

УДК 54(076)  
ББК Гя7  
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. – Казань : Изд-во КНИТУ, 2018. – 308 с.

ISBN 978-5-7882-2345-2

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 54(076)  
ББК Гя7**

ISBN 978-5-7882-2345-2

© Мифтахова Н. Ш., Петрова Т. П., 2018

© Казанский национальный исследовательский  
технологический университет, 2018

# ОГЛАВЛЕНИЕ

<b>Введение</b>	3
<b>Глава 1. СТРОЕНИЕ АТОМА. ПЕРИОДИЧЕСКИЙ ЗАКОН</b>	6
1.1. Ядерная модель атома. Электронная оболочка атома	6
1.2. Основные представления квантовой механики	7
1.3. Квантовые числа	9
1.4. Электронные конфигурации атомов элементов Периодической системы элементов Д.И. Менделеева	12
1.5. Периодический закон и структура Периодической системы химических элементов Д.И. Менделеева	13
1.6. Периодические изменения некоторых свойств атомов химических элементов	16
1.6.1. Атомные радиусы	16
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	25
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	36
<b>Глава 2. ХИМИЧЕСКАЯ СВЯЗЬ</b>	39
2.1. Природа химической связи. Некоторые параметры молекулы	40
2.2. Метод валентных связей	41
2.2.1. Свойства ковалентной связи	43
2.2.2. неполярные и полярные молекулы	47
2.2.3. Пространственная конфигурация молекул и модель отталкивания валентных электронных пар	48
2.3. Метод молекулярных орбиталей	52
2.3.1. Двухатомные гомоядерные молекулы элементов 1-го и 2-го периодов	54
2.3.2. Энергия ионизации молекулы	56
2.3.3. Магнитные свойства молекулы	56
<i>Практика к главе 2</i>	57
Примеры решения заданий к разделу 2.2	57
Примеры решения заданий к разделу 2.3	67
<i>Самостоятельная работа к главе 2</i>	72

Вопросы и задания к разделу 2.2.....	72
Вопросы и задания к разделу 2.3.....	74
<b>Глава 3. АГРЕГАТНОЕ СОСТОЯНИЕ.....</b>	<b>76</b>
3.1. Кристаллы. Кристаллогидраты.....	77
3.2. Дисперсные системы.....	81
3.2.1. Жидкие растворы.....	82
3.2.2. Различные способы выражения концентрации растворов.....	83
3.3. Коллигативные свойства растворов.....	89
<i>Практика к главе 3.....</i>	<i>93</i>
Примеры решения задач к разделу 3.2.2.....	93
Примеры решения задач к разделу 3.3.....	100
<i>Самостоятельная работа к главе 3.....</i>	<i>106</i>
Задачи к разделу 3.2.2.....	106
Задачи к разделу 3.3.....	108
<b>Глава 4. ВВЕДЕНИЕ В ТЕОРИЮ ХИМИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ.....</b>	<b>110</b>
4.1. Термодинамика химических процессов. Энергетика химических реакций и фазовых превращений.....	110
4.1.1. Энтальпия. Тепловой эффект химической реакции....	111
4.1.2. Стандартное состояние вещества. Стандартное изменение энтальпии химической реакции.....	113
4.1.3. Закон Гесса и следствия из него. Стандартная энтальпия образования вещества.....	113
4.2. Направление химической реакции.....	117
4.2.1. Энтропия. Самопроизвольные и несамопроизвольные процессы.....	117
4.2.2. Вычисление стандартной энтропии химической реакции.....	121
4.2.3. Энергия Гиббса и направление химического процесса в закрытой системе.....	122
4.2.4. Влияние энтальпийного и энтропийного факторов на направление химического процесса.....	122
4.2.5. Вычисление стандартной энергии Гиббса химической реакции.....	124
<i>Практика к главе 4.....</i>	<i>126</i>
Примеры решения задач к разделу 4.1.....	126
Примеры решения задач к разделам 4.2.1 – 4.2.2.....	137
Примеры решения задач к разделам 4.2.3. – 4.2.5.....	140
<i>Самостоятельная работа к главе 4.....</i>	<i>145</i>
Вопросы и задания к разделу 4.1.....	145
Вопросы и задания к разделам 4.2.1 – 4.2.2.....	150
Вопросы и задания к разделам 4.2.3. – 4.2.5.....	153

<b>Глава 5. ХИМИЧЕСКОЕ РАВНОВЕСИЕ</b>	157
5.1. Закон действующих масс. Константа химического равновесия	159
5.2. Смещение химического равновесия. Принцип Ле Шателье	160
5.3. Равновесие в растворах электролитов	162
5.3.1. Диссоциация слабых электролитов	162
5.3.2. Закон разбавления Оствальда	165
5.3.3. Диссоциация воды. pH растворов	165
5.4. Произведение растворимости	167
<i>Практика к главе 5</i>	169
Примеры решения заданий к разделам 5.1 – 5.2	169
Примеры решения заданий к разделу 5.3	176
Примеры решения задач к разделу 5.4	180
<i>Самостоятельная работа к главе 5</i>	188
Вопросы и задания к разделам 5.1 – 5.2	188
Вопросы и задания к разделу 5.3	191
Задачи к разделу 5.4	193
<b>Глава 6. РЕАКЦИИ БЕЗ ИЗМЕНЕНИЯ СТЕПЕНЕЙ ОКИСЛЕНИЯ ЭЛЕМЕНТОВ</b>	195
6.1. Реакции ионного обмена	195
6.2. Гидролиз	198
6.2.1. Гидролиз ионных соединений (солей)	198
6.2.2. Гидролиз ковалентных соединений	202
6.2.3. Смещение равновесия гидролиза	202
<i>Практика к главе 6</i>	204
Примеры решения заданий к разделу 6.2	204
<i>Самостоятельная работа к главе 6</i>	215
Вопросы и задания к разделу 6.2	215
<b>Глава 7. РЕАКЦИИ С ИЗМЕНЕНИЕМ СТЕПЕНЕЙ ОКИСЛЕНИЯ ЭЛЕМЕНТОВ</b>	219
7.1. Степень окисления элемента	219
7.2. Окислительно-восстановительные реакции	221
7.3. Методы составления уравнений окислительно-восстановительных реакций	222
7.4. Направление окислительно-восстановительных реакций	224
7.4.1. Окислительно-восстановительные потенциалы	224
7.4.2. Выбор направления протекания полуреакций	226
7.4.3. Электродвижущая сила (ЭДС) окислительно-восстановительного процесса и ее взаимосвязь с энергией Гиббса	227
<i>Практика к главе 7</i>	228
Примеры решения заданий к разделам 7.1 – 7.3	228

Примеры решения заданий к разделу 7.4.....	238
<i>Самостоятельная работа к главе 7.....</i>	247
Вопросы и задания к разделам 7.1 – 7.4.....	247
<b>Литература.....</b>	258
<b>Приложения.....</b>	261
Таблица П1      Фундаментальные физические постоянные.....	261
Таблица П2      Буквы греческого алфавита.....	261
Таблица П3      Соотношения с единицами СИ некоторых применя- емых единиц.....	262
Таблица П4      Десятичные приставки к названиям единиц .....	262
Таблица П5      Энергии ионизации атомов и ионов .....	263
Таблица П6      Длины волн спектра и соответствующие им окраски .....	266
Таблица П7      Растворимость неорганических веществ в воде при $T = 298 \text{ K}$ .....	267
Таблица П8      Энергия диссоциации* $E_{\text{дисс}}$ ( $\Delta H_{\text{дисс}}^0$ ) и межъядерные расстояния $d$ двухатомных молекул и ионов.....	268
Таблица П9      Энергии ионизации $E_{\text{и}}$ и сродство к электрону $E_{\text{е}}$ молекул.....	269
Таблица П10      Термодинамические константы некоторых веществ...	270
Таблица П11      Энергия ионных решеток $\Delta H_{\text{кр. реш}}^0$ .....	279
Таблица П12      Эбулиоскопическая $E$ и криоскопическая $K$ постоянные некоторых растворителей.....	279
Таблица П13      Константы диссоциации некоторых кислот $K_{\text{а}}$ при температуре 298,15 K.....	280
Таблица П14      Константы диссоциации некоторых оснований $K_{\text{б}}$ при температуре 298,15 K.....	283
Таблица П15      Произведение растворимости малорастворимых веществ.....	284
Таблица П16      Стандартные электродные потенциалы ( $\varphi^0$ ) в водных некоторых окислительно-восстановительных систем растворах при $T = 298 \text{ K}$ (по отношению к стандартному водородному электроду).....	285
Таблица П17      Короткопериодный вариант таблицы Периодической системы элементов Д.И. Менделеева.....	292
Таблица П18      Длиннопериодный вариант таблицы Периодической системы элементов Д.И. Менделеева.....	294
Таблица П19      IUPAC Periodic Table of the Elements.....	296
<b>Предметный указатель.....</b>	298
<b>Условные сокращения.....</b>	303