

БАКАЛАВРИАТ И СПЕЦИАЛИТЕТ

НЕОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ

В. В. Кириллов



www.e.lanbook.com



**ЭБС
ЛАНЬ**

В. В. КИРИЛЛОВ

НЕОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ

РЕКОМЕНДОВАНО

*УМО РАЕ по классическому университетскому
и техническому образованию в качестве учебника
для студентов высших учебных заведений,
обучающихся по направлениям подготовки
«Холодильная, криогенная техника
и системы жизнеобеспечения», «Биотехнология»,
«Продукты питания из растительного сырья»,
«Продукты питания животного происхождения»*



**САНКТ-ПЕТЕРБУРГ
МОСКВА · КРАСНОДАР
2020**

УДК 546(075.8)

ББК 24.1я73

К 43 Кириллов В. В. Неорганическая химия. Теоретические основы : учебник / В. В. Кириллов. — Санкт-Петербург : Лань, 2020. — 352 с. : ил. — (Учебники для вузов. Специальная литература). — Текст : непосредственный.

ISBN 978-5-8114-4376-5

Изложены основные понятия и законы химии, рассмотрены современные представления о строении атома и природы химической связи, термодинамические и кинетические аспекты протекания химических реакций. Должное внимание уделено периодическому закону Д. И. Менделеева, физико-химической теории растворов, окислительно-восстановительным реакциям и электрохимическим процессам. Показана значимость химических взаимодействий для процессов, протекающих в живых и растительных организмах, использующихся в производствах и технологиях.

Рассмотренный материал является необходимым теоретическим фундаментом для изучения химии элементов и их соединений. Содержание учебника дополнено вопросами и упражнениями для самостоятельной работы.

Предназначен для бакалавров, обучающихся по биотехнологическим специальностям. Может быть также использован студентами всех специальностей вузов, в учебную программу которых входят дисциплины «Химия», «Неорганическая химия».

УДК 546(075.8)

ББК 24.1я73

Рецензенты:

О. В. ВОЛКОВА — доктор технических наук, профессор Научно-образовательного центра химического инжиниринга и биотехнологий Санкт-Петербургского национального исследовательского университета информационных технологий, механики и оптики;
Н. П. НОВОСЕЛОВ — доктор химических наук, профессор, зав. кафедрой теоретической и прикладной химии Санкт-Петербургского университета промышленных технологий и дизайна.

Обложка
П. И. ПОЛЯКОВА

© Издательство «Лань», 2020

© В. В. Кириллов, 2020

© Издательство «Лань»,
художественное оформление, 2020

ОГЛАВЛЕНИЕ

ПРЕДИСЛОВИЕ.....	3
ВВЕДЕНИЕ.....	4
1. Формы существования и движения материи. Предмет химии.....	4
2. Основные понятия и законы химии.....	7
2.1. Атомно-молекулярное учение. Атом, молекула, Элемент. Аллотропия. Смеси и химические соединения.....	7
2.2. Атомная масса. Молекулярная масса. Моль. Молярная масса. Число Авогадро.....	10
2.3. Основные законы химии.....	12
Контрольные вопросы и упражнения.....	22
ГЛАВА 1. СТРОЕНИЕ АТОМА. ПЕРИОДИЧЕСКИЙ ЗАКОН И ПЕРИОДИЧЕСКАЯ СИСТЕМА ЭЛЕМЕНТОВ Д. И. МЕНДЕЛЕЕВА.....	24
1.1. Строение атома.....	24
1.1.1. Планетарная модель атома. Ядро атома. Изотопы и изобары.....	24
1.1.2. Теория атома водорода по Бору.....	26
1.1.3. Понятие о квантовой механике. Корпускулярно-волновой дуализм.....	32
1.1.4. Уравнение Шрёдингера.....	37
1.1.5. Решение уравнения Шрёдингера для атома водорода.....	40
1.1.6. Квантовые числа.....	42
1.1.7. Пространственные и энергетические характеристики электронов в атоме.....	47
1.1.8. Многоэлектронные атомы.....	50
1.2. Периодический закон и Периодическая система элементов Д. И. Менделеева.....	58
1.3. Периодичность свойств химических элементов.....	63
1.3.1. Радиусы атомов.....	64

1.3.2. Энергия ионизации.....	66
1.3.3. Энергия сродства к электрону.....	72
1.4. Значение периодического закона Д. И. Менделеева.....	73
Контрольные вопросы и упражнения.....	74
ГЛАВА 2. ХИМИЧЕСКАЯ СВЯЗЬ.....	77
2.1. Модель возникновения химической связи.....	77
2.2. Электронные структуры возбуждённых атомов.....	79
2.3. Метод валентных связей. Основные параметры химической связи.....	82
2.3.1. Энергия, длина и кратность связи.....	83
2.3.2. Полярность химической связи.....	88
2.3.3. Обменный и донорно-акцепторный механизм образования связи. Максимальная валентность.....	91
2.3.4. Направленность связей и гибридизация атомных орбиталей.....	97
2.3.5. Молекулы с кратными связями. Нелокализованная π -связь.....	104
2.3.6. Основные характеристики молекул.....	106
2.4. Метод молекулярных орбиталей.....	110
2.4.1. Сущность метода.....	110
2.4.2. Связывающие и разрыхляющие молекулярные орбитали.....	113
2.4.3. Двухатомные гомоядерные молекулы I периода.....	114
2.4.4. Двухатомные молекулы II периода.....	116
2.4.5. Магнитные свойства и окраска молекул.....	118
2.5. Ионная связь.....	119
2.5.1. Природа ионной связи.....	119
2.5.2. Структура ионных соединений. Энергия кристаллической решетки.....	122
2.5.3. Поляризация ионов. Влияние поляризации на физико-химические свойства веществ.....	125

2.6. Металлическая связь. Химическая связь в твердых неорганических веществах.....	127
2.7. Агрегатные состояния.....	129
2.8. Силы межмолекулярного взаимодействия.....	131
2.9. Водородная связь.....	134
2.10. Твердое состояние вещества.....	137
Контрольные вопросы и упражнения.....	140
ГЛАВА 3. ОБЩИЕ ЗАКОНОМЕРНОСТИ ПРОТЕКАНИЯ ХИМИЧЕСКИХ РЕАКЦИЙ.....	142
3.1. Элементы химической термодинамики. Основные понятия.....	142
3.2. Функции состояния системы. Первое начало термодинамики.....	143
3.3. Основы термохимии. Термохимические уравнения. Закон Гесса.....	145
3.4. Энтропия. Второе начало термодинамики.....	150
3.5. Необратимые и обратимые процессы.....	154
3.6. Критерий направления процесса. Энергия Гиббса.....	156
Контрольные вопросы и упражнения.....	160
ГЛАВА 4. ХИМИЧЕСКАЯ КИНЕТИКА.....	163
4.1. Скорость химической реакции. Факторы, влияющие на скорость химической реакции.....	163
4.2. Зависимость скорости химической реакции от концентрации реагирующих веществ.....	165
4.3. Зависимость скорости реакции от температуры.....	168
4.4. Влияние катализатора.....	173
4.5. Константа химического равновесия. Принцип Ле-Шателье.....	176
Контрольные вопросы и упражнения.....	181
ГЛАВА 5. РАСТВОРЫ.....	183
5.1. Дисперсные системы.....	183
5.2. Истинные растворы. Физическая и сольватная теории растворов.....	184

5.3. Образование растворов. Растворимость. Термодинамика растворения.....	190
5.4. Растворы неэлектролитов.....	197
5.4.1. Диффузия и осмос. Осмотическое давление растворов.....	198
5.4.2. Понижение давления пара растворов. Закон Рауля.....	202
5.4.3. Повышение температуры кипения и понижение температуры замерзания растворов.....	204
Контрольные вопросы и упражнения.....	210
ГЛАВА 6. РАСТВОРЫ ЭЛЕКТРОЛИТОВ.....	212
6.1. Особенности применения законов Вант-Гоффа и Рауля к растворам электролитов. Степень диссоциации.....	212
6.2. Теория электролитической диссоциации.....	216
6.2.1. Характер диссоциации электролитов.....	220
6.2.2. Слабые электролиты. Закон разбавления. Ступенчатая диссоциация.....	223
6.2.3. Состояние сильных электролитов в растворе.....	232
6.2.4. Ионное произведение воды. Водородный показатель. Индикаторы.....	238
6.2.5. Произведение растворимости.....	241
6.2.6. Ионные реакции и гидролиз солей.....	246
6.2.7. Буферные растворы.....	263
6.3. Теории кислот и оснований.....	266
6.3.1. Протонная теория.....	267
6.3.2. Электронная теория.....	271
6.3.3. Теория сольвосистем.....	272
Контрольные вопросы и упражнения.....	272
ГЛАВА 7. ОКИСЛИТЕЛЬНО-ВОССТАНОВИТЕЛЬНЫЕ РЕАКЦИИ. ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ.....	275
7.1. Степени окисления атомов в простых и сложных веществах.....	276

7.2. Окислительно-восстановительные свойства атомов элементов и Периодическая система Д. И. Менделеева.....	278
7.3. Типичные окислители и восстановители.....	280
7.4. Типы окислительно-восстановительных реакций.....	285
7.5. Методы составления уравнений окислительно-восстановительных реакций.....	286
7.6. Электрохимические процессы.....	293
7.6.1. Окислительно-восстановительные потенциалы. Направление протекания окислительно-восстановительных реакций. Уравнение Нернста.....	293
7.6.2. Возникновение разности потенциалов на поверхностях раздела фаз «металл – вода», «металл – раствор».....	297
7.6.3. Водородный электрод. Электродный потенциал. Стандартные электродные потенциалы металлов.....	299
7.6.4. Ряд напряжений металлов.....	300
7.6.5. Гальванические элементы.....	302
7.6.6. Электролиз. Законы электролиза.....	306
7.6.7. Аккумуляторы. Химические источники тока.....	313
7.6.8. Коррозия металлов. Методы защиты от коррозии.....	314
Контрольные вопросы и упражнения.....	322
ПРИЛОЖЕНИЕ.....	325
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.....	343