

УДК 541
ББК 24
Д25

Издание доступно в электронном виде по адресу
<https://bmstu.press/catalog/item/7194/>

*Рекомендовано Научно-методическим 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 технических вузов / Н. Н. Двуличанская, В. И. Ермолаева. — 2-е изд., испр. — Москва : Издательство МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2021. — 463, [1] с. : ил.

ISBN 978-5-7038-5654-3

Представлен современный курс общей и неорганической химии, охватывающий основные теоретические и практические разделы. Кратко изложены основные понятия и законы химии. Вопросы, посвященные строению вещества, химии элементов, химической термодинамике и кинетике, свойствам растворов, возникновению и особенностям 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

© Двуличанская Н.Н.,
Ермолаева В.И., 2018

© Двуличанская Н.Н.,
Ермолаева В.И., 2021,
с изменениями

© Оформление. Издательство
МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2021

ISBN 978-5-7038-5654-3

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