить допуск, который определяется по результатам оценок за контрольную работу и тест. При этом если контрольная работа или тест не выполнялась студентом совсем или выполнены на «не зачтено», то студент не допускается к зачету с оценкой.

Билет включает один теоретический вопрос (относится к индикаторам РООПК-1.1, РООПК-1.2) и задачу на составление кинетических уравнения. (относится к индикаторам РООПК-2.1, РООПК-2.2)

Критерий оценки вопроса:

Неудовлетворительно	Удовлетворительно	Хорошо	Отлично
означает неспособность студента верно сформулировать основные определения или результаты, требуемые в вопросе	означает неспособность студента привести кинетические законы химического процесса и неумение применить сформулированные определения и результаты для вывода кинетических уравнений	означает способность студента верно сформулировать результат и привести отдельные части решения задач химической кинетики без дополнительных указаний	означает способность студента привести кинетические закономерности различных химических процессов, умение применить сформулированные результаты к конкретной ситуации, делать необходимые обобщения и выводы, найти решения задач химической кинетики

Примерный перечень теоретических вопросов, выносимых на зачет с оценкой:

1. Основные задачи химической кинетики. Макрокинетическая система. Скорость химической реакции. Закон действующих масс.
2. Протекание реакции в условиях переменного объема и в движущейся среде.
3. Простая реакция первого порядка и ее кинетические закономерности. Характерное время процесса.
4. Простая реакция второго порядка и ее кинетические закономерности.
5. Простая реакция третьего и n -ого порядка. Кинетические закономерности.
6. Простая реакция нулевого порядка. Глубина превращения (выгорания), кинетическое подобие простых реакций.
7. Последовательные реакции.
8. Параллельные реакции. Последовательно-параллельные реакции.
9. Автокаталитические реакции (кинетическое уравнение).
10. Кинетическое уравнение обратимого химического процесса. Константа равновесия. Кинетические закономерности обратимой реакции первого порядка.
11. Метод квазистационарных концентраций (на примере реакции $H_2 + Br_2$).
12. Колебательные режимы протекания химических реакций: схема Вольтерра.
13. Элементарные понятия теории цепных реакций. Стадии цепной реакции. Длина цепи. Скорость неразветвленной цепной реакции (вероятностный подход).

14. Полимеризация, как пример цепной неразветвленной реакции.
15. Модельное уравнение цепной разветвленной реакции (вывод уравнения).
16. Исследование модельного уравнения цепной разветвленной реакции. Цепное воспламенение («полуостров» воспламенения, пределы по давлению и температуре).
17. Теория активных столкновений (скорость бимолекулярной реакции).
18. Энергия активации. Феноменологическая теория температурной зависимости скорости химической реакции от температуры. Закон Аррениуса.

4. Оценочные материалы для проверки остаточных знаний (сформированности компетенций)

Оценочные материалы для проверки остаточных знаний могут быть использованы для формирования программы ГИА (программы государственного экзамена), а также экспертом Рособнадзора при проведении проверки диагностической работы по оценке уровня сформированности компетенций обучающихся (при контрольно-надзорной проверке). Вопросы данного раздела показывают вклад дисциплины в образовательный результат образовательной программы. Объем заданий в данном разделе зависит как от количества формируемых индикаторов достижения компетенций, так и от объема дисциплины по учебному плану.

Данный тест может быть предложен студентам 4 курса бакалавриата, базового высшего образования после получения оценки по дисциплине «Химическая кинетика». Предлагается один вариант теста, выбранный случайным образом. Для подготовки к тесту рекомендуется воспользоваться представленной ниже основной литературой по дисциплине или другим источником, с его указанием.

Тест

1. Нижний предел цепного воспламенения водорода по давлению связан ... (РООПК-1.2)
 - а) с гибелью активных центров в объеме реакционного сосуда
 - б) с действием ингибитора
 - в) с гибелью активных центров на стенках реакционного сосуда
 - г) с повышением температуры
2. Согласно теории активных столкновений константа скорости реакции ... (РООПК-1.1)
 - а) не зависит от температуры
 - б) имеет экспоненциальную зависимость от температуры
 - в) имеет зависимость от температуры более сильную, чем экспоненциальная
3. Кинетическое подобие простых реакций определяется ... (РООПК-6.1)
 - а) константой скорости реакции.
 - б) начальной концентрацией исходного вещества.
 - в) порядком реакции.
4. Характерное время простой реакции второго порядка зависит от ... (РООПК-1.1)
 - а) концентрации исходных веществ
 - б) константы скорости реакции
 - в) концентрации исходных веществ и константы скорости реакции
5. Закон Аррениуса определяет зависимость константы скорости реакции от ... (РООПК-6.1)
 - а) давления
 - б) температуры
 - в) давления и температуры
6. Кинетическая кривая для простой реакции первого порядка имеет... (РООПК-6.2)
 - а) логарифмическую зависимость

- б) экспоненциальную зависимость
 - в) линейную зависимость
7. В модельное уравнение цепного воспламенения Семенова Н.Н. входят константы... (РООПК-1.2)
- а) скорости образования цепей, скорости гибели цепей, скорости ветвления цепей
 - б) скорости продолжения цепей, скорости гибели цепей
 - в) скорости гибели цепей, скорости ветвления цепей
8. Что показывают стехиометрические коэффициенты? (РООПК-1.1)
- а) скорость прохождения химической реакции.
 - б) направление химической реакции .
 - в) пропорцию веществ, участвующих в химическом процессе.
9. Скорость полимеризации на рабочей стадии процесса зависит от ... (РООПК-2.1).
- а) концентрации инициатора.
 - б) концентрации мономера.
 - в) концентрации продукта.
10. Стационарная точка в схеме Вольтерра ... (РООПК-1.2)
- а) определяется равновесными концентрациями исходного компонента и промежуточных продуктов реакции.
 - б) зависит от отношения концентраций промежуточных продуктов реакции.
 - в) соответствует квазистационарным концентрациям промежуточных продуктов реакции.
- Ключи: 1 в), 2 в), 3 в), 4 в), 5 б), 6 б), 7 а), 8 в), 9 б), 10 в).

Критерий оценивания: Для успешного выполнения теста ответы на 2/3 вопросов должны быть верными.

Перечень учебной литературы

1. Буркина Р.С., Прокофьев В.Г. Основы химической кинетики: учебное пособие. – Томск: Издательский дом Томского государственного университета. 2016. -112 с.
2. Черепанов В.А., Аксенова Т.В. Химическая кинетика. – Екатеринбург: Издательство Уральского университета. 2016. – 132 с.

Информация о разработчиках

Прокофьев Вадим Геннадьевич, д.ф.-м.н., доцент, профессор кафедры математической физики ФТФ НИ ТГУ.