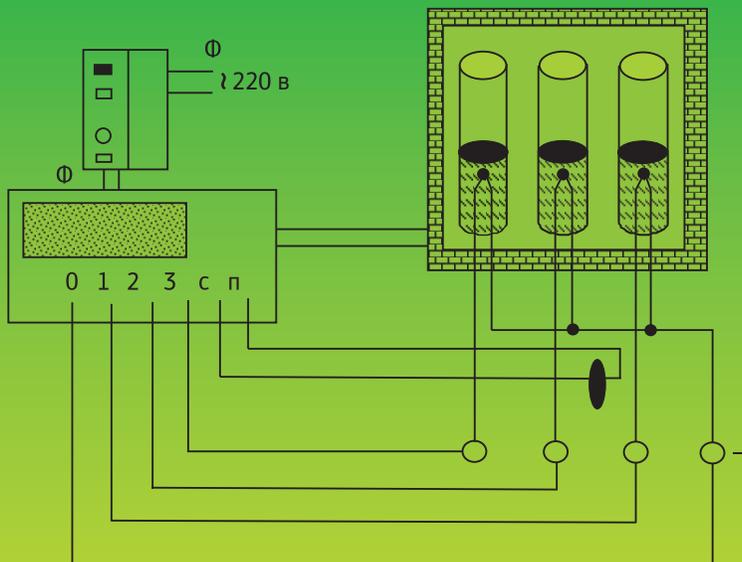




В. А. ЧЕРЕПАНОВ
А. Ю. ЗУЕВ
Д. С. ЦВЕТКОВ

ФИЗИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

Учебное пособие



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
УРАЛЬСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИМЕНИ ПЕРВОГО ПРЕЗИДЕНТА РОССИИ Б. Н. ЕЛЬЦИНА

А. Ю. Зуев, В. А. Черепанов,
Д. С. Цветков

ФИЗИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

Практикум

Рекомендовано методическим советом УрФУ
в качестве учебного пособия для студентов,
обучающихся по программе магистратуры
по направлению подготовки 020100 «Химия»

Екатеринбург
Издательство Уральского университета
2012

УДК 544(076.5)
ББК 24.5я73-3
393

Под общей редакцией А. Ю. Зуева

Рецензенты:

Э. Х. Курумчин, доктор химических наук, заведующий лабораторией физико-химических методов исследования Института высокотемпературной электрохимии УрО РАН;
И. А. Леонидов, кандидат химических наук, ведущий научный сотрудник Института химии твердого тела УрО РАН

Зуев, А. Ю.

393 Физическая химия : практикум : [учеб. пособие] / А. Ю. Зуев, В. А. Черепанов, Д. С. Цветков ; [под общ. ред. А. Ю. Зуева]. — Екатеринбург : Изд-во Урал. ун-та, 2012. — 124 с.

ISBN 978-5-7996-0787-6

Даются краткие теоретические сведения по разделам физической химии. Представлены 10 лабораторных работ, иллюстрирующих основные экспериментальные подходы при исследовании теплот химических реакций, термодинамики фазовых переходов, диаграмм состояния, электрохимии растворов, химической кинетики и др. Для ряда работ в качестве приложений даны примеры отчетов, выполненных с среде компьютерной математики Maple.

Для студентов магистратуры, овладевающих техникой физико-химического эксперимента.

УДК 544(076.5)
ББК 24.5я73-3

ISBN 978-5-7996-0787-6

© Уральский федеральный университет, 2012
© Зуев А. Ю., Черепанов В. А., Цветков Д. С., 2012

ОГЛАВЛЕНИЕ

ПРЕДИСЛОВИЕ	5
1. ТЕРМОХИМИЯ	7
Краткая теория	7
Экспериментальная часть	10
Лабораторная работа 1. Определение теплоты растворения металлического магния Mg в растворе соляной кислоты HCl.....	16
Лабораторная работа 2. Определение теплоты гидратации сульфата меди CuSO ₄	23
2. ТЕРМОДИНАМИКА ФАЗОВЫХ ПЕРЕХОДОВ	30
Краткая теория. Однокомпонентная система	30
Лабораторная работа 3. Определение теплоты испарения жидкости динамическим методом	34
3. ГЕТЕРОГЕННОЕ ХИМИЧЕСКОЕ РАВНОВЕСИЕ	38
Краткая теория	38
Лабораторная работа 4. Определение константы равновесия и расчет основных термодинамических величин реакций разложения оксидов никеля и кобальта	41
4. ДИАГРАММЫ СОСТОЯНИЯ ДВУХКОМПОНЕНТНЫХ СИСТЕМ	46
Краткая теория	46
Лабораторная работа 5. Построение диаграммы состояния бинарной системы фенол — нафталин	53
5. ЭЛЕКТРОПРОВОДНОСТЬ РАСТВОРОВ ЭЛЕКТРОЛИТОВ	62
Краткая теория	62
Лабораторная работа 6. Электропроводность растворов электролитов	70
Лабораторная работа 7. Числа переноса ионов в растворах электролитов....	74

6. ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКОЕ РАВНОВЕСИЕ	
ЭЛЕКТРОД — ЭЛЕКТРОЛИТ	79
Краткая теория	79
Лабораторная работа 8. Измерение электродных потенциалов и ЭДС гальванических элементов	86
7. ХИМИЧЕСКАЯ КИНЕТИКА	91
Краткая теория	91
Лабораторная работа 9. Определение скорости реакции омыления уксусноэтилового эфира.....	95
Лабораторная работа 10. Определение скорости реакции инверсии тростникового сахара.....	102
СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ	109
ПРИЛОЖЕНИЯ	111
Приложение 1. Интегральная теплота растворения KCl при 25 °С.....	112
Приложение 2. Определение теплоты испарения жидкости динамическим методом	112
Приложение 3. Гетерогенное химическое равновесие.....	117
Приложение 4. Удельная электропроводность KCl при различных температурах	123

ПРЕДИСЛОВИЕ

Физическая химия, возникшая на стыке двух фундаментальных разделов естествознания — физики и химии, — устанавливает взаимосвязь между протеканием химических реакций и изменением энергии, занимается проблемами строения вещества и его свойствами в различных состояниях. В процессе становления физической химии такие ее разделы, как химическая термодинамика, кинетика и катализ, квантовая химия, электрохимия, кристаллохимия, химия твердого состояния, радиохимия и другие, выделились в самостоятельные научные направления. Будучи вполне самостоятельным, каждое из этих направлений связано с другими областями химического знания и входит в определенную иерархическую систему химических наук, которая и образует современную химию. Единой универсальной связкой всех этих наук являются методы физической химии.

Подготовка специалистов-химиков включает освоение ими методов физической химии и приобретение навыков и умений по применению этих методов на практике для решения химических задач. Последнее означает, что важнейшей стороной подготовки является овладение студентами техникой физико-химического эксперимента.

Необходимость создания настоящего учебного пособия продиктована значительным обновлением материальной базы физико-химического практикума кафедры физической химии. В рамках выполнения инновационной образовательной программы УрГУ (2007–2008) и позднее — программы развития УрФУ было закуплено новое лабораторное оборудование, на основе которого поставлены новые работы и значительно модернизированы существующие.

Настоящее пособие является руководством к практическим занятиям по общему курсу физической химии и обобщает

Учебное издание

Зуев Андрей Юрьевич
Черепанов Владимир Александрович
Цветков Дмитрий Сергеевич

ФИЗИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

Практикум

Зав. редакцией *М. А. Овечкина*
Редактор *В. И. Попова*
Корректор *В. И. Попова*
Компьютерная верстка *Н. Ю. Михайлов*

План выпуска 2012 г. Подписано в печать 20.12.2012.
Формат 60×84 $\frac{1}{16}$. Бумага офсетная. Гарнитура Times.
Уч.-изд. л. 6,2. Усл. печ. л. 7,2. Тираж 150 экз. Заказ № 2399.

Издательство Уральского университета
620000, г. Екатеринбург, ул. Тургенева, 4.

Отпечатано в Издательско-полиграфическом центре УрФУ.
620000, г. Екатеринбург, ул. Тургенева, 4.
Тел.: +7 (343) 350-56-64, 350-90-13.
Факс: +7 (343) 358-93-06.
E-mail: press.info@usu.ru