

Министерство образования и науки РФ
Алтайский государственный университет

Лабораторный практикум по неорганической химии

Учебное пособие

Часть 3

Химия элементов



Барнаул

Издательство Алтайского
государственного университета
2012

УДК 546(075.8)
ББК 24.1я73-5+24.115я73-5
Л 125

Рецензент:

кандидат химических наук, доцент *Е.Г. Ильина*

Составитель:

доктор химических наук, профессор *В.А. Новоженев*,
заведующий кафедрой неорганической химии
Алтайского государственного университета

Л 125 Лабораторный практикум по неорганической химии :
учебное пособие : в 3 ч. Ч. 3 : Химия элементов / сост.
В.А. Новоженев. – Барнаул : Изд-во Алт. ун-та, 2012. –
346 с.
ISBN 978-5-7904-1203-5

Учебное пособие составлено в соответствии с Государственным образовательным стандартом высшего профессионального образования по специальности «Фундаментальная и прикладная химия» и направлению «Химия» от 19 мая 2010 г.

УДК 546(075.8)
ББК 24.1я73-5+24.115я73-5

ISBN 978-5-7904-1203-5

© Составление. Новоженев В.А., 2012
© Оформление. Издательство Алтайского
государственного университета, 2012

Введение

Пособие содержит описание лабораторных работ по химии элементов. В основе данного практикума лежит учебное пособие «Лабораторные работы по общей и неорганической химии» З.Г. Васильевой, А.А. Грановской, А.А. Таперова¹. Некоторые опыты взяты из практикумов по неорганической химии Н.С. Ахметова и В.И. Спицына².

Лабораторные работы распределены по семействам элементов: **s-элементы**, **p-элементы**, **d-элементы**, **f-элементы**. В отдельный раздел вынесены лабораторные работы по химии комплексных соединений. В семействах элементы расположены по группам. Нумерация групп элементов соответствует нумерации, рекомендованной ИЮПАК³: s-элементы находятся в I и II группах; d-элементы – в III–XII группах; p-элементы – в XIII–XVIII группах; f-элементы вынесены за пределы периодической системы.

Каждая глава содержит теоретические сведения по химии элементов, вопросы и задачи, а также тест для самоконтроля усвоения теоретической части материала, лабораторные работы по химии элементов данной группы, итоговый тест для проверки знаний химии элементов. Изучение главы заканчивается контрольной работой по элементам данной группы. В конце учебного пособия приведен библиографический список.

Сначала необходимо изучить теоретический материал по теме, самостоятельно проверить свои знания, ответив на контрольные вопросы и решив тест. Только после этого следует приступить к выполнению лабораторной работы.

Проделав эксперименты и ответив на поставленные по ходу работы вопросы, студент защищает полученные результаты у преподавателя, отвечает на вопросы итогового теста. Итогом изучения темы является контрольная работа.

¹ Васильева З.Г., Грановская А.А., Таперова А.А. Лабораторные работы по общей и неорганической химии. – Л.: Химия, 1986.

² Ахметов Н.С., Азизова М.К., Бадьгина Л.И. Лабораторные и семинарские занятия по неорганической химии. – М.: Высш. школа, 1988; Практикум по неорганической химии / под ред. В.И. Спицына. – М.: Изд-во МГУ, 1984.

³ Международный союз теоретической и прикладной химии (ИЮПАК, англ. International Union of Pure and Applied Chemistry, IUPAC) – международная неправительственная организация, способствующая прогрессу в области химии.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение	3
Глава 1. S-элементы	4
1.1. Общая характеристика s-элементов I и II групп	4
1.2. Общая характеристика s-элементов I группы	7
1.2.1. Природные ресурсы	10
1.2.2. Физические свойства	11
1.2.3. Получение	13
1.2.4. Химические свойства	15
1.2.5. Соединения	16
1.2.6. Применение	22
Вопросы и задачи	23
Тест для самоконтроля знаний	24
<i>Лабораторная работа №1. S-элементы I группы</i>	25
1.3. Общая характеристика s-элементов II группы	29
1.3.1. Природные ресурсы	31
1.3.2. Физические свойства	33
1.3.3. Получение	33
1.3.4. Химические свойства	35
1.3.5. Соединения	36
1.3.6. Применение	45
Вопросы и задачи	46
Тест для самоконтроля знаний	47
<i>Лабораторная работа №2. Бериллий. Магний</i>	48
<i>Лабораторная работа №3. Щелочно-земельные металлы</i>	51
<i>Лабораторная работа №4. Определение жесткости воды</i>	55
Контрольные вопросы и задачи	57
Контрольный тест	61
Контрольная работа	65
Глава 2. Переходные элементы (d-элементы и f-элементы)	66
2.1. Общая характеристика переходных элементов III–XXII групп	66
2.2. D-элементы	68
2.3. Нестехиометрия соединений d-элементов	75
2.4. Химия соединений переходных элементов	77
2.4.1. Гидриды	77
2.4.2. Бориды	78
2.4.3. Карбиды и нитриды	79

2.4.4. Оксиды	82
2.4.5. Применение оксидов	88
2.4.6. Гидроксиды	89
2.4.7. Галогениды	94
D-элементы III группы	
Вопросы и задачи	98
<i>Лабораторная работа №5. Лантан. Церий</i>	99
D-элементы IV группы	
Вопросы и задачи	100
Тест для самоконтроля знаний	101
<i>Лабораторная работа №6. Титан. Цирконий</i>	101
D-элементы V группы	
Вопросы и задачи	108
Тест для самоконтроля знаний	108
<i>Лабораторная работа №7. Ванадий. Ниобий</i>	109
D-элементы VI группы	
Вопросы и задачи	115
Тест для самоконтроля знаний	117
<i>Лабораторная работа №8. Хром</i>	118
<i>Лабораторная работа №9. Молибден</i>	122
<i>Лабораторная работа №10. Вольфрам</i>	125
Контрольные вопросы и задания по теме «D-элементы III–VI групп»	129
D-элементы VII группы	
Вопросы и задачи	131
Тест для самоконтроля знаний	132
<i>Лабораторная работа №11. Марганец. Рений</i>	132
D-элементы VIII–X групп (семейство железа)	
Вопросы и задачи	139
Тест №1 для самоконтроля знаний	141
Тест №2 для самоконтроля знаний	141
<i>Лабораторная работа №12. Железо</i>	142
<i>Лабораторная работа №13. Кобальт. Никель</i>	150
D-элементы XI группы	
Вопросы и задачи	155
Тест для самоконтроля знаний	156
<i>Лабораторная работа №14. Медь</i>	157
<i>Лабораторная работа №15. Серебро</i>	161
<i>Лабораторная работа №16. Определение хлорида натрия в растворе методом argentометрического титрования</i>	165

D-элементы XII группы	
Вопросы и задачи	167
Тест для самоконтроля знаний	168
<i>Лабораторная работа №17. Цинк. Кадмий</i>	169
<i>Лабораторная работа №18. Ртуть</i>	171
Глава 3. Р-элементы	175
3.1. Общая характеристика р-элементов XIII–XVIII групп	175
3.1.1. Правило четности	181
3.1.2. Вторичная периодичность	183
3.1.3. Свойства простых веществ	189
3.2. Р-элементы XIII группы	192
3.2.1 Физические свойства	192
3.2.2. Химические свойства	192
Вопросы и задачи	194
Тест для самоконтроля знаний	197
<i>Лабораторная работа №19. Бор</i>	198
<i>Лабораторная работа №20. Алюминий</i>	201
3.3. Р-элементы XIV группы	206
3.3.1. Физические свойства	206
3.3.2. Химические свойства	207
Вопросы и задачи	210
Тест для самоконтроля знаний	213
<i>Лабораторная работа №21. Углерод</i>	214
<i>Лабораторная работа №22. Кремний</i>	221
<i>Лабораторная работа №23. Олово</i>	224
<i>Лабораторная работа №24. Свинец</i>	229
Контрольный тест по теме «Р-элементы XIII–XIV групп»	235
3.4. Р-элементы XV группы	236
3.4.1. Физические свойства	236
3.4.2. Химические свойства	238
Вопросы и задачи	241
Тест для самоконтроля знаний	244
<i>Лабораторная работа №25. Азот</i>	245
<i>Лабораторная работа №26. Фосфор</i>	253
<i>Лабораторная работа №27. Сурьма. Висмут</i>	257
3.5. Р-элементы XVI группы	262
3.5.1. Физические свойства	262
3.5.2. Химические свойства	264

Вопросы и задачи	265
Тест для самоконтроля знаний	267
<i>Лабораторная работа №28. Сера</i>	268
3.6. Р-элементы XVII группы (галогены)	276
3.6.1. Физические свойства	276
3.6.2. Химические свойства	277
Вопросы и задачи	278
Тест для самоконтроля знаний	280
<i>Лабораторная работа №29. Галогены</i>	281
Контрольный тест	287
Глава 4. Комплексные соединения	291
4.1. Общая характеристика комплексных соединений	291
4.1.1. Устойчивость комплексных ионов	291
4.1.2. Номенклатура комплексных соединений	293
4.1.3. Изомерия комплексных соединений	296
4.1.4. Основные типы комплексных соединений	297
4.1.5. Окраска комплексных соединений	299
4.1.6. Степень окисления и структура комплексных соединений	301
4.2. Влияние количества d-электронов на свойства комплексных соединений	301
4.3. Теория химической связи в комплексных соединениях	304
4.3.1. Электростатическая теория	305
4.3.2. Метод валентных связей	307
4.3.3. Теория кристаллического поля	309
4.3.4. Метод молекулярных орбиталей	314
Вопросы и задачи	322
Тест для самоконтроля знаний	324
Контрольные вопросы и задачи	325
<i>Лабораторная работа №30. Комплексные соединения</i>	328
Библиографический список	337
Приложение 1	339
Приложение 2	341

Учебное издание

Лабораторный практикум по неорганической химии

Учебное пособие

Часть 3

Химия элементов

Составитель: ***В.А. Новоженев***, д-р хим. наук, профессор

Компьютерный набор текста: *О.В. Белова*

Редактирование и подготовка

оригинал-макета: *Е.М. Федяева*

ЛР 020261 от 14.01.1997 г.

Подписано в печать 10.02.2012. Формат 60x84/16.

Бумага офсетная. Усл. печ. л. 20,2.

Тираж 150 экз. Заказ №39.

Издательство Алтайского государственного университета

Типография Алтайского государственного университета:

656049, Барнаул, ул. Димитрова, 66