

**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

**5-е издание, электронное**



Москва  
Лаборатория знаний  
2025

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. — 5-е изд., электрон. — М. : Лаборатория знаний, 2025. — 239 с. — (Учебник для высшей школы). — Систем. требования: Adobe Reader XI ; экран 10". — Загл. с титул. экрана. — Текст : электронный.

ISBN 978-5-93208-801-2

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 978-5-93208-801-2

© Лаборатория знаний, 2015

# Оглавление

<b>ВВЕДЕНИЕ</b>	<b>3</b>
<b>1. УГЛЕВОДОРОДЫ</b>	<b>4</b>
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
<b>2. АРОМАТИЧЕСКИЕ СОЕДИНЕНИЯ</b>	<b>46</b>
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
<b>3. НУКЛЕОФИЛЬНОЕ ЗАМЕЩЕНИЕ . . . . .</b>	<b>70</b>
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
<b>4. МЕТАЛЛООРГАНИЧЕСКИЕ СОЕДИНЕНИЯ . . . . .</b>	<b>98</b>
Магнийорганические соединения . . . . .	98
Цинкорганические соединения . . . . .	102
Натрийорганические соединения . . . . .	103
Литийорганические соединения . . . . .	104
<b>5. СПИРТЫ . . . . .</b>	<b>106</b>
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
<b>6. ПРОСТЫЕ ЭФИРЫ . . . . .</b>	<b>117</b>
α-Оксиды (эпоксиды, оксиды этилена, оксираны) . . . . .	118
Краун-эфиры . . . . .	121
<b>7. КАРБОНИЛЬНЫЕ СОЕДИНЕНИЯ . . . . .</b>	<b>123</b>
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 по Оппенауэру . . . . .	149
Реакция Тищенко . . . . .	149
Восстановление карбонильных соединений комплексными гидридами металлов . . . . .	151
<b>7.1. α,β-НЕПРЕДЕЛЬНЫЕ КАРБОНИЛЬНЫЕ СОЕДИНЕНИЯ . . . . .</b>	<b>151</b>
Реакции со слабыми нуклеофилами . . . . .	153
Восстановление α,β-непредельных карбонильных соединений . . . . .	154
Диеновый синтез . . . . .	154

<b>8. КАРБОНОВЫЕ КИСЛОТЫ</b>	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
<b>9. АМИНЫ</b>	177
Качественные реакции, свойственные аминам	178
Разделение аминов	180
Получение аминов	181
Ацилирование аминов	182
Алифатические диазосоединения	183
Получение диазометана	184
<b>10. ВОССТАНОВЛЕНИЕ АРОМАТИЧЕСКИХ НИТРОСОЕДИНЕНИЙ</b>	187
Азоксibenзол	188
Азобензол	189
Гидразобензол	189
Ароматические амины	191

<b>11. АРОМАТИЧЕСКИЕ СОЛИ ДИАЗОНИЯ</b> . . . . .	<b>193</b>
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
<b>12. ФЕНОЛЫ И ХИНОНЫ</b> . . . . .	<b>203</b>
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
<b>13. ГЕТЕРОЦИКЛИЧЕСКИЕ СОЕДИНЕНИЯ</b> . . . . .	<b>215</b>
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