

بسم الله الرحمن الرحيم

شیمی ہتروسیکل

تألیف:

جان جول، کیت میلز

ترجمہ:

دکتر حمید بیضائی

مشہد مقدس - انتشارات پرستاران جوان



تشارات پرستاران جوان



دانشگاه زابل

سرشناسه : جان آرتور

عنوان و پدیدآور : شیمی هتروسیکل؛ جان جول، کیت میلز؛ ترجمه حمید بیضائی

مشخصات نشر : مشهد، پرستاران جوان، ۱۳۹۲

مشخصات ظاهری : ۲۳۴ص: مصور، جدول، نمودار، رجلي

شابک : ۹۷۸-۶۰۰-۶۴۱۷-۶۹-۱

وضعیت فهرست نویسی: فیبا

موضوع : شیمی

شناسه افزوده : میلز، کیت

شناسه افزوده : بیضائی، حمید، ۱۳۶۰، مترجم

رده بندی کنگره : ۱۳۹۲ ش ۹ ج ۹ / QD۴۰۰

رده بندی دیویی : ۵۴۷/۵۹

شماره کتابشناسی ملی : ۳۲۲۷۷۵۶

شیمی هتروسیکل

جان جول، کیت میلز

حمید بیضائی

پرستاران جوان

یار آشنا

اول / پاییز ۱۳۹۲

جلد ۱۰۰۰

داننده

مہتاب

قیمت: ۲۰۰۰۰۰ ریال

تألیف:

ترجمه:

ناشر:

حروفچینی و صفحه آرایی:

نوبت چاپ:

شمارگان:

طراح جلد:

چاپ:

قیمت:

ISBN: 978-600-6417-69-1

شابک: ۹۷۸-۶۰۰-۶۴۱۷-۶۹-۱

تخفیف ویژه در مرکز نشر

مرکز نشر و پخش:

مشهدالرضا: میدان سعدی، خیابان سنبلاد، بین سنبلاد ۶ و ۸، پلاک ۱۰۴، طبقه منهای یک، تلفکس ۸۴۴۵۴۴ و ۸۴۲۱۷۴۴

تمامی حقوق برای ناشر محفوظ است. این اثر مشمول قانون حمایت از مؤلفان و مصنفان و هنرمندان مصوب ۱۳۴۸/۱۱/۱۱ و قانون ترجمه و تکثیر کتب و نشریات و آثار صوتی مصوب ۱۳۵۰/۱۰/۰۶ می باشد. بازنویسی، خلاصه برداری یا برداشت بخشی از متن یا شکل ها و جدول های کتاب و انتشار آن در قالب کتاب های ترجمه، تألیف، خلاصه، تست یا نرم افزار بدون اجازه کتبی ناشر، غیر قانونی و شرعاً حرام بوده و موجب پیگرد قانونی می شود.

acac	= acetylacetonato [MeCOCHCOMe ⁻]
adoc	= адамантилалоксикарбонил
Aliquid [®]	= трикарбаммоний хлорид [MeN(C ₆ H ₅) ₃ Cl]
<i>p</i> -An	= <i>para</i> -анисил [4-MeOC ₆ H ₄]
aq.	= aqueous
atm	= atmosphere
γ -BBN	= γ -борабисцикло[4.1.0]нонан [C ₈ H ₁₆ B]
BINAP	= 1,1'-bis(diphenylphosphino)-2,2'-binaphthalene [C ₂₄ H ₁₆ P ₂]
BINOL	= 1,1'-bis(1-нафтол) [C ₂₀ H ₁₂ O ₂]
Bn	= бензил [PhCH ₂]
Boc	= <i>tert</i> -бутоксикарбонил [Me ₃ CO ⁻ OC=O]
BOM	= бензилоксиметил [PhCH ₂ POCH ₃]
BOP	= (бензотриазол-4-илокси)трис(диметиламино)фосфоний гексафторфосфат
BSA	= <i>N</i> -O-бис(триметилсилил)ацетамид [MeC(OSiMe ₃) ₂ NSiMe ₃]
Bt	= бензотриазол-4-ил [C ₆ H ₄ N ₄]
<i>i</i> -Bu	= <i>iso</i> -бутил [Me ₂ CHCH ₃]
<i>n</i> -Bu	= <i>normal</i> -бутил [Me(CH ₂) ₃]
<i>s</i> -Bu	= <i>secondary</i> -бутил [MeCH ₂ CH(Me)H]
<i>t</i> -Bu	= <i>tert</i> -бутил [Me ₃ C]
Bus	= <i>tert</i> -бутилсульфонил [Me ₃ CSO ₂]
<i>c</i> .	= concentrated
<i>c</i>	= <i>cyclo</i> as in <i>c</i> -C ₃ H ₅ = циклопентил [C ₅ H ₉]
CAN	= cerium(IV) ammonium nitrate [Ce(NH ₄)(NO ₃) ₆]
Cbz	= бензилоксикарбонил (PhCH ₂ CO=O)
CDI	= 1,1'-карбондидимидазол [(C ₆ H ₄ N ₂) ₂ C=O]
Chloramine T	= <i>N</i> -хлоро-2-метилбензенесульфонамид sodium salt [75N(Cl)Na]
cod	= cycloocta-1,6-диен [C ₈ H ₁₄]
coe	= cyclooctene [C ₈ H ₁₄]
cp	= cyclopentадиленил анион [c-C ₅ H ₇ ⁻]
cp ⁺	= пентаметилциклопентадиленил анион [Me ₅ c-C ₅] ⁺
<i>m</i> -CPBA	= <i>meta</i> -хлоропербензойная кислота [3-(Cl)C ₆ H ₄ CO ₂ H]
CSA	= кампхорсульфонная кислота
CuTC	= thiophene-2-карбоксилная кислота copper(II) salt [C ₆ H ₄ SO ₃ S]
Cy	= cyclohexyl [C ₆ H ₁₁]
DABCO	= 1,4-диазабисцикло[2.2.2]октан [C ₄ H ₈ N ₄]
dba	= <i>trans</i> -дibenзилдидеканон [PhCH=CHCOCH=CHPh]
DBU	= 1,4-диазабисцикло[2.2.2]октан-5-ен [C ₄ H ₈ N ₄]
DCC	= <i>N,N</i> -диэтилхлоридкарбодимид [c-C ₆ H ₁₁ N=C=N-c-C ₆ H ₁₁]
DCE	= 1,1'-дихлорэтан [Cl(CH ₂) ₂ Cl]
DDQ	= 2,3,5-трихлоро-1,4-бензохинон [C ₆ Cl ₃ N ₂ O ₂]
de	= distereometric excess
DEAD	= диэтил азодикарбоксилат [EtO ₂ CN=NCO ₂ Et]
DIAD	= диisopropyl азодикарбоксилат [i-PrO ₂ CN=NCO ₂ i-Pr]
DIBALH	= диisobутилалюминий гидрид [(Me ₂ CHCH ₂) ₂ AlH]
DMA	= <i>N,N</i> -диметилхлоридацетамид [MeCONMe ₂]
DMAF	= 2-диметиламинопирридин [C ₄ H ₆ N ₂]
DME	= 1,2-диметоксиэтан [MeO(CH ₂) ₂ OMe]
DMF	= <i>N,N</i> -диметилформамид [Me ₂ NCH=O]
DMF/DMA	= диметилформамид диметил ацетат [Me ₂ NCH(OMe) ₂]
DMSO	= диметилсульфоксид [Me ₂ S=O]
Dom	= directed <i>ortho</i> -металляция

DPPA = diphenylphosphoryl azide ((PhO)₂P(O)N₃)
 dppb = γ,γ' -bis(diphenylphosphino)butane [Ph₂P(CH₂)₂PPh₂]
 dppf = γ,γ' -bis(diphenylphosphino)ferrocene [C₅H₅(FePPh₂)₂]
 dppp = γ,γ' -bis(diphenylphosphino)propane [Ph₂P(CH₂)₃PPh₂]
 EDTA = ethylenediaminetetraacetic acid [(HO₂CCH₂)₂N(CH₂)₂N(CH₂)₂CO₂H]
 ee = enantiomeric excess
 Et⁺ = general electrophile
 eq = equivalent(s)
 ESR = electron spin resonance
 Et = ethyl [CH₃CH₂]
 f. = fluming
 Fur = furyl as in γ -Fur = γ -furyl (furan - γ -yl) [C₄H₃O]
 FVP = flash vacuum pyrolysis
 Het = general designation for an aromatic heterocyclic nucleus
 HMDS = $\gamma,\gamma,\gamma',\gamma'$ -hexamethyldisilazane [Me₃SiNHSiMe₃]
 hplc = high pressure liquid chromatography
 HOMO = highest occupied molecular orbital
 hv = ultraviolet or visible irradiation
 hy = high yield
 Kryptofix $\gamma,\gamma',\gamma'',\gamma'''$ -hexaaza- γ,γ' -diazabicyclo[4.4.4]hexacosane [C₁₄H₁₈N₆O]
 LDA = lithium diisopropylamide [Li⁺iPr₂]
 LiTMP = lithium $\gamma,\gamma',\gamma'',\gamma'''$ -tetraaminyipiperazine [Li⁺N₄C₄Me₄]
 liq. = liquid
 LR = Lawesson's reagent [C₄H₄O₂P₂S]
 LUMO = lowest unoccupied molecular orbital
 Me = methyl [CH₃]
 MOM = methoxymethyl [CH₃OCH₂O]
 mp = melting point
 MS = molecular sieves
 MTBD = $\gamma,\gamma',\gamma'',\gamma'''$ -A-hexahydro- γ -methyl- γ -H-pyrimido[γ,γ' -a]pyridine [C₈H₈N₄]
 Ms = mesyl (methanesulfonyl) [MeSO₂]
 MSH = *O*-(mesitylenesulfonyl)hydroxylamine [H₃C₆(SO₂)₂C₆H₃(γ,γ',γ'' -Me)₃]
 MW = reaction heated by microwave irradiation
 NBS = *N*-bromosuccinimide [C₄H₄BrNO₂]
 NDA = sodium diisopropylamide [Na⁺iPr₂]
 NIS = *N*-iodosuccinimide [C₄H₄INO₂]
 NMP = *N*-methylpyrrolone [C₄H₇NO]
 NPE = γ -(γ' -nitrophenyl)ethyl [γ -O₂NC₆H₄CH₂CH₃]
 Nu⁺ = general nucleophile
n-Oct = *normal*-octyl [Me(CH₂)₇]
 OXONE® = potassium peroxymonosulfate [KHSO₅.KHSO₄.K₂SO₄]
 Ph = phenyl [C₆H₅]
 PhH = benzene [C₆H₆]
 Phosphorus oxychloride (phosphoryl chloride) = POCl₃
 Phth = phthaloyl [γ,γ' -COC₂H₄CO]
 PIFA = phenyliodine(III) bis(trifluoroacetate) [PhI(O₂CCF₃)₂]
 PMB = *para*-methoxybenzyl [γ -MeOC₆H₄CH₂]
 PMP = $\gamma,\gamma',\gamma'',\gamma'''$ -pentamethylpiperidine [C₅H₁₁N]
 Ⓢ = pyrophosphate [OP(=O)(OH)OP(=O)(OH)]
 PPA = polyphosphoric acid
i-Pr = *iso*-propyl [Me₂CH]
n-Pr = *normal*-propyl [CH₃CH₂CH₃]
 proton sponge = γ,γ' -bis(dimethylamino)naphthalene [C₁₀H₁₄N₂]

- PSSA = polysilyrenesulfonic acid
- py = pyridine, usually as a solvent
- Py = pyridyl, as in r-py , r-py , r-py , r-py [$\text{C}_5\text{H}_4\text{N}$]
- Pybox = $\text{r-}\beta$ -bis[($\text{r-SASr-}\beta$ -diphenyl- r-yl)]pyridine [$\text{C}_{20}\text{H}_{16}\text{N}_2\text{O}_2$]
- R_f = general designation of perfluoroalkyl [$\text{C}_n\text{F}_{2n+1}$]
- $\text{R}_f = \text{R}_f(\text{CH}_2)_n$
- rp = room (atmospheric) pressure
- r = room temperature
- salcomine = N,N' -bis(salicylidene)ethylenediaminocobalt(II) [$\text{C}_{24}\text{H}_{16}\text{N}_4\text{O}_4\text{Co}$]
- SOS = sodium dodecylsulfate [$\text{C}_{12}\text{H}_{25}\text{SO}_4\text{Na}$]
- SEM = trimethylsilyl ethoxymethyl [$\text{Me}_3\text{Si}(\text{CH}_2)_2\text{OCH}_2$]
- SES = $\text{r-trimethylsilyl}(\text{ethylthio})\text{sulfonate}$ [$\text{Me}_3\text{Si}(\text{CH}_2)_2\text{SO}_2$]
- SET = single electron transfer
- SOMO = singly occupied molecular orbital
- TASF = tris(dimethylamino)sulfur (trimethylsilyl)difluoride [$(\text{Me}_2\text{N})_3\text{S}(\text{Me}_3\text{SiF}_2)$]
- TBAF = tetrakis(n -butylammonium)fluoride [$n\text{-Bu}_4\text{N}^+\text{F}^-$]
- TBAS = tetrakis(n -butylammonium)hydrogen sulfate [$n\text{-Bu}_4\text{N}^+\text{HSO}_4^-$]
- TBDMS = *tert*-butyldimethylsilyl [$\text{Me}_3\text{SiC}(\text{Me})_2$]
- TBTA = tris[($\text{r-benzyl-}\gamma/\text{-}\gamma'\text{-triazol-}\text{r-yl}$)]methylamine
- TFO $^-$ = triflate [CF_3SO_3^-]
- lfp = trifluoromethylphosphine [$\text{P}(\text{C}_6\text{H}_5)_3$]
- THF = tetrahydrofuran ($\text{r,r',r''-}\Delta$ -tetrahydrofuran) [$\text{C}_4\text{H}_8\text{O}$]
- THP = tetrahydropyran- r-yl [$\text{C}_5\text{H}_8\text{O}$]
- TIPS = tris(r-propyl)silyl [$\text{r-Pr}_3\text{Si}$]
- TMEDA = N,N,N',N' -tetramethylethylenediamine [$\text{Me}_4\text{N}(\text{CH}_2)_2\text{NMe}_2$]
- TMP = r,r',r''- tetramethylpiperidine [$\text{C}_8\text{H}_{18}\text{N}$]
- TMS = trimethylsilyl [Me_3Si]
- TMSOTf = trimethylsilyl triflate [$\text{Me}_3\text{SiOSO}_2\text{CF}_3$]
- TolH = toluene [C_7H_8]
- p -Tol = p -tolyl [$\text{r-MeC}_6\text{H}_4$]
- o -Tol = o -tolyl [$\text{r-MeC}_6\text{H}_4$]
- TosMIC = tosylmethyl isocyanide [$\text{r-MeC}_6\text{H}_4\text{SO}_2\text{CH}_2\text{NCO}$]
- triflate = trifluoromethanesulfonate [CF_3SO_3^-]
- TS = tosyl [$\text{r-MeC}_6\text{H}_4\text{SO}_2$]
- dR = β -D- $\text{r-deoxyribofuranosyl}$
- R = β -D- ribofuranosyl
- S = a sugar, usually a derivative of ribose or deoxyribose, attached to heterocyclic nitrogen, in which the substituents have not altered during the reaction shown
- $\text{r})$ = sonication

فصل اول	۱۱
نامگذاری هتروسیکلها	۱۱
فصل دوم	۱۳
ساختار و طیف سنجی هتروسیکلهای آروماتیک	۱۳
۱-۲ سیستمهای آروماتیک کربوکسیلی	۱۳
۲-۲ ساختار سیستمهای هتروآروماتیک شش عضوی	۱۴
۳-۲ ساختار سیستمهای هتروآروماتیک پنج عضوی	۱۶
۴-۲ ساختار ترکیبات هتروآروماتیک دوحلقه‌ای	۱۸
۵-۲ تئومری در سیستمهای هتروسیکلی	۱۹
۶-۲ سیستمهای مزوبونی	۱۹
۷-۲ برخی از ویژگیهای طیفی چند سیستم هتروآروماتیک	۱۹
فصل سوم	۲۵
جایگزینی در هتروسیکلهای آروماتیک	۲۵
۱-۳ افزایش الکترون دوستی در نیتروژن	۲۵
۲-۳ جایگزینی الکترون دوستی در کربن	۲۶
۳-۳ جایگزینی هسته دوستی در کربن	۲۹
۴-۳ جایگزینی رادیکالی در کربن	۳۱
۵-۳ پروتون زدایی از N-هیدروژن	۳۳
۶-۳ اکسایش و کاهش حلقه‌های هتروسیکلی	۳۴
۷-۳ اورتو-کینو دی متان‌ها در ساخت ترکیب هتروسیکلی	۳۴
فصل چهارم	۳۷
شیمی آلی فلزی ترکیبات هتروسیکلی	۳۷
۱-۴ تهیه و واکنشهای ترکیبات آلی فلزی	۳۷
۲-۴ واکنشهای کاتالیزشده توسط فلز واسطه	۵۱
فصل پنجم	۷۷
روشهای نوین در سنتز ترکیبات هتروسیکلی	۷۷
۱-۵ واکنشهای فاز جامد و روشهای مرتبط	۷۷
۲-۵ حرارت دهی ریزموج	۸۱
۳-۵ رآکتورهای جاری	۸۲
۴-۵ خطرات: انفجارها	۸۳

فصل ششم ۸۵

سنتز حلقه‌های هتروسیکلی آروماتیک ۸۵

۱-۶ انواع واکنشهایی که اغلب در سنتز حلقه هتروسیکلی بکار می‌روند ۸۵

۲-۶ انواع ترکیب بین واکنش دهنده‌ها ۸۶

۳-۶ خلاصه ۸۸

۴-۶ فرایندهای الکتروسیکلی در سنتز حلقه هتروسیکلی ۸۹

۵-۶ نیترن‌ها در سنتز حلقه هتروسیکلی ۸۹

۶-۶ کاتالیزور پالادیوم در سنتز هتروسیکل‌های حاوی بنزن جوش خورده ۹۰

فصل هفتم ۹۱

انواع واکنشهای پیریدین ها، کینولین ها و ایزو کینولین ها ۹۱

فصل هشتم ۹۹

پیریدین‌ها: واکنشها و سنتز ۹۹

۱-۸ واکنش با واکنشگرهای الکترونیفیل ۹۹

۲-۸ واکنش با عوامل اکسنده ۱۰۳

۳-۸ واکنش با واکنشگرهای هسته دوست ۱۰۳

۴-۸ فلزدار شدن و واکنشهای پیریدین ایتالیک C-فلزدار ۱۰۶

۵-۸ واکنش با رادیکالها؛ واکنشهای رادیکالهای پیریدیل ۱۰۸

۶-۸ واکنشها با عوامل کاهنده ۱۰۹

۷-۸ واکنشهای الکتروسیکلی (حالت پایه) ۱۱۰

۸-۸ واکنشهای نورشیمیایی ۱۱۰

۹-۸ اکسی- و آمینو-پیریدین‌ها ۱۱۱

۱۰-۸ آلکیل پیریدین ها ۱۱۴

۱۱-۸ پیریدین آلدئیدها، کتونها، کربوکسیلیک اسیدها و استرها ۱۱۵

۱۲-۸ نمکهای چهارتایی پیریدینیوم ۱۱۶

۱۳-۸ پیریدین N-کسیدها ۱۱۹

۱۴-۸ ساخت پیریدین ها ۱۲۱

فصل نهم ۱۳۱

۱-۹ واکنشها با عوامل الکترون دوست ۱۳۱

۲-۹ واکنش با عوامل اکسنده ۱۳۲

۳-۹ واکنش با عوامل هسته دوست ۱۳۳

۴-۹ فلزدار شدن و واکنشهای کینولین ها و ایزو کینولین های C-فلزدار ۱۳۴

۵-۹ واکنش با رادیکالها ۱۳۵

۶-۹ واکنش با عوامل کاهنده ۱۳۵

۷-۹ واکنشهای الکتروسیکلی (حالت پایه) ۱۳۶

۸-۹ واکنشهای نورشیمیایی ۱۳۶

۹-۹ اکسی کینولون ها و اکسی ایزو کینولون ها ۱۳۶

۱۰-۹ آمینو-کینولین ها و آمینو-ایزو کینولین ها	۱۳۷
۱۱-۹ آلکیل-کینولین ها و آلکیل-ایزو کینولین ها	۱۳۷
۱۲-۹ کینولین و ایزو کینولین کربوکسیلیک اسیدها و استرها	۱۳۷
۱۳-۹ نمکهای چهارتایی کینولینیوم و ایزو کینولینیوم	۱۳۷
۱۴-۹ کینولین و ایزو کینولین N-اکسیدها	۱۳۹
۱۵-۹ سنتز کینولین ها و ایزو کینولین ها	۱۳۹
فصل دهم	۱۴۹
واکنش پذیری یونهای پیرلیوم و بنزوپیرلیوم، پیرون ها و بنزوپیرون ها	۱۴۹
فصل یازدهم	۱۵۱
پیرلیوم ها، ۲- و ۴-پیرون ها: واکنشها و سنتز	۱۵۱
۱-۱۱ واکنشهای کانیونهای پیرلیوم	۱۵۱
۲-۱۱ پیرون ها و ۴-پیرون ها (۲H-پیرون و ۴H-پیرون-۴-اون ها و ۴H-پیرون-۴-اون ها: α و γ -پیرون ها)	۱۵۵
۳-۱۱ سنتز پیرلیوم ها	۱۵۸
۴-۱۱ سنتز ۲-پیرون ها	۱۵۹
۵-۱۱ سنتز ۴-پیرون ها	۱۵۹
فصل دوازدهم	۱۶۳
بنزوپیرلیوم ها و بنزوپیرون ها: واکنشها و سنتز	۱۶۳
۱-۱۲ واکنشهای بنزوپیرلیوم ها	۱۶۳
۲-۱۲ بنزوپیرون ها (کرومون ها، کومارین ها و ایزو کومارین ها)	۱۶۵
۳-۱۲ سنتز بنزوپیرلیوم ها، کرومون ها، کومارین ها و ایزو کومارین ها	۱۶۹
فصل سیزدهم	۱۷۵
انواع واکنشهای دی آزین ها: پیریدازین، پیریمیدین، پیرازین	۱۷۵
فصل چهاردهم	۱۷۹
دی آزین ها: پیریدازین، پیریمیدین و پیرازین: واکنشها و سنتز	۱۷۹
۱-۱۴ واکنش با عوامل الکترون دوست	۱۸۰
۲-۱۴ واکنش با عوامل اکسنده	۱۸۱
۳-۱۴ واکنش با عوامل هسته دوست	۱۸۱
۴-۱۴ فلزدار شدن و واکنشهای دی آزین های C-فلزدار	۱۸۴
۵-۱۴ واکنش با عوامل کاهنده	۱۸۵
۶-۱۴ واکنش با رادیکالها	۱۸۶
۷-۱۴ واکنشهای الکتروسیکلی	۱۸۶
۸-۱۴ دی آزین N-اکسیدها	۱۸۶
۹-۱۴ اکسی-دی آزین ها	۱۸۷

۱۹۳.....	۱۰-۱۴ آمینو-دی آزین ها
۱۹۴.....	۱۱-۱۴ آلکیل-دی آزین ها
۱۹۴.....	۱۲-۱۴ نمکهای چهارتایی دیازونیوم
۱۹۵.....	۱۳-۱۴ سنتز دی آزین ها
۲۰۲.....	۱۴-۱۴ پتریدین ها
۲۰۵.....	فصل پانزدهم

۲۰۵.....	واکنشهای پیرول، فوران و تیوفن
----------	-------------------------------

۲۰۹.....	فصل شانزدهم
----------	--------------------

۲۰۹.....	پیرول ها: واکنشها و سنتز
----------	--------------------------

۲۰۹.....	۱-۱۶ واکنش با عوامل الکرون دوست
۲۱۵.....	۲-۱۶ واکنش با عوامل اکسده
۲۱۶.....	۳-۱۶ واکنش با عوامل هسته دوست
۲۱۶.....	۴-۱۶ واکنش با بازها
۲۱۷.....	۵-۱۶ فلزدار شدن و واکنش پیرول های C-فلزدار
۲۱۸.....	۶-۱۶ واکنش با رادیکالها
۲۱۸.....	۷-۱۶ واکنش با عوامل کاهنده
۲۱۸.....	۸-۱۶ واکنشهای الکتروسیکلی (حالت پایه)
۲۱۹.....	۹-۱۶ واکنش با کاربن ها و کاربنوئیدها
۲۲۰.....	۱۰-۱۶ واکنشهای نورشیمیایی
۲۲۰.....	۱۱-۱۶ ترکیبات پیریل-X-C
۲۲۰.....	۱۲-۱۶ پیرول آلدهیدها و کتون ها
۲۲۰.....	۱۳-۱۶ پیرول کربوکسیلیک اسیدها
۲۲۱.....	۱۴-۱۶ پیرول کربوکسیلیک اسید استرها
۲۲۱.....	۱۵-۱۶ اکسی- و آمینو-پیرول ها
۲۲۲.....	۱۶-۱۶ سنتز پیرول ها