

УДК 546(075)
ББК Г1я7
М68

*Печатается по решению редакционно-издательского совета
Казанского национального исследовательского технологического университета*

Рецензенты:

*зав. кафедрой неорганической химии К(П)ФУ, д-р хим. наук,
профессор Р. Р. Амиров
зав. кафедрой общей химии и экологии КНИТУ–КАИ им. А. Н. Туполева,
д-р хим. наук, профессор Ю. А. Тунакова*

Мифтахова Н. Ш.

М68 Общая и неорганическая химия. Теория и практика : учебное пособие / Н. Ш. Мифтахова, Т. П. Петрова; Минобрнауки России, Казан. нац. исслед. технол. ун-т. –2-е изд., испр. и доп. – Казань : Изд-во КНИТУ, 2019. – 336 с.

ISBN 978-5-7882-2651-4

Содержит материал по общей и неорганической химии, примеры решения заданий, вопросы и задания для самостоятельной работы студентов.

Предназначено для обучения по химико-технологическим направлениям подготовки и специальностям.

Подготовлено на кафедре неорганической химии.

**УДК 546(075)
ББК Г1я7**

ISBN 978-5-7882-2651-4

© Мифтахова Н. Ш., Петрова Т. П., 2019

© Казанский национальный исследовательский технологический университет, 2019

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение	3
Глава 1. СТРОЕНИЕ АТОМА. ПЕРИОДИЧЕСКИЙ ЗАКОН	5
1.1. Ядерная модель атома. Электронная оболочка атома.....	5
1.2. Основные представления квантовой механики.....	6
1.3. Квантовые числа.....	8
1.4. Электронные конфигурации атомов элементов Периодической системы элементов Д. И. Менделеева.....	11
1.5. Периодический закон и структура Периодической системы элементов Д. И. Менделеева.....	13
1.6. Периодические изменения некоторых свойств атомов химических элементов.....	15
1.6.1. Атомные радиусы.....	15
1.6.2. Энергия ионизации и сродство к электрону.....	17
1.6.3. Электроотрицательность.....	20
<i>Практика к главе 1.....</i>	22
Примеры решения заданий к разделу 1.3.....	22
Примеры решения заданий к разделу 1.4.....	26
Примеры решения заданий к разделу 1.5.....	29
Примеры решения заданий к разделу 1.6.....	31
<i>Самостоятельная работа к главе 1.....</i>	33
Вопросы и задания к разделам 1.3 – 1.4.....	33
Вопросы и задания к разделам 1.5 – 1.6.....	37
Глава 2. ХИМИЧЕСКАЯ СВЯЗЬ.....	41
2.1. Природа химической связи. Некоторые параметры молекулы.....	42
2.2. Метод валентных связей.....	43
2.2.1. Свойства ковалентной связи.....	45

2.2.2. неполярные и полярные молекулы.....	49
2.2.3. Пространственная конфигурация молекул и модель отталкивания валентных электронных пар ...	50
2.3. Метод молекулярных орбиталей.....	55
2.3.1. Двухатомные гомоядерные молекулы элементов 1-го и 2-го периодов.....	56
2.3.2. Энергия ионизации молекулы.....	58
2.3.3. Магнитные свойства молекулы.....	59
<i>Практика к главе 2</i>	59
Примеры решения заданий к разделу 2.2.....	59
Примеры решения заданий к разделу 2.3.....	69
<i>Самостоятельная работа к главе 2</i>	75
Вопросы и задания к разделу 2.2.....	75
Вопросы и задания к разделу 2.3.....	77
Глава 3. АГРЕГАТНОЕ СОСТОЯНИЕ	79
3.1. Кристаллы. Кристаллогидраты.....	80
3.2. Дисперсные системы.....	84
3.2.1. Жидкие растворы.....	85
3.2.2. Различные способы выражения концентрации растворов.....	86
3.3. Коллигативные свойства растворов.....	92
<i>Практика к главе 3</i>	96
Примеры решения задач к разделу 3.2.2.....	96
Примеры решения задач к разделу 3.3.....	104
<i>Самостоятельная работа к главе 3</i>	108
Задачи к разделу 3.2.2.....	108
Задачи к разделу 3.3.....	112
Глава 4. ВВЕДЕНИЕ В ТЕОРИЮ ХИМИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ	114
4.1. Термодинамика химических процессов. Энергетика химических реакций и фазовых превращений.....	114
4.1.1. Первый закон термодинамики. Энтальпия.	

Тепловой эффект химической реакции.....	115
4.1.2. Стандартное состояние вещества. Стандартное изменение энтальпии химической реакции.....	117
4.1.3. Закон Гесса и следствия из него. Стандартная энтальпия образования вещества.....	117
4.2. Направление химической реакции.....	121
4.2.1. Энтропия. Самопроизвольные и несамопроизвольные процессы. Второй и третий законы термодинамики.....	121
4.2.2. Стандартная энтропия вещества.....	122
4.2.3. Вычисление стандартной энтропии химической реакции.....	125
4.2.4. Энергия Гиббса и направление химического процесса в закрытой системе.....	126
4.2.5. Влияние энтальпийного и энтропийного факторов на направление химического процесса.....	127
4.2.6. Вычисление стандартной энергии Гиббса химической реакции	129
<i>Практика к главе 4.....</i>	130
Примеры решения задач к разделу 4.1.....	130
Примеры решения задач к разделам 4.2.1 – 4.2.3.....	145
Примеры решения задач к разделам 4.2.4 – 4.2.6.....	149
<i>Самостоятельная работа к главе 4.....</i>	154
Вопросы и задания к разделу 4.1.....	154
Вопросы и задания к разделам 4.2.1 – 4.2.3.....	163
Вопросы и задания к разделам 4.2.4 – 4.2.6.....	166
Глава 5. ХИМИЧЕСКОЕ РАВНОВЕСИЕ.....	170
5.1. Закон действующих масс. Константа химического равновесия.....	172
5.2. Смещение химического равновесия. Принцип Ле Шателье.....	173

5.3. Равновесие в растворах электролитов.....	175
5.3.1. Диссоциация слабых электролитов	176
5.3.2. Закон разбавления Оствальда	179
5.3.3. Диссоциация воды. рН растворов	179
5.4. Произведение растворимости	181
<i>Практика к главе 5.....</i>	183
Примеры решения заданий к разделам 5.1 – 5.2.....	183
Примеры решения заданий к разделу 5.3.....	190
Примеры решения задач к разделу 5.4.....	194
<i>Самостоятельная работа к главе 5.....</i>	202
Вопросы и задания к разделам 5.1 – 5.2.....	202
Вопросы и задания к разделу 5.3.....	205
Задачи к разделу 5.4.....	208
Глава 6. РЕАКЦИИ БЕЗ ИЗМЕНЕНИЯ СТЕПЕНЕЙ ОКИСЛЕНИЯ	
ЭЛЕМЕНТОВ.....	210
6.1. Реакции ионного обмена.....	210
6.2. Гидролиз.....	213
6.2.1. Гидролиз ионных соединений (солей).....	213
6.2.2. Гидролиз ковалентных соединений.....	218
6.2.3. Смещение равновесия гидролиза.....	218
<i>Практика к главе 6.....</i>	220
Примеры решения заданий к разделу 6.2.....	220
<i>Самостоятельная работа к главе 6.....</i>	235
Вопросы и задания к разделу 6.2.....	235
Глава 7. РЕАКЦИИ С ИЗМЕНЕНИЕМ СТЕПЕНЕЙ ОКИСЛЕНИЯ	
ЭЛЕМЕНТОВ.....	240
7.1. Степень окисления элемента.....	240
7.2. Окислительно-восстановительные реакции.....	242
7.3. Методы составления уравнений	
окислительно-восстановительных реакций.....	243
7.4. Направление окислительно-восстановительных реакций.....	245

7.4.1. Окислительно-восстановительные потенциалы...	245
7.4.2. Выбор направления протекания полуреакций.....	247
7.4.3. Электродвижущая сила окислительно-восстановительного процесса и ее взаимосвязь с энергией Гиббса.....	249
<i>Практика к главе 7</i>	250
Примеры решения заданий к разделам 7.1 – 7.3.....	250
Примеры решения заданий к разделу 7.4.....	260
<i>Самостоятельная работа к главе 7</i>	269
Вопросы и задания к разделам 7.1 – 7.4.....	269
Литература	284
Приложение	286
Таблица П1 Фундаментальные физические постоянные.....	286
Таблица П2 Буквы греческого алфавита.....	286
Таблица П3 Соотношения с единицами СИ некоторых применяемых единиц.....	287
Таблица П4 Десятичные приставки к названиям единиц	287
Таблица П5 Энергии ионизации атомов и ионов	288
Таблица П6 Интервалы длин волн, спектральная область поглощаемого света и наблюдаемый цвет соединения.....	291
Таблица П7 Растворимость неорганических веществ в воде при $T = 298 \text{ K}$	292
Таблица П8 Энергии связей* $E_{\text{св}}$ ($\Delta H_{\text{дисс}}^{\circ}$) и межъядерные расстояния (длины связей) d двухатомных молекул и ионов.....	293
Таблица П9 Энергия ионизации $E_{\text{и}}$ молекул.....	294
Таблица П10 Термодинамические константы некоторых веществ.....	295
Таблица П11 Энергия ионных решеток $\Delta H_{\text{кр. реш}}^{\circ}$	304
Таблица П12 Эбулиоскопическая (E) и криоскопическая (K)	

	постоянные некоторых растворителей.....	304
Таблица П13	Константы диссоциации некоторых кислот K_a при температуре 298,15 К.....	305
Таблица П14	Константы диссоциации некоторых оснований K_b при температуре 298,15 К.....	308
Таблица П15	Произведение растворимости малорастворимых веществ.....	309
Таблица П16	Стандартные электродные потенциалы E^0 некоторых окислительно-восстановительных систем в водных растворах при $T = 298\text{ К}$ (по отношению к стандартному водородному электроду).....	310
Таблица П17	IUPAC Periodic Table of the Elements	320
Таблица П18	Периодическая система химических элементов Д. И. Менделеева.....	322
	Предметный указатель	324
	Условные сокращения	329