

УДК 574(075.8)
ББК 24.2я73
П 41

*Печатается по решению редакционно-издательского совета
Южного федерального университета*

*Учебник подготовлен и издан
в рамках национального проекта
«Образование» по «Программе развития федерального
государственного образовательного учреждения
высшего профессионального образования
"Южный федеральный университет" на 2007–2010 гг.»*

Пожарский А. Ф., Гулевская А. В., Дябло О. В., Озерянский В. А.

П 41 Практикум по органической химии: учебник / А. Ф. Пожарский, А. В. Гулевская, О. В. Дябло, В. А. Озерянский. – Ростов н/Д: Изд-во ЮФУ, 2009. – 320 с.

ISBN 978-5-9275-00612-5

Данный учебник предназначен для студентов химических специальностей университетов и химико-технологических вузов. Он может быть также полезен студентам-биологам и фармацевтам, в программу которых входит обучение основам органического синтеза.

ISBN 978-5-9275-0612-5

**УДК 574(075.8)
ББК 24.2я73**

© Пожарский А. Ф., Гулевская А. В.,
Дябло О. В., Озерянский В. А.,
2009
© Макет. Оформление. Издательство
Южного федерального
университета, 2009

ОГЛАВЛЕНИЕ

Предисловие	7
1. Правила техники безопасности в лаборатории органической химии	9
1.1. Общие правила работы	9
1.2. Работа с огнеопасными, взрывоопасными, едкими и токсичными веществами	11
1.2.1. Горючие жидкости	11
1.2.2. Ядовитые и едкие вещества	12
1.2.3. Кислоты и щелочи	13
1.2.4. Металлический натрий и калий	14
1.2.5. Взрывоопасные вещества	15
1.3. Технические операции	16
1.3.1. Работа с электроприборами	16
1.3.2. Работа с природным газом	16
1.3.3. Нагревание на масляной бане	16
1.3.4. Работа с хладагентами	17
1.3.5. Работа под уменьшенным давлением	18
1.3.6. Работа с запаянными ампулами, трубками и стеклянными капиллярами	19
1.4. Экстренная помощь пострадавшему	20
1.4.1. Средства первой медицинской помощи	20
1.4.2. Травмы глаз	20
1.4.3. Ожоги	21
1.4.4. Отравления	21
1.4.5. Порезы и ранения	22
1.4.6. Поражения электрическим током	22
2. Техника эксперимента в лаборатории органического синтеза	23
2.1. Организация рабочего места	23
2.2. Ведение лабораторного журнала	25
2.3. Основные типы химической посуды и установок	27
2.4. Перекристаллизация	35
2.5. Перегонка	38
2.6. Возгонка	47
2.7. Экстракция	49
2.8. Фильтрование	53
2.9. Определение физических свойств органических соединений	58
2.9.1. Температура плавления	58
2.9.2. Температура кипения	62
2.9.3. Определение плотности	63
2.9.4. Рефрактометрия	65
2.10. Тонкослойная и колоночная хроматография	68
2.10.1. Тонкослойная хроматография	70
2.10.2. Колоночная хроматография	74
2.11. Высушивание веществ	77
2.12. Хранение веществ	83
2.13. Основные виды стекловых работ	85
3. Методы синтеза органических соединений	89
3.1. Реакции ацилирования	89
3.1.1. Теоретические основы метода	89
3.1.2. Прописи синтезов	93
Ацетанилид	93
N-Ацетил-о-толуидин (о-Ацетотолуидин)	94

N-Метилформанилид	95
1-Формиламинобензимидазол	96
Ацетилсалициловая кислота (аспирин)	97
Бензойноэтиловый эфир	98
Метиловый эфир антралиновой кислоты	100
Ацетофенон	101
4-Ацетилдифенил	102
3.2. Нуклеофильное замещение при насыщенном атоме углерода	103
3.2.1. Теоретические основы метода	103
3.2.2. Прописи синтезов	111
Бромистый этил	111
Бромистый бутил	112
Йодистый этил	113
Йодистый метил	115
Нитрометан	116
Анизол	118
Этиловый эфир β-нафтола	119
3.3. Реакции конденсации карбонильных соединений	121
3.3.1. Теоретические основы метода	121
3.3.2. Прописи синтезов	128
Дибензилиденацетон	128
Бензальацетофенон (халкон)	129
Коричная кислота	130
Барбитуровая кислота	131
Этиловый эфир циклогексиденилуксусной кислоты	133
Коричный альдегид	134
Транс, транс-1,4-Дифенил-1,3-бутадиен (бистирил)	135
Фурфурилиденацетон	137
3-Пиперидино-1-фенилпропанон-1	138
3.4. Реакции металлоорганических соединений	139
3.4.1. Теоретические основы метода	139
3.4.2. Прописи синтезов	143
n-Октан	143
Трифенилкарбинол	145
Фенилуксусная кислота	147
Метиловый эфир (1-оксициклогексил)уксусной кислоты	150
Фенилбороновая кислота	151
3.5. Реакции окисления и восстановления в органической химии	152
3.5.1. Теоретические основы метода	152
3.5.2. Прописи синтезов	156
Валериановая кислота	156
p-Нитробензойная кислота	157
Пироксизевая кислота	158
o-Нитробензальдегид	160
o-Нитробензальдегид диацетат	160
o-Нитробензальдегид	161
Фенилглиоксаль	161
p-Бензохинон	162
Пироксизевая кислота и фурфуриловый спирт	164
Азоксibenзол	165
Азобензол	166
Янтарная кислота	167
Гидрокоричная кислота	168
Анилин	169

2,5-Дибромбензохинон.....	171
9,10-Фенантренхинон.....	172
3.6. Реакции циклоприсоединения.....	172
3.6.1. Теоретические основы метода	172
3.6.2. Прописи синтезов	181
Тетракис-1,2,3,4-(метоксикарбонил)циклобутан	181
Триптицен	182
3,6-Эндоксо-1,2,3,6-тетрагидрофталевый ангидрид	183
3-Метил-3,6-эндоксо-1,2,3,6-тетрагидрофталевый ангидрид.....	184
3.7. Электрофильное замещение в ароматическом ядре.....	184
3.7.1. Теоретические основы метода	184
3.7.2. Прописи синтезов	194
Бромбензол.....	194
Нитробензол	196
о- и п-Нитротолуол	197
п-Нитроацетанилид и п-нитроанилин	199
Сульфаниловая кислота.....	201
Пикриновая кислота	203
Орто- и пара-Нитрофенолы.....	204
Салициловый альдегид	205
п-Броманизол	207
Диоксандибромид	207
п-Броманизол	208
2-Гидрокси-1-нафталъдегид	208
1,5- и 1,8-Динитронафталины	210
3.8. Нуклеофильное замещение в ароматическом ядре.....	211
3.8.1. Теоретические основы метода	211
3.8.2. Прописи синтезов	219
2,4-Динитрофенилгидразин.....	219
Пикрилхлорид.....	221
2-Аминопиридин	222
β-Нафтол.....	224
3.9. Реакции перекрестного сочетания, катализируемые комплексами палладия	224
3.9.1. Теоретические основы метода	224
3.9.1.1. Особенности строения электронной оболочки переходных металлов.....	225
3.9.1.2. Типы лигандов и комплексов переходных металлов	226
3.9.1.3. Геометрия комплексов	230
3.9.1.4. Типы реакционной способности органических комплексов переходных металлов	231
3.9.1.5. Новые методы конструирования С-С связей с участием переходных металлов.....	234
3.9.2. Прописи синтезов.....	245
Приготовление катализаторов	245
4-Нитрофенилацетилен.....	246
2,3-Бис(фенилэтинил)хиноксалин	248
3,5-Дибромдифенил.....	249
3.10. Соли диазония.....	249
3.10.1. Теоретические основы метода	249
3.10.2. Прописи синтезов	255
Йодбензол.....	255
о-Нитрохлорбензол	257
β-Нафтоловый оранжевый (оранж II)	259

Пикриновая кислота	260
p-Нитробромбензол	261
Гелиантин (метилоранж)	263
Жировой желтый	264
p-Нитрофторбензол	265
3.11. Красители и крашение	267
3.11.1. Теоретические основы метода	267
3.11.2. Прописи синтезов	271
Флуоресцеин	271
Эозин (натриевая соль)	272
Тиюиндиго красный С	273
Индантроновый желтый	275
3.11.3. Техника крашения	278
3.12. Многостадийные синтезы	280
Бензиламин	280
1-Амино-8-нитронафталин	281
4-Бром-2-нитроанилин	283
1,3-Дифенилизобензофуран	284
1,3,5-Трибромбензол	286
1,3,5-Тринитробензол	288
1-n-Пропокси-2-амино-4-нитробензол (сладкий реагент Р4000)	289
4-Гидрокси-3-метоксибензальдегид (ванилин)	291
Люцигенин	293
Розеофлавин	296
Сольватохром из γ-пиколина	301
Приложение 1. Очистка растворителей	304
Ацетон CH_3COCH_3	304
Ацетонитрил CH_3CN	304
Бензол C_6H_6	305
Диметилсульфоксид $\text{CH}_3\text{S}(\text{O})\text{CH}_3$	305
Диметилформамид $(\text{CH}_3)_2\text{N}-\text{CH}=\text{O}$	305
1,4-Диоксан	306
Диэтиловый эфир $\text{C}_2\text{H}_5\text{OC}_2\text{H}_5$	306
Ксилол $\text{C}_6\text{H}_4(\text{CH}_3)_2$	307
Метанол CH_3OH	307
Метиленхлорид	307
Пиридин $\text{C}_5\text{H}_5\text{N}$	308
Тетрагидрофуран	308
Толуол $\text{C}_6\text{H}_5\text{CH}_3$	309
Уксусная кислота (ледяная) CH_3COOH	309
Уксусный ангидрид $(\text{CH}_3\text{CO})_2\text{O}$	309
Хлороформ CHCl_3	309
Четыреххлористый углерод CCl_4	310
Этанол $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$	310
Этилацетат $\text{CH}_3\text{COOC}_2\text{H}_5$	311
Приложение 2. Плотность растворов некоторых кислот и щелочей	312