

ОБЩАЯ И НЕОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

Под редакцией
академика РАН А. Ю. Цивадзе

В двух томах

1

ЗАКОНЫ И КОНЦЕПЦИИ

2-е издание, электронное

Допущено
Федеральным учебно-методическим объединением
в системе высшего образования по укрупненной группе
специальностей и направлений подготовки 04.00.00 Химия
в качестве учебного пособия для обучающихся по основным
образовательным программам высшего
образования уровня бакалавриат
по направлению подготовки 04.03.01



Москва
Лаборатория знаний
2022

УДК 546
ББК 24.1я73
О-28

А

Серия основана в 2009 г.

Общая и неорганическая химия : в 2 т. Т. 1 : Законы и концепции / под ред. академика РАН А. Ю. Цивадзе. — 2-е изд., электрон. — М. : Лаборатория знаний, 2022. — 495 с. — (Учебник для высшей школы). — Систем. требования: Adobe Reader XI ; экран 10". — Загл. с титул. экрана. — Текст : электронный.

ISBN 978-5-93208-576-9 (Т. 1)

ISBN 978-5-93208-575-2

В учебном издании, написанном преподавателями Института тонких химических технологий имени М. В. Ломоносова РГУ МИРЭА и химического факультета МГУ имени М. В. Ломоносова, изложен курс общей и неорганической химии в соответствии с программой обучения по химико-технологическим специальностям. Пособие выходит в двух томах.

В томе 1 изложены законы и концепции — обязательное содержание химического образования. Наряду с общими понятиями химии, познавательными историческими экскурсами, обучающими примерами, как использовать Периодическую систему, изложены основы термодинамики, химической кинетики, химии растворов, теории строения вещества и координационной химии. Некоторые разделы заканчиваются заданиями, на которые в конце пособия приведены подробные решения и ответы. Необходимый для решения многих задач справочный материал размещен на сайте издательства <http://pilotLZ.ru/files/10512/>

Для студентов химических, химико-технологических и технических университетов.

УДК 546

ББК 24.1я73

Деривативное издание на основе печатного аналога: Общая и неорганическая химия : в 2 т. Т. 1 : Законы и концепции / Е. В. Савинкина, В. А. Михайлов, Ю. М. Киселёв [и др.] ; под ред. академика РАН А. Ю. Цивадзе. — 2-е изд. — М. : Лаборатория знаний, 2022. — 491 с. : ил. — (Учебник для высшей школы). — ISBN 978-5-93208-233-1 (Т. 1); ISBN 978-5-93208-232-4.

В соответствии со ст. 1299 и 1301 ГК РФ при устранении ограничений, установленных техническими средствами защиты авторских прав, правообладатель вправе требовать от нарушителя возмещения убытков или выплаты компенсации

ISBN 978-5-93208-576-9 (Т. 1)

ISBN 978-5-93208-575-2

© Лаборатория знаний, 2018

А

Оглавление

ВВЕДЕНИЕ	3
1. Классификация неорганических веществ	4
1.1. Развитие понятий о химических элементах, веществах простых и сложных	4
1.2. Классификация на основе поведения в водных растворах	6
1.3. Классификация по строению и типу связей	9
1.4. Классификация по составу	12
1.5. Классификация простых веществ	14
1.5.1. Металлы	15
1.5.2. Неметаллы	17
1.5.3. Простые вещества с амфотерными свойствами	18
1.5.4. Благородные газы	19
1.6. Классификация неорганических соединений	20
1.6.1. Гидроксиды	20
1.6.2. Оксиды	26
1.6.3. Соли	29
2. Химические реакции	33
2.1. Составление уравнений реакций	33
2.1.1. Реакции ионного обмена	33
2.1.2. Окислительно-восстановительные реакции	34
2.2. Стехиометрические расчеты в химии	43
2.2.1. Расчеты по уравнениям реакций	44
2.2.2. Закон эквивалентов. Расчеты	45
ОСНОВЫ ХИМИЧЕСКОЙ ТЕРМОДИНАМИКИ И КИНЕТИКИ	
3. Энергетика химических реакций	48
3.1. Основные понятия химической термодинамики.	48
3.1.1. Материя, вещество, энергия	49
3.1.2. Система, внешняя среда, фаза	50
3.1.3. Внутренняя энергия, теплота и работа	51
3.1.4. Виды термодинамических систем	54
3.2. Первый закон термодинамики	56
3.2.1. Изменение внутренней энергии	56
3.2.2. Тепловой эффект химической реакции. Энтальпия	58
3.2.3. Энтальпия образования вещества	60
3.2.4. Закон Гесса и его следствия	62
3.2.5. Зависимость энтальпии от температуры и давления	65

4. Направление химической реакции	68
4.1. Необратимые и обратимые процессы	68
4.1.1. Направленность процессов в химии	68
4.1.2. Понятия необратимости и обратимости в термодинамике	70
4.2. Второй закон термодинамики	72
4.2.1. Энтропия	73
4.2.2. Энтропия вещества и ее зависимость от температуры и давления	74
4.2.3. Энтропия реакции	78
4.3. Направление реакции в закрытой системе. Критерий	81
4.3.1. Энергия Гиббса	81
4.3.2. Энтальпийный и энтропийный факторы	84
4.3.3. Энергия Гельмгольца	87
4.4. Скорость химической реакции	88
4.4.1. Основные понятия	88
4.4.2. Односторонние реакции	90
4.4.3. Влияние температуры на скорость химической реакции	94
4.5. Направление окислительно-восстановительных реакций	96
4.5.1. Гальванические элементы и окислительно-восстановительные электроды	96
4.5.2. Стандартные окислительно-восстановительные потенциалы	99
4.5.3. Направление окислительно-восстановительных реакций. Критерий	103
4.5.4. Стандартные электродные потенциалы и способы их представления	106
5. Химическое равновесие	110
5.1. Условие равновесия	110
5.1.1. Основные положения	110
5.1.2. Химический потенциал	113
5.1.3. Уравнение изотермы химической реакции	114
5.1.4. Степень протекания реакции	117
5.2. Закон действующих масс	118
5.2.1. Развитие представлений	118
5.2.2. Константы равновесия	123
5.2.3. Сдвиг химического равновесия	128
5.2.4. Константа равновесия окислительно-восстановительной реакции. Уравнение Нернста	132
5.3. Фазовые равновесия	136
5.3.1. Условия фазовых равновесий	136
5.3.2. Фазовые равновесия в однокомпонентных системах	138
5.3.3. Фазовые диаграммы двухкомпонентных систем	142
5.3.4. Очистка веществ	149

ОСНОВЫ ХИМИИ РАСТВОРОВ

6. Общие свойства растворов	152
6.1. Основные определения	152
6.2. Термодинамика процесса растворения	154
6.3. Растворы неэлектролитов	161
6.3.1. Законы Рауля	161
6.3.2. Осмотическое давление. Закон Вант-Гоффа	167
7. Химические равновесия в растворах	169
7.1. Равновесия в растворах электролитов	169
7.1.1. Электролитическая диссоциация	169
7.1.2. Гетерогенные ионные равновесия	171
7.2. Кисотно-основные равновесия	174
7.2.1. Теории кислот и оснований	174
7.2.2. Протолитические равновесия	176
7.2.3. Гидролиз	185
7.2.4. Совместные протолитические и гетерогенные равновесия	188

ОСНОВЫ СТРОЕНИЯ ВЕЩЕСТВА

8. Строение атома	198
8.1. Развитие представлений о строении атома. Электронное строение атома	198
8.2. Принципы описания квантовых систем	203
8.3. Уравнение Шрёдингера для атома водорода	207
8.4. Многоэлектронные атомы	214
8.5. Основные характеристики атома	220
8.6. Строение атомного ядра	224
8.7. Радиоактивность. Ядерные реакции	227
8.8. Периодический закон и Периодическая система элементов Д. И. Менделеева	237
8.8.1. Историческая справка. Систематизация элементов до Менделеева	237
8.8.2. Периодический закон, открытый Менделеевым	241
8.8.3. Структура Периодической системы элементов	246
8.8.4. Периодическое изменение свойств элементов	250
9. Химическая связь	256
9.1. Развитие представлений о валентности и химической связи. Классические модели химической связи	256
9.2. Параметры химической связи	260
9.3. Ионная связь	266
9.4. Металлическая связь	275
9.5. Квантовохимические модели ковалентной связи	278
9.5.1. Метод валентных связей	278
9.5.2. Метод молекулярных орбиталей	292

10. Агрегатные состояния вещества	305
10.1. Межмолекулярные взаимодействия	305
10.1.1. Силы Ван дер Ваальса	305
10.1.2. Водородная связь	309
10.2. Конденсированное состояние вещества	313
10.2.1. Жидкости	313
10.2.2. Твердые вещества	317

КОМПЛЕКСНЫЕ СОЕДИНЕНИЯ

11. Общие сведения о комплексных соединениях	334
11.1. Состав комплексных соединений	334
11.2. Номенклатура комплексных соединений	337
11.3. Классификация комплексных соединений	339
11.3.1. Комплексы с неорганическими лигандами	339
11.3.2. Комплексы с органическими лигандами	342
11.4. Химическая связь в комплексных соединениях	346
11.4.1. Метод валентных связей	346
11.4.2. Теория кристаллического поля	352
11.4.3. Метод молекулярных орбиталей	361
11.4.4. Теория кислот и оснований Льюиса	365
11.5. Изомерия комплексных соединений	368
11.5.1. Внутрисферная изомерия	368
11.5.2. Междусферная изомерия	371
11.6. Свойства комплексных соединений	372
11.6.1. Устойчивость комплексных соединений	372
11.6.2. Реакции с участием комплексных соединений	385

ОТВЕТЫ	391
---------------	------------