

Министерство образования Российской Федерации
Омский государственный университет

УДК 545.42
ББК 24я7
Г 610

*Рекомендовано к изданию
советом химического факультета ОмГУ
Протокол №5 от 23.01.04*

*Рецензенты:
доцент, канд. хим. наук О.А. Федяева;
доцент, канд. физ.-мат. наук Г.Б. Тодер*

О.А. Голованова, И.М. Зырянова

ХИМИЧЕСКАЯ СВЯЗЬ И КОМПЛЕКСНЫЕ СОЕДИНЕНИЯ

Учебно-методическое пособие
(для студентов высших учебных заведений)

Голованова О.А., Зырянова И.М.
Г 610 Химическая связь и комплексные соединения: Учебно-методическое пособие (для студентов высших учебных заведений). – Омск: Омск. гос. ун-т, 2004. – 213 с.

ISBN 5-7779-0462-9

Пособие содержит необходимые теоретические сведения о химической связи, строении вещества, комплексных соединениях, а также разнообразные иллюстрации, стимулирующие активное восприятие и понимание материала. Приводятся контрольные вопросы и тесты, способствующие закреплению теоретического раздела.

Для студентов первого курса химических специальностей высших учебных заведений, в первую очередь университетов. Пособие может быть полезным для студентов старших курсов при изучении разделов, связанных с химической связью и комплексными соединениями.

**УДК 545.42
ББК 24я7**

ISBN 5-7779-0462-9

© Омский госуниверситет, 2004

Издание ОмГУ

Омск 2004

ОГЛАВЛЕНИЕ

ПРЕДИСЛОВИЕ	6
ВВЕДЕНИЕ.....	7
1. ХИМИЧЕСКАЯ СВЯЗЬ И СТРОЕНИЕ МОЛЕКУЛ	9
1.1. Химическая связь. Развитие представлений о валентности и химической связи	9
1.2. Степень окисления – формальная характеристика валентности	19
1.3. Химическая связь. Основные представления	20
1.3.1. Кривая потенциальной энергии молекулы	22
1.3.2. Электронная теория валентности	25
1.4. Ионная связь	26
1.4.1. Энергия ионизации. Сродство к электрону	26
1.4.2. Электроотрицательность	30
1.4.3. Размеры атомов и ионов	36
1.5. Метод Молекулярных Орбиталей	41
1.5.1. Двухатомные гомоядерные молекулы	45
1.5.2. Двухатомные гомоядерные молекулы II периода	49
1.5.3. Двухатомные гетероядерные молекулы	55
1.5.4. Многоатомные молекулы	59
1.5.5. Сопоставление энергетических диаграмм орбиталей молекул различного строения	63
1.6. Теория Валентных Связей	64
1.7. Ковалентная связь	66
1.7.1. Ковалентная неполярная и полярная связи	66
1.7.2. Донорно-акцепторное взаимодействие.....	69
1.7.3. Валентные возможности атомов	70
1.7.4. Направленность ковалентной связи.....	73
1.7.5. Энергия и длина связи	78
1.7.6. Гибридизация атомных орбиталей	82
1.7.7. Теория локализованных электронных пар. Метод Гиллеспи-Найхолма	89
1.7.8. Геометрия соединений с кратными связями	102
1.7.9. Сравнительная характеристика методов МО ЛКАО и ВС.....	105
1.8. Дипольный момент молекул	106
1.9. Невалентные типы связи	109

1.9.1. Межмолекулярное взаимодействие	109
1.9.2. Донорно-акцепторное взаимодействие молекул.....	111
1.9.3. Водородная связь	112
1.9.4. Металлическая связь	115
Контрольные вопросы и задания по теме «Химическая связь и строение молекул»	116
2. КОМПЛЕКСНЫЕ СОЕДИНЕНИЯ	125
2.1. Состав комплексных соединений.....	126
Контрольные задания	132
2.2. Номенклатура	132
2.2.1. Названия лигандов.....	132
2.2.2. Порядок перечисления лигандов.....	133
2.2.3. Нейтральные комплексы	134
2.2.4. Комплексные катионы.....	134
2.2.5. Комплексные анионы	135
2.2.6. Мостиковые группы и многоядерные комплексы	136
2.2.7. Геометрические изомеры	136
Контрольные задания	137
2.3. Классификация комплексных соединений	138
2.3.1. Аквакомплексы	138
2.3.2. Гидрокомплексы	139
2.3.3. Аммиакаты	140
2.3.4. Ацидокомплексы	141
2.3.5. Анионгалогенаты	142
2.3.6. Катионгалогенаты	143
2.3.7. Гидридные комплексы	143
2.3.8. Карбонилы	144
2.3.9. π-комплексы	146
2.4. Изомерия комплексных соединений	151
2.4.1. Изомерия лигандов	152
2.4.2. Геометрическая изомерия	152
2.4.3. Оптическая изомерия	154
2.4.4. Сольватная (гидратная изомерия)	155
2.4.5. Ионная изомерия	156
Контрольные задания	157
2.5. Химическая связь в комплексных соединениях	158
2.5.1. Теория валентных связей. Донорно-акцепторный механизм образования связи	158
2.5.2. Взаимное влияние лигандов. Теория поля. Спектрохимический ряд лигандов	162

2.5.3. Химическая связь в комплексных соединениях. Примеры	172
2.5.4. Теория поля лигандов. Основные положения	176
Контрольные задания	178
2.6. Устойчивость комплексных соединений в растворах	180
2.6.1. Отщепление ионов внешней сферы	180
2.6.2. Обратимая диссоциация комплексных соединений	181
2.6.3. Ступенчатая и общая константы диссоциации	181
2.6.4. Константы устойчивости и прочность комплексов	182
2.6.5. Константа нестойкости	183
2.6.6. Примеры образования и разрушения комплексов	188
Контрольные задания по теме «Комплексные соединения»	190
РЕКОМЕНДАТЕЛЬНЫЙ БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ	
СПИСОК	194
Приложение 1	197
Приложение 2	202

ПРЕДИСЛОВИЕ

При подготовке специалистов-химиков важно выработать у студентов научное мировоззрение уже на младших курсах.

В данном пособии авторы подробно рассматривают наиболее трудные разделы неорганической химии, которые вызывают у студентов первого курса определенные проблемы.

Действительно, такие темы, как химическая связь, строение молекул, комплексные соединения, как правило, с трудом усваиваются студентами, чьи ответы на экзамене снижают общее впечатление. Поэтому учебное пособие О.А. Головановой и И.М. Зыряновой является чрезвычайно ценным для изучения современной химии и отличается глубиной проработки, широким охватом материала и доступностью для студентов с различным начальным уровнем подготовки.

В каждом разделе пособия предлагаются задания и упражнения, которые студенты могут использовать как для самостоятельного контроля, так и для закрепления материала на практических и лабораторных занятиях.

Данное пособие поможет студентам развить навыки творческого мышления, повысит эффективность усвоения учебного материала.

Думаю, что студенты по достоинству оценят пособие, сделав его своей настольной книгой при изучении всего курса неорганической химии.

Заведующий кафедрой неорганической химии ОмГУ,
доктор тех. наук, профессор В.Ф. Борбат

ВВЕДЕНИЕ

Все вещества состоят из корпускул, которые, в свою очередь, представляют разнообразные сочетания элементов...

М.В. Ломоносов

Современная общая химия представляет собой теоретические основы системы знаний о веществах и их взаимопревращениях. Фундаментальными учениями общей химии являются учения о строении вещества, направлении и скорости химических реакций, а также о периодическом изменении свойств элементов и их соединений. Зная строение вещества, можно судить о направлении химического процесса, его скорости и наоборот.

Темы, рассмотренные в данном пособии, являются достаточно трудными для усвоения, само понятие «химическая связь» является, по мнению ведущих химиков, одним из самых напряженных в методологическом отношении. Школьные представления о «валентности» недостаточны для понимания природы комплексных ионов, ион-радикалов, комплексов с переносом заряда, карборанов и т.д., т.е. для всех классов веществ, находящихся в центре внимания современной химии. Тема «Строение комплексных соединений» в известных учебниках излагается поверхностно, поэтому, прежде чем приступать к изучению строения комплексных соединений, необходимо подробно рассмотреть химическую связь.

Существенную помощь в обучении может оказать разработанное пособие, поскольку содержит разнообразный теоретический материал и значительное количество примеров. С целью успешного усвоения и закрепления теоретического материала необходимо из рекомендательного библиографического списка выбрать несколько учебных пособий и использовать их для детального изучения соответствующего вопроса. Для подготовки к занятиям рекомендуется проработать теоретический материал данного пособия, разобрать предложенные примеры. Трудные вопросы следует рассматривать, используя дополнительную учебную, а также научно-техническую и иную литературу, в том числе по физике. В каждом разделе имеются контрольные упражнения, которые можно использовать на практических, лабораторных занятиях и при самостоятельном изучении тем.

На заключительном этапе рекомендуется самостоятельное тестирование и работа с компьютерными программами, например, «Открытая химия» V.2.5, 2002, МИФИ.

Пособие предназначено для студентов-химиков I курса и является основой для дальнейшего изучения строения вещества и химии комплексных соединений. Рассмотренные в пособии разделы изучаются в курсе неорганической химии и соответствуют типовой программе дисциплины. Пособие может быть использовано для изучения разделов «Химическая связь и комплексные соединения» студентами других специальностей. Желаем успеха!

Авторы благодарят доктора хим. наук профессора В.И. Вершинина, доктора хим. наук Е.Г. Атавина, кандидата физ.-мат. наук Г.Б. Тодера и кандидата хим. наук О.А. Федяеву за проявленный интерес к работе и ценные замечания.

Учебное издание

Ольга Александровна Голованова
Ирина Михайловна Зырянова

ХИМИЧЕСКАЯ СВЯЗЬ И КОМПЛЕКСНЫЕ СОЕДИНЕНИЯ

Учебно-методическое пособие
(для студентов высших учебных заведений)

Технический редактор Е.В. Лозовая
Редактор Л.Ф. Платоненко

Подписано в печать 30.05.04. Формат бумаги 60х84 1/16.
Печ. л. 13,2. Усл.-печ. л. 12,3. Уч-изд. 12,4. Тираж 150 экз. Заказ .

*Издательско-полиграфический отдел ОмГУ
644077, г. Омск-77, пр. Мира, 55 а, госуниверситет*