

УДК 547
ББК 24.2
Г695

Рецензенты:

Л. Д. Румш, заведующий лабораторией Института
биоорганической химии РАН, д-р хим. наук, профессор

С. Н. Соловьев, заведующий кафедрой общей
и неорганической химии РХТУ, д-р хим. наук, профессор

Г695 Горленко В. А., Кузнецова Л. В., Яныкина Е. А.
Органическая химия: Учебное пособие. Ч. V, VI. – М.: МПГУ,
2012. – 398 с.

Данное издание представляет собой V и VI части учебного пособия по курсу «Органическая химия». Оно охватывает соединения циклического ряда и включает современные данные по номенклатуре и изомерии, электронному строению, способам получения и характерным химическим свойствам класса алициклических углеводов (циклоалканы), ароматических соединений, включая ряды бензола, полиядерных ароматических углеводов с изолированными и конденсированными ядрами, а также гетероциклических соединений с одним или более гетероатомами в цикле. Свойства рассматриваются в тесной взаимосвязи со строением органических соединений. Значительное внимание уделяется механизмам реакций, объясняющим особенности химического поведения. Изложение материала сопровождается иллюстрациями биологической роли органических веществ соответствующего класса.

В конце каждого раздела приведен список вопросов и заданий для повторения и закрепления материала.

Издание предназначено для студентов биолого-химических факультетов педагогических вузов, включая бакалавриат биолого-химического и биологического направлений.

ISBN 978-5-7042-2377-1

© МПГУ, 2012

© Издательство «Прометей», 2012

Содержание

Часть V.

КАРБОЦИКЛИЧЕСКИЕ СОЕДИНЕНИЯ11

23. АЛИЦИКЛИЧЕСКИЕ СОЕДИНЕНИЯ.....11

23.1. Циклоалканы (циклопарафины). 14

23.1.1. Номенклатура и изомерия циклоалканов 15

23.1.2. Электронное строение циклопропана 24

23.1.3. Способы получения циклоалканов 27

23.1.4. Физические свойства циклоалканов 29

23.1.5. Химические свойства циклоалканов 30

23.2. Применение циклоалканов и их биологически активные производные 38

Резюме 41

Вопросы и задания 43

24. АРОМАТИЧЕСКИЕ УГЛЕВОДОРОДЫ (АРЕНЫ) И ИХ ЗАМЕЩЕННЫЕ45

24.1. Общие сведения. 47

24.2. Изомерия и номенклатура углеводородов ряда бензола 49

24.3. Получение бензола и его гомологов 51

24.3.1. Природные источники 51

24.3.2. Синтетические способы получения бензола и его гомологов. 52

24.3.2.1. Полимеризация алкинов 52

24.3.2.2. Реакция Вюрца-Фиттига (1864) 52

24.3.2.3. Реакция Фриделя-Крафтса – алкилирование бензола 53

24.3.2.4. Декарбоксилирование ароматических кислот 53

24.4. Физические свойства бензола и его гомологов .. 54

24.5. Строение бензола 54

24.5.1. Концепция гибридизации 54

24.5.2. Квантово-химическое описание ароматических систем 58

24.5.3. Правило Хюккеля	62
24.5.4. Критерии ароматичности	68
24.6. Химические свойства бензола	71
24.6.1. Реакции электрофильного замещения	71
24.6.1.1. Механизм реакции электрофильного замещения S_E2	72
24.6.1.2. Реакция нитрования	78
24.6.1.3. Сульфирование бензола и его производных.	80
24.6.1.4. Галогенирование	84
24.6.1.5. Алкилирование по ядру	86
24.6.1.6. Ацилирование	89
24.6.2. Ориентация в реакциях электрофильного замещения и реакционная способность производных бензола.	91
24.6.2.1. Ориентанты I рода	93
24.6.2.2. Ориентанты II рода	101
24.6.2.3. Ориентация в дизамещенных бензола	104
24.6.3. Реакции присоединения	105
24.6.3.1. Гидрирование	106
24.6.3.2. Присоединение галогенов.	106
24.6.4. Реакции окисления	107
Резюме	109
Вопросы и задания	113
24.7 Гидроксипроизводные ароматического ряда	115
24.7.1. Фенолы	115
24.7.1.1. Физические свойства фенолов.	116
24.7.1.2. Способы получения фенолов	118
24.7.1.3. Электронное строение фенола и реакционная способность	126
24.7.1.4. Химические свойства фенолов	128
24.7.2. Многоатомные фенолы	142
24.7.3. Ароматические спирты	145
24.7.4. Применение фенолов.	146
Резюме	148
Вопросы и задания	150
24.8. Альдегиды и кетоны ароматического ряда	153
24.8.1. Номенклатура, изомерия, общая характеристика	153

24.8.2. Получение карбонильных соединений . .	155
24.8.3. Химические свойства	157
24.8.3.1. Реакции нуклеофильного присоединения	157
24.8.3.2. Реакции конденсации	160
24.8.3.3. Взаимодействие с аминами	161
24.8.3.4. Реакции окисления альдегидов и кетонов	162
24.8.3.5. Взаимодействие ароматических альдегидов с хлором	165
24.8.3.6. Галоформная реакция.	165
24.8.3.7. Восстановление ароматических альдегидов и кетонов	166
24.8.4. Реакции по ароматическому ядру	167
Резюме	167
Вопросы и задания.	170
24.9. Карбоновые кислоты ароматического ряда	171
24.9.1. Общая характеристика ароматических карбоновых кислот.	173
24.9.2. Получение ароматических карбоновых кислот	174
24.9.3. Химические свойства	176
24.9.3.1. Реакции по карбоксильной группе .	176
24.9.3.2. Реакции по ароматическому ядру .	181
24.9.4. Фенолоксилоты.	182
24.9.4.1. Салициловая (о-гидроксibenзойная) кислота	182
24.9.4.2. Галловая кислота (3,4,5- тригидроксibenзойная).	184
Резюме	185
Вопросы и задания.	187
24.10. Амины ароматического ряда	188
24.10.1. Общая характеристика аминов ароматического ряда	189
24.10.2. Получение ароматических аминов	191
24.10.3. Химические свойства	195
24.10.3.1. Реакции по аминогруппе	195
24.10.3.2. Реакции по ароматическому ядру .	202
Резюме	206
Вопросы и задания.	207

24.11. Ароматические диазо- и азосоединения.	209
24.11.1 Структура солей диазония.	211
24.11.2. Получение солей диазония – реакция диазотирования	212
24.11.3. Реакции солей диазония с выделением азота.	215
24.11.4. Реакции солей диазония без выделения азота.	220
24.11.4.1. Восстановление солей диазония . . .	220
24.11.4.2. Реакция азосочетания – получение азокрасителей	220
24.11.4.3. Примеры азокрасителей	223
24.11.4.4. Хромоизомерия азокрасителей. . .	225
Резюме	227
Вопросы и задания	128

25. ПОЛИЯДЕРНЫЕ УГЛЕВОДОРОДЫ АРОМАТИЧЕСКОГО РЯДА 231

25.1. Полиядерные ароматические углеводороды с изолированными бензольными ядрами	232
25.1.1. Способы получения полиядерных ароматических соединений с изолированными ядрами	233
25.1.2. Химические свойства	236
25.1.2.1. Реакции электрофильного замещения	236
25.1.2.2. Свойства ди- и трифенилметанов по центральному углеродному атому.	237
25.1.2.3. Красители трифенилметанового ряда.	242
Резюме	245
Вопросы и задания	247
25.2. Полиядерные соединения с конденсированными ядрами.	248
25.2.1. Ароматичность конденсированных углеводородов.	252
25.2.2. Химические свойства конденсированных ароматических углеводородов	254
25.2.2.1. Реакции электрофильного замещения	254

25.2.2.2. Реакции присоединения к конденсированным ароматическим углеводородам	261
25.2.2.3. Окисление	263
25.2.2.4. Получение гидрокси- и аминзамещенных конденсированных углеводородов	265
Резюме	268
Вопросы и задания	270

Часть VI.

ГЕТЕРОЦИКЛИЧЕСКИЕ СОЕДИНЕНИЯ272

26. ГЕТЕРОЦИКЛИЧЕСКИЕ СОЕДИНЕНИЯ С ОДНИМ ГЕТЕРОАТОМОМ273

26.1. Пятичленные гетероциклы с одним гетероатомом	274
26.1.1. Общая характеристика, изомерия, номенклатура, биологическая роль производных	274
26.1.2. Способы получения	277
26.1.2.1. Получение фурана	277
26.1.2.2. Получение пиррола	278
26.1.2.3. Получение тиафена	279
26.1.3. Физические свойства	280
26.1.4. Строение и сравнительная характеристика ароматичности	281
26.1.5. Химические свойства	286
26.1.5.1. Реакции электрофильного замещения (S_E2)	286
26.1.5.2. Кислотно-основные свойства	296
26.1.5.3. Реакции присоединения	300
26.1.5.4. Окисление	302
Резюме	304
Вопросы и задания	305
26.2. Шестичленные гетероциклы с одним гетероатомом. Пиридин	306
26.2.1. Общая характеристика. Физические свойства	307

26.2.2. Способы получения	308
26.2.3. Электронное строение молекулы пиридина	309
26.2.4. Химические свойства	312
26.2.4.1. Свойства пиридина как основания и нуклеофила	312
26.2.4.2. Реакции электрофильного замещения (S_E2)	314
26.2.4.3. Реакции нуклеофильного замещения (S_N)	317
26.2.4.4. Окисление и восстановление	321
26.2.5. Понятие об алкалоидах	323
Резюме	325
Вопрос	325

27. ГЕТЕРОЦИКЛИЧЕСКИЕ СОЕДИНЕНИЯ С НЕСКОЛЬКИМИ ГЕТЕРОАТОМАМИ327

27.1. Пятичленные гетероциклы с двумя гетероатомами	327
27.1.1. Основные представители и их биологическая роль	327
27.1.2. Строение и свойства имидазола	330
27.2. Шестичленные гетероциклы с двумя гетероатомами. Диазины	338
27.2.1. Общая характеристика. Физические свойства	338
27.2.2. Получение	340
27.2.3. Строение и химические свойства	341
27.2.4. Пиримидиновые основания	344
Резюме	346
Вопрос	347

28. КОНДЕНСИРОВАННЫЕ ГЕТЕРОЦИКЛИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ350

28.1. Индол	351
28.1.1. Биологическое значение производных индола	351
28.1.2. Физические свойства	352
28.1.3. Строение	353
28.1.4. Химические свойства	354

28.2. Хинолин и изохинолин	361
28.2.1. Биологически активные производные хинолина и изохинолина	361
28.2.2. Способы получения	363
28.2.3. Физические свойства	364
28.2.4. Строение и химические свойства	365
28.3. Пурин	370
28.3.1. Биологическое значение производных пурина	371
28.3.2. Строение, свойства и способы получения	373
28.3.3. Гидрокси- и аминопроизводные пурина. Аденин и гуанин	377
28.3.4. Понятие о строении нуклеиновых кислот	381
<i>Резюме</i>	383
<i>Вопрос</i>	385

29. КИСЛОРОДСОДЕРЖАЩИЕ ШЕСТИЧЛЕННЫЕ ГЕТЕРОЦИКЛЫ И ПРОИЗВОДНЫЕ НА ИХ ОСНОВЕ. ПОНЯТИЕ О БИОФЛАВОНОИДАХ И АНТОЦИАНАХ.	387
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ	394