

М. А. Юровская
А. В. Куркин

ОСНОВЫ ОРГАНИЧЕСКОЙ ХИМИИ

Допущено
Учебно-методическим объединением
по классическому университетскому образованию
в качестве учебного пособия для студентов,
обучающихся по специальности 020101.65 – Химия
и по направлению 020100.62 – Химия

4-е издание, электронное



Москва
Лаборатория знаний
2020

УДК 547
ББК 24.2я73
Ю78

Серия основана в 2009 г.

Юровская М. А.

Ю78 Основы органической химии : учебное пособие / М. А. Юровская, А. В. Куркин. — 4-е изд., электрон. — М. : Лаборатория знаний, 2020. — 239 с. — (Учебник для высшей школы). — Систем. требования: Adobe Reader XI ; экран 10". — Загл. с титул. экрана. — Текст : электронный.

ISBN 978-5-00101-757-8

В учебном издании, написанном преподавателями кафедры органической химии химического факультета МГУ, изложен краткий курс органической химии, включающий сведения о строении, методах получения, свойствах и применении основных классов органических соединений. Рассмотрены особенности механизмов важнейших органических реакций (нуклеофильного замещения, элиминирования и др.). Приведены необходимые сведения о современных наиболее информативных физико-химических методах исследования органических соединений (масс-спектрометрия, спектроскопия ЯМР, ИК-спектроскопия и др.).

Для студентов вузов нехимических специальностей, а также студентов, обучающихся по программе бакалавриата.

УДК 547
ББК 24.2я73

Деривативное издание на основе печатного аналога: Основы органической химии : учебное пособие / М. А. Юровская, А. В. Куркин. — 2-е изд. — М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2012. — 236 с. : ил. — (Учебник для высшей школы). — ISBN 978-5-9963-1069-2.

В соответствии со ст. 1299 и 1301 ГК РФ при устранении ограничений, установленных техническими средствами защиты авторских прав, правообладатель вправе требовать от нарушителя возмещения убытков или выплаты компенсации

ISBN 978-5-00101-757-8

© Лаборатория знаний, 2015

Оглавление

ВВЕДЕНИЕ	3
1. УГЛЕВОДОРОДЫ	4
1.1. АЛКАНЫ	4
Химические свойства алканов	6
Органическая масс-спектрометрия	13
1.2. АЛКЕНЫ	15
Химические свойства алкенов	17
Окисление алкенов в жестких условиях	23
Восстановление алкенов	25
Гидроборирование алкенов	26
Присоединение карбенов	28
Реакции алкенов, не затрагивающие двойную связь	28
1.3. ДИЕНЫ	30
Сопряженные диены (1,3-диены)	30
УФ-Спектроскопия	32
Химические свойства 1,3-диенов	33
Реакция Дильса–Альдера	36
Полимеризация	37
1.4. АЛКИНЫ	38
Реакции ацетиленов с участием тройной связи	40
Окисление алкинов	43
Восстановление алкинов	44
Гидроборирование алкинов	45
2. АРОМАТИЧЕСКИЕ СОЕДИНЕНИЯ	46
Спектроскопия ядерного магнитного резонанса	47
Химические свойства аренов	50
Восстановление ароматических систем	51
Реакции с участием боковых цепей	51
Галогенирование боковых алкильных цепей	53
Электрофильное замещение в ароматическом ряду	54
Нитрование	55
Галогенирование	56
Алкилирование по Фриделю–Крафтсу	57
Ацилирование по Фриделю–Крафтсу	58

Сульфирование ароматических соединений	60
Влияние заместителей в бензольном кольце на ориентацию электрофильного замещения	61
Синтезы ароматических альдегидов	67
Синтез Гаттермана–Коха	67
Метод Гаттермана	67
Модификация Адамса	68
Метод Реймера–Тимана	68
Формилирование по Вильсмайеру	69
3. НУКЛЕОФИЛЬНОЕ ЗАМЕЩЕНИЕ	70
3.1. АЛИФАТИЧЕСКОЕ НУКЛЕОФИЛЬНОЕ ЗАМЕЩЕНИЕ	70
Бимолекулярное нуклеофильное замещение S_N2	71
Мономолекулярное нуклеофильное замещение S_N1	76
Анхимерное содействие	78
Амбидентные нуклеофилы	78
3.2. ЭЛИМИНИРОВАНИЕ	80
Бимолекулярное элиминирование E_2	81
Мономолекулярное элиминирование (E_1)	85
Элиминирование по механизму E_{1cb}	88
3.3. АРОМАТИЧЕСКОЕ НУКЛЕОФИЛЬНОЕ ЗАМЕЩЕНИЕ	89
Нуклеофильное замещение атома водорода	90
Нуклеофильное замещение галогена	92
Нуклеофильное замещение других групп	94
Замещение неактивированного атома галогена в присутствии металлической меди (реакция Ульмана)	96
Ариновый механизм	96
4. МЕТАЛЛООРГАНИЧЕСКИЕ СОЕДИНЕНИЯ	98
Магнийорганические соединения	98
Цинкорганические соединения	102
Натрийорганические соединения	103
Литийорганические соединения	104
5. СПИРТЫ	106
5.1. ОДНОАТОМНЫЕ СПИРТЫ	106
Кислотность спиртов	106
Основность и нуклеофильность спиртов	107
Реакции замещения гидроксильной группы	108
Получение простых эфиров (нуклеофильное замещение гидроксильной группы на алкоксильную)	109

Замещение гидроксильной группы на галоген	110
Окисление спиртов	112
Дегидратация спиртов	113
5.2. МНОГОАТОМНЫЕ СПИРТЫ	114
6. ПРОСТЫЕ ЭФИРЫ	117
α-Оксиды (эпоксиды, оксиды этилена, оксираны)	118
Краун-эфиры	121
7. КАРБОНИЛЬНЫЕ СОЕДИНЕНИЯ	123
Реакции карбонильных соединений с нуклеофильными агентами	124
Реакции с N-нуклеофилами	126
Азины и гидразоны	128
Оксимы	129
Енамины	130
Взаимодействие карбонильных соединений с реактивами Гриньяра	132
Реакция Виттига	133
Реакции карбонильных соединений со слабыми нуклеофилами	133
Ацетали	135
Реакция карбонильных соединений с пентахлоридом фосфора	136
Реакции карбонильных соединений, протекающие через стадию образования енольных форм	137
Альдольно-кетоновые конденсации	137
Конденсации в основных средах	138
Конденсация в кислых средах	140
Конденсации метилкетонов в кислых средах	141
Конденсация разноименных карбонильных соединений	141
Амбидентность енолят-анионов	143
Другие реакции с участием енольных форм	143
Реакция Манниха	144
Окисление кетонов	145
Окисление альдегидов	145
Окисление диоксидом селена	146
Окисление кетонов надкислотами	146
Восстановление карбонильных соединений	147
Восстановление карбонильных соединений по Меервейну–Пондорфу–Верлею (гидридный перенос)	148
Окисление поOppенауэру	149
Реакция Тищенко	149
Восстановление карбонильных соединений комплексными гидридами металлов	151
7.1. α,β-НЕПРЕДЕЛЬНЫЕ КАРБОНИЛЬНЫЕ СОЕДИНЕНИЯ	151
Реакции со слабыми нуклеофилами	153
Восстановление α,β-непредельных карбонильных соединений	154
Диеновый синтез	154

8. КАРБОНОВЫЕ КИСЛОТЫ	155
Реакционная способность производных карбоновых кислот	156
Эфиры карбоновых кислот (сложные эфиры)	157
Гидролиз сложных эфиров	158
Реакции эфиров карбоновых кислот с аминами	158
Восстановление сложных эфиров	158
Взаимодействие сложных эфиров с реактивами Гриньяра	159
Енолизация производных карбоновых кислот	159
Сложноэфирная конденсация	160
Конденсация сложных эфиров с кетонами	161
Реакция Дарзана	161
Амиды и нитрилы карбоновых кислот	162
Гидролиз амидов и нитрилов	162
Восстановление амидов и нитрилов	163
Взаимодействие амидов и нитрилов с реактивами Гриньяра	164
Перегруппировка Гофмана	165
Перегруппировка Курциуса	165
Соли карбоновых кислот	166
Галогенангидриды и ангидриды карбоновых кислот	166
Ацилирование енаминов	169
Взаимодействие галогенангидридов кислот с реактивами Гриньяра	169
Восстановление галогенангидридов кислот	169
Реакция Геля–Фольгарда–Зелинского	170
Кетены	170
8.1. НЕПРЕДЕЛЬНЫЕ КАРБОНОВЫЕ КИСЛОТЫ	173
8.2. ДИКАРБОНОВЫЕ КИСЛОТЫ	174
Щавелевая кислота	174
Малоновая кислота	175
9. АМИНЫ	177
Качественные реакции, свойственные аминам	178
Разделение аминов	180
Получение аминов	181
Ацилирование аминов	182
Алифатические диазосоединения	183
Получение диазометана	184
10. ВОССТАНОВЛЕНИЕ АРОМАТИЧЕСКИХ НИТРОСОЕДИНЕНИЙ	187
Азоксибензол	188
Азобензол	189
Гидразобензол	189
Ароматические амины	191

11. АРОМАТИЧЕСКИЕ СОЛИ ДИАЗОНИЯ	193
13.1. РЕАКЦИИ С ВЫДЕЛЕНИЕМ АЗОТА	194
Замещение диазогруппы на фтор (реакция Шимана)	196
Замещение диазогруппы на хлор и бром	196
Замещение диазогруппы на цианогруппу.	197
Замещение диазогруппы на нитрогруппу.	197
Замещение диазогруппы на иод	197
Замещение диазогруппы на карбоксильную	197
Реакция Мейервейна	198
13.2. РЕАКЦИИ СОЛЕЙ ДИАЗОНИЯ, ИДУЩИЕ БЕЗ ВЫДЕЛЕНИЯ АЗОТА	198
Реакции азосочетания	198
Триазены	200
Получение арилгидразинов	200
Ароматическое нуклеофильное замещение, активируемое диазогруппой	201
12. ФЕНОЛЫ И ХИНОНЫ	203
Кислотность фенолов	204
Реакции фенолов по гидроксильной группе	205
Реакции по ароматическому ядру. Электрофильное галогенирование фенолов . . .	206
Взаимодействие с формальдегидом	208
Окисление фенолов	209
Восстановление фенолов	210
Производные фенола как антиоксиданты.	210
Хиноны	210
Окислительные свойства хинонов	212
13. ГЕТЕРОЦИКЛИЧЕСКИЕ СОЕДИНЕНИЯ	215
13.1. ПЯТИЧЛЕННЫЕ АРОМАТИЧЕСКИЕ ГЕТЕРОЦИКЛИЧЕСКИЕ СОЕДИНЕНИЯ	215
Методы получения	215
Химические свойства пятичленных гетероциклов	217
Нитрование	218
Сульфирование	219
Галогенирование	219
Формилирование (реакция Вильсмайера–Хаака)	220
Ацилирование	220
Кислотные свойства пиррола	222
Индол	222
Синтез индола	223
Химические свойства индола	223

13.2. ШЕСТИЧЛЕННЫЕ АРОМАТИЧЕСКИЕ ГЕТЕРОЦИКЛЫ.

ПИРИДИН, ХИНОЛИН.	224
Методы синтеза	224
Синтез Крауфа	225
Синтез Дебнера–Миллера	225
Химические свойства пиридина и хинолина	226
Основность	226
Окисление и восстановление	227
Электрофильное замещение в пиридиновом ядре	227
Химия N-оксида пиридина.	229
Нуклеофильное замещение в ряду пиридина	230