



www.id-intellect.ru

# Химия и химические технологии

## I полугодие 2025 г.

**Электронный каталог Издательского дома «Интеллект»  
включает в себя 18 тематических разделов**

**Сведения об авторах в электронном каталоге повторяют тексты,  
указанные на обложках книг в год их выпуска.**

*Прикладная, вычислительная и дискретная математика. Математика для физиков*

*Общая физика*

*Физика конденсированного состояния*

*Теоретическая и математическая физика*

*Гидрогазодинамика, механика сплошных сред*

*Методы и техника эксперимента. Прикладная физика*

*Оптика и фотоника*

*Радиофизика и электроника*

*Материаловедение*

*Нанотехнологии*

*Химия и химические технологии*

*Биология и медицинская физика*

*Науки о Земле.*

*Экология. Техносферная безопасность*

*Нефтегазовый комплекс*

*Энергетика и электротехника*

*Промышленные технологии. Машиностроение*

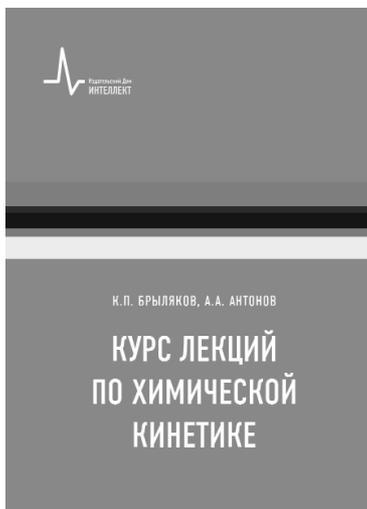
*Ядерные и радиационные технологии*

### Оглавление раздела

<i>Брыляков К.П., Антонов А.А.</i> Курс лекций по химической кинетике	4 стр.
<i>Антонов А.А., Брыляков К.П. (ред.)</i> Сборник задач по химической кинетике	6 стр.
<i>Миттова И. Я., Самойлов А. М.</i> История химии с древнейших времен и до конца XX века, 1 том	9 стр.
<i>Миттова И. Я., Самойлов А. М.</i> История химии с древнейших времен и до конца XX века, 2 том	12 стр.
<i>Франк-Каменецкий Д.А.</i> Основы макрокинетики. Диффузия и теплопередача в химической кинетике, 4-е изд.	16 стр.

<i>Лукомский Ю. Я., Гамбург Ю. Д.</i> Физико-химические основы электрохимии, 2-е изд. испр. и доп.	21 стр.
<i>Еремин В.В., Борщевский А.Я.</i> Основы общей и физической химии, 2-е изд. испр.	23 стр.
<i>Еремин В.В., Борщевский А.Ю.</i> Сборник задач по общей и физической химии	28 стр.
<i>Ролдугин В. И.</i> Физикохимия поверхности, 2-е изд.испр.	29 стр.
<i>Уманский С.Я.</i> Теория элементарных химических реакций	33 стр.
<i>Фахльман Б.</i> Химия новых материалов и нанотехнологии, пер с англ.	36 стр.
<i>Подвинцев И.Б.</i> Нефтепереработка. Практический вводный курс, 2-е переработанное и доп. изд.	38 стр.
<i>Москвин Л.Н., Родинков О.В.</i> Методы разделения и концентрирования в аналитической химии	39 стр.
<i>Леенсон И.А.</i> Как и почему происходят химические реакции. Элементы химической термодинамики и кинетики	42 стр.
<i>Грибов Л.А.</i> Элементы квантовой теории строения и свойств молекул	43 стр.
<i>Акинин Н.И.</i> Промышленная экология: принципы, подходы, технические решения	45 стр.
<i>Мюллер У.</i> Структурная неорганическая химия, пер. с англ.	47 стр.
<i>Марк Дж. и др.</i> Каучук и резина. Наука и технология, пер. с англ.	50 стр.
<i>Чоркендорф И., Наймонтсведрайт Дж.</i> Современный катализ и химическая кинетика, пер. с англ.	53 стр.
<i>Ангал Р.</i> Коррозия и защита от коррозии, пер. с англ., 2-е изд.	58 стр.
<i>Леенсон И.А.</i> Химия в технологиях индустриального общества	61 стр.
<i>Кук Д.</i> Квантовая теория молекулярных систем. Единый подход, пер. с англ.	63 стр.
<i>Плетнёв М.Ю.</i> Консерванты и современные способы защиты продукции	67 стр.
<i>Курдюмов Г.М.</i> Химия в вопросах и задачах	68 стр.
<i>Леенсон И.А.</i> Шутят .... химики!	69 стр.
<i>Пармон В.Н.</i> Термодинамика неравновесных процессов для химиков. Приложения к химической кинетике, катализу, материаловедению и биологии	72 стр.

<i>Пармон В.Н., Рогов В.А. (ред.)</i> Экспериментальные методы физической химии. Лабораторный практикум, 2-е изд.	76 стр.
<i>Гамбург Ю.Д.</i> Гальванические покрытия. Технологии, характеристики, применения. Справочное руководство	80 стр.
<i>Подвинцев И.Б.</i> Нефтепереработка и нефтехимия. Вводный курс	83 стр.
<i>Брыляков К.П., Сошников И.Е., Талз</i> Основы и применение спектроскопии ЭПР и ЯМР в химических исследованиях	85 стр.
<i>Пармон В.Н.</i> Термодинамика функционирующего катализатора. Курс лекций с задачами	87 стр.
<i>Мейлихов Е.З.</i> Искусство писать научные статьи, 2-е доп. изд.	93 стр.



**К.П. Брыляков, А.А. Антонова**  
**Курс лекций по химической кинетике**

978-5-91559-298-7  
 2022, 288 с., 60x90/16, обложка

Предметом химической кинетики – дисциплины, ставшей ныне классической – являются закономерности протекания химических реакций во времени, механизм химического процесса, взаимосвязь между строением и реакционной способностью химических соединений.

Книга К. П. Брылякова и А. А. Антонова «Курс лекций по химической кинетике» написана на основе оригинального лекционного курса, разработанного для студентов-химиков Новосибирского национального исследовательского государственного университета. Включает в себя разделы, посвящённые различным аспектам формальной кинетики, теориям элементарного акта химического превращения, влиянию среды на протекание химических реакций, сложным процессам (цепным, каталитическим, автоколебательным, процессам с иницированием и т.д.). По сравнению с исходным семестровым курсом лекций объём материала был несколько расширен; в результате получился универсальный базовый учебник, совмещающий классические разделы с актуальными направлениями развития химической кинетики.

Материал в книге изложен последовательно, логически стройно и вместе с тем доступно для круга читателей, обладающих физико-математической подготовкой и базовыми знаниями в области химии. Книга ориентирована на студентов химических специальностей классических университетов, изучающих химическую кинетику, однако также может быть полезна аспирантам при подготовке к экзаменам по специальностям «кинетика и катализ», «физическая химия», «химическая физика, горение и взрыв, физика экстремальных состояний вещества». В дополнение к курсу рекомендуется использовать учебное пособие «Сборник задач по химической кинетике и катализу» (Изд-во НГУ, 2018).

### **КОНСТАНТИН ПЕТРОВИЧ БРЫЛЯКОВ**

Доктор химических наук,  
 профессор кафедры физической химии факультета естественных наук  
 Новосибирского государственного университета,  
 заведующий отделом механизмов каталитических реакций  
 Института катализа им. Г. К. Борескова СО РАН, профессор РАН.

### **АРТЕМ АРТЕМОВИЧ АНТОНОВ**

Кандидат химических наук, старший преподаватель  
 кафедры физической химии факультета естественных наук  
 Новосибирского государственного университета,  
 научный сотрудник Института катализа им. Г. К. Борескова СО РАН.

## **Оглавление**

Предисловие

### **Глава 1. Введение**

- § 1.1. Предмет химической кинетики
- § 1.2. Основные понятия химической кинетики

### **Глава 2.**

#### **Формальная кинетика простых реакций**

- § 2.1. Дифференциальная форма закона действующих масс.  
Оценка «нормальных значений» предэкспоненциальных факторов простых реакций различных порядков
- § 2.2. Оценка вероятности попадания в реакционный объём двух и более частиц\*
- § 2.3. Правила составления кинетических уравнений
- § 2.4. Интегральная форма закона действующих масс
- § 2.5. Оценка времени протекания реакций
- § 2.6. Среднее время жизни частицы\*
- § 2.7. Методы определения порядков реакций
- § 2.8. Определение энергии активации

### **Глава 3.**

#### **Формальная кинетика сложных реакций**

- § 3.1. Обратимые реакции первого порядка
- § 3.2. Параллельные реакции первого порядка
- § 3.3. Параллельные реакции второго порядка

- § 3.4. Последовательные реакции первого
- § 3.5. Применение метода разделения переменных при интегрировании кинетических уравнений для сложных реакций
- § 3.6. Приближённые методы интегрирования
- § 3.7. Лимитирующая стадия сложного процесса Закон сложения кинетических сопротивлений
- § 3.8. Квазиравновесное приближение
- § 3.9. Кинетика релаксации к равновесию в системах, находящихся вблизи от равновесного состояния

#### **Глава 4.**

##### **Расчет процессов при постоянном давлении**

- § 4.1. Открытые системы и реакции при постоянном давлении
- § 4.2. Реактор идеального вытеснения
- § 4.3. Стационарное состояние в открытых системах
- § 4.4. Реактор полного смешения

#### **Глава 5.**

##### **Скорость элементарного акта химического превращения**

- § 5.1. Элементарная теория активных соударений
- § 5.2. Столкновение частиц со стенкой. Константа скорости гибели на стенке
- § 5.3. Теория абсолютных скоростей реакции
- § 5.4. Оценка стерических факторов с помощью теории абсолютных скоростей реакции
- § 5.5. Термодинамическая формулировка теории переходного состояния
- § 5.6. Кинетический изотопный эффект
- § 5.7. Применение вариационного принципа для поиска переходного состояния
- § 5.8. Туннельные эффекты в химических реакциях\*

#### **Глава 6.**

##### **Химические процессы в конденсированной фазе**

- § 6.1. Учёт влияния диффузии на скорость реакций в жидкости
- § 6.2. Клеточный эффект
- § 6.3. Влияние среды на элементарный акт химического превращения
- § 6.4. Учёт влияния сольватации на скорость химической реакции
- § 6.5. Вывод эффективной константы скорости реакции заряженных частиц в растворе\*
- § 6.6. Корреляционные соотношения в химической кинетике
- § 6.7. Учёт нарушения равновесного распределения частиц по энергиям. Схема Линдемана
- § 6.8. Реакции переноса электрона. Теория Маркуса

#### **Глава 7.**

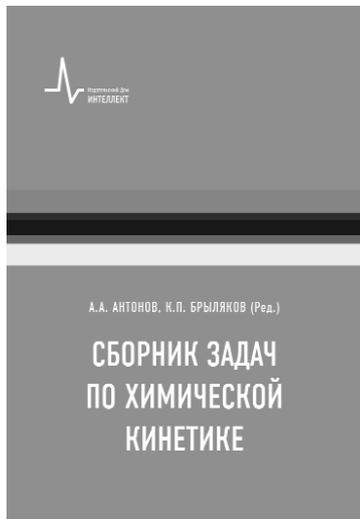
##### **Инициирование и катализ**

- § 7.1. Ускорение химических реакций с помощью инициирования и катализа
- § 7.2. Химическое инициирование. Сопряжённые реакции
- § 7.3. Фотохимическое и радиационное инициирование
- § 7.4. Катализ
- § 7.5. Ферментативный катализ
- § 7.6. Бренстедовский кислотно-основной катализ
- § 7.7. Катализ в сильноокислых средах
- § 7.8. Автокаталитические реакции
- § 7.9. Автоколебательные реакции
- § 7.10. Гетерогенный катализ

#### **Глава 8.**

##### **Цепные реакции**

- § 8.1. Общие положения. Стадии цепной реакции
- § 8.2. Кинетика неразветвлённых цепных реакций
- § 8.3. Стадии разветвлённой цепной реакции
- § 8.4. Кинетика разветвлённых цепных реакций. Критические явления
- § 8.5. Цепные реакции с энергетическим разветвлением цепей\*
- § 8.6. Третий предел самовоспламенения. Стационарная теория теплового взрыва Н.Н. Семёнова
- § 8.7. Нестационарная теория теплового взрыва
- § 8.8. Кинетика цепных реакций с вырожденным разветвлением цепей
- § 8.9. Кинетика процессов полимеризации



**А.А. Антонов, К.П. Брыляков (ред.)**  
**Сборник задач по химической кинетике**

ISBN 978-5-91559-306-9  
 2022, 288 с., 60x90/16, обложка

Химическая кинетика рассматривает закономерности протекания химических реакций во времени, механизм химического процесса, взаимосвязь между строением и реакционной способностью химических соединений.

«Сборник задач по химической кинетике», дополняющий учебник К. П. Брылякова и А. А. Антонова «Курс лекций по химической кинетике» (ИД «Интеллект», 2022, 288 с.) включает в себя более 850 оригинальных задач по формальной кинетике, процессам в открытых системах, теориям элементарного акта химического превращения, влиянию среды на протекание химических реакций, корреляционным соотношениям в химической кинетике, сложным процессам (процессам с иницированием, цепным, каталитическим, автоколебательным процессам, реакциям переноса электрона).

Сборник в значительной степени построен на основе сборников задач по химической кинетике и катализу, в разное время использовавшихся для преподавания химической

кинетики в Новосибирском государственном университете. По сравнению с наиболее свежим изданием этой серии («Сборник задач по химической кинетике и катализу», под ред. А. А. Антонова, О. Г. Сальникова, А. И. Лысикова и К. П. Брылякова, 4-е издание, исправленное и дополненное, Изд-во НГУ, 2018, 234 с.), был внесён ряд изменений. Так, структура задачника унифицирована со структурой «Курса лекций по химической кинетике», добавлено более 100 новых задач и новый раздел «Ответы».

Представленные задачи позволят читателю закрепить теоретический материал курса лекций на практике, познакомиться с примерами описания химических процессов при помощи физико-математического аппарата химической кинетики. Книга ориентирована прежде всего на студентов химических специальностей университетов, прошедших базовые курсы математического анализа, теории дифференциальных уравнений, химической термодинамики, основ квантовой механики и строения вещества. Также может быть полезна аспирантам при самостоятельной подготовке к экзаменам по специальностям «Кинетика и катализ», «Физическая химия», и преподавателям университетских учебных курсов химической кинетики и катализа.

#### **АРТЕМ АРТЕМОВИЧ АНТОНОВ**

Кандидат химических наук, старший преподаватель кафедры физической химии факультета естественных наук Новосибирского государственного университета, научный сотрудник Института катализа им. Г. К. Борескова СО РАН.

#### **КОНСТАНТИН ПЕТРОВИЧ БРЫЛЯКОВ**

Доктор химических наук, профессор кафедры физической химии факультета естественных наук Новосибирского государственного университета, заведующий отделом механизмов каталитических реакций Института катализа им. Г. К. Борескова СО РАН, профессор РАН.

### **Оглавление**

#### **Предисловие**

#### **Глава 1. ведение**

§ 1.1. Основные понятия химической кинетики. Размерности

#### **Глава 2. Формальная кинетика простых реакций**

- § 2.1. Составление кинетических уравнений
- § 2.2. Интегрирование кинетических уравнений необратимых реакций
- § 2.3. Определение константы скорости и порядка реакции
- § 2.4. Определение энергии активации

#### **Глава 3. Формальная кинетика сложных реакций**

- § 3.1. Обратимые реакции
- § 3.2. Параллельные реакции
- § 3.3. Последовательные реакции
- § 3.4. Последовательно-параллельные реакции
- § 3.5. Метод квазистационарных концентраций
- § 3.6. Квазиравновесное приближение

#### **Глава 4. Расчёт процессов при постоянном давлении**

- § 4.1. Реактор идеального вытеснения
- § 4.2. Реактор полного смешения

**Глава 5.****Скорость элементарного акта химического превращения**

- § 5.1. Элементарная теория активных соударений. Столкновения в газовой фазе
- § 5.2. Расчёт константы скорости при помощи теории переходного состояния
- § 5.3. Оценка температурной зависимости предэкспонента и стерического фактора с помощью теории переходного состояния
- § 5.4. Термодинамическая формулировка теории переходного состояния
- § 5.5. Кинетический изотопный эффект

**Глава 6. Химические процессы в конденсированной фазе**

- § 6.1. Влияние диффузии на скорость реакций в жидкости
- § 6.2. Реакции в жидкости. Клеточный эффект
- § 6.3. Влияние среды на элементарный акт химического превращения
- § 6.4. Корреляционные соотношения в химической кинетике
- § 6.5. Учёт нарушения равновесного распределения частиц по энергиям. Схема Линдемана
- § 6.6. Реакции переноса электрона. Теория Маркуса
- § 6.7. Туннельные процессы

**Глава 7. Инициирование и катализ**

- § 7.1. Фотохимическое и радиационное инициирование
- § 7.2. Ферментативный катализ
- § 7.3. Гомогенный катализ
- § 7.4. Автокаталитические реакции
- § 7.5. Автоколебательные реакции
- § 7.6. Адсорбция
- § 7.7. Гетерогенный катализ

**Глава 8 Цепные реакции**

- § 8.1. Неразветвлённые цепные реакции
- § 8.2. Разветвлённые цепные реакции
- § 8.3. Реакции с вырожденным разветвлением цепей
- § 8.4. Третий предел самовоспламенения. Стационарная теория теплового взрыва Н.Н. Семёнова
- § 8.5. Нестационарная теория теплового взрыва
- § 8.6. Кинетические закономерности процессов полимеризации

**Приложение****Библиографический список****Ответы****Ответы к главе 1****Ответы к главе 2**

- Ответы к задачам § 2.1
- Ответы к задачам § 2.2
- Ответы к задачам § 2.3
- Ответы к задачам § 2.4

**Ответы к главе 3**

- Ответы к задачам § 3.1
- Ответы к задачам § 3.2
- Ответы к задачам § 3.3
- Ответы к задачам § 3.4
- Ответы к задачам § 3.5
- Ответы к задачам § 3.6

**Ответы к главе 4**

- Ответы к задачам § 4.1
- Ответы к задачам § 4.2

**Ответы к главе 5**

- Ответы к задачам § 5.1
- Ответы к задачам § 5.2
- Ответы к задачам § 5.3

Ответы к задачам § 5.4

Ответы к задачам § 5.5

### **Ответы к главе 6**

Ответы к задачам § 6.1

Ответы к задачам § 6.2

Ответы к задачам § 6.3

Ответы к задачам § 6.4

Ответы к задачам § 6.5

Ответы к задачам § 6.6

### **Ответы к главе 7**

Ответы к задачам § 7.1

Ответы к задачам § 7.2

Ответы к задачам § 7.3

Ответы к задачам § 7.4

Ответы к задачам § 7.5

Ответы к задачам § 7.6

Ответы к задачам § 7.7

### **Ответы к главе 8**

Ответы к задачам § 8.1

Ответы к задачам § 8.2

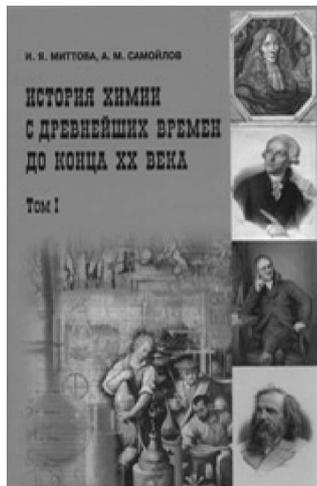
Ответы к задачам § 8.3

Ответы к задачам § 8.4

Ответы к задачам § 8.5

Ответы к задачам § 8.6

### **Часто используемые формулы**



**Миттова И. Я., Самойлов А. М.,  
История химии с древнейших времен до конца XX века ,1 том**

ISBN: 978-5-91559-130-0

2012, 416 с., цв. вклейка, 70x100/16, твердый переплёт

В учебном пособии в углубленном изложении представлены основные темы учебного лекционного курса «История и методология химии». Авторы рассматривают эволюцию химических знаний с древнейших времен до наших дней.

Особое внимание в книге уделено анализу развития и становления фундаментальных концепций химической теории; детально прослеживается сложный и длительный переход от античного атомизма к современным учениям о строении вещества.

Первый том пособия посвящен важнейшим событиям в истории химии классического периода. В нем рассмотрен вклад крупнейших ученых и философов в процесс формирования основных научных понятий и теоретических представлений с древности до 60-х гг. XIX столетия.

Издание содержит большое количество иллюстраций, способствующих более наглядной реконструкции описываемых событий, а также краткие биографии наиболее видных ученых-химиков и мыслителей древности.

Для преподавателей, студентов и аспирантов химических факультетов классических университетов, а также широкого круга читателей, интересующихся проблемами истории химии

### **Самойлов Александр Михайлович**

*Доктор химических наук, доцент кафедры неорганической химии Воронежского госуниверситета. Является научным руководителем научного направления «Синтез кристаллов и гетероструктур многокомпонентных полупроводниковых материалов с сенсорными свойствами», которое развивается с начала 1990-х гг. Автор более 170 научных и учебно-методических работ, в том числе 1 монографии и 1df авторских свидетельств.*

### **Миттова Ирина Яковлевна**

*Доктор химических наук, профессор, зав. кафедрой неорганической химии Воронежского госуниверситета. Является научным руководителем сформированного ею научного направления «Процессы хемостимулированного окисления полупроводников», которое развивается с середины 1980-х гг. Осуществляет руководство исследованиями, посвященными новым функциональным нанокерамическим и биосовместимым материалам, разработке методов их синтеза и установлению механизма процессов в соответствующих системах. Дважды удостоена Государственной научной стипендии для выдающихся ученых. Автор более 500 научных работ, в том числе 2 монографий, 16 авторских свидетельств и патентов.*

## **Оглавление**

От авторов

### **Глава 1.**

#### **История химии как часть общей истории человечества**

- 1.1. Роль химии в развитии человеческой цивилизации
- 1.2. История химии как часть истории культуры
- 1.3. Зарождение и становление истории химии
- 1.4. Периодизация истории химии
- 1.5. Краткие биографические данные ученых

### **Глава 2.**

#### **Накопление химических знаний в доисторические времена**

- 2.1. Источники знаний о химических навыках древнего человека
- 2.2. Покорение огня
- 2.3. Эра металлов
  - 2.3.1. Медь и бронза
  - 2.3.2. Железо и сталь
  - 2.3.3. Технология получения других металлов
- 2.4. Общий уровень развития прикладной химии древних цивилизаций
  - 2.4.1. Химические технологии, связанные с использованием высоких температур
  - 2.4.2. Процессы брожения
  - 2.4.3. Изготовление красок и косметических средств
  - 2.4.4. Лекарства и яды

- 2.5. Рост потребностей и накопление химических знаний
- 2.6. Происхождение термина «химия»
- 2.7. Краткие биографические данные ученых

### **Глава 3.**

#### **Первые теоретические представления древних о природе химических превращений**

- 3.1. Эволюция химии в древнейшие времена: опыт и знания
- 3.2. Античная натурфилософия
- 3.3. Формирование абстрактных понятий
- 3.4. Учение Эмпедокла об элементах
- 3.5. Платон и Аристотель: учение об элементах-качествах
- 3.6. Античная атомистика
- 3.7. Краткие биографические данные ученых

### **Глава 4.**

#### **Алхимия: поиски истины или блуждания во тьме**

- 4.1. Основные особенности алхимического периода
- 4.2. Зарождение алхимии, ее цели и основные этапы
- 4.3. Греко-египетская алхимия
- 4.4. Арабская алхимия
- 4.5. Средневековая алхимия Европы
- 4.6. Алхимический трактат
- 4.7. Закат западноевропейской алхимии
- 4.8. Место алхимии в средневековом обществе
- 4.9. Алхимия: лженаука или scientia immutabilis?
- 4.10. Краткие биографические данные ученых

### **Глава 5.**

#### **Период объединения химии**

- 5.1. Основные особенности периода объединения химии
- 5.2. Ятрохимия и ее основные результаты
- 5.3. Успехи технической химии в XVI – XVII вв.
- 5.4. Элементаризм, атомистика и метафизика эпохи Возрождения
- 5.5. Краткие биографические данные ученых

### **Глава 6.**

#### **Развитие химии в XVII–XVIII вв.**

- 6.1. Научная революция в физике и астрономии
- 6.2. Зарождение пневматической химии (химии газов)
- 6.3. Роберт Бойль
- 6.4. Ученые – современники Роберта Бойля
- 6.5. Эпоха теории флогистона
- 6.6. Открытие газов
  - 6.6.1. Открытие углекислого газа и азота
  - 6.6.2. Открытие водорода и кислорода
- 6.7. Антуан Лоран Лавуазье
  - 6.7.1. Борьба против теории флогистона
  - 6.7.2. Кислородная теория строения веществ
  - 6.7.3. Реформа химии
- 6.8. Краткие биографические данные ученых

### **Глава 7.**

#### **Вещества, использование которых определило пути развития цивилизации**

- 7.1. Преумножение традиций и развитие новых методов
  - 7.1.1. Черная металлургия
  - 7.1.2. Производство цветных металлов
- 7.2. Производство стекла
- 7.3. Керамика и фарфор
- 7.4. Получение солей
  - 7.4.1. Добыча поваренной соли
  - 7.4.2. Добыча и производство других солей
  - 7.4.3. Получение соды по методу Леблана
- 7.5. Изготовление письменных материалов
- 7.6. Производство сахара
- 7.7. Новые вещества и новые технологии
  - 7.7.1. Порох и зажигательные смеси
  - 7.7.2. Производство спирта
  - 7.7.3. Минеральные кислоты
- 7.8. Краткие биографические данные ученых

**Глава 8.****Период количественных законов. Атомно-молекулярное учение**

- 8.1. Общая характеристика периода
- 8.2. Закон эквивалентов
- 8.3. Закон постоянства состава
- 8.4. Атомистическая теория Джона Дальтона
  - 8.4.1. Закон простых кратных отношений
  - 8.4.2. Основные положения атомистической теории Дальтона
- 8.5. Закон простых объемных отношений
- 8.6. Молекулярная теория Авогадро
- 8.7. Закон изоморфизма
- 8.8. Закон удельных теплоемкостей
- 8.9. Законы электролиза
- 8.10. Развитие атомистики в первой половине XIX в.
- 8.11. И. Я. Берцелиус – титан химии XIX в. Атомные массы и символы элементов
- 8.12. Попытки реформы системы атомных весов
- 8.13. Международный съезд химиков в Карлсруэ. Атомно-молекулярная реформа С. Канниццаро
- 8.14. Краткие биографические данные ученых

**Глава 9.****Зарождение и становление органической химии**

- 9.1. Истоки органической химии
- 9.2. Крушение теории витализма
- 9.3. Открытие изомеров и радикалов
- 9.4. Теория радикалов
- 9.5. Теория замещения Дюма и теория ядер (типов) Лорана
- 9.6. Теория валентности
- 9.7. Структурные формулы органических веществ
- 9.8. Теория химического строения А. М. Бутлерова
- 9.9. Пространственные структурные формулы молекул
  - 9.9.1. Оптические свойства веществ. Природа оптической изомерии
  - 9.9.2. Стереохимическая модель Вант-Гоффа–Ле Белля
- 9.10. Краткие биографические данные ученых

Приложения

Библиографический список



**Митова И. Я., Самойлов А. М.,  
История химии с древнейших времен до конца XX века , 2 том**

ISBN 978-5-91559-115-7

2012, 624 с., цв. вклейка, 70x100/16, твёрдый переплёт

В учебном пособии в углубленном изложении представлены основные темы лекционного курса «История и методология химии». Авторы рассматривают эволюцию химических знаний с древнейших времен до наших дней.

Второй том пособия посвящен анализу наиболее значимых открытий и инноваций в области теоретической и прикладной химии, которыми столь богат современный период ее истории. В создании исторической картины становления важнейших дисциплин: физической химии и аналитической химии, а также фундаментальных концепций – учения о сложном строении атома и теории химической связи-использован преимущественно логический подход. Одной из центральных тем второго тома является анализ открытия Периодического закона Д.И. Менделеева. Авторы сочли необходимым представить развернутую картину становления химии в России, обозначив при этом ту особую роль, которую сыграл М.В. Ломоносов в эволюции отечественной науки и образования.

Издание содержит большое количество иллюстраций, способствующих более наглядной реконструкции описываемых событий, а также краткие биографические данные наиболее видных ученых-химиков.

Для преподавателей, студентов и аспирантов химических факультетов классических университетов, а также для широкого круга читателей, интересующихся проблемами истории химии.

## Оглавление

### Введение

### Глава 1.

#### Зарождение и развитие химии в России к концу XIX века

##### 1.1. Зарождение химии в России

1.1.1. Возникновение химических ремесел

1.1.2. Химические ремесла Древней Руси

1.1.3. Возрождение и развитие химических ремесел в Московском государстве в XIV – XVI вв

1.1.4. Дальнейшее развитие прикладной химии в России XVII в.

##### 1.2. Зарождение химической науки в Московском государстве

##### 1.3. Становление российской химической науки в XVIII веке

##### 1.4. М. В. Ломоносов – основоположник научной химии в России

1.4.1. Путь М.В. Ломоносова в российскую науку

1.4.2. Химическая лаборатория М.В. Ломоносова

1.4.3. Атомно-корпускулярное учение М.В. Ломоносова

1.4.4. М.В. Ломоносов и закон сохранения массы вещества

1.4.5. М.В. Ломоносов: цели и задачи физической химии

1.4.6. Роль М.В. Ломоносова в развитии прикладной химии

1.4.7. М.В. Ломоносов и система образования в России

1.4.8. Роль М.В. Ломоносова в становлении науки и культуры Российского государства

##### 1.5. Химия в России второй половины XVIII – середины XIX вв.

1.5.1. Развитие металлургической химии и пробирного искусства

1.5.2. Создание Горного училища

1.5.3. Просветительская деятельность русских химиков. Распространение научных химических знаний

1.5.4. Изменения в российской системе образования и науки на рубеже XVIII – XIX вв.

1.5.5. Распространение в России новых химических теорий

##### 1.6. Химия в России в 40-х – 50-х годах XIX в.

##### 1.7. Зарождение Казанской химической школы .

##### 1.8. Развитие химии в России во второй половине XIX в.

1.8.1. Создание Русского химического общества

1.8.2. Съезды русских естествоиспытателей и врачей

##### 1.9. Краткие биографические данные ученых

### Глава 2.

#### Открытие Периодического закона Д. И. Менделеева

##### 2.1. Основные этапы открытия химических элементов

##### 2.2. Первые попытки классификации химических элементов

##### 2.3. Открытие Периодического закона Д.И. Менделеевым

2.3.1. На пути к Периодическому закону

2.3.2. Хроника и методология великого открытия

2.3.3. Исправление значений атомных масс элементов

##### 2.4. Спор о приоритете открытия Периодического закона

- 2.5. Триумф Периодического закона
  - 2.5.1. Новые методы изучения элементов
  - 2.5.2. Открытие элементов, предсказанных Д.И. Менделеевым
- 2.6. Видоизменение периодической таблицы
  - 2.6.1. Открытие редкоземельных металлов
  - 2.6.2. Открытие благородных газов
- 2.7. Три этапа в развитии Периодического закона
- 2.8. Краткие биографические данные ученых

### **Глава 3.**

#### **Физическая химия – становление и развитие**

- 3.1. Физикализация химии
- 3.2. Кинетическая теория теплоты. Законы газового состояния
  - 3.2.1. Зарождение кинетической теории теплоты
  - 3.2.2. Рождение терминов
  - 3.2.3. История термометра
  - 3.2.4. Первые представления о теплоте тела
  - 3.2.5. Законы для идеальных газов
  - 3.2.6. Описание реальных газов
- 3.3. Термохимия. Закон Гесса
- 3.4. Химическая термодинамика
  - 3.4.1. Зарождение термодинамики. С. Карно и его последователи
  - 3.4.2. Энергия: эволюция понятия
  - 3.4.3. Первое начало термодинамики
  - 3.4.4. Второе начало термодинамики. Энтропия
  - 3.4.5. Начало развития химической термодинамики
  - 3.4.6. Третье начало термодинамики
- 3.5. Физико-химический анализ
- 3.6. Учение о скорости химических реакций. Химическое равновесие
- 3.7. Учение о катализе
- 3.8. Теория разбавленных растворов
  - 3.8.1. Осмотическая теория разбавленных растворов
  - 3.8.2. Химическая теория растворов Д.И. Менделеева
- 3.9. Теория электролитической диссоциации (ионизации)
- 3.10. Проблема сильных электролитов
- 3.11. Становление и развитие электрохимии
- 3.12. Краткие биографические данные ученых

### **Глава 4.**

#### **История зарождения и становления аналитической химии**

- 4.1. Искусство химического эксперимента
- 4.2. Истоки аналитической химии в древности
- 4.3. Оснащение первых химических лабораторий
  - 4.3.1. Оборудование для высокотемпературных процессов
  - 4.3.2. Анализ газообразных веществ
- 4.4. Качественный анализ неорганических веществ
- 4.5. Количественный анализ неорганических веществ
  - 4.5.1. Гравиметрия (весовой анализ)
  - 4.5.2. Титриметрия (объемный или волкумометрический анализ)
- 4.6. Количественный анализ органических веществ
- 4.7. Инструментальные методы анализа
- 4.8. Развитие теоретических основ аналитической химии
- 4.9. Краткие биографические данные ученых

### **Глава 5.**

#### **История становления учения о сложном строении атома**

- 5.1. Эволюция атомизма: от Демокрита до Дальтона основу
- 5.2. Естественно-научные открытия, результаты которых легли в создания теории сложного строения атома
  - 5.2.1. Открытие катодных лучей
  - 5.2.2. Открытие электрона
  - 5.2.3. Фотоэлектрический эффект
  - 5.2.4. Рентгеновское излучение
  - 5.2.5. Открытие естественной радиоактивности
  - 5.2.6. Открытие протона и нейтрона
- 5.3. Первые модели сложного строения атома
  - 5.3.1. Постоянная М. Планка
  - 5.3.2. Элементарная квантовая теория света А. Эйнштейна
  - 5.3.3. Статическая модель строения атома Дж. Дж. Томсона

- 5.3.4. Опыт Резерфорда. Планетарная модель атома
- 5.3.5. Закон Мозли
- 5.3.6. Постулаты Нильса Бора. Модель атома водорода
- 5.4. Зарождение и становление квантовой механики
- 5.5. Краткие биографические данные ученых

## **Глава 6.**

### **Химия радиоактивных элементов**

- 6.1. Зарождение радиохимии
- 6.2. Период полураспада
- 6.3. Изотопы
- 6.4. Радиоактивные превращения
- 6.5. Искусственная радиоактивность
- 6.6. Синтез трансурановых элементов
- 6.7. Создание ядерного оружия
- 6.8. Краткие биографические данные ученых

## **Глава 7.**

### **Эволюция представлений о валентности и химической связи**

- 7.1. Валентность и химическая связь
- 7.2. Первые представления о валентности химических элементов
  - 7.2.1. Теория «соединительной силы» Э. Франкланда
  - 7.2.2. Теория атомности Ф.А. Кекуле
  - 7.2.3. Теория валентности в исследованиях российских химиков
  - 7.2.4. История возникновения термина «валентность»
- 7.3. Учение о валентности в свете Периодического закона
  - 7.3.1. Теория «парциальных валентностей»
  - 7.3.2. Координационная теория Альфреда Вернера
  - 7.3.3. Первые электронные теории валентности
- 7.4. Классические теории химической связи
  - 7.4.1. Теория ковалентной связи
  - 7.4.2. Теория ионной связи
- 7.5. Квантово-химические представления о химической связи
  - 7.5.1. Метод валентных связей (МВС)
  - 7.5.2. Метод молекулярных орбиталей (ММО)
  - 7.5.3. Квантовая химия и строение твердого тела
- 7.6. Краткие биографические данные ученых

## **Глава 8.**

### **XIX – XX столетия: химия в действии**

- 8.1. Промышленная революция
- 8.2. Успехи прикладной неорганической химии в XIX столетии
  - 8.2.1. Модернизация черной металлургии
  - 8.2.2. Развитие черной металлургии в России в XIX столетии
  - 8.2.3. Производство специальных сталей
  - 8.2.4. Электрохимические процессы
  - 8.2.5. Производство серной кислоты
  - 8.2.6. Получение соды. Метод Сольве
  - 8.2.7. Минеральные удобрения. Синтез аммиака
  - 8.2.8. Новые строительные материалы
  - 8.2.9. Спички и зажигалки
  - 8.2.10. Изобретение фотографии
- 8.3. Синтетическая органическая химия в XIX столетии
  - 8.3.1. Взрывчатые вещества и бездымный порох
  - 8.3.2. Синтез красителей
  - 8.3.3. Искусственные ткани
  - 8.3.4. Переработка нефти
  - 8.3.5. Пластмассы и каучук
- 8.4. XX век: химия и тайны живой природы
  - 8.4.1. Белки, нуклеиновые кислоты и биологически активные вещества
  - 8.4.2. Лекарственные препараты
- 8.5. Химия новых функциональных материалов

## **Глава 9.**

### **Триумф химической науки: роль научно-исследовательских центров и научных школ**

- 9.1. Развитие учебных и исследовательских центров
  - 9.1.1. Химическое образование в XVIII–XIX веках
  - 9.1.2. Химические лаборатории в XVIII – XIX веках
- 9.2. Эволюция научных химических школ

- 9.2.1. Научная школа К.Л. Бертолле
- 9.2.2. Научная школа Ю. Либиха
- 9.2.3. Научная школа А. Байера
- 9.3. Научные школы в России
  - 9.3.1. Санкт-Петербургская научная школа
  - 9.3.2. Московская научная школа
  - 9.3.3. Казанская научная школа
- 9.4. Научные объединения

Приложение

Литература



**Франк-Каменецкий Д.А.**  
**Основы макрокинетики. Диффузия и теплопередача в химической кинетике, 4-е изд.**

ISBN: 978-5-91559-004-4  
 2008, 408 с., 70x100/16, твёрдый переплёт

Книга посвящена макроскопической кинетике химических реакций — законам протекания их в реальных условиях, в природе и в технике в сочетании с физическими процессами переноса вещества и тепла. В доступной для широкого круга читателей форме изложены основы термодинамической теории процессов переноса и гидродинамической теории диффузии в многокомпонентных смесях. Рассматриваемые в книге вопросы имеют фундаментальное значение для теории процессов и аппаратов химического машиностроения, физики и химии горения и взрыва, физико-химической гидродинамики, теории периодических химических реакций и химической кибернетики, современной биологии.

За десятилетия, прошедшие после выхода первого издания, значение макрокинетических методов ещё более возросло. Они применяются во множестве новых задач фундаментальной и прикладной науки.

### Давид Альбертович Франк-Каменецкий (1910-1970)

Выдающийся советский ученый и педагог.

Родился в Литве в семье профессора химии. Учился в Иркутске и Томске. В 1931 г. получил диплом горного инженера, работал на рудниках близ Читы. В 1934 г. был приглашен Н.Н. Семеновым в Институт химической физики в Ленинграде. В предвоенные годы выполнены работы по теории горения и теплового взрыва, принесшие Д.А. Франк-Каменецкому мировую известность. В 1948-1956 гг. жил и работал в Сарове, участвуя в атомном проекте. Его вклад в разработку ядерного оружия отмечен многими правительственными наградами. С 1956 г. Д.А. Франк-Каменецкий занимался астрофизикой и физикой плазмы в Курчатовском институте, основал и возглавил кафедру физики плазмы МФТИ, многое сделал для популяризации науки.

### Оглавление

Главная книга Д. А. Франк-Каменецкого и ее автор

Предисловие к четвертому изданию

Предисловие к третьему изданию

Предисловие редактора к первому изданию

Предисловие

#### Глава 1.

#### Введение

- 1.1. Сведения из химической кинетики
  - 1.1.1. Скорость реакции
  - 1.1.2. Простые и сложные реакции
  - 1.1.3. Порядок реакции и энергия активации
  - 1.1.4. Автокатализ и промежуточные продукты
  - 1.1.5. Цепные реакции
    - 1.1.5.1. Стационарное и нестационарное протекание реакции
  - 1.1.6. Гетерогенные реакции
    - 1.1.6.1. Активированная адсорбция и гетерогенный катализ
    - 1.1.6.2. Лангмюровская кинетика
    - 1.1.6.3. Торможение продуктами реакции
    - 1.1.6.4. Кинетика на неоднородной поверхности и реакции дробного порядка
- 1.2. Сведения из теории диффузии и теплопередачи
  - 1.2.1. Подобие процессов диффузии и теплопередачи
  - 1.2.2. Теплопроводность и диффузия в неподвижной среде
  - 1.2.3. Свободная и вынужденная конвекция
    - 1.2.3.1. Ламинарный и турбулентный режим
  - 1.2.4. Коэффициенты переноса
    - 1.2.4.1. Коэффициент турбулентного обмена
    - 1.2.4.2. Коэффициент теплоотдачи
    - 1.2.4.3. Коэффициент массоотдачи (константа скорости диффузии)
  - 1.2.5. Теория подобия
  - 1.2.6. Приведенная пленка
  - 1.2.7. Внешняя и внутренняя задачи
  - 1.2.8. Коэффициент сопротивлений и аналогия Рейнольдса
  - 1.2.9. Уравнения связи между критериями
  - 1.2.10. Продольное обтекание пластины
  - 1.2.11. Конвекция в слое

- 1.2.12. Псевдооживленный (кипящий) слой
- 1.2.13. Дифференциальные уравнения теплопроводности и диффузии
  - 1.2.13.1. Анализ дифференциальных уравнений методом теории подобия
- 1.2.14. Молекулярные потоки

Литература

## Глава 2.

### Диффузионная кинетика

- 2.1. Метод равнодоступной поверхности
  - 2.1.1. Реакция первого порядка и сложение сопротивлений
  - 2.1.2. Молекулярно-кинетическая интерпретация сложения сопротивлений
  - 2.1.3. Диффузионная и кинетическая области
- 2.2. Примеры протекания химических реакций в диффузионной области
  - 2.2.1. Горение угля
  - 2.2.2. Реакции дробного порядка
  - 2.2.3. Кинетика растворения
  - 2.2.4. Гетерогенный обрыв в цепных реакциях
  - 2.2.5. Реакция на стенках замкнутого сосуда
- 2.3. Диффузионная кинетика сложных реакций
  - 2.3.1. Случай нескольких диффундирующих веществ
  - 2.3.2. Обратимые реакции
    - 2.3.2.1. Диффузионная теория фотографического проявления
  - 2.3.3. Параллельные и последовательные реакции
  - 2.3.4. Автокаталитические реакции
- 2.4. Равнодоступная поверхность
- 2.5. Пористая поверхность
- 2.6. Реакции в несмешивающихся жидких фазах
- 2.7. Диффузия через мембраны
- 2.8. Диффузия через поры
- 2.9. Образование твердых пленок
- 2.10. Микрогетерогенные процессы
  - 2.10.1. Внутренняя диффузионная область при произвольной кинетике
- 2.11. Нестационарная диффузионная кинетика и ее применение в радиационной химии
- 2.12. Операторный метод в нестационарной диффузионной кинетике
  - 2.12.1. Сводка формул операторного метода
  - 2.12.2. Бесконечное полупространство с нулевым начальным условием
  - 2.12.3. Постоянное граничное условие (диффузионная область)
  - 2.12.4. Экспоненциальное граничное условие
  - 2.12.5. Интегрирование диффузионного потока по времени
  - 2.12.6. Граничное условие первого порядка (переходная область)
    - 2.12.6.1. Операторные формулы для тел конечного размера
    - 2.12.6.2. Применения операторного метода

Литература

## Глава 3.

### Стефановский поток

- 3.1. Введение
  - 3.1.1. Общая скорость течения смеси
  - 3.1.2. Стехиометрия потоков
- 3.2. Скорость стефановского потока
  - 3.2.1. Стефановский поток при одномерной диффузии
  - 3.2.2. Стефановский поток в сферическом случае
  - 3.2.3. Бинарная смесь
- 3.3. Перенос тепла стефановским потоком
  - 3.3.1. Автотермические процессы
  - 3.3.2. Реакции с участием конденсированных фаз
- 3.4. Конденсация паров в присутствии неконденсирующихся газов
  - 3.4.1. Интегрирование формулы Стефана по длине трубы
  - 3.4.2. Роль теплоотдачи при конденсации
  - 3.4.3. Испарение в присутствии инертного газа
  - 3.4.4. Испарение капель жидкости в газовом потоке
  - 3.4.5. Диффузионные процессы химической технологии

Литература

## Глава 4.

### Неизотермическая и многокомпонентная диффузия

- 4.1. Термодинамическая теория
  - 4.1.1. Перенос тепла диффузией
  - 4.1.2. Фиксация системы отсчета
  - 4.1.3. Идеальные смеси
  - 4.1.4. Применение к бинарной смеси

- 4.2. Кинетическая теория
    - 4.2.1. Функция распределения
    - 4.2.2. Элементарная модель термодиффузии в лоренцовом газе
    - 4.2.3. Связь с молекулярными силами
      - 4.2.3.1. Зависимость сечения от скорости
  - 4.3. Гидродинамическая теория диффузии (многокомпонентная гидродинамика)
    - 4.3.1. Связь с физической кинетикой
    - 4.3.2. Приведенные коэффициенты диффузии
    - 4.3.3. Многокомпонентная диффузия
      - 4.3.3.1. Простейшие случаи
      - 4.3.3.2. Массовые концентрации и потоки
      - 4.3.3.3. Выбор системы отсчета
    - 4.3.4. Уравнения многокомпонентной диффузии в форме Фика
      - 4.3.4.1. Приближенная теория стефановского потока при многокомпонентной диффузии
      - 4.3.4.2. Точная теория стефановского потока при многокомпонентной диффузии
    - 4.3.5. Дифференциальные уравнения для переменных потоков при многокомпонентной диффузии
    - 4.3.6. Гидродинамическое представление с силами инерции
    - 4.3.7. Неизотермическая диффузия в гидродинамическом представлении
    - 4.3.8. Термодиффузия в бинарной смеси
      - 4.3.8.1. Приближенные формулы для разбавленной смеси
  - 4.4. Формулы кинетической теории
  - 4.5. Коэффициенты диффузии газов при высоких температурах
- Литература

## **Глава 5.**

### **Химическая гидродинамика**

- 5.1. Турбулентная диффузия в жидкостях и структура вязкого подслоя
  - 5.1.1. Сведения из теории турбулентного переноса
    - 5.1.1.1. Модель ламинарного подслоя
    - 5.1.1.2. Ламинарный подслой с зоной сопряжения
    - 5.1.1.3. Вязкий подслой (213).
    - 5.1.1.4. Теория Ландау и Левича
- 5.2. Химическое зондирование вязкого подслоя
- 5.3. Диффузия в ламинарном пограничном слое и проверка метода равнодоступной поверхности
  - 5.3.1. Ламинарный диффузионный слой в вязкой жидкости
    - 5.3.1.1. Ламинарный пограничный слой с химической реакцией на поверхности в предельном случае вязкой среды
  - 5.3.2. Математическая интерпретация метода равнодоступной поверхности
    - 5.3.2.1. Продольное усреднение
    - 5.3.2.2. Перенос вещества в установившемся ламинарном потоке
    - 5.3.2.3. Ламинарное обтекание пластины с химической реакцией на поверхности
  - 5.3.3. Решение интегрального уравнения диффузионной кинетики
    - 5.3.3.1. Решение в виде ряда
    - 5.3.3.2. Численное решение интегрального уравнения
  - 5.3.4. Химическая газодинамика

Литература

## **Глава 6.**

### **Основные представления теории горения**

- 6.1. Основные явления горения
- 6.2. Основные процессы горения
  - 6.2.1. Горение в движущемся газе
    - 6.2.2. Турбулентное горение
- 6.3. Взрывчатые вещества и пороха
  - 6.3.1. Испарение и горение конденсированных фаз
  - 6.3.2. Очаговое воспламенение
- 6.4. Химическая кинетика реакций горения
  - 6.4.1. Модельные реакции и модельные схемы
    - 6.4.1.1. Реакция водорода с кислородом
    - 6.4.1.2. Разложение озона
    - 6.4.1.3. Реакция окиси углерода с кислородом
    - 6.4.1.4. Пламя распада ацетилена
    - 6.4.1.5. Двухстадийное воспламенение и модельная схема окисления высших углеводородов
    - 6.4.1.6. Кинетика реакций в углеводородных пламенах и догорание окиси углерода
- 6.5. Методы математической теории горения
  - 6.5.1. Квазилинейные уравнения
  - 6.5.2. Подобие полей концентраций и поля температуры
  - 6.5.3. Пренебрежение начальной скоростью реакции и метод разложения экспонента
- 6.6. Задачи и результаты математической теории горения
  - 6.6.1. Воспламенение и зажигание
    - 6.6.1.1. Стационарная теория теплового взрыва

- 6.6.1.2. Условия теплоотдачи
  - 6.6.1.3. Нестационарная теория теплового взрыва
  - 6.6.1.4. Нестационарная теория для автокаталитических реакций
  - 6.6.2. Тепловое распространение пламени
  - 6.6.3. Пределы распространения пламени
  - 6.7. Обратная задача теории горения и значение приближенных методов
- Литература

## **Глава 7.**

### **Теория теплового взрыва**

- 7.1. Стационарная теория
    - 7.1.1. Сопоставление с нестационарной теорией
    - 7.1.2. Аналитическое решение задачи о тепловом взрыве для цилиндрического случая
    - 7.1.3. Внешняя теплоизоляция
    - 7.1.4. Проверка метода разложения экспонента
    - 7.1.5. Несимметричное воспламенение
    - 7.1.6. Локальное поджигание
    - 7.1.7. Очаговое воспламенение
  - 7.2. Период индукции вблизи предела и поправка на выгорание
  - 7.3. Тепловой взрыв в случае автокаталитических реакций
  - 7.4. Экспериментальная проверка теории теплового взрыва
- Литература

## **Глава 8.**

### **Распространение пламени**

- 8.1. Уравнение и граничные условия
    - 8.1.1. Единственность решения
  - 8.2. Тепловое распространение пламени
    - 8.2.1. Метод теплового потока
  - 8.3. Диффузионное (цепное) распространение пламени при автокатализе второго порядка
  - 8.4. Горение в движущемся газе
    - 8.4.1. Турбулентное горение
  - 8.5. Поправка на термическое расширение
  - 8.6. Численная проверка приближенной теории
  - 8.7. Метод оптимума
    - 8.7.1. Неравенство коэффициентов переноса
    - 8.7.2. Нестехиометрические реакции
  - 8.8. Метод баланса
    - 8.8.1. Диффузионная теория горячих пламен
  - 8.9. Сопоставление с опытом
- Литература

## **Глава 9.**

### **Тепловой режим гетерогенных экзотермических реакций**

- 9.1. Качественная теория явлений воспламенения и потухания при произвольной кинетике реакции
  - 9.2. Математическая теория явлений воспламенения и потухания для реакции первого порядка
  - 9.3. Стационарный разогрев поверхности для автотермических процессов
    - 9.3.1. Поправка на термодиффузию и диффузионную теплопроводность
    - 9.3.2. Поправка на стефановский поток
  - 9.4. Общий критерий неустойчивости теплового режима в допущении квазистационарной концентрации
  - 9.5. Экспериментальные данные
  - 9.6. Применения
    - 9.6.1. Тепловой режим контактных аппаратов
    - 9.6.2. Горение угля
    - 9.6.3. Каталитическое окисление изопропилового спирта
    - 9.6.4. Каталитические газоанализаторы
  - 9.7. Тепловой режим слоя или канала
  - 9.8. Тепловой режим поверхности в химической газодинамике
- Литература

## **Глава 10.**

### **Химические колебания, устойчивость и регулирование химических процессов**

- 10.1. Положительная и отрицательная обратная связь
- 10.2. Затухание, раскачка и автоколебания
- 10.3. Свойства и классификация особых точек
- 10.4. Предельные циклы и автоколебания
- 10.5. Колебательное и термодинамическое равновесие
- 10.6. Релаксационные и томсоновские системы
- 10.7. Тривиально-релаксационные и кинетические колебания
  - 10.7.1. Изотермические кинетические колебания
  - 10.7.2. Квазикаталитические реакции в жидкой фазе

- 10.7.3. Кинетические колебания при фотосинтезе
- 10.7.4. Термокинетические колебания в замкнутой системе
- 10.7.5. Термокинетические колебания в проточных системах
- 10.8. Устойчивость и колебания в химическом реакторе идеального смешения
  - 10.8.1. Автоколебания в гомогенном реакторе
  - 10.8.2. Устойчивость гетерогенного катализа
- 10.9. Тепловой режим и неустойчивость в случае параллельных реакций
- 10.10. Химическая кибернетика



**Лукомский Ю. Я., Гамбург Ю. Д.**  
**Физико-химические основы электрохимии, 2-е изд., испр. и доп.**

ISBN: 978-5-91559-162-1  
 2013, 448 с., 70x100/16, обложка

Рекомендовано Институтом физической химии и электрохимии им. А.Н. Фрумкина РАН в качестве учебника для химических и химико-технологических специальностей университетов. Один из наиболее полных в мировой литературе учебников, созданный известными российскими специалистами. Подробно рассмотрены равновесия и процессы переноса в растворах электролитов, электродные потенциалы и двойной электрический слой, методы измерений; применения, включая гальванические покрытия и химические источники тока.

Для студентов и преподавателей химических и химико-технологических факультетов университетов, разработчиков, инженеров-практиков и технологов производственных предприятий.

**Лукомский Юрий Яковлевич**

Доктор технических наук, профессор. С 1954 года до последнего времени работал в Ивановском Государственном химико-технологическом университете, где читал курс теоретической электрохимии и руководил разработкой ряда технологических процессов. Имеет свыше 120 публикаций, главным образом в области технологии гальванических покрытий.

**Гамбург Юлий Давидович**

Доктор химических наук, профессор. Ведущий научный сотрудник Института Физической химии и электрохимии РАН. Основные работы (около 150 публикаций) относятся к электрохимии металлов. Автор монографии «Электрохимическая кристаллизация металлов и сплавов», справочника «Гальванические покрытия» и ряда обзорных статей.

**Оглавление**

**Часть 1**

**Базовые понятия**

- Глава 1. Предмет электрохимии
- Глава 2. Законы Фарадея
- Глава 3. Скорость электрохимических процессов
- Глава 4. Электролитическая диссоциация

**Часть 2**

**Растворы электролитов**

- Глава 5. Элементы термодинамики растворов электролитов
- Глава 6. Растворители и сольватация
- Глава 7. Межчастичные взаимодействия в растворах и теория Дебая - Хюккеля

**Часть 3**

**Равновесия в растворах электролитов**

- Глава 8. Расчет ионных равновесий
- Глава 9. Кислотно-основные свойства растворов
- Глава 10. Ионные равновесия в растворах слабых кислот и оснований
- Глава 11. Буферные свойства растворов в электрохимии
- Глава 12. Ионные равновесия при гидролизе солей и выпадении осадков гидроксидов

**Часть 4**

**Процессы переноса в растворах**

- Глава 13. Электрическая проводимость растворов электролитов
- Глава 14. Механизмы электропроводности электролитов
- Глава 15. Диффузионное движение ионов в растворах. Общие уравнения переноса
- Глава 16. Электрическая проводимость расплавов и твердых электролитов

**Часть 5**

**Электродвижущие силы и электродные потенциалы**

- Глава 17. Обратимые гальванические элементы
- Глава 18. Термодинамический анализ обратимых электрохимических систем. Формула Нернста.
- Глава 19. Электродные потенциалы
- Глава 20. Стандартный электродный потенциал

**Часть 6****Электроды и электрохимические цепи**

- Глава 21. Классификация электродов
- Глава 22. Диффузионный потенциал
- Глава 23. Электрохимические цепи
- Глава 24. Потенциометрия
- Глава 25. Мембранные электроды

**Часть 7****Двойной электрический слой**

- Глава 26. Двойной электрический слой на границе электрод - раствор
- Глава 27. Закономерности адсорбции ПАВ на электродах
- Глава 28. Строение двойного электрического слоя
- Глава 29. Расчеты параметров двойного слоя

**Часть 8****Необратимые электродные процессы**

- Глава 30. Скорость электрохимических процессов и поляризация электродов
- Глава 31. Перенапряжение
- Глава 32. Энергетика необратимых электродных процессов
- Глава 33. Анализ поляризационных явлений

**Часть 9****Электрохимическая кинетика**

- Глава 34. Кинетика и механизм гетерогенного переноса заряда
- Глава 35. Диффузионный слой и концентрационное (диффузионное) перенапряжение.
- Глава 36. Смешанная кинетика. Учет конвекции и миграции
- Глава 37. Многостадийные процессы.

**Часть 10****Электрохимия металлов**

- Глава 38. Электрохимические процессы с выделением металлов
- Глава 39. Электрохимическое выделение металлов. Особые случаи
- Глава 40. Анодное растворение и пассивность металлов

**Часть 11****Прикладные вопросы электрохимии**

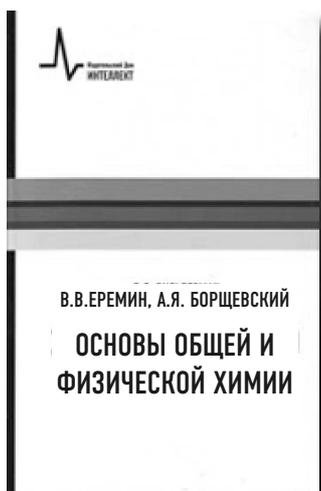
- Глава 41. Электрохимическая коррозия металлов
- Глава 42. Процессы в автономных и короткозамкнутых электрохимических системах
- Глава 43. Выделение газообразных веществ при электролизе
- Глава 44. Электрохимия органических соединений
- Глава 45. Неметаллические покрывающие слои и их использование в анодных процессах.
- Глава 46. Химические источники тока

**Часть 12****Методы электрохимических исследований**

- Глава 47. Метод стационарных поляризационных кривых
- Глава 48. Исследование параллельных электродных реакций
- Глава 49. Методы вращающегося дискового электрода (ВДЭ) и ВДЭ с кольцом
- Глава 50. Порядок электрохимической реакции
- Глава 51. Некоторые задачи нестационарной диффузии и релаксационные методы изучения электродных процессов
- Глава 52. Полярография

**Часть 13****Дополнительные главы**

- Глава 53. Методы расчета взаимодействий между частицами в растворах электролитов
- Глава 54. Природа электродного потенциала
- Глава 55. Особенности процесса переноса электрона
- Глава 56. Перенапряжение образования новой фазы.
- Глава 57. Электрическое поле в электролизере и распределение плотности тока по поверхности электрода
- Глава 58. Микрораспределение тока по шероховатой поверхности
- Глава 59. Неэлектрохимические методы исследований в электрохимии



**Еремин В.В., Борщевский А.А.**  
**Основы общей и физической химии, 2-е исправленное издание**

ISBN 978-5-91559-250-5  
 2018, 848 с., 70x100/16, твёрдый переплёт

Учебное пособие создано на основе годового курса «Общая и физическая химия» для студентов МГУ им. М.В. Ломоносова.

Все многообразие проблем, которые решает химия, можно свести к следующим основным вопросам:

- какие бывают вещества?
- как они устроены?
- как связано строение веществ с их свойствами?
- как из одних веществ получить другие, более полезные или интересные?

Химия как наука и как способ познания природы обладает необычными свойствами. У нее нет собственных законов. Все законы химии, включая Периодический закон, служат лишь частными проявлениями общих законов, которыми занимается физика. Поэтому некоторые научные работники считают химию частью физики. Разуме-

ется, это глубоко ошибочная точка зрения. А что же есть в химии своего? В первую очередь, колоссальное многообразие изучаемых объектов. Одних только чистых индивидуальных веществ в химии охарактеризовано около 100 миллионов, не считая многочисленных смесей. А ведь есть еще и химические реакции между веществами. Из всех известных химии веществ лишь очень небольшая доля – всего несколько процентов – имеется в природе, остальные вещества – продукт деятельности человека. Химики отличаются от любых других ученых тем, что собственно-ручно творят те объекты, которые потом воспринимают и изучают. В точности то же самое делают писатели, художники и композиторы. Это роднит химию с искусством. Другие естественные науки – физика и биология – изучают то, что создано природой, а химия – главным образом то, что сделала сама. Химикам присущ уникальный, характерный только для них, взгляд на окружающий мир. В самом деле, их мышление – это причудливая смесь самых абстрактных и совсем наглядных представлений. Они знают о тонких квантово-механических закономерностях, определяющих свойства молекул, которые, в свою очередь, ответственны за все многообразие окружающего нас мира. Эта взаимосвязь микро- и макромира остается скрытой от ученых других специальностей. Кроме того, никто не сделал так много для улучшения условий жизни людей, как химики, но их заслуги в должной мере не оценены.

Настоящий химик всегда "чувствует вещество". Это проявляется и в лаборатории, где создаются рецепты синтеза новых веществ, и в быту, где, например, бывает нужно подобрать подходящий клей или растворитель. Современные химики умеют работать не только с большими количествами веществ, но и с отдельными атомами и молекулами. Техника манипулирования атомами достигла такой высокой степени развития, что химики могут синтезировать любую наперед заданную молекулу или надмолекулярную структуру со сложной архитектурой. Теперь главное – понять, что именно надо синтезировать. На первый план в химии выходит прикладной аспект: основная задача состоит в поиске новых веществ, обладающих полезными свойствами – катализаторов, лекарственных средств, строительных материалов, аккумуляторов энергии.

Книга состоит из 4 основных разделов, один из которых – «Общая химия» – имеет описательный характер, а три других – «Строение вещества», «Химическая термодинамика», «Химическая кинетика» – демонстрируют логику теоретической химии и показывают применение физических теорий и методов к химическим процессам, описанным в разделе «Общая химия».

Для студентов и преподавателей физических и химических факультетов.

Первое издание учебника широко используется в ведущих российских университетах.

**Еремин Вадим Владимирович**

Профессор кафедры физической химии химического факультета МГУ имени М. В. Ломоносова. Научные интересы связаны с динамикой сверхбыстрых биохимических процессов. Автор известных школьных учебников по химии и ряда других книг. Лауреат премии Президента РФ в области образования и Ломоносовской премии.

**Борщевский Андрей Яковлевич**

Профессор кафедры физической химии химического факультета МГУ имени М. В. Ломоносова. Научные интересы: термодинамические применения высокотемпературной масс-спектрометрии, фуллерены и их производные. Со-автор книги «Фуллерены». Лауреат премии Ленинского комсомола.

## Оглавление

### Глава 1.

#### Основные понятия и законы химии

- 1.1. Химия как наука. Место химии в системе познания мира
- 1.2. Основные понятия химии
- 1.3. Язык химии
- 1.4. Стехиометрия. Расчеты по химическим формулам и уравнениям
- 1.5. Периодическая система химических элементов
- 1.6. Почему и как идут химические реакции
- 1.7. Источники информации в химии

### Часть 1

#### Общая химия

### Глава 2.

#### Основные классы неорганических соединений

- 2.1. Классификация неорганических соединений
- 2.2. Оксиды
- 2.3. Кислоты
- 2.4. Основания
- 2.5. Соли
- 2.6. Бинарные соединения

### Глава 3.

#### Кислотно-основные и ионные равновесия в растворах

- 3.1. Ионные реакции в растворах
- 3.2. Кислотность растворов. Водородный показатель
- 3.3. Диссоциация кислот и оснований
- 3.4. Сопряженные кислоты и основания
- 3.5. Буферные растворы
- 3.6. Гидролиз

### Глава 4.

#### Окислительно-восстановительные реакции

- 4.1. Окислители и восстановители
- 4.2. Составление уравнений ОВР. Электронный и электронно-ионный баланс
- 4.3. Количественные характеристики ОВР. Окислительно-восстановительные потенциалы
- 4.4. Химические источники тока
- 4.5. Электролиз

### Глава 5.

#### Комплексные соединения

- 5.1. Основные понятия
- 5.2. Геометрическая структура и изомерия комплексов
- 5.3. Электронное строение комплексов
- 5.4. Равновесия комплексообразования

### Глава 6.

#### Химия неметаллов

- 6.1. Водород и его соединения
- 6.2. Неметаллы III (13) и IV (14) группы – бор, углерод, кремний
- 6.3. Неметаллы V (15) группы – азот, фосфор
- 6.4. Неметаллы VI (16) группы – халькогены
- 6.5. Неметаллы VII (17) группы – галогены
- 6.6. Неметаллы VIII (18) группы – благородные газы

### Глава 7.

#### Химия металлов

- 7.1. Общие свойства металлов
- 7.2. Сплавы
- 7.3. s-Металлы
- 7.4. p-Металлы
- 7.5. d-Металлы

### Глава 8.

#### Основные понятия органической химии

- 8.1. Предмет органической химии. Классификация органических веществ
- 8.2. Классификация органических веществ
- 8.3. Структурная теория органических соединений. Изомерия

- 8.4. Взаимное влияние атомов в молекуле
- 8.5. Классификация и механизмы органических реакций

## **Глава 9.**

### **Химия углеводов**

- 9.1. Предельные углеводороды – алканы и циклоалканы
- 9.2. Переработка нефти
- 9.3. Непредельные углеводороды с двойными связями
- 9.4. Ацетиленовые углеводороды (алкины)
- 9.5. Ароматические углеводороды
- 9.6. Полимеры

## **Глава 10.**

### **Химия кислородсодержащих органических соединений**

- 10.1. Спирты и фенолы
- 10.2. Карбонильные соединения – альдегиды и кетоны
- 10.3. Карбоновые кислоты и их производные
- 10.4. Липиды
- 10.5. Углеводы

## **Глава 11.**

### **Химия азотсодержащих органических соединений**

- 11.1. Амины
- 11.2. Аминокислоты
- 11.3. Пептиды и полипептиды
- 11.4. Азотсодержащие гетероциклические соединения
- 11.5. Нуклеиновые кислоты

## **Часть 2 Строение вещества**

## **Глава 12.**

### **Строение атомных частиц**

- 12.1. Характеристики частиц, важные для химии
- 12.2. Атомные термы
- 12.3. Электронная конфигурация атома
- 12.4. Энергия атомных термов
- 12.5. Электронное строение и периодичность свойств элементов
- 12.6. Приближение независимых электронов
- 12.7. Радиусы, энергии ионизации и сродство к электрону атомов

## **Глава 13.**

### **Химическая связь в молекулах и ионах**

- 13.1. Термы двухатомных молекул
- 13.2. Теория локализованных электронных пар (валентных связей)
- 13.3. Пространственная направленность ковалентной связи
- 13.4. Длина, энергия и полярность ковалентной связи
- 13.5. Теория молекулярных орбиталей

## **Глава 14.**

### **Межмолекулярные взаимодействия. Конденсированные вещества**

- 14.1. Силы Ван-дер-Ваальса
- 14.2. Водородная связь
- 14.3. Состояния вещества

## **Глава 15.**

### **Кристаллические вещества**

- 15.1. Сведения из кристаллографии
- 15.2. Шаровые упаковки
- 15.3. Химическая связь в кристаллах
- 15.4. Строение некоторых простых веществ

## **Глава 16.**

### **Ионные кристаллы**

- 16.1. Ионная модель
- 16.2. Ионные радиусы
- 16.3. Важнейшие структурные типы ионных соединений

### Часть 3 Химическая термодинамика

#### Глава 17.

##### Основные понятия и постулаты термодинамики

- 17.1. Термодинамические величины, системы и их контакты
- 17.2. Исходные положения термодинамики
- 17.3. Уравнения состояния
- 17.4. Аддитивность термодинамических величин

#### Глава 18.

##### Первое начало термодинамики. Термохимия

- 18.1. Энергия, работа и теплота
- 18.2. Калорические коэффициенты
- 18.3. Энтальпия
- 18.4. Термохимическая теплота реакции
- 18.5. Стандартные состояния
- 18.6. Энтальпия образования соединения
- 18.7. Закон Гесса. Термохимические циклы
- 18.8. Важнейшие термохимические величины

#### Глава 19.

##### Второе и третье начала термодинамики

- 19.1. Энтропия
- 19.2. Термодинамическая температура
- 19.3. Неравенство Клаузиуса
- 19.4. Фундаментальное уравнение
- 19.5. Третье начало термодинамики
- 19.6. Стандартная энтропия химических соединений

#### Глава 20.

##### Термодинамические потенциалы

- 20.1. Свободная энергия
- 20.2. Термодинамические соотношения
- 20.3. Химический потенциал

#### Глава 21.

##### Фазовые равновесия в системах с одним компонентом

- 21.1. Условия равновесия фаз
- 21.2. Фазовые диаграммы
- 21.3. Фазовые переходы 1-го рода
- 21.4. Полиморфные превращения
- 21.5. Испарение и плавление

#### Глава 22.

##### Термодинамика многокомпонентных систем

- 22.1. Компоненты и составляющие вещества
- 22.2. Фундаментальные уравнения термодинамики
- 22.3. Характеристические функции
- 22.4. Парциальные мольные величины
- 22.5. Гетерогенные системы. Правило фаз
- 22.6. Диаграммы плавкости и растворимости бинарных систем.

#### Глава 23.

##### Растворы

- 23.1. Общие сведения о растворах
- 23.2. Термодинамическая активность
- 23.3. Функции смешения и классификация растворов
- 23.4. Зависимость состав - свойство. Фазовые диаграммы жидкость - пар
- 23.5. Растворимость газов
- 23.6. Коллигативные свойства

#### Глава 24.

##### Химические реакции

- 24.1. Термодинамическое описание реакций
- 24.2. Константа равновесия
- 24.3. Изотерма химической реакции
- 24.4. Связь теплового эффекта реакции с константой равновесия

**Глава 25.****Растворы электролитов**

- 25.1. Электролитическая диссоциация
- 25.2. Химические потенциалы и активности ионов
- 25.3. Термодинамические функции ионов в растворе
- 25.4. Термодинамические составляющие процесса растворения

**Глава 26.****Электрохимические равновесия**

- 26.1. Электрохимический потенциал
- 26.2. Электроды и полуреакции
- 26.3. Электрохимические цепи

**Глава 27.****Термодинамика поверхностных явлений и адсорбции**

- 27.1. Различные определения величины адсорбции
- 27.2. Изотерма молекулярной адсорбции Ленгмюра
- 27.3. Теория капиллярности Гиббса

**Часть 4  
Химическая кинетика****Глава 28.****Основные понятия и законы химической кинетики**

- 28.1. Химическая кинетика и химическая термодинамика
- 28.2. Основные понятия химической кинетики
- 28.3. Закон действующих масс
- 28.4. Кинетика реакций целого порядка
- 28.5. Влияние температуры на скорость химических реакций

**Глава 29.****Кинетика сложных реакций 1-го порядка**

- 29.1. Общие способы решения кинетических уравнений 1-го порядка
- 29.2. Обратимые реакции
- 29.3. Параллельные реакции
- 29.4. Термодинамический и кинетический контроль
- 29.5. Последовательные реакции

**Глава 30.****Приближенные методы химической кинетики**

- 30.1. Квазистационарное приближение
- 30.2. Квазиравновесное приближение
- 30.3. Методы определения порядка реакции

**Глава 31.****Катализ**

- 31.1. Общие свойства катализаторов
- 31.2. Гомогенный катализ
- 31.3. Ферментативный катализ
- 31.4. Гетерогенный катализ
- 31.5. Автокатализ

**Глава 32.****Фотохимические реакции**

- 32.1. Значение и примеры фотохимических реакций
- 32.2. Фотофизические и фотохимические процессы
- 32.3. Кинетика фотохимических реакций

**Приложение**

**Еремин В.В., Борщевский А.Ю.**  
**Сборник задач по общей и физической химии**



ISBN: 978-5-91559-261-1  
 2019, 416 с., 60x90/16, обложка



В.В. ЕРЕМИН, А.Я. БОРЩЕВСКИЙ

**СБОРНИК ЗАДАЧ ПО ОБЩЕЙ  
И ФИЗИЧЕСКОЙ ХИМИИ**

Сборник вопросов, задач и упражнений служит дополнением к учебнику для высшей школы «Основы общей и физической химии» В.В. Еремина и А.Я. Борщевского.

Лучший способ изучить предмет – решать задачи, поэтому данный сборник поможет лучше понять основные закономерности химии и точнее ориентироваться в мире химической информации.

Как и учебник, данный сборник состоит из 4 частей. Первая часть, «Общая химия» имеет описательный характер, три другие части посвящены основным разделам физической химии и демонстрируют применение физических теорий и методов к веществам и реакциям, описанным в первой части. В начале каждой главы приведены вопросы, ответы на которые помогут глубже понять теоретический материал. Для удобства читателей все задачи разделены на два уровня сложности. Ответы к расчетным задачам приведены в конце каждой главы.

Книга предназначена для студентов, изучающих общую и физическую химию, и их преподавателей. Вопросы и задачи первой части могут быть использованы школьниками для углубленного изучения химии и подготовки к олимпиадам.

## Оглавление

### ЧАСТЬ I. ОБЩАЯ ХИМИЯ

1. Основные понятия и законы химии
2. Основные классы неорганических соединений
3. Кислотно-основные и ионные равновесия в растворах
4. Окислительно-восстановительные реакции
5. Комплексные соединения
6. Химия неметаллов
7. Химия металлов
8. Основные понятия органической химии
9. Химия углеводородов
10. Химия кислородсодержащих органических соединений
11. Химия азотсодержащих органических соединений

### ЧАСТЬ II. СТРОЕНИЕ ВЕЩЕСТВА

12. Строение атомных частиц
13. Химическая связь в молекулах и ионах
14. Межмолекулярные взаимодействия. Конденсированные вещества
15. Кристаллические вещества
16. Ионные кристаллы

### ЧАСТЬ III. ХИМИЧЕСКАЯ ТЕРМОДИНАМИКА

17. Основные понятия и постулаты термодинамики
18. Первое начало термодинамики. Термохимия
19. Второе и третье начала термодинамики
20. Термодинамические потенциалы
21. Фазовые равновесия в системах с одним компонентом
22. Термодинамика многокомпонентных систем
23. Растворы
24. Химические реакции
25. Растворы электролитов
26. Электрохимические равновесия
27. Термодинамика поверхностных явлений и адсорбции

### ЧАСТЬ IV. ХИМИЧЕСКАЯ КИНЕТИКА

28. Основные понятия и законы химической кинетики
29. Кинетика сложных реакций 1-го порядка
30. Приближенные методы химической кинетики
31. Катализ
32. Фотохимические реакции

### Литература



**Ролдугин В. И.**

**Физикохимия поверхности, 2-е изд. испр.**

ISBN: 978-5-91559-008-2

2011, 568 с., 70x100/16, твёрдый переплёт

Первый в мире учебник-монография по актуальной теме на стыке физической химии, физики конденсированных сред, гидродинамики и физики двумерных систем.

Рассмотрены равновесные поверхности и неравновесные процессы для всех возможных границ раздела фаз, включая электронные структуру и процессы на поверхности, пленки и прослойки, все известные виды адсорбции, динамику жидких поверхностей.

Книга представляет собой всеобъемлющую энциклопедию поверхностных явлений и является существенным вкладом в развитие физической химии.

Незаменимый учебник для физических и химических факультетов университетов, первое издание широко используется в российских университетах.

### **Ролдугин Вячеслав Иванович**

Доктор физико-математических наук, профессор, заведующий лабораторией физикохимии коллоидных систем Института физической химии и электрохимии им. А.Н.Фrumкина РАН. Автор более 200 научных работ. Область научных интересов: неравновесная термодинамика, поверхностные явления, кинетическая теория газов, физикохимия коллоидов, наноразмерные системы, фрактальные структуры.

### **Оглавление**

Предисловие к первому изданию

Предисловие автора

#### **Глава 1.**

##### **Поверхности жидкостей**

1. 1. Поверхностная энергия жидкостей
1. 2. Термодинамика поверхностей жидкостей
1. 3. Структура поверхностного слоя жидкости
1. 4. Ориентация молекул в поверхностном слое
1. 5. «Равновесные» капиллярные волны и их влияние на структуру поверхности
1. 6. Жидкие металлы
1. 7. Температурная зависимость поверхностного натяжения
1. 8. Поверхность жидкости вблизи критической точки
1. 9. Искривленные поверхности
- 1.10. Давление пара над искривленной поверхностью
- 1.11. Поверхности произвольной кривизны

#### **Глава 2.**

##### **Нерастворимые монослои на жидкой поверхности**

- 2.1. Монослои и их состояния
- 2.2. Термодинамика монослоев
- 2.3. Особенности плавления двумерных систем
- 2.4. Фазовые переходы в монослоях
- 2.5. Уравнения состояния монослоев
- 2.6. Пленки Ленгмюра-Блоджетт

#### **Глава 3.**

##### **Поверхностное натяжение растворов**

- 3.1. Уравнение Гиббса
- 3.2. Поверхностное натяжение слабых растворов
- 3.3. Поверхностное натяжение растворов электролитов
- 3.4. Поверхностное натяжение растворов
  - 3.4.1. Поверхностное натяжение идеальной смеси одинаковых по размеру молекул
  - 3.4.2. Влияние неидеальности раствора на поверхностное натяжение
  - 3.4.3. Точные формулы для поверхностного натяжения и поверхностного профиля плотности раствора
- 3.5. Растворы неионных поверхностно-активных веществ
- 3.6. Правило Траубе
- 3.6. Растворы ионных поверхностно-активных веществ

**Глава 4.****Граница раздела жидкость/жидкость**

- 4.1. Межфазное натяжение на границе двух растворов
- 4.2. Правило Антонова
- 4.3. Жидкие линзы
- 4.4. Самопроизвольное эмульгирование
- 4.5. Микроэмульсии
- 4.6. Заряженные поверхности

**Глава 5.****Поверхности твердых тел**

- 5.1. Термодинамика твердых поверхностей
- 5.2. Анизотропия поверхностного натяжения
- 5.3. Структура поверхности кристаллов. Реконструкция поверхности
- 5.4. Огрубление поверхности
- 5.5. Фрактальные поверхности
- 5.6. Плавление поверхности
- 5.7. Поверхностная сегрегация в твердых телах

**Глава 6.****Электронная структура поверхности**

- 6.1. Электронные состояния на поверхности
- 6.2. Поверхности металлов
- 6.3. Контактная разность потенциалов
- 6.4. Пространственный заряд вблизи металлической поверхности
- 6.5. Поверхности полупроводников
- 6.6. Поверхности диэлектриков

**Глава 7.****Поверхность раздела твердое тело/газ**

- 7.1. Силы взаимодействия молекул с поверхностью
- 7.2. Термодинамика адсорбции
- 7.3. Физическая и химическая адсорбция
- 7.4. Изотермы адсорбции Генри и Ленгмюра
  - 7.4.1. Изотерма Генри и константа Генри
  - 7.4.2. Изотерма Ленгмюра
- 7.5. Уравнение БЭТ
- 7.6. Фазовые переходы в адсорбционных слоях
- 7.7. Деформация твердых тел при адсорбции
- 7.8. Реконструкция поверхности под действием адсорбатов
- 7.9. Адсорбция на металлах
  - 7.9.1. Физическая адсорбция
  - 7.9.2. Химическая адсорбция
- 7.10. Адсорбция на полупроводниках
- 7.11. Влияние адсорбции на электронные поверхностные состояния

**Глава 8.****Поверхность раздела твердое тело/жидкость**

- 8.1. Краевой угол
- 8.2. Гистерезис краевого угла
- 8.3. Линейное натяжение
- 8.4. Краевой угол на гетерогенной поверхности
- 8.5. Краевой угол на фрактальной поверхности
- 8.6. Переходы смачивания

**Глава 9.****Адсорбция из растворов**

- 9.1. Адсорбция неэлектролитов
  - 9.1.1. Решеточная модель
  - 9.1.2. Модель двух фаз
- 9.2. Переходы смачивания
- 9.3. Адсорбция электролитов
- 9.4. Двойной электрический слой
- 9.5. Адсорбция поверхностно-активных веществ
  - 9.5.1. Адсорбция неионогенных поверхностно-активных веществ
  - 9.5.2. Адсорбция ионогенных поверхностно-активных веществ
- 9.6. Адсорбция полимеров
  - 9.6.1. Приближение среднего поля
  - 9.6.2. Скейлинговый подход
- 9.7. Адсорбция полиэлектролитов

**Глава 10.****Пленки и прослойки**

- 10.1. Поверхностные силы и расклинивающее давление
  - 10.1.1. Воздушная прослойка
  - 10.1.2. Жидкие прослойки
  - 10.1.3. Искривленные границы фаз
- 10.2. Электростатическая составляющая расклинивающего давления
- 10.3. Потенциал ДЛФО (молекулярная и электростатическая составляющие)
- 10.4. Адсорбционная составляющая
- 10.5. Структурная составляющая
- 10.6. Гидрофобная составляющая
- 10.7. Стерическая составляющая
- 10.8. Электронная составляющая
- 10.9. Свободные пленки
- 10.10. Смачивающие пленки
  - 10.10.1. Термодинамические соотношения
  - 10.10.2. Экспериментальные данные

**Глава 11.****Кинетика формирования новой фазы (поверхности раздела)**

- 11.1. Гомогенная нуклеация
- 11.2. Спинодальный распад
- 11.3. Эволюция зародышей новой фазы
- 11.4. Зарождение и рост кристаллов
- 11.5. Гетерогенная нуклеация. Конденсация на ионах
- 11.6. Гетерогенная нуклеация. Конденсация на подложках
- 11.7. Гетерогенная нуклеация. Эпитаксия
- 11.8. Рост фрактальных поверхностей

**Глава 12.****Динамика поверхности жидкостей**

- 12.1. Капиллярные волны
  - 12.1.1. Идеальная жидкость
  - 12.1.2. Вязкая жидкость
  - 12.1.3. Влияние поверхностно-активных веществ на распространение капиллярных волн
- 12.2. Поверхностные потоки
- 12.3. Динамическое поверхностное натяжение
- 12.4. Движение плоского фронта жидкости
- 12.5. Течения Марангони
  - 12.5.1. Конвекция Бенара-Марангони
  - 12.5.2. Волновое движение Марангони
  - 12.5.3. Межфазная турбулентность
- 12.6. Рассеяние света на поверхности жидкости

**Глава 13.****Испарение с поверхности жидкости**

- 13.1. Кинетика испарения. Коэффициент конденсации
- 13.2. Скачки давления и температуры у поверхности испарения
- 13.3. Эффект инверсии профиля температуры
- 13.4. Испарение в «инертный» газ
- 13.5. Влияние монослоев на скорость испарения
- 13.6. Испарение и рост капель
  - 13.6.1. Стационарное испарение крупных капель
  - 13.6.2. Времена роста и жизнь капель
  - 13.6.3. Нестационарное испарение капель
  - 13.6.4. Испарение умеренно крупных и мелких капель
  - 13.6.6. Неравновесная термодинамика испарения капель

**Глава 14.****Поверхность раздела твердое тело/газ**

- 14.1. Рассеяние газа на твердой поверхности. Коэффициенты аккомодации
- 14.2. Взаимодействие газа с фононами
- 14.3. Индикатрисы рассеяния
- 14.4. Скольжение газа по поверхности
  - 14.4.1. Вязкое скольжение
    - 14.4.2. Скачок температуры
    - 14.4.3. Тепловое скольжение
    - 14.4.4. Диффузионное скольжение

- 14.5. Термо- и диффузиофорез частиц в газе
  - 14.5.1. Формула Стокса
  - 14.5.2. Термофорез частиц
  - 14.5.3. Диффузиофорез частиц
- 14.6. Диффузия по твердой поверхности
  - 14.6.1. Самодиффузия адатомов
  - 14.6.2. Анизотропия диффузии
  - 14.6.3. Диффузия при высоких степенях заполнения поверхности
- 14.7. Миграция кластеров по поверхности
  - 14.7.1. Одномерные кластеры
  - 14.7.2. Малые двумерные кластеры
  - 14.7.3. Большие двумерные кластеры

## **Глава 15.**

### **Движение жидкости по твердой поверхности**

- 15.1. Кинетика растекания капель
- 15.2. Динамический краевой угол
- 15.3. Кинетика капиллярного поднятия (пропитки)
- 15.4. Граничная вязкость и скольжение жидкости
- 15.5. Термокапиллярные течения
  - 15.5.1. Термокапиллярное пленочное течение
  - 15.5.2. Термоосмотическое течение
- 15.6. Диффузионно-капиллярные течения
  - 15.6.1. Течение пленок под действием градиента концентрации
  - 15.6.2. Диффузионно-осмотическое течение (капиллярный осмос)
- 15.7. Электрокапиллярное течение
- 15.8. Термофорез в жидкостях
  - 15.8.1. Термофорез твердых частиц
  - 15.8.2. Термокапиллярное движение капель и пузырьков
- 15.9. Диффузиофорез в жидкостях
  - 15.9.1. Диффузиофорез твердых частиц
  - 15.9.2. Диффузиофорез капель и пузырьков
- 15.10. Электрофорез
- 15.11. Неравновесная термодинамика транспортных процессов в жидкостях
  - 15.11.1. Прерывные системы
  - 15.11.2. Термоосмос и механокалорический эффект
  - 15.11.3. Диффузионный осмос и обратный осмос
  - 15.11.4. Электроосмос и ток течения
  - 15.11.5. Внешние течения
  - 15.11.6. Термофорез и тепловая поляризация
  - 15.11.7. Диффузиофорез и диффузионная поляризация
  - 15.11.8. Электрофорез и эффект Дорна

## **Глава 16.**

### **Неравновесные электронные процессы на поверхности**

- 16.1. Термоэлектронная эмиссия
  - 16.1.1. Первая формула Ричардсона
  - 16.1.2. Вторая формула Ричардсона
  - 16.1.3. Зависимость тока эмиссии от напряжения
  - 16.1.4. Эффект Шоттки
  - 16.1.5. Автоэлектронная (холодная) эмиссия
- 16.2. Фотоэлектронная эмиссия.
- 16.3. Вторичная электронная эмиссия
- 16.4. Поверхностные плазмоны
  - 16.4.1. Объемные плазменные колебания
  - 16.4.2. Поверхностные плазмоны
- 16.5. Поверхностные магноны
- 16.6. Усиленное поверхностью комбинационное рассеяние

### **Приложение 1.**

Метод функционала плотности для металлов

### **Приложение 2.**

Метод функционала плотности для плотных газов и жидкостей

### **Приложение 3.**

Основы неравновесной термодинамики



**Уманский С.Я.**  
**Теория элементарных химических реакций**

ISBN: 978-5-91559-014-3  
 2009, 408 с., 60x90/16, твёрдый переплет

Учебное пособие на основе курса лекций Автора на химфаке МГУ.

Дается детальное представление о структуре стабильных молекул и природе химической связи в двухатомной молекуле, смежных задачах квантовой химии. Рассмотрено взаимодействие молекул с электромагнитным излучением.

Впервые в учебном пособии изложено современное состояние теории элементарного акта химического превращения в газе.

Для физических и химических факультетов университетов.

**Уманский Станислав Яковлевич**

Заведующий лабораторией теоретической химической физики ИХФ им. Н.Н. Семенова РАН. Профессор МГУ и МФТИ. Известный специалист в области химической кинетики. Автор более 130 научных работ, соавтор четырёх монографий.

**Оглавление**

**Часть 1**

**Структура стабильных молекул**

**Глава 1.**

**Уравнение Шредингера для системы электронов и ядер как основа микроскопической теории химических превращений**

Уравнение Шредингера для молекулы. Нерелятивистский и релятивистский вклады. Приближение Борна-Оппенгеймера для молекулы. Адиабатические электронные потенциальные поверхности и неадиабатическая связь.

**Глава 2.**

**Приближенные подходы к решению электронного уравнения Шредингера для молекулярных систем**

Стационарная теория возмущений Рэлея-Шредингера для невырожденных и вырожденных состояний дискретного спектра. Использование вариационного принципа для решения электронного уравнения Шредингера и модели с конечным числом электронных состояний. Модель двух квантовых состояний и эффект квазипересечения уровней энергии в случае зависимости гамильтониана модели от параметра. Адиабатические и диабатические состояния.

**Глава 3.**

**Применение теории групп к анализу уравнения Шредингера для молекулярных систем**

Точные и приближенные свойства симметрии электронного уравнения Шредингера. Основные понятия теории представления групп. Неприводимые представления группы симметрии гамильтониана и его собственные состояния. Теоретико-групповая формулировка правил отбора для матричных элементов.

**Глава 4.**

**Представления об электронной структуре атома**

Приближение центрального поля. Одноэлектронные атомные уровни энергии и волновые функции (атомные орбитали). Многоэлектронные атомные состояния в приближении центрального поля (конфигурации), роль принципа Паули и спина электрона. Учет электростатической корреляции электронов. Спин-орбитальное взаимодействие и уровни тонкой структуры.

**Глава 5.**

**Потенциальные кривые двухатомной молекулы и ее свойства симметрии и электронные квантовые числа вблизи равновесного межъядерного расстояния**

Притягивающие и отталкивательные потенциальные кривые, квазипересечение потенциальных кривых. Свойства симметрии двухатомной молекулы и соответствующие электронные квантовые числа. Модель аксиально-симметричного поля. Одноэлектронные уровни энергии и волновые функции (молекулярные орбитали). Электронные конфигурации двухатомных молекул. Учет электронной корреляции и спин-орбитального взаимодействия. Свойства симметрии молекулярных орбиталей и корреляционные диаграммы. Связывающие и разрыхляющие орбитали. Молекулярные орбитали как линейные комбинации атомных орбиталей.

**Глава 6.****Происхождение химической связи в двухатомной молекуле в модели независимых электронов на примере иона  $H_2^+$** 

Теорема Гельмана-Фейнмана для иона  $H_2^+$ . Два нижних электронных состояния  $H_2^+$  в приближении линейной комбинации атомных орбиталей (ЛКАО). Кулоновский и резонансный интегралы и интеграл перекрытия. Связывающая и разрыхляющая молекулярные орбитали и природа различия между ними.

**Глава 7.****Химическая связь в двухатомных молекулах в рамках модели независимых электронов**

Молекулярные орбитали для гомоядерной двухатомной молекулы. Связывающие и разрыхляющие орбитали и определение характера орбиталей с помощью метода линейной комбинации атомных орбиталей и диаграмм распределения электронной плотности атомных орбиталей. Относительное расположение одноэлектронных уровней в гомоядерной двухатомной молекуле. Корреляционные диаграммы для одноэлектронных уровней энергии. Связь между набором чисел заполнения одноэлектронных молекулярных уровней энергии в основном электронном состоянии и числом химических связей.

**Глава 8.****Химическая связь в многоатомных молекулах с локализованными связями в рамках модели независимых электронов**

Модель независимых электронов для многоатомных молекул. Делокализованные молекулярные орбитали и локализованные орбитали связей. Гибридизация и ее связь с геометрической структурой молекул.  $\sigma$ - и  $\pi$ -связи. Ограниченность представления о локализованных связях.

**Глава 9.****Химическая связь в многоатомных молекулах с сопряженными связями в рамках модели независимых электронов**

Отклонение от аддитивности энергий связей в ароматических углеводородах. Делокализованные молекулярные  $\pi$ -орбитали в ароматических соединениях. Энергетический стабилизирующий эффект делокализации  $\pi$ -электронов

**Глава 10.****Колебательно-вращательные состояния стабильных двухатомных молекул**

Электронно-колебательно-вращательные состояния двухатомной молекулы, их квантовые числа и свойства симметрии. Влияние спина ядер в случае гомоядерных молекул. Колебания двухатомной молекулы - гармонический потенциал и потенциал Морзе. Роль эффектов ангармоничности.

**Глава 11.****Колебательно-вращательные состояния стабильных многоатомных молекул**

Условия Экарта разделения колебательного и вращательного движений многоатомной молекулы. Модель жесткий волчок-совокупность гармонических осцилляторов. Нормальные колебания и их связь со свойствами симметрии молекул. Ангармонизм колебаний многоатомных молекул, его качественное отличие от ангармонизма в двухатомных молекулах. Резонанс Ферми.

**Часть 2****Взаимодействие молекул с электромагнитным излучением****Глава 1.****Электромагнитное поле в квантовой теории**

Монохроматические электромагнитные волны, их характеристики. Квантование электромагнитного поля. Фотоны и классические электромагнитные волны. Когерентные состояния электромагнитного поля. Оператор взаимодействия электромагнитного поля с молекулярной системой.

**Глава 2.****Теория возмущений, зависящих от времени**

Представление взаимодействия Дирака. Вероятность перехода в единицу времени, золотое правило Ферми.

**Глава 3.****Взаимодействие квантованного электромагнитного поля излучения с молекулярной системой**

Вероятность спонтанного излучения фотона возбужденной молекулярной системой. Электродипольное приближение. Поглощение и индуцированное излучение. Коэффициенты Эйнштейна. Сечение поглощения излучения молекулярной системой.

**Глава 4.****Правила отбора и интенсивности спектральных линий излучения атомов**

Понятие о неприводимых тензорных операторах. Правила отбора для электро-дипольных переходов в атомах и порядок величины вероятностей излучения фотона в единицу времени для разрешенных переходов.

**Глава 5.****Правила отбора и интенсивности спектральных линий излучения двухатомных молекул**

Структура спектров излучения двухатомных молекул. Правила отбора по электронным и вращательным квантовым числам. Принцип Франка-Кондона для электронно-колебательных переходов. Относительный порядок величины вероятностей перехода для вращательных, колебательно-вращательных и электронно-колебательно-вращательных переходов. Запрещенные переходы.

**Глава 6.****Внутримолекулярные процессы обмена энергией**

Преддиссоциация двухатомных молекул, формула Ландау-Зинера для вероятности неадиабатического перехода. Представление о безызлучательных электронно-колебательных переходах в многоатомных молекулах.

**Часть 3****Элементарный акт химического превращения в газе****Глава 1.****Химическая реакция в газе – основные понятия**

Химическая реакция в газе - элементарный акт химического превращения в наиболее чистом виде. Классификация газофазных реакций - моно-, би- и тримолекулярные реакции. Сведение динамики всех типов реакций к динамике бимолекулярных реакций. Характеристики элементарных бимолекулярных реакций: сечения и константы скорости. Эмпирическая информация о константах скорости бимолекулярных реакций - аррениусовская температурная зависимость, энергия активации предэкспонент. Модель поглощающей сферы и экспериментальные данные о термических химических реакциях - необходимость корректного описания анизотропии межмолекулярного взаимодействия.

**Глава 2.****Проблема прохождения потенциального барьера в химических реакциях и поверхности потенциальной энергии**

Приближение Гайтлера-Лондона для расчета взаимодействия атомов и молекул. Обменное взаимодействие и принцип Паули. Электронные потенциальные кривые  $H_2$  и  $HHe$  в приближении Гайтлера-Лондона. Формула Лондона для системы трех атомов водорода. Полуэмпирическая формула Лондона-Эйринга-Поляни-Сато. Важнейшие характеристики поверхности потенциальной энергии - путь реакции, профиль пути реакции. Характерные профили пути реакции для реакций различных типов. Прямые реакции и реакции через долгоживущий промежуточный комплекс.

**Глава 3.****Метод переходного состояния для расчета констант скорости прямых термических бимолекулярных реакций**

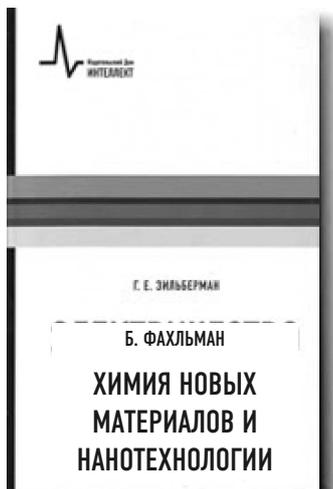
Формулировка метода переходного состояния в рамках классической механики. Вариационный метод переходного состояния. Квантовые эффекты в методе переходного состояния. Примеры применения метода переходного состояния к расчету констант скорости конкретных реакций - захват в поле центральных сил, реакция атома с двухатомной молекулой, идущая через линейный переходный комплекс.

**Глава 4.****Статистическая теория бимолекулярных реакций, идущих через долгоживущий промежуточный комплекс**

Сечения и константы скорости бимолекулярных реакций, идущих через промежуточный комплекс, расчет микроканонической константы скорости распада промежуточного комплекса методом переходного состояния. Применения статистической теории к анализу конкретных идущих через промежуточный комплекс реакций - реакции соединения, процессы химической активации.

**Глава 5.****Понятие о динамике прямых бимолекулярных реакций**

Микроскопические константы скорости реакции атома с двухатомной молекулой. Колебательные распределения продуктов экзотермической реакции атома с двухатомной молекулой. Динамика экзотермических реакций атома с двухатомной молекулой. Колебательно-адиабатическая модель прямых термонейтральных реакций на примере реакции  $H+H_2 \rightarrow H_2+H$ .



**Фахльман Б.**

**Химия новых материалов и нанотехнологии, пер с англ.**

ISBN: 978-5-91559-029-7

2011, 464 с., 70x100/16, переплёт

Изложение химического материаловедения сфокусировано на определяющей связи структуры и свойств. Особое внимание уделено химии твердого тела. Подробно представлены характеристики металлов и сплавов, полупроводниковые и «мягкие» органические материалы, применения полимерных добавок. Чётко излагаются методы диагностики обычных и наноструктурированных материалов.

В части нанотехнологий «переднего края» описаны использование наноразмерных «строительных блоков», нульмерные и одномерные наноматериалы, лабораторные технологии получения углеродных нанотрубок, наночастиц меди, золота и оксида алюминия, никелевых нанопроволок.

Для всех материаловедческих специальностей, физических и химических факультетов университетов.

## **Б. Фахльман**

Профессор Мичиганского университета.

Специалист в области химического материаловедения и новых наноструктурированных материалов.

## **Оглавление**

Введение

### **Глава 1.**

#### **Роль химии в материаловедении**

- 1.1. Исторические аспекты
- 1.2. Критерии создания новых материалов
- 1.3. Системный анализ и его роль в получении новых материалов

### **Глава 2.**

#### **Химия твердого тела**

- 2.1. Аморфные и кристаллические тела
- 2.2. Химическая связь в твердых телах
  - 2.2.1. Ионные кристаллы
  - 2.2.2. Металлы
  - 2.2.3. Молекулярные кристаллы
  - 2.2.4. Кристаллы, содержащие ковалентные каркасы
- 2.3. Кристаллическое состояние
  - 2.3.1. Методы роста кристаллов
  - 2.3.2. Элементарная ячейка
  - 2.3.3. Кристаллические решетки
  - 2.3.4. Несовершенства кристаллов
  - 2.3.5. Диаграммы фазовых превращений
  - 2.3.6. Симметрия кристаллов и пространственные группы
  - 2.3.7. Физические свойства кристаллических тел
- 2.4. Аморфное состояние
  - 2.4.1. Золь-гель-технологии
  - 2.4.2. Стекла
  - 2.4.3. Цементные материалы

### **Глава 3.**

#### **Металлы**

- 3.1. Добыча руд и выплавка металлов
  - 3.1.1. Порошковая металлургия
- 3.2. Структуры и свойства металлов
  - 3.2.1. Фазовые превращения в системе железо углерод
  - 3.2.2. Механизмы упрочнения сталей
  - 3.2.3. Нержавеющие стали
  - 3.2.4. Цветные металлы и сплавы
- 3.3. Противокоррозионная обработка поверхностей металлов
- 3.4. Магнетизм металлов и сплавов
- 3.5. Обратимое хранение водорода

**Глава 4.****Полупроводниковые материалы**

- 4.1. Типы и свойства полупроводников
- 4.2. Технологии на основе кремния
  - 4.2.1. Производство кремниевых пластин
  - 4.2.2. Интегральные схемы
- 4.3. Термоэлектрические материалы

**Глава 5.****«Мягкие» органические материалы**

- 5.1. Классификация и номенклатура полимеров
  - 5.1.1. Механизмы полимеризации
- 5.2. Применение «мягких материалов»: взаимосвязь структуры и свойств
  - 5.2.1. Молекулярные магниты
  - 5.2.2. Полимерные добавки: пластификаторы и замедлители горения

**Глава 6.****Наноматериалы**

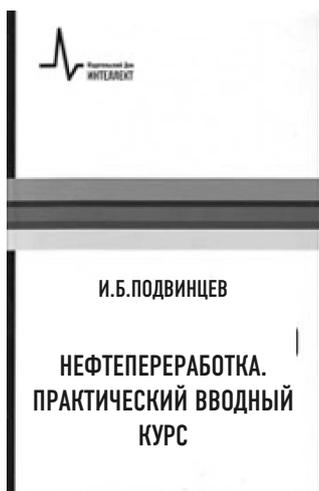
- 6.1. Что такое «нанотехнологии»?
- 6.2. Наноразмерные строительные блоки и их использование
  - 6.2.1. Нульмерные наноматериалы
  - 6.2.2. Одномерные наноматериалы
- 6.3. «Мягкая литография»

**Глава 7.****Диагностика материалов**

- 7.1. Оптическая микроскопия
- 7.2. Электронная микроскопия
  - 7.2.1. Просвечивающая электронная микроскопия
  - 7.2.2. Сканирующая электронная микроскопия
  - 7.2.3. Фотоэлектронная спектроскопия
- 7.3. Диагностика поверхности методами ионного травления
- 7.4. Сканирующая зондовая микроскопия
- 7.5. Макроскопические методы

**Приложение А.****Хронология создания материалов и технологических прорывов****Приложение Б.****Для миниатюризации открываются огромные возможности****Приложение В.****Лабораторные технологии, связанные с производством материалов**

- В.1. Нанесение углеродных нанотрубок из пара
  - В.1.1. Предварительные замечания
  - В.1.2. Техника эксперимента
- В.2. Рост наночастиц меди и оксида алюминия из сверхкритических жидкостей
  - В.2.1. Техника эксперимента
- В.3. Синтез и диагностика жидких кристаллов
  - В.3.1. Техника эксперимента
- В.4. Темплатный синтез и магнитное манипулирование никелевыми нанопроволоками
  - В.4.1. Техника эксперимента
- В.5. Введение в фотолитографию
  - В.5.1. Техника эксперимента
- В.6. Получение нанокластеров золота
  - В.6.1. Техника эксперимента



**Подвинцев И.Б.**

**Нефтепереработка. Практический вводный курс, 2-е перераб. и доп. изд.**

ISBN: 978-5-91559-190-4

2015, 160 с., 60x84/16, обложка

Учебное пособие адресовано читателям, которые хотят получить общее представление о переработке нефти, процессах ее составляющих, проблемах и основных тенденциях развития этой отрасли. В доступной широкому кругу читателей форме, последовательно, от первичной ректификации нефти, через каталитические и термические процессы нефтепереработки рассмотрена технологическая цепочка превращения сырой нефти в моторные топлива, масла и другие нефтепродукты. Описание основных аппаратов переработки нефти, а также вспомогательных установок создает целостную картину работы современного нефтеперерабатывающего завода (НПЗ). В тексте приведены основные химические реакции рассматриваемых процессов, а также упрощенные технологические схемы установок. Особое внимание уделено терминам, понятиям и единицам измерения, создающим специфическую атмосферу производства и сбыта нефтепродуктов. В конце книги выделенные в тексте курсивом термины и наиболее часто употребляемые аббревиатуры сведены в словарь – предметный указатель.

Пособие рассчитано как на студентов химико-технологических специальностей, так и на инженеров и технологов промышленности.

Первое издание книги широко используется как в университетах, так и на предприятиях нефтехимической отрасли для подготовки специалистов-практиков.

### **Подвинцев Илья Борисович**

Кандидат химических наук. Главный технолог нефтеперерабатывающего завода Zeeland Refinery (Нидерланды), совместного предприятия компаний TOTAL и ЛУКОЙЛ.

## **Оглавление**

### **Предисловие ко второму изданию**

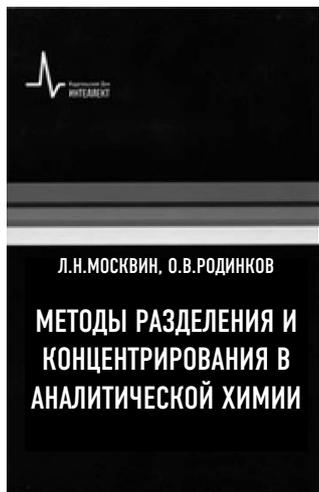
Книга адресована всем читателям, которые хотят получить общее представление о переработке нефти, процессах ее составляющих, проблемах и основных тенденциях развития этой отрасли. Особое внимание уделено терминам и понятиям, создающим специфическую атмосферу производства и сбыта нефтепродуктов.

При подготовке ко второму изданию материал был переработан с учетом современного состояния и тенденций развития нефтепереработки. Книга была дополнена информацией по процессам демеркаптанизации и доочистки отходящих газов установки производства серы. Словарь англоязычных аббревиатур также был создан при подготовке второго издания книги в связи с широким распространением таких терминов в технической литературе, а также, отчасти, и в русскоязычной среде работников нефтеперерабатывающей отрасли.

1. Введение Что такое нефть?
2. Единицы измерения
3. Показатели качества нефтепродуктов
4. Оборудование нефтепереработки
5. Первичная переработка нефти — обессоливание, атмосферная и вакуумная ректификация
6. Гидроочистка и демеркаптанизация
7. Каталитический риформинг бензинов и изомеризация
8. Каталитический крекинг, алкилирование, полимеризация и производство эфиров
9. Гидрокрекинг и производство водорода
10. Производство масел и парафина
11. Переработка остатков: производство битумов, термический крекинг, коксование
12. Производство серы и серной кислоты
13. Общезаводское хозяйство

### **Словарь — предметный указатель**

Наиболее употребляемые в нефтеперерабатывающей отрасли англоязычные аббревиатуры



**Москвин Л.Н. , Родинков О.В.**  
**Методы разделения и концентрирования в аналитической химии**

ISBN 978-5-91559-129-4  
 2012, 352, 70 x 100/16, обложка

Учебник посвящен одному из важнейших разделов аналитической химии - методам разделения и концентрирования веществ и отражает современный уровень развития аналитической химии по данному направлению. Предлагаемый учебник не имеет аналогов по широте и глубине охвата методов разделения, выгодно отличаясь от большинства известных изданий, посвященных, как правило, только одному из них или одной группе методов. Другим важным отличием является строгая классификация всего многообразия методов разделения, благодаря чему предлагаемый учебник может служить путеводителем в сложном лабиринте как давно известных, так и недавно появившихся методов. При этом авторы не ограничиваются рассмотрением традиционного аспекта их применения на стадии пробоподготовки в классическом лабораторном анализе. Основное внимание уделено более важной для современной аналитической химии проблеме применения методов разделения в качестве основы гибридных методов анализа и на стадии пробоподготовки в проточных методах анализа.

Еще одной отличительной чертой предлагаемого учебника является сочетание глубины изложения физико-химических основ рассматриваемых методов с критическим анализом их аналитических возможностей. В совокупности это придает учебнику универсальность для потенциальных пользователей.

Учебное пособие предназначено, прежде всего, для студентов химических факультетов классических университетов и технических университетов химико-технологических специальностей. В тоже время он будет безусловно полезен магистрам и аспирантам, преподавателям, а также профессионалам, столкнувшимся с необходимостью прибегнуть к использованию методов разделения в различных аспектах их аналитического применения.

**Москвин Леонид Николаевич**

Доктор химических наук, заведующий кафедрой аналитической химии СПбГУ.  
 Лауреат премии Правительства РФ и премии им. В.Г. Хлопина РАН.  
 Автор более 800 научных трудов, включая более 40 изобретений и 3 монографии.

**Родинков Олег Васильевич**

Доктор химических наук, профессор кафедры аналитической химии СПбГУ.  
 Автор более 200 научных трудов, включая 10 изобретений и учебник.

**Оглавление**

**Введение**

**Роль методов разделения и концентрирования в аналитической химии**

**Глава 1.**

**Основные понятия. Общая классификация методов разделения. Методы разделения гетерогенных и гомогенных смесей. Внутригрупповые классификации методов разделения**

**Глава 2.**

**Методы разделения, основанные на образовании выделяемыми веществами новой фазы**

2.1. Общая характеристика методов

2.2. Методы, основанные на образовании твердой фазы в жидкой и газообразной

2.2.1. Осаждение. Основные аналитические формы выделяемых веществ

2.2.2. Электроосаждение

2.2.3. Кристаллизация

2.2.4. Вымораживание

2.3. Селективное растворение

2.4. Методы, основанные на образовании газовой фазы из конденсированной

2.4.1. Отгонка из раствора

2.4.2. Упаривание

2.4.3. Отгонка в среде газообразного экстрагента

2.4.4. Возгонка

2.4.5. Дистилляция (перегонка) и ректификация

### Глава 3.

#### Методы разделения, основанные на различиях в распределении веществ между фазами

- 3.1. Внутригрупповая классификация и общие характеристики методов
- 3.2. Жидкостная экстракция
  - 3.2.1. Основные понятия
  - 3.2.2. Экстракция по механизму физического распределения
  - 3.2.3. Реакционная экстракция. Общие закономерности
  - 3.2.4. Кислородсодержащие экстрагенты
  - 3.2.5. Азотсодержащие экстрагенты
  - 3.2.6. Серасодержащие экстрагенты
  - 3.2.7. Хелатообразующие экстрагенты
  - 3.2.8. Макроциклические экстрагенты.
  - 3.2.9. Экстракция в трехфазных системах и экстракция смесями экстрагентов
  - 3.2.10. Экстракция расплавами
  - 3.2.11. Способы осуществления экстракционных процессов
- 3.3. Сорбционные методы
  - 3.3.1. Общие представления
  - 3.3.2. Молекулярная адсорбция и адсорбенты
  - 3.3.3. Ионный обмен и ионообменные сорбенты
  - 3.3.4. Комплексообразующая сорбция и комплекситы
  - 3.3.5. Способы осуществления сорбционных процессов
- 3.4. Кристаллизационные методы
- 3.5. Методы разделения, основанные на распределении веществ в системе жидкость – газ
  - 3.5.1. Газовая экстракция
  - 3.5.2. Жидкостная абсорбция
  - 3.5.3. Сверхкритическая флюидная экстракция

### Глава 4.

#### Хроматографические методы разделения веществ

- 4.1. Основные понятия хроматографии
  - 4.1.1. Хроматография, терминологический и методологический Аспекты
  - 4.1.2. Классификация хроматографических методов. Стационарная и подвижная фаза, их роль в хроматографическом процессе. Носители стационарных фаз
  - 4.1.3. Основные параметры хроматографического процесса
- 4.2. Теоретические основы хроматографии
  - 4.2.1. Классификация теорий хроматографии
  - 4.2.2. Тарелочная теория хроматографии
  - 4.2.3. Диффузионно-кинетическая теория хроматографии
  - 4.2.4. Общие представления о теории моментов
  - 4.2.5. Равновесная аддитивная теория удерживания
- 4.3. Оптимизация хроматографического разделения
  - 4.3.1. Способы минимизации высоты эквивалентной теоретической тарелки и их ограничения
  - 4.3.2. Высокоэффективная хроматография
  - 4.3.3. Оптимизация условий осуществления хроматографического процесса
- 4.4. Хроматографические методы, являющиеся различными вариантами хроматографического способа осуществления межфазного распределения
  - 4.4.1. Колоночная хроматография
  - 4.4.2. Планарная хроматография
  - 4.4.3. Хроматографические методы с разнонаправленными потоками фаз (противоточная, двухмерная хроматография)
- 4.5. Хроматографические методы, основанные на распределении веществ в системе жидкость – твердая фаза
  - 4.5.1. Жидкостно-адсорбционная хроматография
  - 4.5.2. Ионообменная хроматография
  - 4.5.3. Аффинная хроматография
  - 4.5.4. Лигандообменная хроматография
  - 4.5.5. Эксклюзионная хроматография
- 4.6. Хроматографические методы, основанные на распределении веществ в системе жидкость - жидкость
  - 4.6.1. Общие принципы жидкостно-жидкостной хроматографии
  - 4.6.2. Жидкостно-жидкостная хроматография со стационарной полярной фазой
  - 4.6.3. Жидкостно-жидкостная хроматография со стационарной неполярной фазой 0,1
- 4.7. Стратегия выбора системы фаз в жидкостной хроматографии
- 4.8. Газоадсорбционная хроматография
- 4.9. Хроматографические методы, основанные на распределении веществ в системе жидкость – газ
  - 4.9.1. Газожидкостная хроматография и газо-жидкостно-твердофазная хроматография
  - 4.9.2. Жидкостно-газовая и жидкостно-газоадсорбционная хроматография
- 4.10. Комбинированные хроматографические методы
  - 4.10.1. Многомерная хроматография
  - 4.10.2. Сочетание жидкостной и газовой хроматографии
  - 4.10.3. Реакционная аналитическая хроматография

**Глава 5.****Мембранные методы разделения веществ**

- 5.1. Внутригрупповая классификация
- 5.2. Основные типы мембран, применяемых в мембранных методах
- 5.3. Диффузионные мембранные методы
- 5.4. Электромембранные методы
- 5.5. Баромембранные методы

**Глава 6.****Методы внутрифазного разделения**

- 6.1. Принципы внутрифазного разделения и классификация методов
- 6.2. Электромиграционные методы
- 6.3. Проточное фракционирование в поперечном поле (ППФ-методы)

**Глава 7.****Комбинированные методы разделения**

- 7.1. Общие принципы комбинированных методов
- 7.2. Оптические методы разделения
- 7.3. Хроматомембранный массообменный процесс и хроматомембранные методы разделения
  - 7.3.1. Общая схема и условия осуществления хроматомембранного процесса
  - 7.3.2. Хроматомембранные методы и их аналитические приложения
- 7.4. Электрохроматография
  - 7.4.1. Общие принципы электрохроматографического разделения веществ
  - 7.4.2. Мицеллярная электрокинетическая хроматография

Список литературы



**Леенсон И.А.**  
**Как и почему происходят химические реакции.**  
**Элементы химической термодинамики и кинетики**

ISBN 978-5-91559-042-6  
 2010, 224 с., 60 x 90/16, обложка

И. А. ЛЕЕНСОН

**КАК И ПОЧЕМУ ПРОИСХОДЯТ  
 ХИМИЧЕСКИЕ РЕАКЦИИ**  
**ЭЛЕМЕНТЫ ХИМИЧЕСКОЙ  
 ТЕРМОДИНАМИКИ И КИНЕТИКИ**

Учебное пособие по основам химических превращений написано известным в мире специалистом.

Просто, в доходчивой форме, с наглядными примерами показано, какие законы управляют протеканием всех химических процессов, начиная с горения угля и кончая биосинтезом сложных соединений в организме человека.

Книга предназначена, прежде всего, для старшеклассников, абитуриентов, студентов, преподавателей школ, технических и медицинских колледжей и университетов, а также для всех, интересующихся тем, как устроен мир.

**Леенсон Илья Абрамович**

Доцент химического факультета МГУ.

Автор нескольких сотен научно-популярных и методических статей в российских и международных изданиях, ряда книг учебно-познавательного характера по ключевым вопросам преподавания химии в школе и в университетах.

**Оглавление**

Вместо предисловия

**Часть 1**

**Элементы химической термодинамики**

1. Первый закон термодинамики и химия
2. Тепловой эффект химической реакции
3. Теплота образования химических соединений
4. Экспериментальное определение и расчет теплоты образования. Закон Гесса
5. Тепловые эффекты растворения
6. Энергетика живого
7. Почему идут эндотермические процессы
8. Направление реакции и химическое равновесие. Принцип Ле Шателье

**Часть 2**

**Элементы химической кинетики**

9. Для чего нужна химическая кинетика
10. Молекулярно-кинетическая теория и диффузия
11. Частота столкновений и скорость реакции. Энергия активации
12. Уравнение Аррениуса и его практическое применение
13. Скорость реакции и ее зависимость от концентрации реагентов. Молекулярность, порядок, константа скорости
14. Необратимые реакции первого порядка
15. Необратимые реакции других порядков
16. Обратимые реакции
17. Последовательные реакции. Стационарное, квазистационарное и равновесное приближения
18. Цепные реакции
19. Катализ

Приложение 1. Единицы измерений и их преобразование.

Приложение 2. Нобелевские премии за исследования по химической термодинамике и кинетике



**Грибов Л.А.**

**Элементы квантовой теории строения и свойств молекул**

Серия "Физтеховский учебник"

ISBN 978-5-91559-082-2

2010, 312 с., 60 x 90/16, твёрдый переплёт

В учебном пособии изложены некоторые общие положения квантовой теории строения, спектров и химических превращений молекул. Основное внимание уделяется не математической стороне теории, а вопросам, необходимым для понимания прежде всего основных допущений, роли моделей, дополнительности (по Н. Бору) матричного формализма и формализма дифференциальных уравнений. Обсуждается проблема точности расчётов как результата сравнения двух нечётких множеств, задача поиска молекулярных структур и невозможность их предсказания лишь на основе первых принципов квантовой механики. Специальный раздел посвящён анализу особенностей химической связи в молекулах. Кратко изложен подход к описанию нестационарных процессов: динамические спектры и химические реакции.

В книге использован опыт преподавания автором соответствующих разделов студентам МФТИ, чтения в прошлом курсов лекций на Химфаке МГУ и в ряде европейских университетов.

Пособие послужит введением в предмет для всех, профессионально осваивающих квантовую теорию молекулярных объектов.

### **Грибов Лев Александрович**

Известный специалист в области теории строения и спектров сложных молекулярных систем, теории молекулярных процессов и химических превращений, квантовой и математической химии и ряда разделов аналитической химии. Автор и соавтор более 600 статей в ведущих научных журналах и более 30 монографий. Член-корреспондент РАН, Советник РАН, Заслуженный деятель науки РФ, Лауреат Госпремии России.

## **Оглавление**

### **Предисловие**

### **Глава 1.**

#### **Методологические основания квантовой теории молекул**

- 1.1. Принцип дополнительности
- 1.2. Молекулярные модели
- 1.3. Обратные задачи
- 1.4. Полуэмпирика и *ab initio*

Литература

### **Глава 2.**

#### **Базовые положения квантовой теории строения, спектров и химических превращений молекул**

- 2.1. Разделение движений при постановке задачи о расчете уровней энергии молекул
- 2.2. Матричные уравнения в квантовой теории молекул
- 2.3. Адиабатическое приближение
- 2.4. Обобщенный электронно-колебательный гамильтониан
- 2.5. Атомные орбитали. Гибридизация
- 2.6. Принцип Паули и система многих частиц
- 2.7. Силы в молекулах. Теорема Гельмана – Фейнмана
- 2.8. Химические связи

Литература

### **Глава 3.**

#### **Принципы решения чисто электронной задачи**

- 3.1. Приближение линейной комбинации атомных орбиталей (ЛКАО)
- 3.2. Приближение невзаимодействующих электронов
- 3.3. Элементы симметрии многоатомных молекул
- 3.4. Симметризованные ЛКАО
- 3.5. Метод наложения конфигураций
- 3.6. Спиновые вырождения. Мультиплеты
- 3.7. Метод самосогласованного поля
- 3.8. Приближенные выражения для матричных элементов оператора Хартри-Фока. Возможность построения полуэмпирической теории электронных оболочек

**Глава 4.****Квантовая химия и молекулярная спектроскопия**

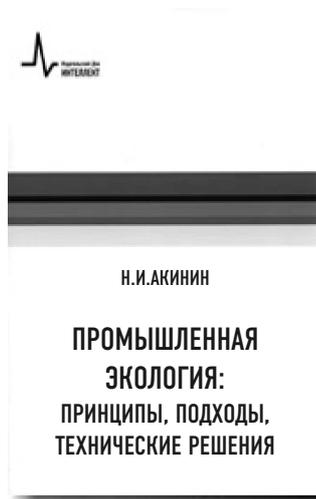
- 4.1 Взаимодействие электромагнитного поля с молекулами
  - 4.2. Значение расчетов молекулярных спектров и общие принципы таких расчетов
  - 4.3. Матричные элементы для чисто электронных переходов
  - 4.4. Колебательные уровни энергии и систематика переходов
  - 4.5. Симметрия колебаний многоатомных молекул
  - 4.6. Выбор естественных колебательных координат
  - 4.7. Выражение кинетической энергии в естественных колебательных координатах и кинематические коэффициенты
  - 4.8. Обратные спектральные задачи
  - 4.9. Вычисление матричного элемента для оптического перехода между электронно-колебательными состояниями молекул при сильном различии комбинирующих геометрических структур
  - 4.10. Параметрический подход для расчетов электронно-колебательных спектров
  - 4.11. Расчеты интенсивностей полос поглощения в ИК спектрах методами Хартри-Фока (*ab initio*) и функционала плотности
  - 4.12. Метод расчета динамических электронно-колебательных спектров многоатомных молекул
- Литература

**Глава 5.****Физическая теория процессов в молекулярных объектах и фотохимия**

- 5.1. Характеристики процессов в микромире
- 5.2. Химические превращения и физика переходных состояний
- 5.3. Кинетические уравнения для многоизомерной задачи

Заключение

Рекомендуемая литература



**Акинин Н.И.**

**Промышленная экология: принципы, подходы, технические решения,**  
2-е изд. доп.

ISBN 978-5-91559-073-0

2011, 312 с., 60 x 90/16, твёрдый переплёт

В разделах учебного пособия, посвященного вопросам обеспечения экологической безопасности, подробно рассматриваются источники и масштабы загрязнения окружающей среды. Особое внимание уделяется предприятиям химической и нефтехимической отраслей промышленности, а также оценке обусловленных их деятельностью местных и региональных экологических проблем. В пособии обсуждаются также вопросы нормативно-правового обеспечения охраны окружающей среды, организационные, технические и экономические методы защиты окружающей среды, оценки экологического риска, экологической экспертизы и мониторинга.

Пособие адресовано студентам, преподавателям, инженерам по безопасности технологических процессов и производств.

### **Акинин Николай Иванович**

Доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой и проректор РХТУ им. Д.И.Менделеева. Почетный работник высшего профессионального образования.

Автор 105 печатных трудов, в том числе 9 учебно-методических пособий.

### **Оглавление**

Введение

#### **Глава 1.**

##### **Предмет, задачи и объекты промышленной экологии**

- 1.1. Основные понятия и принципы экологии
- 1.2. Промышленная экология и другие области научного знания
- 1.3. Природные ресурсы и их классификация
- 1.4. Источники загрязнения и загрязняющие окружающую среду вещества
- 1.5. Глобальные экологические проблемы
- 1.6. Концепция устойчивого развития
- 1.7. Воздействие основных видов экономической деятельности на окружающую среду
- 1.8. Характеристика выбросов, сбросов вредных веществ и отходов по видам экономической деятельности

##### **Библиографический список**

#### **Глава 2.**

##### **Загрязнение атмосферы. Методы очистки газовых выбросов предприятий и транспорта**

- 2.1. Источники загрязнения атмосферы и распространения загрязняющих веществ
- 2.2. Строение и состав атмосферы
- 2.3. Характеристика основных источников загрязнения атмосферы и загрязняющих веществ
- 2.4. Трансформация загрязняющих веществ в атмосфере - химические и фотохимические процессы
- 2.5. Рассеивание загрязняющих веществ в атмосфере
- 2.6. Влияние метеорологических параметров и рельефа местности на рассеивание загрязняющих веществ
- 2.7. Расчет приземных концентраций загрязняющих веществ с использованием математических моделей
- 2.8. Нормирование качества воздуха в Российской Федерации
- 2.9. Предельно допустимые выбросы загрязняющих веществ в атмосферу
- 2.10. Методы очистки газовых выбросов предприятий и транспорта
- 2.11. Мероприятия по защите воздушного бассейна на промышленных предприятиях
  - 2.11.1. Пылеулавливание
  - 2.11.2. Газоочистка
  - 2.11.3. Новые конструкции воздушных фильтров-пылегазо-уловителей
- 2.12. Очистка газовых выбросов энергетических установок и внутреннего сгорания
  - 2.12.1. Основные экологические мероприятия в области энергетики...
  - 2.12.2. Мероприятия по снижению загрязнения атмосферного автотранспортом

##### **Библиографический список**

#### **Глава 3.**

##### **Загрязнение природных вод. Методы очистки сточных вод**

- 3.1. Основные свойства воды и экологические проблемы гидросферы
- 3.2. Особенности загрязнения водных объектов углеводородами нефти
- 3.3. Нормирование качества воды

- 3.4. Характеристика сточных вод химических предприятий
- 3.5. Снижение и предотвращение воздействия сточных вод предприятий на водную среду
- 3.6. Методы очистки и обезвреживания производственных сточных вод
  - 3.6.1. Механические методы очистки
  - 3.6.2. Физико-химические методы очистки
  - 3.6.3. Химические методы очистки
  - 3.6.4. Электрохимические методы очистки
  - 3.6.5. Биологические методы очистки

#### **Библиографический список**

#### **Глава 4.**

#### **Охрана недр и земель. Обращение с отходами**

- 4.1. Химическая промышленность как источник образования отходов
- 4.2. Нормирование вредных веществ в почве
- 4.3. Принципы обращения с отходами. Утилизация отходов
- 4.4. Методы переработки твердых отходов
- 4.5. Способы размещения твердых и жидких отходов на поверхности и в подземных горизонтах земли
  - 4.5.1. Полигоны по обезвреживанию и захоронению токсичных промышленных отходов
  - 4.5.2. Способы размещения твердых и жидких отходов в подземных горизонтах земли
  - 4.5.3. Использование промышленных отходов в качестве заполнителя при рекультивации карьеров
  - 4.5.4. Размещение радиоактивных отходов
  - 4.5.5. Требования безопасности при организации хранилищ
- 4.6. Рекультивация промышленно используемых земель
- 4.7. Методы и средства снижения техногенного воздействия на ландшафт

#### **Библиографический список**

#### **Глава 5.**

#### **Ресурсо- и энергоэффективность. Принципы создания малоотходных производств**

- 5.1. Энерго- и ресурсоэффективность
  - 5.1.1. Нормативы допустимых физических воздействий на окружающую среду
  - 5.1.2. Взаимосвязь энерго- и ресурсоэффективности
  - 5.1.3. Принципиальные пути рационального использования ресурсов
  - 5.1.4. Наилучшие доступные технологии
- 5.2. Принципы создания малоотходных производств
- 5.3. Экологический риск
  - 5.3.1. Источники экологического риска и подходы к его оценке
  - 5.3.2. Схема экологической оценки риска
  - 5.3.3. Влияние неопределенности на процессы экологической оценки риска
  - 5.3.4. Модели для расчета экологического риска

#### **Библиографический список**

#### **Глава 6.**

#### **Экологическое регулирование**

- 6.1. Оценка воздействия хозяйственной и иной деятельности на окружающую среду
- 6.2. Экологический мониторинг
- 6.3. Экологический контроль
- 6.4. Экологический аудит

#### **Библиографический список**

#### **Глава 7.**

#### **Экономика природопользования**

- 7.1. Виды экономического ущерба, причиняемого народному хозяйству загрязнением окружающей природной среды
- 7.2. Базовые нормативы платы за выбросы, сбросы загрязняющих веществ размещение отходов
- 7.3. Определение массы загрязняющих веществ, поступающих в окружающую среду. Корректировка размеров платежей природопользователей
- 7.4. Экологическое страхование

#### **Библиографический список**

#### **Заключение**



**Мюллер У.**  
**Структурная неорганическая химия, пер. с англ.**

ISBN 978-5-91559-069-3  
 2011, 352 с., 70x100/16, твёрдый переплёт

Предлагаемый российскому читателю перевод уже второго издания монографии посвящен современному детальному анализу фундаментальных и прикладных проблем структурной неорганической химии и кристаллохимии. На основе традиционных концепций и современных подходов с привлечением большого числа экспериментальных фактов и ценнейших иллюстраций изложены актуальные проблемы и основополагающие принципы, управляющие структурой молекул, ионных соединений и металлов. Рассмотрены закономерности образования структур полианионных и поликатионных соединений, а также различных кластеров. Большое внимание уделено описанию новых полиморфных модификаций простых веществ и химических соединений, существующих при высоких температурах и давлениях. В монографию включены результаты новейших исследований по кристаллохимии квазикристаллов, несоразмерно модулированных структур и наноматериалов.

Монография предназначена специалистам, работающим в области структурной химии неорганических веществ, а также аспирантам и студентам, проявляющим особый интерес к данной отрасли естествознания.

**Ульрих Мюллер**

Профессор неорганической химии в Университете Филлипс (Марбург, Германия).  
 Специалист в области теории групп, кристаллографии и систематики кристаллических структур. Автор нескольких учебных пособий и монографий.

**Оглавление**

Предисловие автора

**Глава 1.**  
**Введение**

**Глава 2.**  
**Описание химической структуры**

- 2.1. Координационные числа и координационные многогранники (полиэдры)
- 2.2. Описание кристаллических структур
- 2.3. Координаты атомов
- 2.4. Изотопия

**Глава 3.**  
**Симметрия**

- 3.1. Операции и элементы симметрии
- 3.2. Точечные группы симметрии
- 3.3. Пространственные группы и типы пространственных групп
- 3.4. Частные и общие положения атомов и граней
- 3.5. Сингонии и классы симметрии
- 3.6. Аперiodические кристаллы
- 3.7. Неупорядоченные кристаллы
- 3.8. Вопросы

**Глава 4.**  
**Полиморфизм и фазовые переходы**

- 4.1. Термодинамическая стабильность
- 4.2. Кинетическая стабильность
- 4.3. Полиморфизм
- 4.5. Фазовые диаграммы
- 4.6. Вопросы

**Глава 5.**  
**Химическая связь и энергия кристаллической решетки**

- 5.1. Химическая связь и структура кристалла
- 5.2. Энергия кристаллической решетки
- 5.3. Вопросы

**Глава 6.****Эффективные размеры атомов**

- 6.1. Ван-дер-ваальсовские радиусы
- 6.2. Атомные радиусы в металлах
- 6.3. Ковалентные радиусы
- 6.4. Ионные радиусы
- 6.5. Вопросы

**Глава 7.****Ионные соединения**

- 7.1. Соотношения радиусов
- 7.2. Тройные ионные соединения
- 7.3. Соединения с комплексными ионами
- 7.4. Правила Полинга и Бауэра
- 7.5. Вопросы

**Глава 8.****Молекулярные структуры I: соединения элементов главных подгрупп**

- 8.1. Валентное электронно-парное отталкивание
- 8.2. Структуры с пятью электронными парами валентных орбиталей
- 8.3. Вопросы

**Глава 9.****Молекулярные структуры II: соединения переходных металлов**

- 9.1. Теория поля лигандов
- 9.2. Энергия стабилизации поля лигандов
- 9.3. Координационные многогранники (полиэдры) для соединений переходных металлов
- 9.4. Явление изомерии

**Глава 10.****Теория метода молекулярных орбиталей и химическая связь в твердых телах**

- 10.1. Молекулярные орбитали
- 10.2. Теория гибридизации
- 10.3. Функция локализованных электронов
- 10.4. Зонная теория. Линейная цепочка водородных атомов
- 10.5. Искажения Пайерлса
- 10.6. Заселенность и перекрывание электронных орбиталей в кристалле
- 10.7. Связывание в двумерном и трехмерном пространстве
- 10.8. Химическая связь в металлах
- 10.9. Вопросы

**Глава 11.****Структуры простых веществ, образованных неметаллами**

- 11.1. Водород и галогены
- 11.2. Халькогены
- 11.3. Элементы главной подгруппы пятой группы
- 11.4. Структуры простых веществ элементов VA и VIA групп при высоком давлении
- 11.5. Углерод
- 11.6. Бор

**Глава 12.****Алмазоподобные структуры**

- 12.1. Кубическая и гексагональная структуры
- 12.2. Бинарные соединения с алмазоподобной структурой
- 12.3. Бинарные соединения с алмазоподобной структурой при высоком давлении
- 12.4. Многокомпонентные соединения с алмазоподобной структурой
- 12.5. Искаженные алмазоподобные решетки. Структуры SiO<sub>2</sub>
- 12.6. Вопросы

**Глава 13.****Полианионные и поликатионные соединения. Фазы Цинтля**

- 13.1. Обобщенное правило Юм-Розери. Правило Пирсона
- 13.2. Полианионные соединения, фазы Цинтля
- 13.3. Поликатионные соединения
- 13.4. Кластерные соединения

**лава 14.****Упаковка шаров. Металлические структуры**

- 14.1. Плотнейшие упаковки равновеликих шаров
- 14.2. Плотные шаровые упаковки. Кубическая объемно-центрированная решетка
- 14.3. Структуры других металлов
- 14.4. Вопросы

**Глава 15.****Принцип упаковки шаров применительно к соединениям**

- 15.1. Упорядоченные и разнорядоченные сплавы
- 15.2. Соединения с плотноупакованными атомами
- 15.3. Структуры, производные от объемно-центрированной кубической решетки (Структурный тип хлорида цезия)
- 15.4. Фазы Юм-Розери
- 15.5. Фазы Лавеса
- 15.6. Вопросы

**Глава 16.****Представление структур с помощью полиэдров**

- 16.1. Октаэдры с общими вершинами
- 16.2. Октаэдры с общими ребрами
- 16.3. Октаэдры с общими гранями
- 16.4. Октаэдры с общими вершинами и ребрами
- 16.5. Октаэдры с общими ребрами и гранями
- 16.6. Связанные тригональные призмы
- 16.7. Тетраэдры с общими вершинами. Структуры силикатов
- 16.8. Тетраэдры с общими ребрами
- 16.9. Вопросы

**Глава 17.****Шаровые упаковки с заселенными междуузлиями**

- 17.1. Типы пустот в плотнейших шаровых упаковках
- 17.2. Соединения с заселенными междуузельными пустотами
- 17.3. Типы структур с заселенными октаэдрическими пустотами в плотнейших шаровых упаковках
- 17.4. Структура перовскита
- 17.5. Заселение тетраэдрических пустот в плотнейших шаровых упаковках
- 17.6. Шпинели
- 17.7. Вопросы

**Глава 18.****Симметрия как принцип организации кристаллических структур**

- 18.1. Кристаллографические отношения между пространственными группами
- 18.2. Принцип симметрии в кристаллохимии
- 18.3. Структурные отношения между пространственными группами
- 18.4. Отношения симметрии при фазовых переходах. Двойникование кристаллов
- 18.5. Вопросы

**Глава 19.****Физические свойства твердых тел**

- 19.1. Механические свойства
- 19.2. Пьезоэлектрические и сегнетоэлектрические свойства
- 19.3. Магнитные свойства
- 19.4. Вопросы

**Глава 20.****Наноструктуры****Глава 21.****Наиболее часто встречающиеся ошибки и лингвистические неточности**

Литература

Ответы на вопросы

Предметный указатель



**Марк Дж. и др.**  
**Каучук и резина. Наука и технология, пер. с англ.**

ISBN 978-5-91559-018-1  
 2011, 768 с., 70 x 100/16, твёрдый переплёт

Книга, каждая глава которой написана специалистом в соответствующей области, содержит основы современных представлений о науке и технике в области эластомеров. Весь материал изложен четко и ясно и вместе с тем на высоком научном уровне. Книга будет полезна широкой аудитории специалистов: студентам старших курсов и аспирантам, инженерам, работающим в резиновой, шинной и промышленности синтетического каучука, а также во всех отраслях, где используются эластомерные материалы и изделия. Несомненный интерес вызовет она у разработчиков резиновых изделий и научных работников.

Учебно-справочное руководство выдержало уже три издания на английском языке, став наиболее авторитетным источником в мировой литературе.

Для химических и химико-технологических факультетов, технических университетов.

### Оглавление

Предисловие к третьему изданию  
 Предисловие ко второму изданию  
 Предисловие к первому изданию  
 Предисловие редактора перевода

#### Глава 1.

##### Упругость резины: Основные положения и поведение

- 1.1. Введение
- 1.2. Упругость одиночной молекулы
- 1.3. Упругость трехмерной сетки полимерных молекул
- 1.4. Сопоставление с экспериментом
- 1.5. Континуальная теория упругости резины
- 1.6. Напряжения второго порядка
- 1.7. Упругое поведение при малых деформациях
- 1.8. Некоторые нерешенные проблемы эластичности резины

#### Глава 2.

##### Полимеризация: Синтез эластомеров

- 2.1. Введение
- 2.2. Классификация и кинетическое рассмотрение реакций полимеризации
- 2.3. Полиприсоединение / Поликонденсация
- 2.4. Цепная полимеризация по свободнорадикальному механизму
- 2.5. Эмульсионная полимеризация
- 2.6. Сополимеризация
- 2.7. Цепная полимеризация по катионному механизму
- 2.8. Цепная полимеризация по анионному механизму
- 2.9. Стереоспецифическая цепная полимеризация и сополимеризация на координационных катализаторах
- 2.10. Привитая и блок-сополимеризация

#### Глава 3.

##### Характеристика структуры эластомеров

- 3.1. Введение
- 3.2. Химический состав
- 3.3. Распределение последовательностей повторяющихся звеньев
- 3.4. Архитектура цепи
- 3.5. Стеклование и физические релаксационные процессы
- 3.6. Морфология

#### Глава 4.

##### Молекулярные основы высокоэластичности

- 4.1. Введение
- 4.2. Структура идеальной сетки
- 4.3. Простые молекулярные теории
- 4.4. Более продвинутое молекулярные теории
- 4.5. Феноменологические теории и молекулярная структура
- 4.6. Набухание сеток и восприимчивых гелей

- 4.7. Энтальпийная и энтропийная составляющие высокоэластичности: зависимость сила - температура
- 4.8. Прямое определение молекулярных размеров
- 4.9. Упругость индивидуальной молекулы

## **Глава 5.**

### **Вязкоупругие свойства каучука**

- 5.1. Введение
- 5.2. Определение измеряемых величин,  $J(t)$ ,  $G(t)$  и  $G^*(\omega)$  и спектры  $L(\log \lambda)$  и  $H(\log t)$
- 5.3. Температура стеклования
- 5.4. Изменение объема в процессе вулканизации
- 5.5. Вязкоупругие свойства при температуре выше  $T_g$
- 5.6. Вязкоупругие свойства других модельных эластомеров
- 5.7. Расчет энергии раздира эластомеров из данных по их вязкоупругости
- 5.8. Теоретическая интерпретация вязкоупругих механизмов и их аномалий
- 5.9. Приложение: список обозначений

## **Глава 6.**

### **Реологические свойства и переработка невулканизированного каучука**

- 6.1. Введение
- 6.2. Основные положения механики
- 6.3. Реологические свойства
- 6.4. Граничные условия
- 6.5. Механохимические процессы
- 6.6. Реологические измерения
- 6.7. Технология переработки
- 6.8. Инженерный анализ переработки

## **Глава 7.**

### **Вулканизация**

- 7.1. Введение
- 7.2. Определение вулканизации
- 7.3. Влияние вулканизации на свойства вулканизатов
- 7.4. Характеристика процесса вулканизации
- 7.5. Вулканизация серой без ускорителей
- 7.6. Вулканизация серой с ускорителями
- 7.7. Вулканизация произвольными фенолов, бензохинонов или бисмалеимидов
- 7.8. Вулканизация под действием оксидов металлов
- 7.9. Вулканизация под действием органических пероксидов
- 7.10. Динамическая вулканизация

## **Глава 8.**

### **Усиление эластомеров дисперсными наполнителями**

- 8.1 Введение
- 8.2 Производство наполнителей
- 8.3 Морфологическое и физико-химическое описание наполнителей
- 8.4 Смесь как нанокомпозит эластомера и наполнителя
- 8.5 Механические свойства наполненных резин

## **Глава 9.**

### **Наука о рецептуростроении резин**

- 9.1 Введение
- 9.2 Полимеры
- 9.3 Системы наполнителей
- 9.4 Системы стабилизаторов
- 9.5 Вулканизирующие системы
- 9.6 Специальные ингредиенты смесей
- 9.7 Разработка композиций
- 9.8 Получение композиций
- 9.9 Требования к безопасности окружающей среды в рецептуростроении
- Выводы

## **Глава 10.**

### **Прочность эластомеров**

- 10.1. Введение
- 10.2. Возникновение разрушения
- 10.3. Предельные прочности и растяжимости
- 10.4. Разрушение при многоосном напряжении
- 10.5. Распространение трещины

- 10.6. Разрыв при растяжении
- 10.7. Повторное нагружение: механическая усталость
- 10.8. Поверхностное озонное растрескивание
- 10.9. Абразивный износ

## **Глава 11.**

### **Химическая модификация полимеров**

- 11.1. Введение
- 11.2. Химическая модификация полимеров по основной цепи и концевым группам
- 11.3. Этерификация и гидролиз полимеров
- 11.4. Гидрирование полимеров
- 11.5. Дегалогенирование, отщепление и реакции галогенирования в полимерах
- 11.6. Другие реакции присоединения к двойным связям
- 11.7. Реакции окисления полимеров
- 11.8. Функционализация полимеров
- 11.9. Другие химические реакции полимеров
- 11.10. Блок и привитая сополимеризация

## **Глава 12.**

### **Смеси эластомеров**

- 12.1. Введение
  - 12.2. Взаиморастворимые смеси эластомеров
  - 12.3. Взаимонерастворимые смеси эластомеров
  - 12.4. Заключение
- Приложение 1: Обозначение названий эластомеров

## **Глава 13.**

### **Термопластичные эластомеры**

- 13.1. Введение
- 13.2. Синтез термопластичных эластомеров
- 13.3. Морфология термопластичных эластомеров
- 13.4. Свойства и влияние структуры
- 13.5. Термодинамика фазового разделения
- 13.6. Термопластичные эластомеры в приповерхностных областях
- 13.7. Реология и переработка
- 13.8. Практическое применение

## **Глава 14.**

### **Технология шин**

- 14.1. Введение
- 14.2. Типы и характеристики шин
- 14.3. Основные конструкции шины
- 14.4. Конструирование шины
- 14.5. Шинные материалы
- 14.6. Испытания шин
- 14.7. Производство шин
- 14.8. Выводы

## **Глава 15.**

### **Вторичная переработка резины**

- 15.1. Введение
- 15.2. Восстановление шин
- 15.3. Переработка вулканизатов каучука
- 15.4. Использование продуктов переработки
- 15.5. Пиролиз и сжигание резин
- 15.6. Заключение

Список литературы



**Чоркендорф И., Наймантсведрайт Дж.**

**Современный катализ и химическая кинетика, пер. с англ., 2-е издание**

ISBN 978-5-91559-044-0

2013, 504 с., 70x100/16, обложка

Второе издание известной монографии охватывает широкий круг вопросов - от основ кинетики до переработки нефти и защиты окружающей среды. Изложены современные методы изучения поверхностей и каталитических наночастиц. Сформулированы требования, предъявляемые к современным катализаторам. Указаны методы регулирования параметров катализаторов. Описаны методы экспериментального изучения поверхностных реакций и теория течения реагирующих газов в пористых каталитических слоях. Подробно рассмотрены основные технологические процессы, идущие с участием катализаторов, принципы действия и роль катализаторов в химических топливных элементах, базирующихся на органических и неорганических мембранах. Особое внимание уделено каталитической нейтрализации выхлопных газов двигателей и отходящих газов электростанций.

Для студентов и преподавателей химических и химико-технологических факультетов, исследователей и разработчиков.

## И. Чоркендорф

Специалист по гетерогенному катализу, директор Национального исследовательского центра функциональных нанотехнологий (Дания).

Х.Найммантсведрайт – профессор Технологического Университета в Эйндховене (Нидерланды), декан факультета химических технологий. Известный специалист по физикохимии поверхности.

## Оглавление

Предисловие авторов

Катализ: Концептуально понятный, но далекий от зрелости

### Глава 1.

#### Введение в катализ

- 1.1. Что такое катализ?
  - 1.2. Катализаторами могут быть атомы, молекулы, ферменты и поверхности твердых тел
    - 1.2.1. Гомогенный катализ
    - 1.2.2. Биокатализ
    - 1.2.3. Гетерогенный катализ
  - 1.3. Зачем необходим катализ?
    - 1.3.1. Катализ и экологически чистая химия
    - 1.3.2. Атомарная эффективность, E-факторы и «дружелюбие» к окружающей среде
    - 1.3.3. Химическая индустрия
  - 1.4. Катализ как междисциплинарная наука
    - 1.4.1. Множественность пространственных масштабов в катализе
    - 1.4.2. Временные масштабы в катализе
  - 1.5. Предмет книги
  - 1.6. Катализ в периодических изданиях
  - 1.7. Основные учебники по катализу
- Список литературы

### Глава 2.

#### Кинетика химических реакций

- 2.1. Введение
- 2.2. Уравнение скорости реакций и порядки реакций
- 2.3. Реакции и термодинамическое равновесие
  - 2.3.1. Пример химического равновесия: синтез аммиака
  - 2.3.2. Химическое равновесие для неидеальных газов
- 2.4. Зависимость скорости реакций от температуры
- 2.5. Решения уравнений скорости реакций: зависимости от времени концентраций в реакциях различного порядка
- 2.6. Взаимосвязанные реакции в проточных реакторах: приближение стационарного состояния
- 2.7. Взаимосвязанные реакции в емкостных реакторах

- 2.8. Каталитические реакции
    - 2.8.1. Приближение среднего поля
  - 2.9. Изотермы адсорбции Ленгмюра
    - 2.9.1. Ассоциативная адсорбция
    - 2.9.2. Диссоциативная адсорбция
    - 2.9.3. Конкурентная адсорбция
  - 2.10. Механизмы реакций
    - 2.10.1. Механизмы Ленгмюра—Хиншельвуда или Илея—Ридела
    - 2.10.2. Кинетика Ленгмюра—Хиншельвуда
    - 2.10.3. Полное решение
    - 2.10.4. Стационарное приближение
    - 2.10.5. Приближение квазиравновесия
    - 2.10.6. Ступени реакций с близкими по величине скоростями
    - 2.10.7. Приближение необратимых стадий
    - 2.10.8. Приближение наиболее избыточного интермедиата реакции (НИИР)
    - 2.10.9. Почти свободная поверхность
    - 2.10.10. Порядок реакции
    - 2.10.11. Кажущаяся энергия активации
  - 2.11. Энтропия, производство энтропии, автокатализ, колебательные реакции
  - 2.12. Кинетика реакций, катализируемых энзимами
- Список литературы

### Глава 3.

#### Теория скоростей реакций

- 3.1. Введение
  - 3.2. Распределение Больцмана и статистическая сумма
  - 3.3. Статистические суммы атомов и молекул
    - 3.3.1. Распределение Больцмана
      - 3.3.1.1. Доказательство равенства  $C \propto 2$  и  $1/T$
    - 3.3.2. Распределение Максвелла—Больцмана по скоростям молекул
    - 3.3.3. Полная статистическая сумма системы
      - 3.3.3.1. Статистическая сумма для поступательного движения
      - 3.3.3.2. Статистическая сумма колебательных движений
      - 3.3.3.3. Вращательная (и ядерная) статистическая сумма
      - 3.3.3.4. Электронная и ядерная статистические суммы
  - 3.4. Молекулы в равновесии
  - 3.5. Теория столкновений
    - 3.5.1. Частота столкновений с поверхностью
    - 3.5.2. Вероятность реакции
    - 3.5.3. Фундаментальные возражения против теории столкновений
  - 3.6. Активирование молекул при столкновениях: теория Линдемманна
  - 3.7. Теория переходных состояний
    - 3.7.1. Термодинамическая форма выражения для скорости реакции в теории переходных состояний
  - 3.8. Теория переходных состояний для поверхностных реакций
    - 3.8.1. Адсорбция атомов
      - 3.8.1.1. Непрямая адсорбция
      - 3.8.1.2. Прямая адсорбция
    - 3.8.2. Адсорбция молекул
      - 3.8.2.1. Непрямая адсорбция с формированием прекурсора
      - 3.8.2.2. Прямая адсорбция
    - 3.8.3. Реакции между адсорбированными молекулами
    - 3.8.4. Десорбция молекул
  - 3.9. Заключение
- Список литературы

### Глава 4.

#### Определение параметров катализаторов

- 4.1. Введение
- 4.2. Рентгеноструктурный анализ (РСТА)
- 4.3. Рентгеноэлектронная спектроскопия (РЭС)
- 4.4. Спектроскопия дальней тонкой структуры рентгеновского поглощения (СДТСРП, EXAFS)
- 4.5. Электронная микроскопия (ЭМ, ПЭМ, СЭМ)
- 4.6. Мессбауэровская спектроскопия (МС)
- 4.7. Ионная спектроскопия: масс-спектроскопия вторичных ионов, рассеяние низкоэнергетических ионов, обратное резерфордское рассеяние (МСВИ, РНИ, ОРР)
- 4.8. Температурно-программируемые восстановление, окисление и сульфидирование
- 4.9. Инфракрасная спектроскопия (ИКС)
- 4.10. Методы исследования поверхности
  - 4.10.1. Дифракция медленных электронов (ДМЭ)
  - 4.10.2. Сканирующая зондовая микроскопия (СЗМ)
    - 4.10.2.1. Сканирующая туннельная микроскопия (СТМ)

## 4.10.2.2. Атомно-силовая микроскопия (АСМ)

## 4.11. Заключительные замечания

## Список литературы

**Глава 5.****Твердые катализаторы**

## 5.1. Требования, предъявляемые к эффективным катализаторам

## 5.2. Структура металлов, оксидов, сульфидов и их поверхностей

## 5.2.1. Структура металлов

## 5.2.2. Кристаллография поверхности металлов

## 5.2.2.1. Поверхности кристаллов

## 5.2.2.2. Адсорбционные центры

## 5.2.2.3. Двумерная решетка

## 5.2.3. Оксиды и сульфиды

## 5.2.4. Свободная энергия поверхности

## 5.3. Характеристики малых частиц и пористых материалов

## 5.3.1. Правило Вульфа

## 5.3.2. Система пор

## 5.3.3. Площадь поверхности

## 5.4. Носители катализаторов

## 5.4.1. Кремнезем

## 5.4.2. Оксид алюминия

## 5.4.3. Углеродные носители

## 5.4.4. Формование носителей катализаторов

## 5.5. Получение нанесенных катализаторов

## 5.5.1. Соосаждение

## 5.5.2. Импрегнация, адсорбция, ионный обмен

## 5.5.3. Осаждение с отложением

## 5.6. Катализаторы без носителей

## 5.7. Цеолиты

## 5.7.1. Структура цеолита

## 5.7.2. Компенсирующие катионы и кислотность

## 5.7.3. Применение цеолитов

## 5.8. Тестирование катализаторов

## 5.8.1. Десять заповедей по тестированию катализаторов

## 5.8.2. Измерение активности

## 5.8.2.1. Транспортные ограничения и диффузионный модуль Тиле

## 5.8.2.2. Диффузия в порах

## 5.8.2.3. Следствия транспортных ограничений в тестировании катализаторов

## Список литературы

**Глава 6.****Реакционная способность поверхности**

## 6.1. Введение

## 6.2. Физическая адсорбция

## 6.2.1. Взаимодействие ван-дер-Ваальса

## 6.2.2. Учет отталкивания

## 6.3. Химическое связывание

## 6.3.1. Связи в молекулах

## 6.3.1.1. Двухатомные молекулы

## 6.3.1.2. Гомоядерные двухатомные молекулы

## 6.3.1.3. Гетероядерные системы

## 6.3.2. Поверхность твердых тел

## 6.3.2.1. Работа выхода

## 6.3.2.2. Электронный газ и модель «желе»

## 6.3.2.3. Модель сильной связи

## 6.3.2.4. Простая модель переходных металлов

## 6.4. Химическая адсорбция

## 6.4.1. Модель Ньюнса—Андерсона

## 6.4.1.1. Случай 1: атом на поверхности металла с постоянной плотностью состояний электронов

## 6.4.1.2. Случай 2: атом на поверхности металла с sp-гибридизацией электронов

## 6.4.1.3. Случай 3: атом на поверхности переходных металлов

## 6.4.2. Качественный анализ результатов для модели Ньюнса—Андерсона

## 6.4.2.1. Адсорбция на поверхности металла электронного газа

## 6.4.2.2. Адсорбция атомов на поверхности переходных или d-металлов

## 6.4.2.3. Адсорбция молекул на поверхности переходных металлов

## 6.4.3. Электростатические эффекты в адсорбции атомов в модели «желе»

## 6.5. Важные закономерности поведения реакционной способности поверхности

## 6.5.1. Закономерности поведения энергии хемосорбции атомов

## 6.5.2. Закономерности хемосорбции молекул

## 6.5.2.1. Влияние напряжений и деформации на хемосорбцию

- 6.5.3. Особенности поведения реакционной способности поверхности
  - 6.5.3.1. Физическая и химическая адсорбция, диссоциация молекул
  - 6.5.3.2. Диссоциативная адсорбция: N<sub>2</sub> на поверхности рутения
  - 6.5.3.3. Закономерности диссоциативной адсорбции
  - 6.5.3.4. Переходные состояния и влияние степени покрытия поверхности: гидрирование этилена
  - 6.5.3.5. Принцип Сабатье
  - 6.5.3.6. Возможность «настройки» реакционной способности поверхности
- 6.5.4. Универсальность гетерогенного катализа

Приложение. Метод функционала плотности  
Список литературы

## Глава 7.

### Кинетика поверхностных реакций

- 7.1. Простейшие поверхностные реакции
  - 7.1.1. Адсорбция и «прилипание» молекул
    - 7.1.1.1. Определение коэффициента прилипания
  - 7.1.2. Десорбция
    - 7.1.2.1. Количественная интерпретация данных температурно-программируемой десорбции
    - 7.1.2.2. Компенсационный эффект в температурно-программируемой десорбции
  - 7.1.3. Роль латеральных взаимодействий в поверхностных реакциях
  - 7.1.4. Диссоциативные реакции на поверхности
  - 7.1.5. Интермедиаты в поверхностных реакциях
  - 7.1.6. Ассоциативные реакции
- 7.2. Кинетические параметры, извлекаемые в модели Ленгмюра—Хиншельвуда
- 7.3. Микрокинетическое моделирование
  - 7.3.1. Схема реакции и выражение для скорости реакции
  - 7.3.2. Энергия активации и порядки реакции
  - 7.3.3. Катализатор синтеза аммиака в рабочих условиях

Список литературы

## Глава 8.

### Практика гетерогенного катализа: водород

- 8.1. Введение
- 8.2. Процесс конверсии с водяным паром
  - 8.2.1. Основные понятия процесса
  - 8.2.2. Механистические детали конверсии с водяным паром
  - 8.2.3. Проблемы в процессе конверсии с водяным паром
  - 8.2.4. Пассивированный серой процесс конверсии: селективное отравление катализатора серой
  - 8.2.5. Катализаторы на основе сплавов золото/никель для конверсии с водяным паром
  - 8.2.6. Прямое использование метана
    - 8.2.6.1. Прямое получение метанола
    - 8.2.6.2. Каталитическое частичное окисление метана
- 8.3. Реакции с участием синтез-газа
  - 8.3.1. Синтез метанола
    - 8.3.1.1. Основные понятия процесса
    - 8.3.1.2. Прямой синтез метанола из CO и H<sub>2</sub>
  - 8.3.2. Процесс Фишера—Тропша
- 8.4. Конверсия водяного газа
- 8.5. Синтез аммиака
  - 8.5.1. История синтеза аммиака
  - 8.5.2. Завод по производству аммиака
  - 8.5.3. Рабочий реактор
  - 8.5.4. Научные предложения по повышению эффективности катализаторов
- 8.6. Промоторы и ингибиторы
- 8.7. «Водородное сообщество»
  - 8.7.1. Потребность в возобновляемых источниках энергии
  - 8.7.2. Возобновляемые источники энергии
  - 8.7.3. Водород и топливные элементы
    - 8.7.3.1. Топливные элементы на протонопроводящих мембранах
    - 8.7.3.2. Топливные элементы на твердых оксидах
    - 8.7.3.3. Эффективность топливных элементов
    - 8.7.3.4. Хранение и транспортировка водорода

Список литературы

## Глава 9.

### Переработка нефти и нефтехимия

- 9.1. Сырая нефть
- 9.2. Гидроочистка
  - 9.2.1. Гетероатомы и нежелательные элементы
  - 9.2.2. Катализаторы в гидроочистке
  - 9.2.3. Механизмы реакций гидрообессеривания

- 9.3. Производство бензина
  - 9.3.1. Каталитический крекинг в псевдооживленном слое
  - 9.3.2. Риформинг и бифункциональный катализ
  - 9.3.3. Алкилирование
- 9.4. Нефтехимия: реакции с участием низкомолекулярных олефинов
  - 9.4.1. Эпоксидирование этилена
  - 9.4.2. Частичное окисление и аммоксидирование пропилена
  - 9.4.3. Катализ в реакциях полимеризации

Список литературы

## Глава 10.

### Катализ и защита окружающей среды

- 10.1. Введение
- 10.2. Каталитическая нейтрализация выхлопных газов
  - 10.2.1. Катализаторы «трех процессов»
    - 10.2.1.1. Каталитический нейтрализатор
    - 10.2.1.2. Демонстрационные эксперименты
    - 10.2.1.3. Деактивация катализаторов
  - 10.2.2. Каталитические реакции с участием катализаторов «трех процессов»: механизмы и кинетика реакций
    - 10.2.2.1. Реакция окисления CO
    - 10.2.2.2. Является ли реакция окисления CO структурно-нечувствительной?
    - 10.2.2.3. Реакция CO + NO
    - 10.2.2.4. Реакция CO + NO при высоких давлениях
    - 10.2.2.5. Реакции с участием углеводородов
    - 10.2.2.6. Катализаторы накопления/восстановления NOx в двигателях с низким содержанием топлива
  - 10.2.3. Заключительные замечания по каталитической обработке выхлопных газов
- 10.3. Загрязнение воздуха крупными стационарными источниками вредных веществ
  - 10.3.1. Процесс селективного каталитического восстановления
    - 10.3.1.1. Катализатор для процесса селективного каталитического восстановления
    - 10.3.1.2. Кинетика реакций селективного каталитического восстановления
  - 10.3.2. Процесс селективного каталитического восстановления для использования в транспортных средствах

Список литературы

Вопросы и упражнения

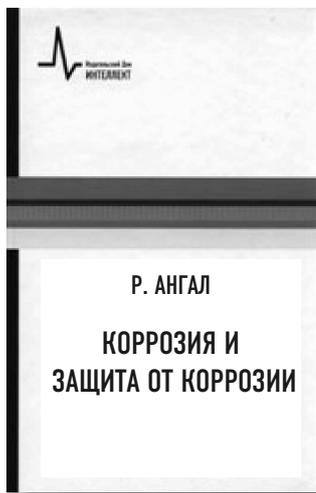
Приложения

Приложение А

Некоторые полезные фундаментальные постоянные  
 Коэффициенты перевода единиц энергии  
 Некоторые полезные соотношения

Приложение Б

Некоторые определения



### **Ангал Р.**

### **Коррозия и защита от коррозии, пер. с англ., 2-е изд.**

ISBN: 978-5-91559-186-7

2014, 344 с., 70x100/16, обложка

Наиболее современное учебное пособие по коррозии и защите металлов и сплавов. Издание отличается универсальностью и охватывает все основные аспекты науки о коррозии и практики противокоррозионной защиты.

Наряду с основными принципами электрохимической, атмосферной и высокотемпературной коррозии, включая термодинамические и кинетические стороны явлений, рассмотрены коррозионные свойства важнейших металлов (железо и различные стали, алюминий, медь, никель и их сплавы, титан, кобальт и др.) в различных средах. Рассмотрены методы контроля коррозии, защитные покрытия и электрохимические методы защиты.

Изложены современные представления о влиянии на коррозионное поведение металлов и сплавов механических, металлургических и химических факторов. Особое внимание уделено термодинамике и кинетике электрохимических процессов, включая теорию смешанного потенциала, диаграммы Эванса и роль ингибиторов коррозии.

Для студентов, аспирантов и преподавателей химических и химико-технологических факультетов, исследователей и разработчиков.

### **Ангал Р.**

Профессор Всеиндийского технологического института и Высшей инженерной школы. Один из наиболее известных в мире специалистов, автор многих методов защиты от коррозии для промышленных применений.

## **Оглавление**

Предисловие

### **Глава 1.**

#### **Обзор предмета**

- 1.1 Введение
- 1.2 Различные формы коррозии
  - 1.2.1 Электрохимическая природа коррозии
  - 1.2.2 Высокотемпературная коррозия
  - 1.2.3 Коррозия индивидуального металла
- 1.3 Скорость - определяющий механизм
- 1.4 Сфера защиты от коррозии
- 1.5 Междисциплинарные аспекты

### **Глава 2.**

#### **Гальванические элементы и электродные потенциалы**

- 2.1 Источник электродвижущей силы
- 2.2 Водородная шкала
  - 2.2.1 Окислительно-восстановительный потенциал
- 2.3 Виды электродов
  - 2.3.1 Газовый электрод
  - 2.3.2 Электрод второго рода
  - 2.3.3 Электроды сравнения
  - 2.3.4 Кислородный электрод
- 2.4 Виды гальванических элементов
  - 2.4.1 Концентрационный элемент
  - 2.4.2 Газовый концентрационный элемент
  - 2.4.3 Термогальванический элемент
- 2.5 Измерения эдс

### **Глава 3.**

#### **Кинетика электродных процессов**

- 3.1 Необратимые процессы и поляризация
- 3.2 Электродные процессы в ячейке
- 3.3 Измерение перенапряжения
- 3.4 Расчет перенапряжения
- 3.5 Перенапряжение кислорода
- 3.6 Ионная диффузия как скорость - определяющая стадия
- 3.7 Разряд ионов как замедленный процесс
- 3.8 Скорость-определяющий механизм

- 3.9 Деполяризация
- 3.10 Кислородная деполяризация катода

#### **Глава 4.**

##### **Принципы коррозии**

- 4.1 Поляризационные кривые
  - 4.1.1 Катодная поляризация
  - 4.1.2 Анодная поляризация
- 4.2 Пассивная пленка
- 4.3 Поведение единичного электрода
- 4.4 Теория смешанного потенциала
- 4.5 Вычисление скорости коррозии
- 4.6 Коррозионная диаграмма Эванса
- 4.7 Ингибиторы
- 4.8 Диаграммы Пурбэ

#### **Глава 5.**

##### **Экологические и металлургические аспекты коррозии**

- 5.1 Гальваническая коррозия
- 5.2 Щелевая коррозия
- 5.3 Питтинговая коррозия
- 5.4 Межкристаллитная коррозия
- 5.5 Селективное растворение
- 5.6 Коррозия блуждающими токами
- 5.7 Подпленочная коррозия

#### **Глава 6.**

##### **Механические аспекты коррозии**

- 6.1 Эрозионный тип коррозии
- 6.2 Фреттинг-коррозия
- 6.3 Коррозионное растрескивание
- 6.4 Коррозионная усталость
- 6.5 Водородная хрупкость

#### **Глава 7.**

##### **Материалы**

- 7.1 Железо и сталь
  - 7.1.1 Металлургические аспекты
  - 7.1.2 Влияние сплавообразования
  - 7.1.3 Коррозия железа в пресной воде
- 7.2 Алюминий и его сплавы
- 7.3 Медь и ее сплавы
  - 7.3.1 Сплавы меди и цинка
  - 7.3.2 Сплавы меди и никеля
  - 7.3.3 Сплавы меди и алюминия
  - 7.3.4 Другие сплавы на основе меди
- 7.4 Никель и его сплавы
- 7.5 Нержавеющие стали
  - 7.5.1 Аустенитные стали
  - 7.5.2 Ферритные стали
  - 7.5.3 Мартенситные стали
  - 7.5.4 Дисперсионно-твердеющие стали
  - 7.5.5 Дуплекс-стали
- 7.6 Коррозия в полиотионовых кислотах
- 7.7 Другие металлы

#### **Глава 8.**

##### **Высокотемпературная коррозия**

- 8.1 Введение
- 8.2 Катастрофическое окисление
  - 8.2.1 Механизм роста пленки
  - 8.2.2 Механизм окисления
  - 8.2.3 Начальные стадии окисления
  - 8.2.4 Константы скорости окисления
- 8.3 Теория окисления металлов Вагнера
- 8.4 Окисление сплавов
- 8.5 Окисление сплавов железа
- 8.6 Внутреннее окисление
- 8.7 Сульфидирование
- 8.8 Высокотемпературная коррозия в других средах
- 8.9 Методы защиты

**Глава 9.****Защитные покрытия для предупреждения коррозии**

- 9.1 Органические покрытия
- 9.2 Механизм защиты
- 9.3 Строение покрытия
- 9.4 Составные части лакокрасочного слоя
- 9.5 Полимеры как связующие
- 9.6 Нарушения и износ лакокрасочных покрытий
- 9.7 Катодное отслаивание
- 9.8 Металлические покрытия
- 9.9 Техника нанесения покрытий
- 9.10 Нанесение покрытий погружением
- 9.11 Гальванические покрытия
  - 9.11.1. Условия осаждения
  - 9.11.2. Состав ванн
  - 9.11.3. Электроосаждение сплавов

**Глава 10.****Практика применения покрытий**

- 10.1 Подготовка поверхности
  - 10.1.1. Механические методы
  - 10.1.2. Удаление старых покрытий
  - 10.1.3. Обработка растворителями
  - 10.1.4. Кислотное травление
  - 10.1.5. Электрохимическое обезжиривание
  - 10.1.6. Применение конверторов окислов
- 10.2. Методы нанесения покрытий
  - 10.2.1. Механические методы
  - 10.2.2. Порошковые методы
  - 10.2.3. Металлизация напылением
  - 10.2.4. Образование и распространение пленки покрытия
  - 10.2.5. Адгезия покрытия
- 10.3. Электрофоретические покрытия
  - 10.3.1. Природа процесса
  - 10.3.2. Механизм осаждения
  - 10.3.3. Условия осаждения
  - 10.3.4. Преимущества и недостатки
- 10.4. Химические конверсионные покрытия
  - 10.4.1. Фосфатирование
  - 10.4.2. Хроматирование
  - 10.4.3. Анодирование
  - 10.4.4. Выбор металла основы

**Глава 11.****Электрохимические методы защиты**

- 11.1 Изменение скорости коррозии по действием внешней эдс
- 11.2 Анодная протекторная защита
  - 11.2.1 Требования к потенциалу
  - 11.2.2 Устройство анода
  - 11.2.3 Требования к току при защите
- 11.3 Применение защитных покрытий
- 11.4 Коррозионная активность и электропроводность среды
- 11.5 Системы с жертвенным анодом
- 11.6 Критерии защиты
- 11.7 Анодная защита

**Глава 12.****Экспериментальные методы при тестировании и оценке потерь**

- 12.1 Области тестирования и оценок
- 12.2 Классификация тестов
- 12.3 Лабораторные тесты
- 12.4 Подготовка образцов
- 12.5 Техника экспонирования
- 12.6 Определение коррозионных потерь
- 12.7 Ускоренные коррозионные испытания
- 12.8 Электрохимические методы
  - 12.8.1 Измерение скорости коррозии по экстраполяции тафелевской области
  - 12.8.2 Измерение скорости коррозии по уравнению Стерна – Гири
  - 12.8.3 Применение амперметра с нулевым сопротивлением



**Леенсон И.А.**

**Химия в технологиях индустриального общества**

978-5-91559-106-5

2011, 280 с., 60х90/16, обложка

Что дает химия современному человеку? Вот как образно рассказала о роли химии в современном мире главный редактор журнала «Химия и жизнь – XXI век» Любовь Николаевна Стрельникова.

«Как-то на одной из лекций, которые я читаю студентам четвертого курса факультета журналистики, я спросила: «Зачем нам нужна нефть, вокруг которой столько шума?» Аудитория дружно ответила: «Чтобы бензин был и машины ездили». – «А еще зачем?» До керосина мы добрались с трудом. С еще большим скрипом дался мазут и топливо для тепловых электростанций. «А еще зачем?» И в аудитории повисла тишина. Тогда я пригласила самого смелого из студентов «на сцену», и этого молодого человека мы стали с его согласия виртуально раздевать. Извлекли из карманов пластмассовую ручку, флешку, кредитные карты, очки, плеер, мобильный телефон, блистер с таблетками. Потом очередь дошла до пиджака, рубашки... Причем на пиджаке мы рассматривали этикетку, где обозначен состав материала. Далее мы обследовали аудиторию, в которой проходила лек-

ция: на чем сидим, что на стенах и т.д. И очень быстро студентам все стало ясно. Химические волокна, пластмассы и прочие материалы, из которых сделана наша комфортная среда обитания, лекарства, парфюм... Все это сделано из продуктов переработки нефти. Мы живем в мире, который строят химики, – это стало настоящим открытием для студентов четвертого курса».

Поэтому когда кто-то говорит, что «химия портит окружающую среду и надо от нее отказаться», такого человека следует спросить, согласился бы он отказаться от автомобиля и телефона, компьютера и телевизора, стекла и фарфора, цемента и кирпича, бумаги и полимерной упаковки, а также многих других вещей и материалов, которые нельзя получить без развитых химических производств. Так что нужно не отказываться от «химии», а придумывать более совершенные малоотходные способы получения нужных человеку вещей. Придумывать экономичные способы обезвреживать вредные отходы производства. Разрабатывать способы получения электроэнергии без сжигания природного газа, нефти или угля. И тогда польза от химии только возрастет, а вред будет сведен к минимуму.

Издание будет полезно прежде всего для учащихся старших классов и учителей (не только химии), для студентов и преподавателей вузов, а также для всех интересующихся ролью науки в современном обществе. Книга не только пропагандирует достижения химии и смежных областей науки и их роль в жизни каждого человека.

**Леенсон Илья Абрамович**

Доцент химического факультета МГУ.

Автор нескольких сотен научно-популярных и методических статей в российских и международных изданиях, ряда книг учебно-познавательного характера по ключевым вопросам преподавания химии в школе и в университетах.

**Оглавление**

**1. Огонь и химия**

Огонь – трением  
Зажигалки  
Современное «огниво»  
Из истории спичек  
Как горит свеча  
Химия пламени

**2. Уголь и газовое освещение**

Как образуется уголь  
Газ из угля

**3. Нефть и нефтехимия**

Как возникла нефть?  
Из истории нефтедобычи  
Первые шаги нефтепереработки  
Нефть и бензин  
Нефть в современном мире

**4. Ядерная энергетика**

Первые открытия  
Атомные электростанции  
Радиоактивность внутри и вне нас

**5. Портативные источники питания**

Удивительные открытия Гальвани и Вольты  
Гальванические элементы  
Аккумуляторы

**6. Альтернативные источники энергии**

Ветрогенераторы  
 Геотермальные станции  
 Солнечная энергетика

**7. Химия – автомобилестроению**

Подушки безопасности  
 Прочное и безопасное стекло  
 Автомобильные фары  
 Каучук для шин – и не только  
 Алюминий в автомобилестроении

**8. Синтетические волокна**

Искусственный шелк  
 «Найлоновая драма»

**9. Люминофоры – источники «холодного» света**

Флуоресценция и фосфоресценция  
 Холодный «химический свет»

**10. Из истории воздухоплавания****11. Вычислительная техника**

От абака до «Феликса»  
 От машины Бэббиджа до персонального компьютера  
 Жидкокристаллические мониторы

**12. Химия и медицина**

«Сито для лекарств»  
 Иод и человек  
     Свойства иода  
     Иод в природе  
     Иод в организме  
     Иод и радиация  
 Из истории антибиотиков  
 Глюкоза, диабет и химия  
     Что такое диабет  
     Зачем нужен инсулин  
     Синтез инсулина  
     Анализ на глюкозу – за 60 секунд  
 «Когда молекула смотрится в зеркало»  
     Поляризация света и оптическая активность  
     Открытие Пастера  
     Хиральные лекарства  
 Радионуклиды в медицине  
 Хевеши, супруги Жолио-Кюри и радиоактивные индикаторы  
     Технеций и его свойства  
     Технеций в медицине

**13. Химия и парфюмерия**

Парфюмерия древних  
 Химики – парфюмерии

**14. Химия загара**

Загар и ультрафиолетовые лучи  
 Защита от ультрафиолета

**15. Из истории удобрений****16. «Сладкая химия»**

Стандарт сладости – сахароза  
 Сахароза и фотосинтез  
 Как получить фруктозу  
 Другие сладости  
 Сладости в природе

**17. Сохранение продовольствия****18. Озон и фреоны**

Получение и свойства озона  
 Фреон и «озоновые дыры»  
 Озон в тропосфере  
 Озон и здоровье

**19. Питьевая вода**



**Кук Д.**

**Квантовая теория молекулярных систем. Единый подход, пер. с англ.**

ISBN 978-5-91559-096-9

2012, 320 с., 60x90/16, обложка

Книга представляет первый в мировой литературе подробный современный анализ концептуальных вопросов теории химического строения с точки зрения физика. Изложение ведётся в рамках молекулярно-орбитального подхода к теории электронного строения молекул с привлечением объемно-диаграммных наглядных представлений молекулярных структур, вычисленных квантово-химическими средствами программного обеспечения. Автор рассматривает разнообразные молекулярные структуры от простейших молекул до соединений органической химии и координационных соединений. Основой физического представления о стационарной молекулярной структуре служат взаимодействия частиц, составляющих молекулу, а не широко применяемый в литературе анализ молекулярных орбиталей. Автор показывает, что именно соотношение притяжения и отталкивания различных частей молекулярной структуры позволяет понять физическую природу строения химических частиц.

Подход автора побуждает читателя не замыкаться на чисто вычислительных результатах квантовой химии, а ставить проблемы уточнения концепций и поиска новых физико-химических закономерностей молекулярного мира.

Для студентов и преподавателей физических и химических факультетов, научных работников.

### Дэвид Кук

Известный английский специалист по теории химической связи. Автор семи учебников и монографий по квантовой химии.

### Оглавление

#### Предисловие

#### Глава 1.

##### Как в науке исследуют сложные проблемы

- 1.1. Введение: сложность моделей в науке
- 1.2. Из чего состоят молекулы?
- 1.3. Взаимодействия между атомами
- 1.4. Простейшие примеры: H<sub>2</sub> и LiH
  - 1.4.1. Молекула водорода
  - 1.4.2. Молекула гидрида лития
    - 1.4.2.1. Что происходит с остальными электронами атома лития
    - 1.4.2.2. Каково влияние отталкивания ядер?
  - 1.4.3. Сравнение H<sub>2</sub> и LiH
- 1.5. Что нужно рассмотреть дальше?

#### Допоние А.

##### Как понимать 3D-контур

- A.1. Трёхмерные образы
- A.2. Распределение 2s-электрона в литии
  - A.2.1. Как это соотносится с орбиталями, описанными в учебниках
  - A.2.2. О несферических распределениях

#### Дополнение Б.

##### Возможно ли использование квантовой теории?

- B.1. Связь с законами природы
- B.2. Устойчивые молекулы
- B.3. Равнораспределение энергии
- B.4. Квантовый вывод

#### Глава 2.

##### Что мы знаем об атомах и молекулах?

- 2.1. Электронная структура атомов
  - 2.1.1. Атом водорода
  - 2.1.2. Многоэлектронные атомы
  - 2.1.3. Принцип Паули
    - 2.1.3.1. Формулировка принципа Паули
  - 2.1.4. Краткие выводы по структуре атомов
- 2.2. Эмпирическая химия

**Дополнение В.****Интерпретация орбиталей**

В.1. Что такое орбиталь?

В2. Орбитали: атомные и молекулярные

**Глава 3.****Стратегия для электронной структуры**

3.1. Обзор

3.2. И снова гидрид лития

3.2.1. Поляризация и гибридные АО

3.2.2. Молекулярные орбитали

3.2.2.1. Краткие выводы

**Дополнение Г.****Является ли гибридизация реальным процессом?****Глава 4.****Принцип Паули и орбитали**

4.1. Трудности с гелием

4.2. Когда орбитали взаимоисключают друг друга?

4.3. Как это работает для АО?

4.4. Молекула гелия: уточнение структуры

4.5. Роль атомных орбиталей в теории валентности

4.6. Общие выводы по LiH и "He2"

**Глава 5.****Многоатомная молекула: метан**5.1. Молекула метана: CH<sub>4</sub>

5.2. Электронное строение метана

5.3. Форма молекулы метана

5.4. Химическая связь и принцип Паули

5.4.1. Предварительные выводы по молекуле метана

5.5. Химическое описание метана

5.5.1. Как использовать эти структуры: метод валентных связей

5.6. Метан: выводы

**Глава 6.****Неподеленные пары электронов**

6.1. Почему не все электроны участвуют в химических связях?

6.2. Что такое неподелённая пара?

6.2.1. Молекула аммиака

6.2.2. Молекула воды

6.3. Формы простых молекул

6.3.1. Молекул воды: уточнение структуры

6.4. Реакции неподеленных пар

6.5. Краткие выводы

**Глава 7.****Органические молекулы с кратными связями**

7.1. Двойные и тройные связи

7.2. Многообразие кратных связей в молекулах

7.3. Этилен и метиловый альдегид

7.4. Двойная связь в этилене и метанале

7.4.1. Сигма- ( $\sigma$ ) и пи- ( $\pi$ ) обозначения в плоских молекулах7.5.  $\sigma$ - и  $\pi$ -орбитали в молекулах C<sub>2</sub>H<sub>4</sub> и CH<sub>2</sub>O

7.5.1. Контуры молекулы этилена

7.5.2. Контурные диаграммы метанала

7.5.3. Относительные энергии двух связей

7.6. О реакционная способность двойной связи

7.7. Кратные связи: общая схема

**Глава 8.****Симметрия молекул**

8.1. Вопрос о симметрии

8.2. Симметрия: обобщение

8.3. Исследование молекул H<sub>2</sub>O и бензола8.3.1. Молекула H<sub>2</sub>O8.3.2.  $\sigma$ -система бензола

8.4. Молекулярные орбитали связей и молекулярные орбитали симметрии

8.5. Предостережения

**Глава 9.****Двухатомные молекулы с кратными связями**

- 9.1. Постановка задачи
- 9.2. Молекула азота, N<sub>2</sub>
  - 9.2.1. Энергии МО молекулы N<sub>2</sub>
  - 9.2.2. Симметрия и молекула азота N<sub>2</sub>
- 9.3. Молекула монооксида углерода, CO
- 9.4. Другие гомоядерные двухатомные молекулы
  - 9.4.1. Молекула кислорода, O<sub>2</sub>
- 9.5. Урок, извлеченные из рассмотрения двухатомных молекул

**Глава 10.****Донорно-акцепторная связь**

- 10.1. Введение: знакомые реакции
  - 10.1.1. Растворение
  - 10.1.2. Реакционная способность неподеленной пары: молекула CO
  - 10.1.3. CO и атомы переходных металлов
- 10.2. Донорно-акцепторная связь: выводы

**Глава 11.****Делокализованные электронные подструктуры: ароматичность**

- 10.1. Молекула бензола
- 10.2. Делокализация электронов
- 10.3. Нечувствительные к окружению  $\pi$ -подструктуры
- 10.4. Систематика названий химических соединений

**Глава 12.****Органическая и неорганическая химия**

- 12.1. Комментарий по результатам
- 12.2. Азотная кислота и аналогичные молекулы
  - 12.2.1. Нитрат-анион, NO<sub>3</sub><sup>-</sup>
- 12.3. Угльная кислота и карбонаты
- 12.4. Серная кислота и сульфаты

**Глава 13.****Дальше вниз по Периодической системе элементов**

- 13.1. Что происходит с увеличением атомного номера?
- 13.2. Возможная "сдача в аренду" неподеленных пар
- 13.3. Частный случай: сера
- 13.4. Общий случай: гипервалентность
  - 13.4.1. Одиночные или двойные связи?
  - 13.4.2. Стерический эффект
- 13.5. Как описать эти связи?
  - 13.5.1. Сравнение: 16 валентных электронов
- 13.6. Обобщающие выводы

**Глава 14.****Новый взгляд на эмпирические правила**

- 14.1. Ограничения правила октетов
- 14.2. Основания правила октетов
- 14.3. Анализ заселенности
- 14.4. Резонанс и резонансные гибриды
- 14.5. Число окисления
- 14.6. Числовые правила и законы природы

**Глава 15.****О молекулах - нарушителях законов**

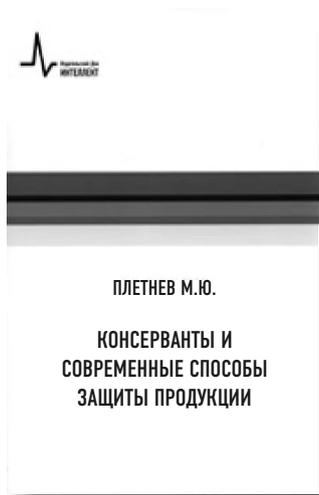
- 15.1. Исключения из правил
- 15.2. Гидриды бора и мостиковые связи
  - 15.2.1. Гипотетическое соединение: BH<sub>3</sub>
  - 15.2.2. Обнаруженные соединения
  - 15.2.3. Мостиковые трёхцентровые связи
- 15.3. Другие трёхцентровые связи?
- 15.4. Металлы и кристаллы
  - 15.4.1. Металлы
  - 15.4.2. Кристаллы
- 15.5. Водородная связь
- 15.6. Нарушители законов?

**Глава 16.****Переходные элементы**

- 16.1. Предварительные сведения
- 16.2. Переходные металлы: влияние d-электронов
- 16.3. Экранирование в электронной структуре атомов
- 16.4. История и извинение
  - 16.4.1. Кристаллическая модель
  - 16.4.2. Модель молекулярных орбиталей
  - 16.4.3. Химическая модель
  - 16.4.4. Извинение
- 16.5. Замечания

**Глава 17.****Проблемы теоретической химии. Заключение**

- 17.1. Проблемы теоретической химии
  - 17.1.1. Межмолекулярные силы
  - 17.1.2. Химические реакции
- 17.2. Выводы



**Плетнёв М.Ю.**  
**Консерванты и современные способы защиты продукции.**

ISBN 978-5-91559-151-5  
 2013, 216 с., 60 x 90/16, твёрдый переплет

Учебно-справочное руководство «Консерванты и современные способы защиты продукции» знакомит читателя с веществами и композициями, которые принято называть «консервантами» и применяются для презервирования в течение всего срока годности и использования продукта. В книге приводится список как наиболее распространенных, так и менее используемых консервантов, их синергистов и смесей. Критически рассмотрены системы с нетрадиционными и природными, «органическими» консервантами, а также «самопрезервирующиеся» продукты. Названия консервантов даны по INCI; они охарактеризованы в общепринятых химических терминах, по физико-химическим свойствам, безопасности, совместимости, механизму, спектру антибактериального и сопутствующего действия. Приводятся торговые марки и поставщики наиболее употребительных консервантов. Излагаются общие принципы их подбора и тестирования с учетом действующих нормативно-законодательных актов. Даются примеры типовых рецептурных решений.

Издание представляет интерес для широкого круга специалистов по биотехнологиям, составителей рецептур, микробиологов, косметологов, фармацевтов, химиков-технологов и контролеров качества. Оно окажется ценным учебным пособием для студентов соответствующих специальностей, преподавателей вузов и специализированных курсов.

**Плетнёв Михаил Юрьевич**

Заведующий кафедрой коллоидной химии МИТХТ им. М.В. Ломоносова, доктор химических наук. Круг основных интересов: химия, технология и применение ПАВ, олеохимикатов, полимеров, дисперсных систем, технология косметики, моющих средств и биотоплива. Автор ряда внедренных разработок, многих изобретений, аналитических обзоров, полутора сотен научно-практических публикаций в отечественных, зарубежных журналах и трудах различных форумов.

**Оглавление**

Введение

**Глава 1.**  
**Консерванты и их характеристика**

- 1.1. Классификация консервантов
- 1.2. Общая характеристика наиболее популярных промышленных консервантов
- 1.3. Формальдегид, выделяющие формальдегид консерванты и прочие альдегиды
- 1.4. Мембраноактивные консерванты
- 1.5. Катионактивные консерванты и биоциды
- 1.6. Прочие виды консервантов
- 1.7. Альтернативные консерванты и композиции, нетрадиционные способы презервирования

**Глава 2.**  
**Применение систем консервантов**

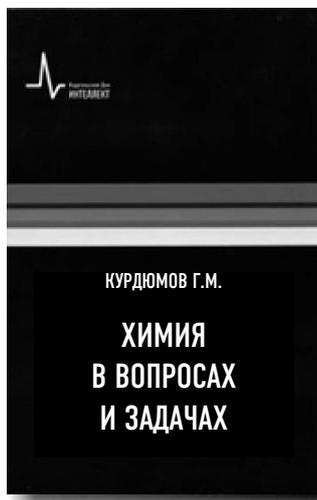
- 2.1. Общие принципы выбора консервантов и их смесей
- 2.2. Консерванты в фармацевтических препаратах
- 2.3. Пищевые консерванты и антиоксиданты
- 2.4. Консерванты в дезодорантах и антиперспирантах
- 2.5. Особенности презервирования влажных салфеток
- 2.6. Особенности защиты древесины
- 2.7. Активная упаковка и ее роль в защите продукта
- 2.8. Общие принципы обеспечения микробиологической чистоты продукции

Заключение

Литература

Приложения

Предметный указатель



**Курдюмов Г.М.**  
**Химия в вопросах и задачах**

ISBN 978-5-91559-149-2  
2013, 192 с., 60х90/16, обложка

Пособие адресовано студентам и преподавателям, оно содержит вопросы и задачи, составленные в соответствии с учебными программами вузовского курса «Общая химия». В книгу вошли задания по теоретическим основам химии, а также по неорганической и органической химии.

Студентам книга необходима для подготовки к контрольным мероприятиям, а преподаватели могут её использовать при составлении вопросов текущего контроля, заданий контрольных работ и коллоквиумов, вариантов экзаменационных билетов.

**Курдюмов Георгий Михайлович**

Профессор МИСИСа, д. х. н.

Методические разработки Г.М Курдюмова пользуются большой популярностью у студентов и преподавателей.

Область научных интересов: химия и технология редких металлов, методы получения особо чистых веществ и материалов для электронной техники. Автор более чем 200 публикаций, в том числе 4 монографий.

**Оглавление**

**Введение**

**Глава 1.**

**Тесты «Периодическая система химических элементов»**

- 1.1. Символы и названия элементов
- 1.2. Металлы и неметаллы
- 1.3. От русских слов к словам английским помогут элементы перейти

**Глава 2.**

**Тесты «Химия + ...»**

- 2.1. Химия и проблемы современности
- 2.2. Химия и жизнедеятельность
- 2.3. Химия и экология

**Глава 3.**

**Кросстесты**

- 3.1. Тесты по теме «Строение атома»
- 3.2. Тесты по теме «Окислительно-восстановительные реакции»
- 3.3. Тесты по теме «Комплексные соединения»

**Глава 4.**

**Катенатесты**

- 4.1. Тесты по химии неметаллов
- 4.2. Тесты по химии металлов
- 4.3. Тесты по органической химии

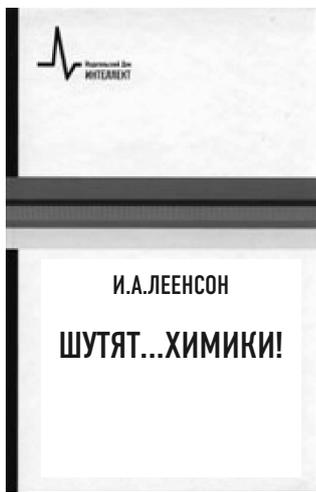
**Глава 5.**

**Поливариантное экспресс-тестирование**

- 5.1. Темы «Водород. Кислоты» и «Классы неорганических веществ»
- 5.2. Темы «Электролитическая диссоциация» и «Химическая связь»
- 5.3. Темы «Изомерия органических веществ» и «Синтетические высокомолекулярные соединения»

**Ответы**

**Библиографический список**



**Леенсон И.А.**  
**“Шутят...химики!”**

ISBN: 978-5-91559-144-7  
 2013, 312 с., 60x90/16, обложка

Что общего между цепной реакцией и движением человека в очереди? Может ли скорость растворения вещества зависеть от силы воли экспериментатора? Наконец, умеете ли вы говорить по-гэльски?

Ответ на эти и на множество других серьезных, не очень серьезных и просто шуточных вопросов вы получите, прочитав книгу «Шутят... химики!». Но разве у химиков есть время для шуток? Для непосвященных химик - это человек в рабочем халате, который основную часть жизни проводит в лаборатории, колдуя над колбами и пробирками, и если уж смеется - то над опечаткой в справочнике по органической химии.

Ну что ж, отчасти это правда: химики, как правило, - народ очень занятой. Но и у них находится время для шутки, острого словца, пародии, в том числе и на свою науку. И получается все это у химиков ничуть не хуже, чем у их коллег-физиков, юмор которых оценен давно и по достоинству (см. «Физики шутят», «Физики продолжают шутить» и «Физики все еще шутят»). В этом вы убедитесь, познакомившись с лучшими образцами «химического» юмора. Надеемся, что новая книга вам понравится и неоднократно вызовет улыбку, а может быть, кто знает, - и серьезные мысли...

**Леенсон Илья Абрамович**

Доцент химического факультета МГУ.

Автор нескольких сотен научно-популярных и методических статей в российских и международных изданиях, ряда книг учебно-познавательного характера по ключевым вопросам преподавания химии в школе и в университетах.

**Оглавление**

**Предисловие**

**Глава 1.**

**«Что в имени тебе моем?»**

И вы можете говорить по-гэльски  
 В дремучем лесу названий  
 Как придумать термин  
 Cherchez la femme!  
 Вокруг проклятых формул  
 Химическое имя и химическое прозвище  
 Зверинец в пробирке  
 Веселая номенклатура  
 Непризнанный демзельбен  
 Урок английского  
 Химия на японском  
 Элементарная история  
 Периодическая таблица пищевых элементов Д.И. Менделеева  
 Филологическая таблица элементов, или каких букв не хватает химику  
 Язык мой — враг мой  
 Две этикетки, найденные на территории бывшего СССР

**Глава 2.**

**Шутят химики**

Удивительные свойства тиотимолина  
 Тиотимоллин и космический век  
 Молекулярная эндохронность  
 Химики шутят  
 Осторожно: ученые шутят!  
 Структурный подход к проблеме взаимодействия ОН-содержащих реагентов с биологическими объектами  
 ПСС — укорочение лабораторных шлангов  
 Сюжеты с известью  
 Ищите хроматограф!  
 Цифры в колбе  
 Мумиё в кастрюле  
 Орбитали в пробирке  
 Забытый эксперимент  
 Письма профессору химии

Органический синтез на шахматной доске  
 Под прикрытием шутки  
 Непридуманные истории. 1. Ацетон  
 Непридуманные истории. 2. Навеска и мениск  
 Отрывки из чужого дневника  
 Краткий словарь химических терминов

### Глава 3.

#### Полезные советы химикам

Зачем нужен авторский указатель  
 А химики были первыми!  
 Как писать отзыв на дипломную работу  
 Как прорваться в научный журнал  
 Еще раз о том, как сделать открытие  
 На чем стоит лаборатория?  
 Загадка мироздания  
 Правила выживания  
 О реактивах, троллейбусе и валерьянке  
 . . . По системе СИ  
 Новый метод хроматографии  
 Очередь: кинетические и практические аспекты  
 Когда добавлять молоко  
 Домашние заботы  
 Определение идиотского числа солевым методом  
 Десять заповедей дипломника  
 Научно о лженауке  
 Элементология  
 Элементография

### Глава 4.

#### Химические изобретения Дедала

Что такое КОШМАР  
 Потрясгаз  
 До чего может довести жжение в желудке  
 Усиление запахов  
 Как досадить курильщикам  
 Ржавые доспехи  
 Легкое дыхание  
 Гремит музыка боевая  
 Электрическая чистка  
 Спасительная безликость  
 Молекулярный гироскоп  
 Мыльные пузыри

### Глава 5.

#### Не попадитесь на удочку!

Соляные купола и *Camelus bactrianus*  
 Деликатес растет на грядке  
 Зачем химику нос  
 Странные свойства интеллектулина  
 Нелогичность и мозаичность  
 Мужчины — моложе женщин  
 Что было, что будет  
 Завязывайте с ферментом  
 Звуковые сигналы с возвышенных мест  
 Гений спит — служба идет  
 Продольно-полосатый тигр  
 «Крэй», ухнем  
 Есть контакт!?  
 Когда же начнет сжиматься вселенная?  
 Ясно, как пять пальцев!  
 . . . И валюты не надо  
 Путь к бессмертию?  
 Из глубины веков  
 Феноменальные свойства ВТ  
 Как обезвредить ВТ  
 Как это делалось в Одессе  
 Энергетическая проблема будет решена!  
 Синтез трансуранов — без ускорителя!  
 Биологическая трансмутация: факты, фантастика, теория  
 P<sup>at</sup>'e de foie gras

**Глава 6.****Просто сказка**

Облы

Ничего невозможного

1,98

Штурмовая неделя

Не может быть

Сети шпионажа

И чего только здесь не лежит!

«Факир», «Собачка» и т. д.

Ненаучные истории

Ученые сказки

**Глава 7.****Пестрая смесь (когда. . . однажды. . . как-то раз. . . )****Глава 8.****Химия и поэзия**

Венок советов

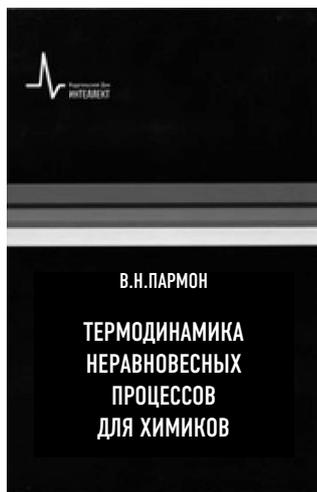
Химизация поэзии и поэтизация химии

Предлагаю заполнить пустые клетки!

Опыт построения поэтической таблицы элементов

Как химики шутили. . .

«Кристалл, поэтом обновленный»



**Пармон В.Н.**

**Термодинамика неравновесных процессов для химиков.**

**Приложения к химической кинетике, катализу, материаловедению и биологии, 2-е изд.**

ISBN 978-5-91559-302-4

2022, 472 с., 60x90/16, переплет, цв. вкл.

Учебник представляет собой адаптированный для специалистов-химиков краткий курс современной термодинамики неравновесных процессов с рассмотрением большого числа типичных проблем формальной химической кинетики, катализа, химического материаловедения и биохимии. В дополнение к традиционному изложению термодинамики неравновесных процессов, ограничивающемуся рассмотрением протекания химических превращений только вблизи термодинамического равновесия, в курсе демонстрируется возможность очень продуктивного применения формализма термодинамики неравновесных процессов и для анализа протекания сложных химических превращений вдали от термодинамического равновесия, в том числе в условиях неполной информации о механизме этих превращений.

Книга предназначена для студентов, аспирантов и преподавателей классических университетов химических и биологических специальностей, вузов химическо-технологического профиля, а также специалистов, занимающихся исследованием сложных химических превращений, включая каталитические.

### **Пармон Валентин Николаевич**

Председатель Сибирского отделения РАН, академик, вице-президент РАН. Научный руководитель ФИЦ «Институт катализа им. Г.К. Борескова СО РАН».

Специалист в области катализа и химических методов преобразования энергии, нетрадиционных и возобновляемых источников энергии. Лауреат премии «Глобальная энергия» — за прорывную разработку новых катализаторов в области нефтепереработки и возобновляемых источников энергии, внёсших принципиальный вклад в развитие энергетики будущего.

### **Предисловие автора к изданию на русском языке**

Термодинамика неравновесных процессов – относительно новый раздел термодинамики, появившийся в 50-х гг. прошлого столетия. Традиционно его рассматривают как очень сложный и достаточно трудно воспринимаемый раздел физической химии, требующий сильной физической подготовки и малоприспособленный для использования в обычных химических исследованиях. В стандартных учебниках по химической термодинамике для студентов-химиков проблеме термодинамики неравновесных процессов стали уделять внимание лишь в самые последние годы, посвящая этому разделу обычно лишь небольшую главу, обсуждающую процессы в основном вблизи термодинамического равновесия. К сожалению, процессы вблизи равновесия, как правило, не являются предметом особого интереса для химиков и биологов.

Тем не менее опыт автора настоящего учебника, попытавшегося начиная с 1995 г. адаптировать курс термодинамики неравновесных процессов для студентов-химиков Факультета естественных наук НГУ, показал, что предмет термодинамики неравновесных процессов может быть достаточно просто изложен на языке, доступном любому химику с базовым физикохимическим образованием в объеме стандартных курсов классической термодинамики равновесных процессов и химической кинетики. Более того, данный предмет объединяет термодинамику и химическую кинетику. Поэтому освоение химиками методологии термодинамики неравновесных процессов может оказаться очень полезным для тех, кто занимается исследованием сложных химических превращений, особенно каталитических. В частности, именно в курсе термодинамики неравновесных процессов удается последовательно и корректно определить такие важнейшие и обычно «замалчиваемые» в стандартных курсах химической кинетики понятия, как условия кинетической необратимости сложных стехиометрических реакций, скорость-определяющая стадия и скорость-лимитирующая стадия («узкое горло» химической реакции), кинетический компенсационный эффект и т. п.

В связи с тем что, как выяснилось, освоение курса термодинамики неравновесных процессов требует предварительного освоения полного стандартного курса химической кинетики, на Факультете естественных наук НГУ было принято решение выделить курс термодинамики неравновесных процессов в качестве отдельного, который завершает и обобщает общецикловые семестровые курсы классической термодинамики и химической кинетики. С 1999 г. курс читается как отдельный общецикловый полусеместровый курс, постоянно пополняемый в связи с постепенным развитием предмета курса.

В результате содержание и последовательность изложения материала в курсе существенно отличается от того, как это делается в других известных автору версий курса термодинамики неравновесных процессов.

Необходимо специально отметить, что настоящий учебник рассматривает применение приемов термодинамики неравновесных процессов только к химическим превращениям в системах с «локальным» равновесием. Это подразумевает, что скорость образуемых превращений намного меньше скорости релаксации интермедиатов – промежуточных продуктов превращений к максвелл-больцмановскому равновесию с окружающей средой, т. е. «термализации» интермедиатов. Данное приближение позволяет использовать для описания свойств интермедиатов их химические потенциалы и, как следствие, многие привычные или традиционные представления о кинетике химических превращений и проч. Рассмотрение быстропротекающих химических превращений с интермедиатами, не успе-

вающими достичь максвелл-больцмановского равновесия с окружающей средой, является уделом многократно более сложной статистической неравновесной термодинамики. К счастью для подавляющего большинства специалистов-химиков, почти все изучаемые процессы в конденсированных фазах и большинство газофазных превращений для своего анализа не требуют использования сложного аппарата упомянутой очень математически сложной науки. В настоящем учебнике основное внимание уделяется возможности применения подходов термодинамики неравновесных процессов к анализу «чисто» химических превращений, включая каталитические реакции и некоторые специфические особенности синтеза материалов. Одновременно почти не уделяется внимания рассмотрению вопросов применения термодинамически неравновесных процессов к проблемам конвективного и диффузионного, а, биохимии и процессам внутри живых организмов, включая процессы на активных биомембранах в митохондриях, и т. п. Это связано с тем, что обсуждение проблем пространственно неоднородных систем и, в частности, теплопереноса требует широкого использования аппарата дифференциальных и интегральных исчислений с частными производными, не очень «любимого» обычными химиками. Кроме того, по этим вопросам существует множество специальной литературы, включая учебную. Некоторые примеры такой литературы указаны в конце книги в перечне рекомендуемой литературы. Дополнительно в конце книги для каждой главы приведена учебная и обзорная литература, позволяющая более глубоко ознакомиться с вопросами, излагаемыми в главах.

Современный специалист-химик кроме досконального знания своего предмета должен понимать также язык и основные используемые термины и понятия других наук, особенно имеющих хотя бы косвенное отношение к химии. Поэтому дополнительной задачей читаемого автором курса явилось формирование у современного студента и аспиранта-химика способности ориентироваться в некоторых активно развиваемых наукой и техникой вопросах, остающихся вне стандартных курсов обучения химиков и связанных с использованием таких нередко мистифицированных околонучной литературой понятий как бифуркация, аттрактор, естественный отбор, информация, биоинформация и т.п. Тем более, что многие из этих понятий непосредственно связаны с проблемами динамического поведения сложных систем и, как следствие, термодинамики неравновесных процессов.

Настоящая книга – учебник, а не обзор или научная монография. Поэтому автор заранее просит прощения у своих коллег за явно недостаточно всестороннее и исчерпывающее обсуждение многих упомянутых в курсе и очень интересных научных проблем, а также отсутствие надлежащего цитирования доступной оригинальной и обзорной литературы. Тем не менее, по ряду вопросов, особенно касающихся исторических приоритетов или необходимости справочного цитирования, в конце глав даются ссылки и на оригинальные публикации. Следуя новой и, по мнению автора, очень хорошей традиции современных учебников давать краткие биографические справки относительно имен упоминаемых специалистов, автор также попытался сделать такие справки, обнаружив при этом многое неожиданное и поучительное для себя и, конечно же, обучающегося.

Преподавание курса термодинамики неравновесных процессов у студентов-химиков НГУ завершается, как это принято в Московском физико-техническом институте и на многих кафедрах последователя МФТИ – НГУ, контрольной работой – экзаменом с самостоятельным решением задач как теоретического, так и расчетного характера. Поэтому у автора учебника сформировалась обширная подборка этих задач, которая могла бы быть подготовлена к выпуску в виде отдельного задачника. Тем не менее, для экономии объема настоящего учебника автор ограничился формулировкой лишь небольшого числа характерных вопросов, полезных для самостоятельной проверки усвоения изложенного материала. По примеру многих зарубежных учебников эти задачи приводятся в конце соответствующих глав.

Часть материала данного учебника в первичном виде публиковалась в виде отдельной главы в более общих учебниках (см., например, раздел 3 в учебнике Н.М. Бажин, В.А. Иванченко, В.Н. Пармон, «Термодинамика для химиков», КолосС: М., 2004, 216 с.).

Первое издание предлагаемого учебника в виде отдельной книги – учебного пособия было осуществлено в 2005 году тиражом в 150 экз. издательством Новосибирского госуниверситета под названием «Лекции по термодинамике неравновесных процессов для химиков». Электронная версия этого пособия общедоступна в качестве методического материала на сайте Факультета естественных наук НГУ (см. <http://fen.nsu.ru>). В конце 2005 года пособие получило гриф Учебно-методического объединения по университетскому образованию «Допущено в качестве учебного пособия для студентов, обучающихся по специальности «Химия»».

К сожалению, по ряду малоизвестных от автора причин расширенная англоязычная версия опубликованного в НГУ учебного пособия появилась раньше русскоязычной (см. V.N. Parmon, *Thermodynamics of Non-Equilibrium Processes for Chemists with a Particular Application to Catalysis*, Elsevier: Amsterdam, 2010, 321 p.). Поэтому предлагаемая читателю русскоязычная книга является по сути вторым изданием упомянутого учебника, существенно расширенным по сравнению с англоязычной версией.

Автор считает своим долгом выразить свою искреннюю благодарность Н.А. Чистяковой, на долю которой легла техническая подготовка рукописи к печати и которая терпеливо вносила невероятное количество исправлений в текст, а также Е.Б. Никифоровой, на которую лег весь труд по подготовке англоязычной версии учебника.

Особенную благодарность автор хотел бы выразить и профессору НГУ А.Г. Окуневу, который, будучи аспирантом, много работал с автором курса по разработке некоторых теоретических проблем и, в частности, первым обратил внимание на существование функционала Ляпунова вдали от термодинамического равновесия.

## Оглавление

### Глава 1

#### Описание систем в термодинамике неравновесных процессов

- 1.1. Вводные замечания и определения
- 1.2. Второе начало термодинамики открытой системы
  - 1.2.1 Изменение энтропии открытой системы
  - 1.2.2. Неравновесные системы с изотропными и постоянными во времени температурой и давлением. Значение величины  $diS$  для однородной гомогенной системы при наличии химических превращений
  - 1.2.3. Потоки термодинамических параметров и термодинамические силы
  - 1.2.4. Термодинамическое сопряжение процессов

- 1.3. Потоки и термодинамические силы в пространственно однородных химически реакционноспособных системах
  - 1.3.1. «Термодинамическая» форма записи кинетических уравнений
  - 1.3.2. Связь между скоростью и термодинамическими силами для стехиометрического брутто-процесса, являющегося совокупностью мономолекулярных элементарных реакций
  - 1.3.3. Скорость простого стехиометрического процесса со схемой превращений, включающей один интермедиат и два «внешних» реагента. Формальные и кажущиеся молекулярности стехиометрических брутто-процессов
  - 1.3.4. Скорость стехиометрического брутто-процесса с простой схемой превращений, нелинейных относительно интермедиата
  - 1.3.5. Стационарная скорость неразветвленной цепной реакции
  - 1.3.6. Выбор варианта записи стехиометрии брутто-реакции в зависимости от его механизма
- 1.4. Кинетико-термодинамический анализ стационарного протекания некаталитических брутто-реакций
  - 1.4.1. Направление изменения значений химических потенциалов интермедиатов при стационарном протекании стехиометрической брутто-реакции
  - 1.4.2. Независимость стационарной скорости некаталитической реакции от стандартных значений термодинамических параметров интермедиатов
  - 1.4.3. Критерии кинетической необратимости химических реакций
  - 1.4.4. Скорость-лимитирующая («узкое горло») и скорость-определяющая (скорость-контролирующая) стадии при стационарном протекании брутто-реакции. Скорость-определяющие параметры
  - 1.4.5. Скорость-определяющие параметры для стационарного протекания последовательности мономолекулярных реакций
  - 1.4.6. Выявление скорость-лимитирующей стадии при наличии немномолекулярных стадий в линейном по интермедиатам брутто-превращении
  - 1.4.7. Нахождение кажущейся энергии активации стехиометрического брутто-процесса
  - 1.4.8. Примеры выявления скорость-определяющих стадий, скорость-определяющих параметров и кажущейся энергии активации для простых схем брутто-превращений
  - 1.4.9. Смена скорость-определяющей стадии стехиометрического брутто-процесса при изменении температуры и иных внешних параметров. Кинетический компенсационный эффект
  - 1.4.10. Примеры качественного анализа некоторых особенностей протекания стехиометрических брутто-процессов
- 1.5. Термодинамические силы в системах с пространственной неоднородностью
  - 1.5.1. Расчет термодинамических сил в системах с пространственной неоднородностью
  - 1.5.2. Примеры расчета термодинамических сил в пространственно-неоднородных системах
- 1.6. Вопросы и задачи для самостоятельных упражнений

### Цитируемая литература

## Глава 2

### Термодинамика систем вблизи равновесия (линейная неравновесная термодинамика)

- 2.1. Взаимосвязь величины потока и термодинамической силы вблизи термодинамического равновесия
- 2.2. Взаимодействие термодинамических процессов и линейные соотношения взаимности Онзагера
- 2.3. Примеры термодинамического сопряжения процессов. Термодинамическое сопряжение химических процессов
  - 2.3.1. Транспорт вещества через мембрану при наличии осмоса
  - 2.3.2. «Активный» транспорт вещества через мембрану
  - 2.3.3. Примеры сопряженных процессов в пространственно-неоднородных системах
  - 2.3.4. Термодинамическое сопряжение параллельно протекающих химических реакций. Уравнения Хориути–Борескова–Онзагера для сопряженных химических превращений
  - 2.3.5. Примеры вычисления коэффициентов взаимности Хориути–Борескова–Онзагера для параллельных брутто-реакций с общими интермедиатами
  - 2.3.6. Взаимосвязь значений недиагональных коэффициентов уравнений взаимности Хориути–Борескова–Онзагера
- 2.4. Термодинамические критерии достижения и устойчивости стационарных состояний
  - 2.4.1. Критерий эволюции (теорема) Пригожина для систем, близких к термодинамическому равновесию
  - 2.4.2. Устойчивость стационарного состояния вблизи равновесия
- 2.5. Термодинамика метаболических циклов и направление эволюции живых систем
- 2.6. Вопросы и задачи для самостоятельных упражнений

### Цитируемая литература

## Глава 3

### Термодинамика систем вдали равновесия (нелинейная неравновесная термодинамика)

- 3.1. Возможность самоорганизации вещества в условиях удаленности от термодинамического равновесия. Термодинамический и кинетический подходы к описанию эволюции систем вдали от равновесия
- 3.2. Критерии эволюции в нелинейной термодинамике. Универсальный критерий эволюции Гленсдорфа–Пригожина
- 3.3. Термодинамические критерии устойчивости стационарных состояний вдали от равновесия
- 3.4. Реакционноспособные системы вдали от термодинамического равновесия
  - 3.4.1. Функционалы стационарного состояния (функции Ляпунова) реакционноспособных систем вдали от равновесия
  - 3.4.2. Примеры функций Ляпунова для несложных кинетических схем
- 3.5. Устойчивость нелинейных кинетических систем и термодинамика. Множественность стационарных состояний, точки бифуркации и возникновение диссипативных структур

- 3.5.1 Нелинейные схемы превращений с одним интермедиатом
- 3.5.2. Нелинейные схемы превращений с несколькими интермедиатами. Устойчивость кинетических схем по Ляпунову
- 3.6. Физико-химические проявления диссипативных структур
  - 3.6.1. Пространственные диссипативные структуры. Ячейки Бенара
- 3.7. Вопросы и задачи для самостоятельных упражнений

#### **Цитируемая литература**

### **Глава 4**

#### **Каталитические процессы и термодинамика функционирующего катализатора**

- 4.1. Особенности функционирующих катализаторов как объектов термодинамики
- 4.2. «Микрокинетическое» описание стационарного протекания каталитических реакций
  - 4.2.1. Некоторые особенности стационарного протекания каталитических реакций
  - 4.2.2. Стационарная микрокинетика и скорость-определяющие параметры для простейших каталитических реакций, со схемами превращений, линейными относительно каталитических интермедиатов
  - 4.2.3. Стационарная микрокинетика для простейших каталитических реакций, нелинейных относительно каталитических интермедиатов
- 4.3. Устойчивость стационарного состояния катализатора
  - 4.3.1. Функции Ляпунова для схем каталитических превращений, линейных относительно каталитических интермедиатов
  - 4.3.2. Устойчивость стационарного состояния катализатора с превращениями, нелинейными относительно каталитических интермедиатов
- 4.4. Энергетические корреляции в катализе
  - 4.4.1. Связь энергетических характеристик интермедиатов и скорости каталитического процесса
  - 4.4.2. Энергетические корреляции и условия максимальной активности реакционного центра катализатора
  - 4.4.3. Влияние размера каталитически активного компонента на скорость каталитической реакции
- 4.5. Сопряжение каталитических процессов. Связь термодинамики каталитических процессов и их селективности
  - 4.5.1. Соотношения Хориути-Борескова-Онзагера для параллельных каталитических реакций с общими интермедиатами
  - 4.5.2. Применение уравнений взаимности Хориути-Борескова-Онзагера для нахождения условий обращения направления каталитических превращений
  - 4.5.3. Использование уравнений Хориути-Борескова-Онзагера для приближенного описания кинетики сложных каталитических превращений
  - 4.5.4. Выводы
- 4.6. Особенности устойчивых неравновесных состояний функционирующего катализатора
  - 4.6.1. Температура активного компонента функционирующего катализатора
  - 4.6.2. Стационарное состояние твердой фазы активного компонента катализатора в условиях контакта с реакционноспособным флуидом неравновесного состава
  - 4.6.3. Изменение агрегатного состояния активного компонента катализатора
- 4.7. Временные и пространственно-временные диссипативные структуры в каталитических системах
  - 4.7.1. Осцилляции и химические волны в гомогенных каталитических системах
  - 4.7.2. Осцилляция скорости каталитических реакций на гетерогенных катализаторах и химические волны на поверхности катализатора
- 4.8. Вопросы и задачи для самостоятельных упражнений

#### **Цитируемая литература**

### **Глава 5**

#### **Неравновесная термодинамика и материаловедение**

- 5.1. Особенности термодинамики процессов получения материалов
- 5.2. Синтез метастабильных форм веществ и материалов
- 5.3. Правило ступеней Оствальда для фазовых превращений
- 5.4. Получение углеродных нанонитей, нановолокон и нанотрубок
- 5.5. Вопросы и задачи для самостоятельных упражнений

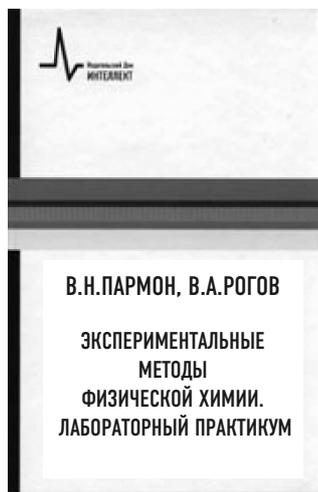
#### **Цитируемая литература**

### **Глава 6**

#### **Энтропия и информация**

- 6.1. Иерархия процессов по временным факторам в сложных динамических системах. Квазистационарные подсистемы
- 6.2. Связь «термодинамической» энтропии с динамической устойчивостью системы
- 6.3. Связь энтропии и количества информации
- 6.4. Количество биологической информации
- 6.5. Ценность информации
- 6.6. Рецепция и возникновение информации в динамических системах
- 6.7. Биоинформатика и ее использование в биологии и биохимии
- 6.8. Вопросы и задачи для самостоятельных упражнений

#### **Цитируемая литература**



**Пармон В.Н., Рогов В.А. (ред.)**  
**Экспериментальные методы физической химии.**  
**Лабораторный практикум, 2-е изд.**

ISBN: 978-5-91559-255-0  
 2018, 408 с., 60x90/16, обложка

Предисловие редакторов учебного пособия

В руководстве представлены используемые в современном естествознании экспериментальные методы исследования свойств молекулярных систем и физико-химических процессов и изложены основы химической термодинамики и кинетики. Относительно большее внимание уделено описанию самого процесса выполнения лабораторных работ.

Учебное пособие подготовлено на основе многолетнего опыта проведения практических работ по химической термодинамике и кинетике на кафедре физической химии факультета естественных наук Новосибирского государственного университета.

В первой половине книги (главы 1–8) кратко описаны основные методы исследования, используемые в практикуме (термический анализ, калориметрия, газовая хроматография, кондуктометрия, потенциометрия, УФ- и ИК-спектроскопия и др.), а также приведены указания по выполнению лабораторных работ по химической термодинамике

которые сгруппированы по применяемым в них методам. При изложении основ физических методов исследования основное внимание уделялось материалам, непосредственно нужным для выполнения предлагаемых лабораторных работ, а также особенностям методик, вызывающим у студентов затруднения. Во вводной части даны определения основных понятий химической термодинамики, и выводы некоторых формул и уравнений.

В главах 9–16 приведены описания лабораторных работ по химической кинетике. Им предпосланы выдержки из соответствующих разделов курса химической кинетики.

Глава 17 посвящена применению спектроскопии ЯМР к задачам физической химии.

Кроме текстового описания более чем сорока лабораторных работ, в состав практикума входит комплект видеofilмов, записанных студентами и преподавателями НГУ при выполнении этих работ в лаборатории физической химии. Видеоматериалы доступны на сайте НГУ по ссылке <http://lib.nsu.ru:8081/xmlui/handle/nsu/9092>. Показано обращение с имеющимся оборудованием, ход выполнения лабораторных работ, способы сохранения и обработки полученных данных. Для облегчения соотнесения печатных и видеоматериалов в названиях работ сохранены их шифры (Ф-1, Я-6 и т. п.).

Использование обучающих видеofilмов в учебном процессе привело к существенному улучшению качества усвоения студентами изучаемого материала, поскольку в разы сократилось время затрачиваемое студентами на знакомство с приборной базой и программным обеспечением. В результате появилась возможность основное внимание уделять сути выполняемой работы.

## Оглавление

### Предисловие

#### Часть 1.

#### Химическая термодинамика. Основные понятия и соотношения химической термодинамики

#### Глава 1.

#### Физико-химический анализ и фазовые равновесия

1.1. Фазовые равновесия в однокомпонентной системе

1.2. Равновесие пар – жидкость в двухкомпонентной системе

1.3. Равновесие твёрдое тело – жидкость в двухкомпонентной системе. Уравнение Шредера

1.4. Лабораторные работы

1.4.1. Работа Ф-1. Определение зависимости давления насыщенного пара от температуры и расчёт теплоты испарения жидкости

1.4.2. Работа Ф-2. Равновесие жидкость – пар в двухкомпонентной системе

1.4.3. Работа Ф-3. Построение фазовой диаграммы системы  $\text{KNO}_3 + \text{NaNO}_3$

Контрольные вопросы

Библиографический список

Приложение 1.1

#### Глава 2.

#### Химическое равновесие в проточном реакторе. Газовая хроматография

2.1. Газовая хроматография

2.2. Каталитическое дегидрирование спиртов

2.3. Лабораторная работа ГХ-1. Определение константы равновесия реакции дегидрирования изопропанола

Контрольные вопросы

Библиографический список

**Глава 3.****Тепловые эффекты химических реакций. Калориметрия**

- 3.1. Калориметрия и термический анализ
- 3.2. Калориметрия теплового потока
- 3.3. Измерение тепловых эффектов реакции углекислотной конверсии метана (УКМ)
- 3.4. Лабораторные работы
  - 3.4.1. Работа Кл-1А. Определение энтальпии реакции УКМ
  - 3.4.2. Работа Кл-1Б. Определение энергии связи кислорода катализатора реакции УКМ в стационарном состоянии
  - 3.4.3. Работа Кл-1В. Определение энергии связи кислорода катализатора при его восстановлении

Контрольные вопросы

Библиографический список

**Глава 4.****Кислотно-основные равновесия в водных растворах. Оптическая спектроскопия**

- 4.1. Оптическая спектроскопия
- 4.2. Анализ кислотно-основных равновесий в растворах
- 4.3. Лабораторные работы
  - 4.3.1. Работа С-3. Определение константы диссоциации бромтимолового синего
  - 4.3.2. Работа С-4. Определение термодинамических параметров реакции бис-ацетилацетоната меди(II) с пиридином

Контрольные вопросы

Приложение 4.1

**Глава 5.****Равновесия в растворах электролитов кондуктометрия**

- 5.1. Кондуктометрия
- 5.2. Измерение электропроводности растворов электролитов
- 5.3. Лабораторные работы
  - 5.3.1. Работа Кн-1. Кондуктометрическое титрование
  - 5.3.2. Работа Кн-2. Определение константы диссоциации уксусной кислоты

Контрольные вопросы

Приложение 5.1

**Глава 6.****Равновесия в растворах электролитов потенциометрия**

- 6.1. Потенциометрия
- 6.2. Лабораторные работы
  - 6.2.1. Работа П-1. Потенциометрическое определение коэффициентов активности соляной кислоты
  - 6.2.2. Работа П-2. Определение константы диссоциации слабой кислоты потенциометрическим методом
  - 6.2.3. Работа П-3. Температурный коэффициент ЭДС гальванического элемента и расчёт термодинамических величин

Контрольные вопросы

Библиографический список

Приложение 6.1

**Глава 7.****Поверхностные явления. Адсорбция**

- 7.1. Модели и уравнения для описания адсорбции
- 7.2. Лабораторные работы
  - 7.2.1. Работа А-1. Изучение адсорбции ароматических соединений из водных растворов методом УФ-спектроскопии
  - 7.2.2. Работа А-2. Изучение адсорбции органических кислот на твёрдом адсорбенте из водного раствора
  - 7.2.3. Работа А-3. Изучение адсорбции паров воды на твёрдом адсорбенте
  - 7.2.4. Работа А-4. Определение теплоты адсорбции хроматографическим методом
  - 7.2.5. Работа А-5. Определение площади удельной поверхности пористых материалов методом БЭТ

Контрольные вопросы

Библиографический список

**Глава 8.****Определение термодинамических свойств молекул в газовой фазе. ИК-спектроскопия**

- 8.1. ИК-спектры двухатомных молекул в газе
- 8.2. Методики регистрации ИК-спектров
- 8.3. Элементы статистической термодинамики
- 8.4. Лабораторные работы

- 8.4.1. Работа ИК-1. Определение энтропии двухатомных молекул по данным ИК-спектроскопии  
 8.4.2. Работа ИК-2. Определение константы равновесия реакции  $2\text{NO}_2 \rightleftharpoons \text{N}_2\text{O}_4$

Контрольные вопросы

Библиографический список

Приложение 8.1

Приложение 8.2

## Часть 2.

### Химическая кинетика. Основные понятия и соотношения химической кинетики

#### Глава 9.

##### Реакции первого и второго порядка

9.1. Кинетические уравнения простых реакций

9.2. Лабораторные работы

9.2.1. Работа К-3. Изучение кинетики реакции сольволиза трет-бутилхлорида. (Кондуктометрия)

9.2.2. Работа К-4. Изучение кинетики реакции омыления этилацетата. (Кондуктометрия)

9.2.3. Работа К-5. Изучение кинетики реакции этюксидехлорирования пикрилхлорида. (Потенциометрия)

Контрольные вопросы

Библиографический список

Приложение 9.1

#### Глава 10.

##### Определение кинетических параметров сложных реакций

10.1. Прямая и обратная задача химической кинетики. Квазиравновесное и квазистационарное приближение

10.2. Лабораторные работы

10.2.1. Работа К-6. Реакция бис(салицилальдегидата) меди(II) с анилином. (Спектрофотометрия)

10.2.2. Работа К-7. Изучение кинетики реакции йодирования ацетона

10.2.3. Работа К-8. Нахождение истинной константы скорости реакции йодирования ацетона и константы равновесия протонирования ацетона (Спектрофотометрия)

10.2.4. Работа К-9. Определение энергии активации реакции взаимодействия персульфат-ионов с йодид-ионами. (Визуальное наблюдение)

10.2.5. Работа К-10. Щелочной гидролиз паранитроацетанилида. (Спектрофотометрия)

Контрольные вопросы

Библиографический список

Приложение 10.1

#### Глава 11.

##### Теория активированного комплекса. Термодинамическая формулировка

11.1. Уравнение Бренстеда – Бьеррума. Солевой эффект

11.2. Лабораторные работы

11.2.1. Работа К-11. Влияние ионной силы раствора на кинетику реакции взаимодействия персульфат-ионов с йодид-ионами. (Спектрофотометрия)

11.2.2. Работа К-12. Влияние ионной силы раствора на кинетику реакции взаимодействия персульфат-ионов с йодид-ионами. (Визуальное наблюдение)

11.2.3. Работа К-13. Солевой эффект в реакции сольволиза красителей трифенилметанового ряда.

(Спектрофотометрия)

Контрольные вопросы

Библиографический список

#### Глава 12.

##### Теория активированного комплекса. Статистическая формулировка

12.1. Основное уравнение теории активированного комплекса

12.2. Кинетический изотопный эффект

12.3. Лабораторные работы

12.3.1. Работа К-14. Изучение кинетики реакции азосочетания и измерение величины кинетического изотопного эффекта (КИЭ). (Спектрофотометрия)

12.3.1.1. Работа К-14А. Изучение кинетики реакции азосочетания

12.3.1.2. Работа К-14Б. Кинетический изотопный эффект (КИЭ) в реакции азосочетания

12.3.2. Работа К-15. Исследование кинетики реакции окисления оксида азота в газовой фазе.

(Спектрофотометрия)

Контрольные вопросы

Библиографический список

#### Глава 13.

##### Автокаталитические и колебательные реакции

13.1. Автокаталитические реакции

13.2. Лабораторная работа К-16. Окисление щавелевой кислоты перманганатом калия. (Спектрофотометрия)

Контрольные вопросы к работе К-16

13.3. Колебательные реакции

13.4. Лабораторная работа К-17. Концентрационные колебания в реакции

Белоусова – Жаботинского. (Спектрофотометрия)

Контрольные вопросы к работе К-17

Библиографический список

#### **Глава 14.**

##### **Гомогенный катализ**

14.1. Каталитическое разложение пероксида водорода

14.2. Лабораторная работа К-18. Изучение реакции диспропор-ционирования пероксида водорода аква-ионами  $Fe^{2+}$

Контрольные вопросы

Библиографический список

#### **Глава 15.**

##### **Кинетика реакций с участием ферментов 336**

15.1. Уравнение Михаэлиса – Ментен

15.2. Окисление углеводов кислородом под действием глюкозооксидазы

15.3. Лабораторные работы

15.3.1. Работа К-19. Изучение специфичности действия глюкозооксидазы. (Спектрофотометрия)

15.3.2. Работа К-20. Определение кинетических параметров ферментативного окисления глюкозы кислородом под действием глюкозооксидазы. (Спектрофотометрия)

Контрольные вопросы

Библиографический список

#### **Глава 16.**

##### **Гетерогенный катализ в проточном реакторе**

16.1. Каталитическая реакция в открытой системе

16.2. Кинетика гетерогенной каталитической реакции

16.3. Лабораторная работа К-21. Определение энергии активации реакции дегидратации изопропанола. (Хроматография)

Контрольные вопросы

Библиографический список

Приложение 16.1

#### **Глава 17.**

##### **Метод ЯМР в химической термодинамике и химической кинетике**

17.1. Ядерный магнитный момент

17.2. Спектры ЯМР и их интерпретация

17.3. Введение в импульсную спектроскопию ЯМР

17.4. Применение ЯМР в физической химии

17.5. Ядерный магнитный резонанс в парамагнитных комплексах

17.6. Лабораторные работы

17.6.1. Работа Я-1. Определение термодинамических параметров изомеризации ацетилацетона

17.6.2. Работа Я-2. Измерение константы устойчивости лабильного комплекса хлороформа с трис(ацетилацетонатом) хрома(III)

17.6.3. Работа Я-3. Определение термодинамических параметров орто-пара конверсии водорода

17.6.4. Работа Я-4. Изучение кинетики реакции салицилового альдегида с анилином методом ЯМР. Определение энергии активации

17.6.5. Работа Я-5. Изучение кинетики реакции салицилового альдегида с анилином методом ЯМР. Определение порядка реакции по анилину

17.6.6. Работа Я-6. Определение энергии активации заторможенного вращения метильных групп в N,N-диметилформамиде методом динамического ЯМР

Контрольные вопросы  
Библиографический список

#### **Глава 18.**

##### **Список учебных пособий**

##### **Рекомендуемая литература**

##### **Учебные видеофильмы**



**Гамбург Ю.Д.**

**Гальванические покрытия. Технологии, характеристики, применения.  
Справочное руководство**

ISBN: 978-5-91559-235-2

2018, 240 с., 60x90/16, переплет

В учебно-справочном руководстве обобщены и систематизированы данные по современной гальванотехнике в приборостроении, электронике, машиностроении и лабораторной практике. Приведены подробные сведения об электрохимии катодных и анодных процессов в гальванотехнике, о роли компонентов растворов и условий электроосаждения.

Детально рассмотрены принципы выбора оптимальных процессов, преимущества и недостатки каждого вида покрытий, их функциональные характеристики, рецептура растворов, методы их приготовления и корректирования. Приведены режимы работы и разобраны особенности эксплуатации гальванических ванн.

Рассмотрены методы контроля физических свойств и структуры покрытий.

Книга предназначена для студентов и преподавателей технических и химико-технологических университетов, технологов, конструкторов и инженеров гальванических производств в электронике, приборостроении и машиностроении.

### **Гамбург Юлий Давидович**

Ведущий научный сотрудник Института физической химии и электрохимии РАН. Доктор химических наук, профессор, автор монографий "Электрохимическая кристаллизация металлов и сплавов", "Теория и практика электроосаждения металлов", учебников "Физико-химические основы электрохимии", "Химическая термодинамика", а также около 170 публикаций и ряда изобретений, в основном в области электрохимии металлов.

## **Оглавление**

### **Предисловие**

#### **Глава 1.**

#### **Области применения электрохимических покрытий, назначение покрытий и их выбор**

- 1.1. Общие сведения
- 1.2. Электрохимические процессы при нанесении гальванопокрытий.
- 1.3. Выбор материалов и процессов.
  - 1.3.1. Удельное электрическое сопротивление и сопротивление контактов
  - 1.3.2. Коррозионные свойства гальванопокрытий
  - 1.3.3. Паяемость
  - 1.3.4. Рост нитевидных кристаллов на оловянных покрытиях
  - 1.3.5. Магнитные свойства
  - 1.3.6. Твердость и износостойкость, антифрикционные свойства
  - 1.3.7. Обеспечение специальных функциональных свойств.
- 1.4. Механические свойства, характерные для всех гальванопокрытий
  - 1.4.1. Адгезия (сцепляемость с поверхностью основы)
  - 1.4.2. Пластичность и прочность
  - 1.4.3. Внутренние механические напряжения
- 1.5. Выбор толщины покрытия
- 1.6. Выбор типа электролита

#### **Глава 2.**

#### **Электрохимические основы процессов нанесения покрытий**

- 2.1. Электрические условия проведения процессов электроосаждения.
  - 2.1.1. Плотность тока. Закон Фарадея
  - 2.1.2. Выход по току
  - 2.1.3. Электродный потенциал и перенапряжение
  - 2.1.4. Напряжение на ванне. Электросопротивление раствора
- 2.2. Температурные и прочие условия электроосаждения
- 2.3. Составы растворов для электроосаждения металлов и сплавов
  - 2.3.1. Основные компоненты
  - 2.3.2. Стабилизация pH в гальванических ваннах
  - 2.3.3. Вспомогательные вещества (добавки)
- 2.4. Стадии электрохимических процессов
  - 2.4.1. Общая характеристика стадийности
  - 2.4.2. Стадия переноса вещества
  - 2.4.3. Стадия химической реакции

- 2.4.4. Стадия переноса заряда
- 2.4.5. Адсорбционные явления
- 2.4.6. Стадия образования зародышей (нуклеация)
- 2.4.7. Стадия поверхностной диффузии
- 2.5. Теория электрохимического перенапряжения
- 2.6. Омическое падение напряжения вблизи катода.
- 2.7. Поляризуемость (поляризационное сопротивление)
- 2.8. Распределение тока по поверхности электрода
  - 2.8.1. Макро- и микрораспределение, первичное и вторичное распределение тока.
  - 2.8.2. Рассеивающая способность
  - 2.8.3. Способы улучшения равномерности распределения металла на катоде
  - 2.8.4. Шероховатость поверхности гальванопокрытий. Эволюция микропрофиля при электроосаждении.
- Блестящие гальванопокрытия
- 2.9. Анодные процессы
- 2.10. Нестационарные электрические режимы осаждения металлов
  - 2.10.1. Виды нестационарных токов, средняя и допустимая плотности тока.
  - 2.10.2. Размер зерен осадков, распределение тока и металла при нестационарном электролизе.
  - 2.10.3. Получение композиционно-модулированных гальванопокрытий
- 2.11. Особенности электроосаждения сплавов
- 2.12. Особенности электроосаждения из комплексных электролитов и в присутствии ПАВ.
- 2.13. Композиционные гальванические покрытия
- 2.14. Различные способы нанесения покрытий
  - 2.14.1. Осаждение на изделия, расположенные на подвесках
  - 2.14.2. Осаждение в барабанах и колоколах
  - 2.14.3. Локальное (селективное) осаждение и электронатирание
- 2.15. Пример расчета параметров электроосаждения

### Глава 3.

#### Технология осаждения металлов и сплавов

- 3.1. Подготовка поверхности основы и вспомогательные операции
  - 3.1.1. Механическая обработка
  - 3.1.2. Химическое и электрохимическое обезжиривание
  - 3.1.3. Травление
  - 3.1.4. Декапирование (активация)
  - 3.1.5. Электрополирование
  - 3.1.6. Цинкатная обработка и прочие методы подготовки
  - 3.1.7. Вода в гальваническом производстве. Промывка.
  - 3.1.8. Обработка покрытых изделий
- 3.2. Электроосаждение цинка и его сплавов
  - 3.2.1. Свойства и области применения цинковых покрытий
  - 3.2.2. Типы и составы растворов. Условия осаждения
  - 3.2.3. Приготовление, эксплуатация и корректирование электролитов
  - 3.2.4. Аноды
  - 3.2.5. Послеэлектролизная обработка; удаление покрытий
  - 3.2.6. Добавки
  - 3.2.7. Неполадки при цинковании
  - 3.2.8. Осаждение сплавов цинка
- 3.3. Осаждение кадмия и его сплавов
  - 3.3.1. Положительные и отрицательные качества, области применения.
  - 3.3.2. Состав и приготовление электролитов.
  - 3.3.3. Осаждение сплавов на основе кадмия
- 3.4. Осаждение меди и ее сплавов
  - 3.4.1. Свойства и области применения медных покрытий
  - 3.4.2. Составы растворов для осаждения меди
  - 3.4.3. Приготовление и очистка растворов
  - 3.4.4. Механизм и кинетика осаждения
  - 3.4.5. Особенности процессов, аноды, добавки. Удаление покрытий низкого качества
  - 3.4.6. Осаждение меди в канавках и на соединительные линии в микрочипах
  - 3.4.7. Неполадки при меднении
  - 3.4.8. Осаждение латуни и бронзы
- 3.5. Электроосаждение никеля и его сплавов
  - 3.5.1. Свойства и области применения
  - 3.5.2. Составы электролитов
  - 3.5.3. Приготовление, очистка и корректирование растворов, аноды
  - 3.5.4. Органические добавки, применяемые при никелировании.
  - 3.5.5. Осаждение сплавов на основе никеля
  - 3.5.6. Неполадки при никелировании
  - 3.5.7. Удаление некачественных покрытий
  - 3.5.8. Хромирование из растворов на основе трехзарядных ионов хрома
- 3.6. Железо и его сплавы

- 3.6.1. Применение железных покрытий и состав растворов
  - 3.6.2. Электроосаждение сплавов железа
- 3.7. Легкоплавкие металлы: Sn, Pb, Bi, Sb, In, их сплавы
  - 3.7.1. Олово
  - 3.7.2. Сплавы олово – свинец, олово – висмут, олово - цинк
  - 3.7.3. Свинец
  - 3.7.4. Висмут
  - 3.7.5. Сурьма
  - 3.7.6. Индий
- 3.8. Осаждение серебра и его сплавов
  - 3.8.1. Свойства и области применения покрытий серебром
  - 3.8.2. Составы растворов и условия осаждения
  - 3.8.3. Приготовление и очистка растворов
  - 3.8.4. Механизм выделения серебра
  - 3.8.5. Особенности; аноды; добавки
  - 3.8.6. Сплавы серебра с сурьмой, медью и палладием
- 3.9. Электроосаждение золота и его сплавов
  - 3.9.1. Свойства и области применения золотых покрытий
  - 3.9.2. Типы растворов, составы и условия осаждения
  - 3.9.3. Приготовление растворов
  - 3.9.4. Особенности; аноды; примеси; корректирование
  - 3.9.5. Электролиты для осаждения сплавов золота
- 3.10. Платиновые металлы: Pd, Pt, Rh
  - 3.10.1. Палладий
  - 3.10.2. Платина
  - 3.10.3. Родий
- 3.11. Наиболее распространенные общие нарушения процессов нанесения покрытий, их причины и методы устранения

#### **Глава 4.**

##### **Методы изучения свойств и структуры гальванопокрытий**

- 4.1. Удельное электрическое сопротивление и другие электрические свойства
- 4.2. Прочность и пластичность
- 4.3. Микротвердость
- 4.4. Внутренние напряжения
- 4.5. Паяемость
- 4.6. Адгезия
- 4.7. Пористость
- 4.8. Коррозионная стойкость
- 4.9. Толщина покрытий
- 4.10. Особенности свойств электролитически осажденных сплавов
- 4.11. Формирование поликристаллического металла. Зерна
- 4.12. Дефекты упаковки и двойниковые границы
- 4.13. Дислокации и дисклинации
- 4.14. Точечные дефекты
- 4.15. Послеэлектролизная релаксация структуры
- 4.16. Техника структурных исследований



**Подвинцев И.Б.**

**Нефтепереработка и нефтехимия. Вводный курс, цв. илл.**

ISBN: 978-5-91559-282-6

2020, 208 с., 60x90/16, переплет

Книга адресована всем читателям, которые хотят получить общее представление о переработке нефти и нефтехимии, процессах, составляющих эти важнейшие и тесно взаимосвязанные отрасли промышленности, проблемах и основных тенденциях их развития. В конце книги выделенные в тексте курсивом термины и наиболее часто употребляемые аббревиатуры сведены в словарь - предметный указатель, а также представлен словарь наиболее употребляемых в нефтепереработке и нефтехимии англоязычных аббревиатур.

### **Подвинцев Илья Борисович**

Кандидат химических наук. Первый заместитель генерального директора ООО «ЛУКОЙЛ-Нижегороднинефте-проект» - организации, осуществляющей технологическую поддержку нефтеперерабатывающих, нефтехимических и газоперерабатывающих предприятий группы ЛУКОЙЛ.

## **Оглавление**

### **Глава 1.**

#### **Введение.**

**Что такое нефть? Подготовка нефти на промыслах. Попутный газ**

### **Глава 2.**

#### **Единицы измерения**

### **Глава 3.**

#### **Показатели качества нефтепродуктов**

### **Глава 4.**

#### **Оборудование нефтепереработки**

4.1. Резервуары

4.2. Трубопроводы и арматура

4.3. Насосы и компрессоры

4.4. Сепараторы

4.5. Теплообменники

4.6. Ректификационные колонны

4.7. Трубчатые печи

### **Глава 5.**

#### **Классификация процессов переработки нефти**

### **Глава 6.**

#### **Первичная переработка нефти-обессоливание, атмосферная и вакуумная ректификация**

### **Глава 7.**

#### **Гидроочистка и демеркаптанализация**

7.1. Гидроочистка

7.2. Демеркаптанализация

### **Глава 8.**

#### **Каталитический риформинг бензинов и изомеризация**

8.1. Каталитический риформинг

8.2. Изомеризация легких бензиновых фракций

### **Глава 9.**

#### **Производство масел и парафина**

9.1. Селективная очистка

9.2. Депарафинизация

9.3. Деасфальтизация

**Глава 10.****Каталитический крекинг, алкилирование, олигомеризация и производство эфиров**

- 10.1. Каталитический крекинг
- 10.2. Алкилирование
- 10.3. Олигомеризация и получение эфиров

**Глава 11.****Гидрокрекинг и производство водорода**

- 11.1. Гидрокрекинг
- 11.2. Производство водорода

**Глава 12.****Переработка остатков: производство битумов, термический крекинг, коксование**

- 12.1. Термический крекинг
- 12.2. Коксование
- 12.3. Производство битума

**Глава 13.****Пиролиз****Глава 14.****Производство ароматических углеводородов****Глава 15.****Примеры нефтехимического синтеза: производство винилхлорида, нитрила акриловой кислоты, фенола и ацетона, гликолей**

- 15.1. Производство винилхлорида
- 15.2. Производство нитрила акриловой кислоты
- 15.3. Производство фенола и ацетона кумольным методом
- 15.4. Производство этиленгликоля

**Глава 16.****Полимеры и полимеризация****Глава 17.****Производство серы и серной кислоты**

- 17.1. Производство серы
- 17.2. Производство серной кислоты

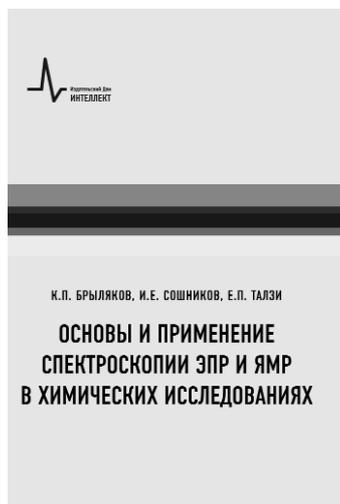
**Глава 18.****Общезаводское хозяйство**

- 18.1. Производство воздуха КИП
- 18.2. Производство инертного газа
- 18.3. Факельная система
- 18.4. Система оборотного водоснабжения
- 18.5. Система пароснабжения и производство деминерализованной воды
- 18.6. Очистка сточных вод

**Глава 19.****Проблемы, вывозы и направления развития нефтеперерабатывающей и нефтехимической отраслей**

- 19.1. Повышение качества продуктов
- 19.2. Углубление переработки нефти
- 19.3. Повышение эффективности управления процессом. Цифровизация
- 19.4. Диверсификация процессов в связи с расширением использования альтернативных источников энергии
- 19.5. Снижение нагрузки на окружающую среду

**Словарь – предметный указатель****«НАИБОЛЕЕ УПОТРЕБЛЯЕМЫЕ В НЕФТЕПЕРЕРАБАТЫВАЮЩЕЙ И НЕФТЕХИМИЧЕСКОЙ ОТРАСЛЯХ АНГЛОЯЗЫЧНЫЕ АББРЕВИАТУРЫ»**



**Брыляков К.П., Сошников И.Е., Талзи Е.П.**  
**Основы и применение спектроскопии ЭПР и ЯМР**  
**в химических исследованиях**

ISBN: 978-5-91559-315-1  
 2023, 192 с., 60x90/16, обложка

К.П. БРЫЛЯКОВ, И.Е. СОШНИКОВ, Е.П. ТАЛЗИ  
**ОСНОВЫ И ПРИМЕНЕНИЕ**  
**СПЕКТРОСКОПИИ ЭПР И ЯМР**  
**В ХИМИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЯХ**

Химику-исследователю, сталкивающемуся на практике с методами магниторезонансной спектроскопии от случая к случаю, достаточно сложно найти подходящую литературу, способную ответить на большинство возникающих вопросов на доступном уровне. Книга, представляющая собой учебную монографию по спектроскопии ЯМР и ЭПР, призвана заполнить данный пробел. Необходимая теория здесь изложена сравнительно компактно и не требует глубоких знаний в области квантовой механики.

Сделан акцент на практических аспектах наиболее распространённых методик и подходов, прочно вошедших в обиход современной химической лаборатории – в основном это касается ЯМР-спектроскопических методов характеристики органических и комплексных соединений

в растворах. Кроме того, на ряде примеров рассматривается теоретическое моделирование спектров ЭПР.

Книга ориентирована на студентов старших курсов и аспирантов химических специальностей, знакомящихся с современными спектроскопическими методами. Может пригодиться и специалистам, впервые знакомящимся с основами методов ЯМР и ЭПР. Большинство приведённых в книге спектров и иных результатов получены самими авторами. В силу специфики научных интересов авторов книги, рассмотренные в книге объекты – органические молекулы и металлокомплексы – так или иначе имеют отношение к актуальным каталитическим процессам.

**Брыляков Константин Петрович**

Доктор химических наук, профессор Новосибирского государственного университета, заведующий лабораторией Института органической химии им. Н. Д. Зелинского РАН, профессор РАН

**Сошников Игорь Евгеньевич**

Кандидат химических наук, старший преподаватель Новосибирского государственного университета, научный сотрудник Института катализа им. Г. К. Борескова СО РАН

**Талзи Евгений Павлович**

Доктор химических наук, профессор, профессор Новосибирского государственного университета, главный научный сотрудник Института катализа им. Г. К. Борескова СО РАН

**Оглавление**

Предисловие

**Глава 1.**  
**Введение**

- 1.1. Спектроскопия магнитного резонанса
- 1.2. Электронный и ядерный магнитные моменты в магнитном

**Глава 2.**  
**Основные принципы спектроскопии ЭПР**

- 2.1. Принципиальная схема спектрометра ЭПР с медленной развёрткой магнитного поля
- 2.2. Основные параметры, характеризующие спектры ЭПР
- 2.3. Спектры ЭПР замороженных растворов
- 2.4. ЭПР спектры комплексов переходных металлов со спином  $S \geq 1$
- 2.5. Примеры применения спектроскопии ЭПР для характеристики парамагнитных металлокомплексов
- 2.6. Моделирование спектров ЭПР. Использование программы Easyspin

**Глава 3**  
**Основы импульсной спектроскопии ЯМР**

- 3.1. Принципиальная схема импульсного ЯМР спектрометра
- 3.2. Основные характеристики спектра ЯМР
- 3.3. Химический сдвиг
- 3.4. Косвенное спин-спиновое взаимодействие
- 3.5. Ширина линии в спектрах ЯМР
- 3.6. Уравнения Блоха
- 3.7. Импульсная ЯМР спектроскопия
- 3.8. Экспериментальное измерение времени спин-решёточной ( $T_1$ ) и спин-спиновой ( $T_2$ ) релаксации

- 3.9. Двойной резонанс. Устранение спин-спинового взаимодействия (развязка)
- 3.10. Ядерный эффект Оверхаузера
- 3.11. Регистрация  $^1\text{H}$  и  $^{13}\text{C}$  ЯМР-спектров
- 3.12. Перенос поляризации, методика INEPT
- 3.13. Перенос поляризации без искажения мультиплетной структуры. Методика DEPT
- 3.14. Двумерная  $J$ -разрешенная спектроскопия
- 3.15. Двумерная корреляционная спектроскопия (COSY)
- 3.17. NOESY и обменная корреляционная спектроскопия
- 3.18. Гетероядерная двумерная корреляционная спектроскопия
- 3.19. Химический обмен
- 3.20. ЯМР парамагнитных молекул
- 3.21. ЯМР моноядерного парамагнитного комплекса: отнесение сигналов
- 3.22. Температурная зависимость парамагнитного сдвига
- 3.23. Диффузионная ЯМР-спектроскопия



**Пармон В.Н.**

**Термодинамика функционирующего катализатора. Курс лекций с задачами**

ISBN: 978-5-91559-317-5

2024, 504 с., 60x90/16, переплёт



При функционировании катализатора его активные химические компоненты находятся в термодинамически неравновесном состоянии, особенности которого не могут быть описаны приемами классической «равновесной» термодинамики. Ранее курсы по термодинамике непосредственно самих катализаторов и тем более особенностей их состояния в ходе функционирования не читались студентам вообще.

Настоящий учебник является изложением содержания нетрадиционного авторского спецкурса, обсуждающего особенности термодинамики катализаторов, в том числе их состояния в ходе функционирования. Данный спецкурс читается на протяжении более двадцати лет студентам и магистрантам кафедры катализа и адсорбции Факультета естественных наук Новосибирского государственного университета.

Предполагается, что желающие освоить предлагаемый спецкурс владеют курсами классической химической термодинамики и химической кинетики, а также основными понятиями термодинамики неравновесных процессов в объеме общециклового курса «Термодинамика неравновесных процессов для химиков», читаемого на кафедре физической химии Факультета естественных наук НГУ.

В связи с этим во многих местах данного учебника используются нетрадиционные для неподготовленного читателя приемы совместного кинетико-термодинамического анализа химических превращений, основанные на «термодинамической форме» записи кинетических уравнений.

Настоящий учебник ориентирован на студентов, аспирантов и научных работников, занимающихся исследованием и разработкой каталитических систем различного назначения.

#### **Пармон Валентин Николаевич**

Доктор химических наук, профессор, академик РАН, Председатель СО РАН, научный руководитель Федерального исследовательского центра «Институт катализа им. Г.К. Борескова СО РАН».

Специалист в области физической химии, катализа и фотокатализа, химической кинетики в конденсированных фазах, химической радиоспектроскопии, катализаторов и каталитических процессов для преобразования и аккумуляции различных видов энергии и переработки возобновляемого растительного сырья.

Автор и соавтор более 900 научных работ, 30 монографий, 40 обзоров, 10 учебников для ВУЗов и более 250 авторских свидетельств и патентов.

Лауреат Государственной премии Российской Федерации 2009 года и международной премии «Глобальная энергия» 2016 года за работы в области катализа и нетрадиционной и возобновляемой энергетики.

### **Оглавление**

#### **Основные обозначения**

Используемые в тексте значения некоторых физических постоянных, соотношения величин, а также термодинамические параметры некоторых соединений, упоминаемых в учебнике в качестве субстратов каталитических превращений

#### **Предисловие**

#### **Часть 1.**

**Особенности функционирующих катализаторов как объектов термодинамики. Особенности термодинамики поверхности и высокодисперсных систем в приложении к гетерогенному катализу. Температура активного компонента функционирующего катализатора**

#### **Глава 1.**

**Особенность функционирующих катализаторов как объектов термодинамики**

#### **Глава 2.**

**Особенности термодинамики поверхности и высокодисперсных систем в приложении к гетерогенному катализу**

- 2.1. Вводные замечания и определения, используемые при обсуждении дисперсных систем
- 2.2. Избыточная поверхностная энергия и коэффициент поверхностного натяжения
  - 2.2.1. Явление адсорбции
  - 2.2.2. Химический потенциал адсорбированного вещества
  - 2.2.3. Изменение коэффициента поверхностного натяжения поверхности при хемосорбции из газовой фазы
- 2.3. Химический потенциал диспергированного вещества

- 2.4. Явления, связанные с поверхностной энергией
- 2.5. Влияние диспергирования вещества на фазовые равновесия
  - 2.5.1. Давление насыщенного пара над диспергированным веществом
  - 2.5.2. Зависимость температуры плавления от дисперсности твердой фазы
  - 2.5.3. Зависимость давления плавления от дисперсности твердой фазы
  - 2.5.4. Зависимость температуры фазового перехода между кристаллическими модификациями вещества от дисперсности фазы
- 2.6. Равновесная форма свободных и нанесенных на подложку микрочастиц
  - 2.6.1. Равновесная форма нанесенных на поверхность микрочастиц, моделируемых непрерывной фазой
  - 2.6.2. Изменение формы микрочастиц под влиянием адсорбции
  - 2.6.3. Размеры и форма малых нанесенных металлических частиц, для которых нельзя использовать приближение непрерывной фазы
- 2.7. Многокомпонентные дисперсные системы. Процессы сегрегации на поверхности
  - 2.7.1. Поверхностная сегрегация в идеальной двухкомпонентной системе
  - 2.7.2. Химическая индуцированная сегрегация за счет внешней адсорбции
  - 2.7.3. Неоднородная сегрегация компонентов в микрокристаллах
  - 2.7.4. Поверхность реальных сплавов металлов
  - 2.7.5. Адсорбция и катализ на сплавах
  - 2.7.6. Структурно-чувствительные и структурно-нечувствительные реакции
  - 2.7.7. Сегрегация катионов на поверхности оксидов
- 2.8. Самопроизвольное диспергирование вещества катализаторов
  - 2.8.1. Диспергация за счет изменения мольного объема
  - 2.8.2. Термодинамическая устойчивость дисперсных систем
  - 2.8.3. Явление термоактивации катализаторов
  - 2.8.4. Спонтанное наноструктурирование твердых растворов с малым содержанием растворенного компонента
- 2.9. Термодинамическая устойчивость поверхности в условиях хемосорбции. Реконструкция и микрофасетирование поверхности под воздействием хемосорбции
  - 2.9.1. Мономолекулярная адсорбция
  - 2.9.2. Диссоциативная адсорбция
  - 2.9.3. Реконструкция поверхности оксидов при адсорбции воды
  - 2.9.4. Ожидаемый размер микрофасеток, образующихся в результате реконструкции за счет прочной хемосорбции
  - 2.9.5. Возможные последствия спонтанного микрофасетирования для катализа
- 2.10. Заключение

### Глава 3.

#### Температура активного компонента функционирующего катализатора

- 3.1. Вводные замечания
- 3.2. Неоднородности температуры внутри гранулы функционирующего катализатора
- 3.3. Экспериментальные методы прямого измерения температуры активного компонента катализатора в ходе каталитического процесса
  - 3.3.1. Рентгеноструктурные методы прямого определения температуры активного компонента в ходе каталитического процесса
  - 3.3.2. Измерение температуры активного компонента методом спектральной пирометрии (излучательной ИК-спектроскопии)
  - 3.3.3. Ошибки в измерении кажущейся энергии активации  $E_a$  при неправильном измерении температуры активного компонента
- 3.4. Явления, которые могут быть связаны с перегревами активного компонента гетерогенного катализатора
  - 3.4.1. Гистерезис температур зажигания и погасания катализатора
  - 3.4.2. «Каталитическая коррозия» металлических катализаторов в высокотемпературных сильно экзотермических процессах
- 3.5. Заключение

#### Задачи к Части 1

- 1.1. Состав поверхности катализатора и явления, связанные с особенностью термодинамики поверхности и дисперсностью вещества. Сегрегация вещества на поверхности
- 1.2. Термодинамическая устойчивость поверхности
- 1.3. Температура активного компонента функционирующего катализатора

#### Часть 2.

#### Кинетико-термодинамический анализ состояния функционирующего катализатора. Реконструкция катализатора в процессе его функционирования. Устойчивость стационарного состояния катализатора

### Глава 4.

#### Приемы совместного кинетико-термодинамического описания состояния функционирующего катализатора

- 4.1. Описание каталитических превращений. Субстраты превращения, активные центры катализатора и каталитические интермедиаты
- 4.2. Движущие силы каталитических превращений и неравновесность состояния функционирующего катализатора

- 4.3. Термодинамическая форма записи кинетических уравнений. Зависимость скорости брутто-реакций от термодинамических движущих сил

## Глава 5.

### Особенности стационарного протекания некаталитических брутто-реакций, выявляемые совместным кинетико-термодинамическим анализом

- 5.1. Вводные замечания
- 5.2. Динамика установления стационарного состояния некаталитических простых брутто-процессов.  
«Быстрые» и «медленные» стадии и интермедиаты брутто-процесса
- 5.2.1. Динамика установления стационарного состояния в системе с одним интермедиатом
- 5.2.2. Динамика установления стационарного состояния в системе с двумя интермедиатами. «Быстрый» и «медленный» интермедиаты. Возможность использования квазистационарного приближения только по одному интермедиату
- 5.2.3. Направление изменения стационарных значений химического потенциала интермедиатов
- 5.3. Соотношения Хориути–Борескова для стационарной скорости брутто-реакции.  
Независимость стационарной скорости некаталитического брутто-превращения от стандартных значений термодинамических параметров интермедиатов
- 5.4. Возможность упрощения кинетических схем для описания стационарного протекания некаталитического брутто-процесса. Эквивалентные минимально необходимые кинетические схемы для описания стационарного протекания брутто-процесса
- 5.5. Критерии кинетической необратимости химических реакций
- 5.6. Скорость-контролирующие и скорость-определяющие стадии брутто-процесса. «Узкое горло» стехиометрического брутто-процесса. Скорость-определяющие параметры
- 5.6.1. Скорость-определяющие параметры для стационарного протекания последовательности мономолекулярных реакций
- 5.7. Изокинетические превращения
- 5.8. Кажущаяся энергия активации для кинетически-необратимого брутто-процесса
- 5.8.1. Кажущаяся энергия активации стехиометрического брутто-процесса, являющегося цепочкой последовательных мономолекулярных превращений
- 5.9. Скорость-определяющие стадии и скорость-определяющие параметры для простых немномолекулярных схем брутто-превращений. Кажущаяся молекулярность стехиометрических брутто-превращений
- 5.9.1. Бимолекулярное брутто-превращение со схемой, линейной относительно одного интермедиата
- 5.9.2. Превращение, нелинейное относительно интермедиата
- 5.10. Смена скорость-определяющей стадии стехиометрического брутто-процесса при изменении температуры и/или иных внешних параметров протекания процесса. Кинетический компенсационный эффект
- 5.11. Выводы

## Глава 6.

### Микрокинетический анализ стационарного протекания каталитических реакций. «Узкое горло» и скорость-определяющие стадии и параметры каталитических процессов. Нахождение кажущейся энергии активации каталитических процессов с известной схемой превращений

- 6.1. «Микрокинетическое» описание протекания каталитических реакций. Некоторые общие особенности стационарного протекания каталитических реакций
- 6.2. Стадия узкого горла и скорость-определяющие стадии и параметры для каталитических процессов
- 6.2.1. Простейшая двухстадийная каталитическая реакция с одним каталитическим интермедиатом (схема Михаэлиса–Ментен)
- 6.3. Схемы каталитических превращений, линейные по отношению к каталитическим интермедиатам
- 6.3.1. Особенность стационарных состояний линейных схем
- 6.3.2. Каталитический трехстадийный процесс, осуществляющийся через последовательные превращения двух каталитических интермедиатов
- 6.3.3. Каталитическая реакция с последовательными мономолекулярными превращениями большого числа каталитических интермедиатов
- 6.3.4. Простая каталитическая реакция в присутствии ингибитора, образующего комплекс со свободной формой активного центра катализатора
- 6.3.5. Каталитическая реакция с ингибитором, образующим неактивный комплекс с каталитическим интермедиатом
- 6.3.6. Ферментативный процесс в условиях активации и дезактивации активного центра фермента субстратом реакции
- 6.3.7. Каталитическая реакция с двумя исходными реагентами, один из которых взаимодействует с каталитическим интермедиатом по механизму Или–Ридила
- 6.3.8. Каталитическая реакция с двумя исходными реагентами, одним конечным продуктом и двумя каталитическими интермедиатами
- 6.3.9. Схема с двумя параллельными маршрутами последовательных превращений на одном активном центре
- 6.3.10. Каталитическая реакция с последовательным образованием двух конечных продуктов
- 6.3.11. Линейная схема с двумя продуктами и двумя интермедиатами
- 6.3.12. Стехиометрическая каталитическая реакция с двумя исходными реагентами и двумя конечными продуктами, протекающая через один интермедиат
- 6.3.13. Каталитические процессы с индуцированной десорбцией продукта
- 6.3.14. Простой каталитический процесс, осуществляющийся параллельно на нескольких разнородных

6.4. Стационарная микрокинетика для простейших каталитических реакций, нелинейных относительно каталитических интермедиатов

- 6.4.1. Каталитическая димеризация исходного реагента
  - 6.4.2. Нелинейная каталитическая реакция с двумя интермедиатами
  - 6.4.3. Каталитическое окисление монооксида углерода молекулярным кислородом
  - 6.4.4. Каталитический синтез аммиака
- 6.5. Выводы

## **Глава 7.**

### **Динамика установления стационарного состояния катализатора в условиях медленной дезактивации катализаторов**

- 7.1. Вводные замечания
- 7.2. Время релаксации к стационарному состоянию простейшей каталитической реакции, протекающей по схеме Михаэлиса–Ментен
- 7.3. Система с медленной дезактивацией катализатора ингибитором. Квазистационарное приближение по «быстрому» целевому каталитическому превращению
- 7.4. Дезактивация за счет взаимодействия каталитического интермедиата с внешним реагентом — источником коксообразования
- 7.5. Условия справедливости квазистационарного приближения по одному из каталитических интермедиатов
- 7.6. Выводы

## **Глава 8.**

### **Устойчивость стационарного состояния динамических систем и функционирующего катализатора**

- 8.1. Вводные замечания. Направление эволюции динамической системы
- 8.2. Критерий эволюции (теорема) Пригожина для систем, близких к термодинамическому равновесию
- 8.3. Устойчивость стационарного состояния вблизи термодинамического равновесия
- 8.4. Общие термодинамические критерии устойчивости стационарных состояний химически реакционной системы вдали от термодинамического равновесия
- 8.5. Термодинамические критерии эволюции динамической системы вдали от равновесия. Универсальный критерий эволюции Гленсдорфа–Пригожина
  - 8.5.1. Универсальный термодинамический критерий эволюции для однородной системы
- 8.6. Функционалы стационарного состояния (функции Ляпунова) реакционноспособных систем вдали от термодинамического равновесия
- 8.7. Устойчивость стационарного состояния катализатора
- 8.8. Функции Ляпунова для схем каталитических превращений, линейных относительно каталитических интермедиатов
  - 8.8.1. Каталитическая реакция с более чем одним исходным реагентом и одним интермедиатом
  - 8.8.2. Схема с двумя маршрутами последовательных превращений интермедиатов
  - 8.8.3. Схема с двумя каталитическими интермедиатами
- 8.9. Примеры анализа устойчивости простых кинетических схем, нелинейных по превращениям интермедиатов
  - 8.9.1. Схема с диссоциацией исходного реагента
  - 8.9.2. Схема с одним интермедиатом, участвующем в автокаталитической стадии
- 8.10. Устойчивость стационарного состояния катализатора с превращениями, нелинейными относительно каталитических интермедиатов
  - 8.10.1. Каталитическая реакция с диссоциацией исходного реагента
- 8.11. Выводы

## **Глава 9.**

### **Переходное состояние в катализе**

- 9.1. Роль элементарных химических превращений в теории катализа
- 9.2. Время жизни переходного состояния и характерное время термализации каталитического интермедиата
- 9.3. Эволюция реакционного комплекса — каталитического интермедиата
- 9.4. Понятие обобщенного «переходного состояния» для превращений каталитического комплекса «реагент–активный центр» постоянного состава. «Мелкие» термализованные состояния
- 9.5. Многоэлектронные «синхронные» процессы
- 9.6. Выводы

## **Глава 10.**

### **Энергетические корреляции в катализе**

- 10.1. Связь энергетических характеристик интермедиатов и значений скорость-определяющих параметров при стационарном протекании каталитического процесса
- 10.2. Корреляционные соотношения в кислотно-основном катализе
  - 10.2.1. Кислоты и основания по Бренстеду и Льюису
  - 10.2.2. Сила кислотных центров. Функция кислотности
  - 10.2.3. Кислотно-основной катализ в жидких растворах
  - 10.2.4. Корреляция активности кислотных катализаторов с кислотностью их активных центров
  - 10.2.5. Методы определения силы и концентрации основных центров гетерогенных катализаторов
  - 10.2.6. Сверхкислоты (суперкислоты) и сверхоснования

- 10.3. Энергетические корреляции и условия максимальной активности реакционного центра катализатора
- 10.4. Влияние размера каталитически активного компонента на скорость каталитической реакции
  - 10.4.1. Влияние размера частицы на адсорбционное равновесие в системе с ленгмюровской адсорбцией
  - 10.4.2. Равновесие пар-жидкость при испарении капли
  - 10.4.3. Влияние диспергации активной фазы на скорость гетерогенной реакции с участием компонента из объемной фазы и образованием молекулярно- сорбированного продукта
  - 10.4.4. Влияние размера частицы активной фазы катализатора на стационарную скорость каталитической реакции
- 10.5. Влияние размера частицы активного компонента на селективность каталитической реакции при растворении одного из исходных реагентов в активном компоненте
- 10.6. Выводы

## **Глава 11.**

### **Сопряжение каталитических процессов.**

#### **Связь селективности каталитических превращений с термодинамикой процессов**

- 11.1. Вводные замечания
- 11.2. Соотношения Хориути– Борескова– Онзагера для параллельных стехиометрических каталитических брутто- реакций с общими интермедиатами
- 11.3. Взаимосвязь недиагональных коэффициентов взаимности для уравнений Хориути–Борескова–Онзагера
- 11.4. Следствия, вытекающие из справедливости уравнений взаимности Хориути–Борескова–Онзагера
- 11.5. Применение уравнений взаимности Хориути–Борескова–Онзагера для выявления условий обращения направления каталитических превращений
  - 11.5.1. Реакции коксообразования
  - 11.5.2. Каталитические реакции прямого встраивания метана и малых алканов в более длинные линейные алканы. Процессы «Биформинг» и «Бициклар»
  - 11.5.3. Процесс «Бициклар»
  - 11.5.4. Каталитические процессы превращения метанола
  - 11.5.5. Процессы алкилирования бензола этиленом в этилбензол
- 11.6. Выводы

## **Глава 12.**

### **Адсорбция как элемент гетерогенного процесса.**

#### **Влияние межцентровой миграции интермедиатов на каталитический процесс**

- 12.1. Вводные замечания
- 12.2. Химический потенциал адсорбированного вещества
  - 12.2.1. Ленгмюровская недиссоциативная адсорбция
  - 12.2.2. Условия сильного заполнения центров адсорбции адсорбатом
  - 12.2.3. Конкурентная адсорбция молекул двух адсорбатов
  - 12.2.4. Диссоциативная адсорбция
  - 12.2.5. Заполнение активного центра каталитическим интермедиатом в условиях стационарного протекания каталитической брутто-реакции
- 12.3. Островковая адсорбция
  - 12.3.1. Возможность расслоения трех- и двумерных регулярных растворов
  - 12.3.2. Островковая адсорбция
- 12.4. Правило фаз для адсорбционного слоя
- 12.5. Устойчивость равновесия молекулярной и островковых форм адсорбции
- 12.6. Каталитическая реакция с физической преадсорбцией. Понятия «прочной», «сильной» и «слабой» адсорбции
- 12.7. Влияние прочности адсорбции интермедиатов на селективность реакций парциального окисления
- 12.8. Миграция (диффузия) интермедиата между реакционными центрами с разными свойствами
- 12.9. «Приведенные» термодинамические потенциалы и напоры интермедиатов и стационарные скорости отдельных стадий для гетерогенной каталитической реакции
- 12.10. Выводы

## **Глава 13.**

### **Реконструкция и эволюция состояния функционирующего катализатора**

- 13.1. Вводные замечания. Равновесная и неравновесная реконструкции поверхности катализатора
- 13.2. Равновесная реконструкция катализатора
- 13.3. Неравновесная реконструкция катализатора
  - 13.3.1. Особенности устойчивых неравновесных состояний функционирующего катализатора
  - 13.3.2. Изменение состава поверхности катализатора за счет химически индуцированной сегрегации
  - 13.3.3. Отличие температуры активного компонента функционирующего катализатора от равновесной
  - 13.3.4. Стационарное состояние твердофазного активного компонента катализатора с постоянным составом фазы в условиях контакта с реакционноспособным флуидом неравновесного состава .
  - 13.3.5. Изменение агрегатного состояния активного компонента функционирующего катализатора за счет образования метастабильного состояния при растворении в активном компоненте подвижного компонента системы без образования фазы постоянного состава
  - 13.3.6. Изменение количества каталитически активной фазы в ходе реакции. Каталитические системы типа «коктейлей»
- 13.4. Выводы

**Глава 14.****Неустойчивые состояния катализатора и каталитической системы**

14.1. Вводные замечания

14.2. Временные и пространственно-временные диссипативные структуры в каталитических системах

14.3. Осцилляция скорости каталитических реакций на гетерогенных катализаторах и химические волны на поверхности катализатора

14.4. Выводы

Заключение

**Задачи к Части 2.**

2.1. Время релаксации к стационарному состоянию

2.2. Стадии узкого горла и скорость-определяющие стадии

2.3. Каталитические процессы, нелинейные относительно интермедиатов

2.4. Влияние размера активного компонента на адсорбционные свойства и скорость каталитического процесса

2.5. Параллельное протекание реакций. Селективность процессов



**Мейлихов Е.З.**  
**Искусство писать научные статьи, 2-е доп. изд.**

ISBN: 978-5-91559-274-1  
 2019, 336 с., 160x90/16, обложка

Материал, ранее опубликованный в книге автора «Зачем и как писать научные статьи» существенно изменен и дополнен с учетом ситуации в российском научном сообществе. Дополнения учитывают новые реалии и возросший интерес к наукометрической оценке публикаций.

Книга адресована широкому кругу читателей от студентов старших курсов и аспирантов до действующих учёных-исследователей.

Первое издание книги пользуется огромной популярностью среди научных работников, стимулируя полезные обсуждения и выработку новых критериев.

**Мейлихов Евгений Залманович**

Профессор МФТИ, главный научный сотрудник НИЦ "Курчатовский институт". Круг интересов - физика твердого тела, биофизика. Автор, редактор и переводчик научных статей, монографий, учебников общим числом около полутора сотен.

**Оглавление**

**Предисловие**

**Предисловие к первому и второму изданиям книги «Зачем и как писать научные статьи»**

**Глава 1.**

**Зачем писать статьи?**

**Глава 2.**

**Где публиковать и где не публиковать статьи?**

**Глава 3.**

**Как писать и как читать статьи?**

3.1. Общие требования к статьям

3.2. Научный стиль

3.3. Как читать научную статью

3.4. Как писать научную статью

**Глава 4.**

**Когда писать статью?**

**Глава 5.**

**Кто автор?**

**Глава 6.**

**Общий план статьи**

**Глава 7.**

**Составные части статьи**

7.1. Название статьи

7.2. Аннотация

7.3. Введение

7.4. Основная часть

7.5. Выводы

7.6. Список литературы

**Глава 8.**

**Технология написания статьи**

8.1. Некоторые частные, но важные рекомендации

8.2. Работа с рецензентом и редактором

8.3. Великий и могучий . . . английский язык

**Глава 9.**

**Индекс Хирша, или как откалибровать ученых**

**Глава 10.**  
**Высокоцитируемые статьи**

**Глава 11.**  
**Плагиат или цитирование?**

**Глава 12.**  
**Нормы и ценности научного сообщества (научный этос)**

**Глава 13.**  
**Научно-издательская мафия**

**Глава 14.**  
**Как написать хорошую научную статью**

- 14.1. Элементы хорошего стиля для всех. Активный и пассивный залого
- 14.2. Экономичность
- 14.3. Продвижение вперед
- 14.4. Приглашение читателя
- 14.5. Уклонение от прямого ответа
- 14.6. Аббревиатуры и акронимы
- 14.7. Путешествие во времени: синдром смещения времен
- 14.8. Контраст и разнообразие
- 14.9. Грамматика
- 14.10. Слова и выражения, которые часто употребляются неправильно
- 14.11. Будьте приземлены
- 14.12. Выбор названия

**Глава 15.**  
**Элементы стиля для неанглоговорящих авторов**

- 15.1. Past Tense и present Perfect
- 15.2. Множественное число под личиной единственного
- 15.3. Помещение глагола ближе к началу предложения
- 15.4. Расположение наречия
- 15.5. Существительные как модификатор
- 15.6. Артикли
- 15.7. Описание рисунков
- 15.8. Причастия и инфинитивы
- 15.9. Описание двух возможностей
- 15.10. Исключение «it»
- 15.11. Неправильно используемые слова и выражения

**Глава 16.**  
**Пунктуация**

- 16.1. Запятая
- 16.2. Скобки
- 16.3. Двоеточие
- 16.4. Апостроф
- 16.5. Знак восклицания и курсив

**Глава 17.**  
**Единицы измерения**

**Глава 18.**  
**«Неправильные» слова**

**Глава 19.**  
**М. Азбель. Иерусалимские размышления**

**Глава 20.**  
**Л. Солимар. Как писать научные статьи**

**Глава 21.**  
**Л. Солимар. Инструкция для читателя научных статей**

**Глава 22.**  
**Р. Халмош. Как писать математические тексты**

**Глава 23.**  
**К. Дарроу. Как выступить на заседании американского физического общества**

**Глава 24.**  
**Д. Грей. Отчеты, которые я читал. . . и, возможно, писал**

**Глава 25.**  
**О стандартизации статей**

**Глава 26.****Дж. Тригг. Как писать статьи: гид от научного Редактора****Глава 27.****К.С. Йенсен. Как написать по-настоящему скучную научную статью****Глава 28.****Г. Вансерг. Предпубликация****Глава 29.****Как писать научные работы**

29.1. И. Гэллин. Писанные и неписанные правила подготовки научной статьи в рецензируемый журнал

29.2. Ф. Суроми. Написание статьи с точки зрения редактора

**Глава 30.****А.В. Юревич. Публикуйся или умри****Глава 31.****Адам Рубин. Как писать по-научному****Глава 32.****С. Роуз.****Распространение слова****Глава 33.****Теологическая термодинамика**

33.1. В раю горячее, чем в аду

33.2. Опровержение утверждения о том, что в раю горячее, чем в аду

**Глава 34.****П. Иордан, Р. де Крониг. Движение нижней челюсти у крупного рогатого скота в процессе пережевывания пищи****Глава 35.****Протокол как научный жанр****Глава 36.****И.С. Шкловский. Академические выборы****Глава 37.****В.Ф. Турчин. Защита диссертации****Глава 38.****М. Левинштейн. Как это было****Глава 39.****М.Л. Джонс. Журнал National Geographic: машина Судного дня или благодетель?****Глава 40.****А.Д. Панов. Конец науки?****Дополнение ко второму изданию****Д.1. О выборах в РАН****Д.2. О журналах-«хищниках»****Д.3. Еще раз об индексе Хирша**