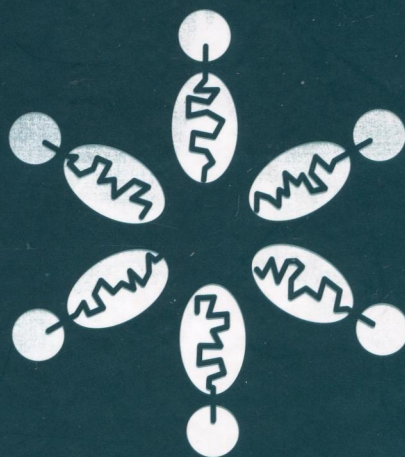


Д. Г. Кнорре, Л. Ф. Крылова,
В. С. Музыкантов

ФИЗИЧЕСКАЯ ХИМИЯ



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ
НОВОСИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

Д. Г. КНОРРЕ, Л. Ф. КРЫЛОВА,
В. С. МУЗЫКАНТОВ

Физическая химия

Издание третье, исправленное и дополненное

Допущено Государственным комитетом СССР по народному образованию в качестве
учебника для студентов химических и биологических специальностей высших
учебных заведений

Новосибирск
2016

УДК 541.1
ББК 24.5
К535

Рецензент:
д-р хим. наук, проф. А. И. Боронин

Издание подготовлено в рамках реализации *Программы развития государственного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Новосибирский государственный университет»* на 2009–2018 годы.

Кнорре, Д. Г.

К535 Физическая химия: учебник для биол. ф-тов университетов и пед. вузов / Д. Г. Кнорре, Л. Ф. Крылова, В. С. Музыкантов. 3-е изд., испр. и доп.; Новосиб. гос. ун-т. – Новосибирск : РИЦ НГУ, 2016. – 417 с.

ISBN 978-5-4437-0470-8

Классически излагаются строение вещества, термодинамика и кинетика химических процессов, состояние вещества в расчете на студентов НГУ 1-го курса. Рассматриваются поверхностные явления, процессы переноса с акцентом на диффузию, электрическую проводимость, седиментацию и хроматографию.

УДК 541.1
ББК 24.5

ISBN 978-5-4437-0470-8

© Новосибирский государственный университет, 2016
© Д. Г. Кнорре, Л. Ф. Крылова,
В. С. Музыкантов, 2016

ОГЛАВЛЕНИЕ

Предисловие	7
ЧАСТЬ I. СТРОЕНИЕ И СОСТОЯНИЕ ВЕЩЕСТВА	9
Глава 1. Системы и их состояние	9
§ 1.1. Состояния частиц.....	9
§ 1.2. Взаимодействие и энергия	16
§ 1.3. Макроскопические системы и их состояние	20
Глава 2. Атомное ядро	23
§ 2.1. Элементарные частицы, составляющие атом.....	24
§ 2.2. Атомное ядро. Изотопы.....	25
§ 2.3. Радиоактивный распад	28
§ 2.4. Метод меченых атомов.....	32
Глава 3. Строение и состояния атома.....	35
§ 3.1. Атом водорода. Атомные орбитали	35
§ 3.2. Многоэлектронные атомы.....	45
§ 3.3. Электронные конфигурации атомов и периодическая система элементов.....	51
§ 3.4. Возбужденные и ионизованные атомы.....	53
§ 3.5. Гибридные атомные орбитали.....	56
Глава 4. Многоатомные частицы. Химическая связь.....	59
§ 4.1. Молекулярные орбитали	61
§ 4.2. Двухатомные частицы, σ - и π -связи	65
§ 4.3. Ковалентность атомов	72
§ 4.4. Углы между связями в многоатомных молекулах.....	75
§ 4.5. Многоцентровые молекулярные орбитали. Электронодефицитные частицы. Сопряженные кратные связи	79
§ 4.6. Комплексные соединения	84
Глава 5. Электрические и магнитные свойства молекул	86
§ 5.1. Распределение электрического заряда в молекуле	87
§ 5.2. Поляризуемость молекул	90
§ 5.3. Поляризация вещества и диэлектрическая постоянная.....	91
§ 5.4. Магнитные свойства атомов и молекул.....	93
Глава 6. Состояния многоатомных частиц	97
§ 6.1. Степени свободы многоатомных частиц	97
§ 6.2. Энергетические уровни многоатомных частиц	101
§ 6.3. Внутреннее вращение и конформации молекул.....	104
Глава 7. Нековалентные взаимодействия	107

§ 7.1. Ван-дер-ваальсовы взаимодействия.....	107
§ 7.2. Водородная связь	114
§ 7.3. Взаимодействие ионов	117
Глава 8. Строение макроскопических систем	118
§ 8.1. Газы.....	119
§ 8.2. Жидкости	121
§ 8.3. Твердое тело. Кристаллы.....	124
§ 8.4. Растворы	130
§ 8.5. Полимеры.....	135
Глава 9. Состояния макроскопических систем	145
§ 9.1. Параметры состояния и уравнение состояния	146
§ 9.2. Внутренняя энергия	150
§ 9.3. Энтропия.....	153
§ 9.4. Состав растворов.....	157
§ 9.5. Парциальные молярные величины	159
Глава 10. Физические методы исследования строения вещества.....	161
§ 10.1. Электромагнитное излучение и вещество	161
§ 10.2. Электронная спектроскопия	165
§ 10.3. Колебательная спектроскопия	169
§ 10.4. Магнитная радиоспектроскопия	171
§ 10.5. Методы изучения пространственной структуры сложных органических соединений	175
ЧАСТЬ II. ХИМИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС	178
Глава 11. Основные характеристики химического процесса	178
§ 11.1. Стехиометрическое уравнение химической реакции.....	178
§ 11.2. Гомогенные и гетерогенные химические реакции	185
§ 11.3. Скорость химической реакции	187
§ 11.4. Химическое равновесие.....	193
Глава 12. Термодинамическое описание процесса в макроскопической системе.....	196
§ 12.1. Равновесные и неравновесные процессы	197
§ 12.2. Изменение экстенсивных свойств в макроскопическом процессе.....	201
§ 12.3. Изменение внутренней энергии в макроскопическом процессе	205
§ 12.4. Изменение энтропии в макроскопическом процессе	209
§ 12.5. Направление процесса и условия равновесия.....	213
§ 12.6. Термодинамика фазовых переходов	217
Глава 13. Термодинамическая теория растворов	220
§ 13.1. Химический потенциал компонента раствора	221
§ 13.2. Зависимость химического потенциала от состава	224
§ 13.3. Фазовые равновесия растворов	229
§ 13.4. Осмотическое давление.....	234

Глава 14. Термодинамика химических реакций	237
§ 14.1. Тепловые эффекты химических реакций.....	238
§ 14.2. Уравнение изотермы химической реакции и константа равновесия.....	242
§ 14.3. Зависимость константы равновесия от температуры.....	249
§ 14.4. Влияние давления на положение равновесия реакций в газовой фазе.....	252
§ 14.5. Равновесие диссоциации и ассоциации.....	254
§ 14.6. Термодинамические функции ионов в растворе.....	261
Глава 15. Равновесия в растворах электролитов	264
§ 15.1. Кислоты и основания.....	265
§ 15.2. Кислотно-основное равновесие.....	268
§ 15.3. Концентрация ионов водорода.....	271
§ 15.4. Многоступенчатая диссоциация.....	278
§ 15.5. Растворение и осаждение труднорастворимых солей и гидроксидов.....	282
Глава 16. Окислительно-восстановительное равновесие	285
§ 16.1. Окислительно-восстановительные процессы.....	286
§ 16.2. Электродные потенциалы.....	290
§ 16.3. Некоторые типы электродов.....	296
Глава 17. Поверхностные явления	302
§ 17.1. Поверхностное натяжение.....	303
§ 17.2. Поверхностно-активные вещества.....	309
§ 17.3. Адсорбция.....	312
§ 17.4. Дисперсные системы. Коллоидные растворы.....	316
Глава 18. Процессы переноса вещества и физико-химические методы разделения смесей	320
§ 18.1. Диффузия.....	321
§ 18.2. Электрическая проводимость растворов электролитов. Электрофорез.....	323
§ 18.3. Седиментация.....	329
§ 18.4. Хроматография.....	335
Глава 19. Химический процесс и его стадии	341
§ 19.1. Стадийность химических превращений.....	341
§ 19.2. Элементарный акт химического превращения.....	344
§ 19.3. Константа скорости элементарной реакции.....	348
§ 19.4. Энергия активации и предэкспоненциальный множитель.....	351
§ 19.5. Мономолекулярные реакции.....	354
§ 19.6. Бимолекулярные реакции.....	355
§ 19.7. Реакционный центр активированного комплекса.....	359
§ 19.8. Фотохимические реакции.....	366
Глава 20. Кинетика химических реакций	371
§ 20.1. Односторонние реакции первого порядка.....	371
§ 20.2. Односторонние реакции второго порядка.....	374

§ 20.3. Обратимые реакции первого порядка	378
§ 20.4. Сложные реакции.....	381
§ 20.5. Квазистационарное и квазиравновесное приближения.....	384
Глава 21. Механизм химических реакций.....	387
§ 21.1. Основные типы механизмов реакций с участием промежуточных частиц.....	388
§ 21.2. Катализ.....	393
§ 21.3. Цепные реакции.....	401
Список обозначений.....	406
Литература.....	408
Предметный указатель.....	409