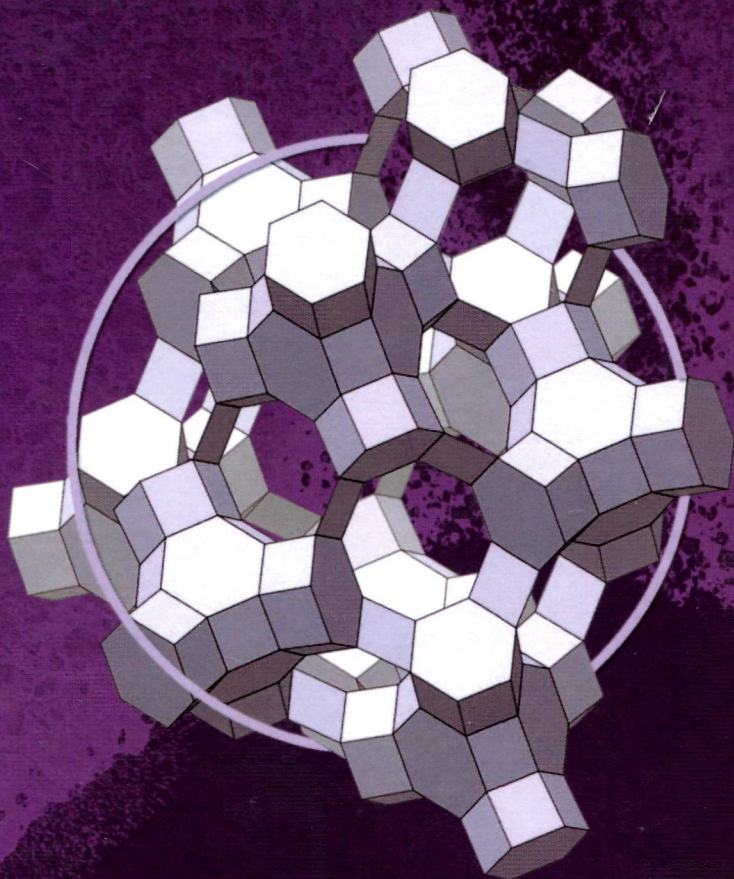


УЧЕБНИК ДЛЯ ВЫСШЕЙ ШКОЛЫ

Б. В. Романовский

ОСНОВЫ КАТАЛИЗА



ИЗДАТЕЛЬСТВО

БИНОМ

УДК 544
ББК 24.54я73
Р69

Серия основана в 2009 г.

Романовский Б. В.

Р69 Основы катализа : учебное пособие / Б. В. Романовский. — М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2014. — 172 с. : ил. — (Учебник для высшей школы).

ISBN 978-5-9963-0520-9

Учебное издание, написанное профессором кафедры физической химии химического факультета МГУ имени М. В. Ломоносова, основано на материале лекций, которые автор в течение ряда лет читал в рамках общего курса физической химии и нескольких спецкурсов. В учебном пособии две части. В первой части изложены современные представления о фундаментальных физико-химических принципах катализа, общих для всех типов каталитических систем, во второй — подходы к классификации катализаторов и каталитических процессов, а также основные характеристики, используемые при оценке эффективности работы каталитических систем. Основное внимание во второй части уделено особенностям, характерным для трех главных типов каталитических процессов — гомогенного, ферментативного и гетерогенного катализа.

Для студентов и аспирантов химических и других естественно-научных факультетов университетов и вузов.

УДК 544
ББК 24.54я73

Учебное издание

«Учебник для высшей школы»

Романовский Борис Васильевич

ОСНОВЫ КАТАЛИЗА

Учебное пособие

Генеральный редактор канд. хим. наук *Т. И. Почкаева*

Редактор канд. хим. наук *Е. Э. Григорьева*

Художник *Н. А. Новак*

Технический редактор *Е. В. Денюкова*

Компьютерная верстка: *К. А. Мордвицев*

Подписано в печать 19.06.14. Формат 60 × 90/16.

Усл. печ. л. 11,00. Тираж 300 экз. Заказ 3307.

Издательство «БИНОМ. Лаборатория знаний»

125167, Москва, проезд Аэропорта, д. 3

Телефон: (499) 157-5272, e-mail: binom@Lbz.ru, <http://www.Lbz.ru>

Отпечатано способом ролевой струйной печати

в ОАО «Первая Образцовая типография»

Филиал «Чеховский Печатный Двор»

142300, Московская область, г. Чехов, ул. Полиграфистов, д. 1

Сайт: www.chpd.ru, E-mail: sales@chpd.ru, т/ф. 8(496)726-54-10

ISBN 978-5-9963-0520-9

© БИНОМ. Лаборатория знаний, 2014

Содержание

Предисловие	3
-----------------------	---

Часть 1

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ КАТАЛИЗА

1.1. Исторический обзор	5
1.2. Катализ и научно-технический прогресс	8
1.3. Современное определение катализа	10
1.4. Катализ и химическое равновесие	11
1.5. Промежуточные соединения в катализе	12
1.6. Факторы каталитического ускорения реакций	13
1.7. Взаимодействие реакционной среды и катализатора	21

Часть 2

КАТАЛИТИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ В ДЕЙСТВИИ

2.1. Основные типы катализаторов и каталитических процессов	25
2.2. Активность, селективность и стабильность катализаторов	26
2.3. Гомогенный катализ	31
2.3.1. Общие сведения о гомогенном катализе	31

2.3.2.	Кислотно-основной гомогенный катализ	33
	Протонодонорные свойства кислот в водных растворах . . .	34
	Протоноакцепторные свойства субстратов каталитических реакций	41
	Механизм и кинетика каталитических реакций в растворах кислот	45
	Основные типы химических превращений, катализируемых кислотами Брэнстеда.	47
	Химические превращения, катализируемые основаниями Брэнстеда	53
	Химические превращения, катализируемые кислотами Льюиса	54
2.3.3.	Окислительно-восстановительный гомогенный катализ	55
2.3.4.	Гомогенный катализ металлокомплексами	60
2.4.	Ферментативный катализ	79
2.4.1.	Общие сведения о ферментативном катализе	79
2.4.2.	Классификация ферментов и ферментативных реакций	81
2.4.3.	Структурная организация ферментов	82
2.4.4.	Активные и адсорбционные центры ферментов	89
2.4.5.	Зависимость активности ферментов от pH среды и термическая инактивация ферментов	91
2.4.6.	Механизмы ферментативного катализа	93
2.4.7.	Кинетика ферментативных реакций	94
	Квазистационарная кинетика	94
	Предстационарная кинетика	98
	Конкурентное и неконкурентное ингибирование	100
	Субстратное ингибирование	105
2.5.	Гетерогенный катализ	107
2.5.1.	Общие сведения о гетерогенном катализе	107
2.5.2.	Состав и структура гетерогенных катализаторов	108
2.5.3.	Отравление и старение катализаторов	110
2.5.4.	Активные центры гетерогенных катализаторов	112
2.5.5.	Кислотно-основной гетерогенный катализ	118
2.5.6.	Окислительно-восстановительный гетерогенный катализ	124

2.5.7. Бифункциональный гетерогенный катализ	131
2.5.8. Катализ цеолитами (молекулярными ситами)	133
2.5.9. Размерные эффекты и нанокатализ	136
2.5.10. Имобилизованные ферменты и металлокомплексы	139
Имобилизованные ферменты	140
Закрепленные металлокомплексы	140
2.5.11. Кинетика и макрокинетика гетерогенных каталитических реакций	143
Внутрикинетическая область гетерогенных каталитических реакций	145
Внутридиффузионная область гетерогенных каталитических реакций	152
2.6. Катализ в XXI веке	161
2.6.1. Катализ и проблемы экологии	162
2.6.2. Катализ и проблемы энергетики	163
2.6.3. Катализ как часть «науки о жизни»	166
Литература	168