

В Ы С Ш Е Е О Б Р А З О В А Н И Е

ХИМИЧЕСКАЯ КИНЕТИКА

РЕШЕНИЕ ОБРАТНЫХ ЗАДАЧ

Н. Н. Батыршин, Х. Э. Харлампиди, Н. М. Нурулина



www.e.lanbook.com



**ЭБС
ЛАНЬ® ЛАНЬ**

Н. Н. БАТЫРШИН,
Х. Э. ХАРЛАМПИДИ,
Н. М. НУРУЛЛИНА

ХИМИЧЕСКАЯ КИНЕТИКА РЕШЕНИЕ ОБРАТНЫХ ЗАДАЧ

Издание второе,
исправленное и дополненное

ДОПУЩЕНО

*Федеральным учебно-методическим объединением
в сфере высшего образования по укрупненной группе
специальностей и направлений подготовки
«Химические технологии» в качестве учебного пособия
для студентов высших учебных заведений,
обучающихся по направлениям «Химическая технология»,
«Энерго- и ресурсосберегающие процессы
в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии»
уровня бакалавриата; «Химическая технология»,
«Энерго- и ресурсосберегающие процессы
в химической технологии, нефтехимии
и биотехнологии» уровня магистратуры*



САНКТ-ПЕТЕРБУРГ
МОСКВА · КРАСНОДАР
2023

УДК 544.4(075.8)

ББК 24.54я73

Б 28 Батыршин Н. Н. Химическая кинетика. Решение обратных задач : учебное пособие / Н. Н. Батыршин, Х. Э. Харлампида, Н. М. Нуруллина. — 2-е изд., испр. и доп. — Санкт-Петербург : Лань, 2023. — 176 с. : ил. — Текст : непосредственный.

ISBN 978-5-8114-4432-8

Изложены графические методы обработки экспериментальных данных, полученных в кинетическом эксперименте. На конкретных примерах, в том числе из собственного опыта авторов, приведены методики постановки эксперимента и способы вычисления важнейших кинетических параметров: порядков, энергий активации, скоростей и т. д. Подробно изложены теория и практика решения прямой и обратной задач химической кинетики в простых и сложных реакциях.

Во втором издании по возможности устранены обнаруженные опечатки и ошибки, существенно переработаны некоторые и введены новые разделы, учтены замечания коллег и читателей.

Подготовлено на кафедре общей химической технологии Казанского национального технологического исследовательского университета.

Предназначено для студентов вузов, обучающихся по направлениям подготовки и специальностям в составе УГСН «Химия», «Химические технологии», а также аспирантов, специализирующихся по физической химии, кинетике и катализу.

УДК 544.4(075.8)

ББК 24.54я73

Обложка

П. И. ПОЛЯКОВА

© Издательство «Лань», 2023

© Коллектив авторов, 2023

© Издательство «Лань»,
художественное оформление, 2023

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	5
ГЛАВА 1. О ГРАФИКАХ (крупницы опыта)	8
ГЛАВА 2. КИНЕТИЧЕСКАЯ КРИВАЯ	21
2.1. Типы кинетических кривых	21
2.2. Постановка эксперимента и построение кривых	25
ГЛАВА 3. СКОРОСТЬ ХИМИЧЕСКОЙ РЕАКЦИИ	29
ГЛАВА 4. ПОРЯДОК РЕАКЦИИ	35
4.1. Определение порядка по начальным скоростям	36
4.1.1. Реакции с одним реагентом	36
4.1.2. Реакции с несколькими реагентами	39
4.2. Временной порядок	41
4.3. Определение порядка по периоду полураспада	43
ГЛАВА 5. ВЛИЯНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ НА СКОРОСТЬ РЕАКЦИИ И ПОЛОЖЕНИЕ РАВНОВЕСИЯ	48
5.1. Температурная зависимость константы скорости	51
5.2. Температурная зависимость начальной скорости	52
5.3. Определение энергии активации по кинетическим кривым	54
5.4. Активационные параметры реакции	57
5.5. Уравнение Вант-Гоффа	58
ГЛАВА 6. КИНЕТИКА ПРОСТЫХ РЕАКЦИЙ	60
6.1. Реакция первого порядка	60
6.1.1. Обратная задача	63
6.2. Реакции второго порядка	64
6.3. Реакции третьего порядка	71
6.4. Обратимые реакции первого порядка	74
6.4.1. Обратная задача	76
6.5. Обратимые реакции второго порядка	79
6.5.1. Обратная задача	80
ГЛАВА 7. КИНЕТИКА СЛОЖНЫХ РЕАКЦИЙ	84
7.1. Последовательные реакции	85
7.1.1. Обратная задача	88
7.2. Параллельные реакции	96
7.2.1. Превращение одного реагента в двух направлениях	97
7.2.2. Обратная задача	99
7.2.3. Две независимые реакции с общим реагентом	105
7.2.4. Обратная задача	108
7.2.5. Конкурирующие параллельные реакции	110
7.2.6. Обратная задача	111

7.3. Последовательно-параллельные реакции	120
7.4. Последовательно-параллельные реакции с обратимыми стадиями	127
7.5. Методы кинетического исследования сложных реакций	129
ГЛАВА 8. КИНЕТИКА КАТАЛИТИЧЕСКИХ РЕАКЦИЙ	135
8.1. Формально-кинетическая схема	135
8.1.1. Обратная задача	138
8.1.2. Ингибирование каталитических реакций	147
8.1.3. Автокаталитические реакции	151
ГЛАВА 9. ОФОРМЛЕНИЕ КИНЕТИЧЕСКИХ ДАННЫХ	159
ПРИЛОЖЕНИЯ	165
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК	172