

УДК 541
ББК 24
Д25

*Рекомендовано Редакционно-издательским советом
МГТУ им. Н.Э. Баумана в качестве учебного пособия*

Рецензенты:

д-р техн. наук, канд. хим. наук, профессор РХТУ им. Д.И. Менделеева
А.В. Малков;
д-р физ.-мат. наук, профессор МГТУ им. Н.Э. Баумана
А.Н. Морозов

Двуличанская, Н. Н.

Д25 Общая и неорганическая химия : учебное пособие для техниче-
ских вузов / Н. Н. Двуличанская, В. И. Ермолаева. — Москва : Изда-
тельство МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2018. — 463, [1] с. : ил.

ISBN 978-5-7038-4767-1

Представлен современный курс общей и неорганической химии, охватывающий основные теоретические и практические разделы. Кратко изложены основные понятия и законы химии. Вопросы строения вещества, химии элементов, химической термодинамики и кинетики, свойств растворов, возникновения и особенностей коррозионных процессов объединены в пять модулей. Особое внимание уделено влиянию различных веществ на окружающую среду.

Для бакалавров и магистрантов технологических и экологических специальностей, изучающих курс общей химии, а также студентов и преподавателей других специальностей технических университетов.

УДК 541
ББК 24

ISBN 978-5-7038-4767-1

© Двуличанская Н.Н.,
Ермолаева В.И., 2018
© Оформление. Издательство
МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2018

ОГЛАВЛЕНИЕ

| | |
|--|----|
| Предисловие | 3 |
| Основные сокращения | 6 |
| Принятые обозначения | 7 |
| Основные понятия и законы химии | 10 |
| Задания для самостоятельного выполнения | 14 |
| МОДУЛЬ 1. СТРОЕНИЕ ВЕЩЕСТВА | 15 |
| Глава 1. Современные представления о строении атома | 15 |
| 1.1. Квантовая модель атома водорода | 15 |
| 1.2. Атомные орбитали | 18 |
| 1.3. Строение многоэлектронных атомов | 22 |
| 1.4. Периодический закон Д.И. Менделеева и Периодическая система химических элементов | 27 |
| 1.5. Периодические свойства атомов..... | 29 |
| Задания для самостоятельного выполнения | 35 |
| Глава 2. Химическая связь и строение вещества | 36 |
| 2.1. Характеристика химической связи | 36 |
| 2.2. Ковалентная связь | 38 |
| 2.3. Метод молекулярных орбиталей..... | 41 |
| 2.4. Метод валентных связей | 49 |
| 2.5. Гибридизация атомных орбиталей. Строение молекул | 52 |
| 2.6. Химическая связь в комплексных соединениях | 58 |
| 2.7. Полярность ковалентной связи | 61 |
| 2.8. Ионная связь..... | 62 |
| 2.9. Металлическая связь | 65 |
| 2.10. Водородная связь | 67 |
| 2.11. Межмолекулярные взаимодействия | 69 |
| Задания для самостоятельного выполнения | 73 |
| Глава 3. Строение вещества в конденсированном состоянии | 74 |
| 3.1. Аморфное и кристаллическое состояния вещества | 74 |
| 3.2. Типы химической связи в кристаллах | 76 |
| 3.3. Элементы симметрии кристаллов..... | 79 |
| 3.4. Элементарные ячейки кубической сингонии | 82 |
| 3.5. Дефекты кристаллической структуры | 85 |
| 3.6. Понятие о жидких кристаллах | 86 |
| Задания для самостоятельного выполнения | 89 |

| | |
|--|------------|
| МОДУЛЬ 2. ХИМИЯ ЭЛЕМЕНТОВ И ИХ СОЕДИНЕНИЙ.... | 90 |
| Глава 4. Общие свойства химических элементов | 90 |
| 4.1. Свойства <i>s</i> -, <i>p</i> -, <i>d</i> -, <i>f</i> -элементов | 90 |
| 4.2. Физико-химические свойства металлов..... | 91 |
| 4.3. Понятие о сплавах | 101 |
| Задания для самостоятельного выполнения..... | 107 |
| Глава 5. Свойства <i>s</i>-элементов и их соединений | 109 |
| 5.1. Общая характеристика <i>s</i> -элементов..... | 109 |
| 5.2. Свойства элементов группы 1 и их соединений | 110 |
| 5.3. Свойства элементов группы 2 и их соединений | 118 |
| 5.4. Общие сведения о составе и качестве природной воды... .. | 127 |
| Задания для самостоятельного выполнения..... | 130 |
| Глава 6. Свойства <i>d</i>-элементов и их соединений..... | 131 |
| 6.1. Положение <i>d</i> -элементов в Периодической системе химических элементов Д.И. Менделеева | 131 |
| 6.2. Общие физические свойства | 136 |
| 6.3. Общие химические свойства | 140 |
| Задания для самостоятельного выполнения..... | 146 |
| Глава 7. Свойства <i>d</i>- и <i>f</i>-элементов и их соединений..... | 148 |
| 7.1. Соединения высших степеней окисления <i>d</i> -элементов | 148 |
| 7.2. Соединения средних степеней окисления <i>d</i> -элементов | 151 |
| 7.3. Соединения низших степеней окисления <i>d</i> -элементов | 155 |
| 7.4. Комплексные соединения <i>d</i> -элементов | 157 |
| 7.5. Общие свойства <i>f</i> -элементов и их соединений..... | 161 |
| Задания для самостоятельного выполнения..... | 166 |
| Глава 8. Свойства <i>p</i>-элементов группы 13 и их соединений | 167 |
| 8.1. Общие свойства <i>p</i> -элементов | 167 |
| 8.2. Свойства бора и его соединений..... | 168 |
| 8.3. Металлы группы 13..... | 172 |
| Задания для самостоятельного выполнения..... | 181 |
| Глава 9. Свойства <i>p</i>-элементов группы 14 и их соединений | 182 |
| 9.1. Общие свойства <i>p</i> -элементов | 182 |
| 9.2. Свойства углерода и его соединений | 184 |
| 9.3. Свойства кремния и его соединений | 190 |
| 9.4. Металлы группы 14..... | 194 |
| Задания для самостоятельного выполнения..... | 203 |
| Глава 10. Свойства <i>p</i>-элементов группы 15 и их соединений | 204 |
| 10.1. Общие свойства простых веществ..... | 204 |
| 10.2. Свойства азота и его соединений | 206 |

| | |
|---|------------|
| 10.3. Свойства фосфора и его соединений | 214 |
| 10.4. Подгруппа мышьяка | 220 |
| Задания для самостоятельного выполнения..... | 227 |
| Глава 11. Свойства <i>p</i>-элементов группы 16 и их соединений..... | 229 |
| 11.1. Общие свойства простых веществ | 229 |
| 11.2. Свойства кислорода и его соединений | 230 |
| 11.3. Свойства серы и ее соединений | 232 |
| 11.4. Свойства селена, теллура и их соединений | 240 |
| Задания для самостоятельного выполнения..... | 243 |
| Глава 12. Свойства <i>p</i>-элементы группы 17 и их соединений..... | 244 |
| 12.1. Общие свойства галогенов | 244 |
| 12.2. Свойства водорода и его соединений..... | 255 |
| Задания для самостоятельного выполнения..... | 258 |
| МОДУЛЬ 3. ЭНЕРГЕТИКА И СКОРОСТЬ | |
| ХИМИЧЕСКИХ РЕАКЦИЙ | 260 |
| Глава 13. Энергетика химических реакций. | |
| Элементы химической термодинамики | 260 |
| 13.1. Общие понятия | 260 |
| 13.2. Первый закон термодинамики..... | 261 |
| 13.3. Закон Гесса. Термохимические расчеты..... | 265 |
| 13.4. Второй закон термодинамики. Понятие об энтропии ... | 269 |
| Задания для самостоятельного выполнения..... | 275 |
| Глава 14. Направление химического процесса в закрытой | |
| системе | 278 |
| 14.1. Энергия Гиббса | 278 |
| 14.2. Химическое равновесие. Константа равновесия..... | 281 |
| 14.3. Подвижность химического равновесия | 284 |
| 14.4. Вычисление равновесных составов реагирующей | |
| смеси | 287 |
| 14.5. Особенности равновесия в гетерогенной системе | 289 |
| Задания для самостоятельного выполнения..... | 292 |
| Глава 15. Элементы химической кинетики | 295 |
| 15.1. Скорость реакции. Кинетические кривые..... | 295 |
| 15.2. Закон действующих масс | 298 |
| 15.3. Необратимые реакции первого и второго порядка | 299 |
| 15.4. Методы определения порядка реакции | 301 |
| 15.5. Влияние температуры на скорость реакции | 303 |

| | |
|--|-----|
| 15.6. Особенности кинетики гетерогенных процессов..... | 307 |
| 15.7. Каталитические реакции | 311 |
| Задания для самостоятельного выполнения..... | 316 |

МОДУЛЬ 4. ЗАКОНОМЕРНОСТИ ПРОТЕКАНИЯ РЕАКЦИЙ В РАСТВОРАХ.....

318

Глава 16. Общие свойства растворов

318

16.1. Классификация растворов

318

16.2. Способы выражения состава раствора.....

319

16.3. Образование раствора.....

321

16.4. Растворимость веществ

323

16.5. Свойства разбавленных растворов.....

327

Задания для самостоятельного выполнения.....

334

Глава 17. Растворы электролитов

335

17.1. Особенности свойств электролитов.....

335

17.2. Ионные равновесия в растворах слабых
электролитов. Диссоциация воды

341

17.3. Буферные растворы

343

17.4. Свойства сильных электролитов.....

345

17.5. Гетерогенные ионные равновесия

349

Задания для самостоятельного выполнения.....

352

Глава 18. Реакции в растворах электролитов.....

353

18.1. Реакции обмена.....

353

18.2. Гидролиз солей. Константа и степень гидролиза

355

Задания для самостоятельного выполнения.....

366

МОДУЛЬ 5. ОКИСЛИТЕЛЬНО-ВОССТАНОВИТЕЛЬНЫЕ ПРОЦЕССЫ

368

Глава 19. Окислительно-восстановительные реакции

в электролитах

368

19.1. Общие понятия

368

19.2. Типы окислительно-восстановительных реакций

369

19.3. Составление уравнений окислительно-
восстановительных реакций

370

19.4. Электрохимические процессы

372

19.5. Стандартный водородный электрод.....

374

19.6. Типы электродов.....

376

19.7. Гальванический элемент. Электродвижущая сила
элемента.....

379

19.8. Уравнение Нернста для электродвижущей силы
и электродного потенциала

383

| | |
|---|-----|
| 19.9. Химические источники тока | 389 |
| Задания для самостоятельного выполнения | 393 |
| Глава 20. Электролиз. Применение электрохимических процессов | 395 |
| 20.1. Электролиз расплавов и водных растворов | 395 |
| 20.2. Поляризация электродов | 399 |
| 20.3. Законы Фарадея | 402 |
| 20.4. Применение электролиза в технике | 404 |
| Задания для самостоятельного выполнения | 408 |
| Глава 21. Коррозия металлов | 409 |
| 21.1. Понятие о коррозии | 409 |
| 21.2. Классификация коррозионных процессов | 410 |
| 21.3. Скорость коррозии | 412 |
| 21.4. Химическая коррозия | 413 |
| 21.5. Понятие о термодинамике и кинетике газовой коррозии металлов | 414 |
| Задания для самостоятельного выполнения | 419 |
| Глава 22. Электрохимическая коррозия | 420 |
| 22.1. Причины возникновения и механизм электрохимической коррозии | 420 |
| 22.2. Понятие о термодинамике электрохимической коррозии | 422 |
| 22.3. Термодинамическая устойчивость металлов в водной среде | 425 |
| 22.4. Примеры коррозии металлов | 427 |
| 22.5. Элементы кинетики электрохимической коррозии | 432 |
| Задания для самостоятельного выполнения | 434 |
| Глава 23. Защита металлов от коррозии | 436 |
| 23.1. Основные способы защиты металлов от коррозии | 436 |
| 23.2. Повышение коррозионной стойкости металлов и сплавов | 438 |
| 23.3. Снижение коррозионной активности среды | 439 |
| 23.4. Создание изолирующих слоев | 441 |
| 23.5. Электрохимическая защита | 445 |
| Задания для самостоятельного выполнения | 450 |
| Неорганическая химия и проблемы экологии | 452 |
| Литература | 456 |
| Приложение | 457 |