



شیمی هتروسیکل

ترجمه:

سیده کبری عظیمی

(عضو استعدادهای درخشان باشگاه پژوهشگران جوان و نخبگان، دانشگاه آزاد اسلامی واحد رشت)

اسماعیل عباسپور گیلانده

(عضو باشگاه پژوهشگران جوان و نخبگان، دانشگاه آزاد اسلامی واحد اردبیل)

وحید امانی هوشیار

(دانشگاه آزاد اسلامی واحد اردبیل)



انتشارات حق شناس
HAGHSHENASS
PUBLICATION

۱۳۹۴

سرشناسه	: جول، جان آرثور (Joule, J. A. (John Arthur
عنوان و نام پدیدآور	: شیمی هتروسیکل
مشخصات نشر	: رشت: حق شناس، ۱۳۹۴.
مشخصات ظاهری	: ۲۴۳ص: مصور، جدول، نمودار.
شابک	: 978-600-7304-27-3
وضعیت فهرست نویسی	: فیای مختصر
یادداشت	: فهرستی کامل این اثر در نشانی: http://opac.nlai.ir قابل دسترسی است.
یادداشت	: عنوان اصلی:
	: Heterocyclic chemistry at a glance, 2007
یادداشت	: چاپ قبلی: دانش نگار، ۱۳۹۳.
یادداشت	: کتابنامه .
شناسه افزوده	: میلز، کیت
شناسه افزوده	: (Mills, K. (Keith
شناسه افزوده	: عظیمی، سیده کبری، ۱۳۵۹ - مترجم
شناسه افزوده	: عباسپور گیلانده، اسماعیل، ۱۳۶۵ - مترجم
شناسه افزوده	: امانی هوشیار، وحید، ۱۳۶۲ - مترجم
شماره کتابشناسی ملی	: ۳۷۹۸۵۳۸

نام کتاب	: شیمی هتروسیکل
تالیف	: جان. ا. ژول - کیت میلز
ترجمه	: سیده کبری عظیمی، اسماعیل عباسپور گیلانده، وحید امانی هوشیار
ناشر	: نشر حق شناس
حروفچینی و صفحه آرایی	: سیده کبری عظیمی
چاپ اول	: ۱۳۹۴
چاپخانه و صحافی	: طرفه
قیمت	: ۱۳۰۰۰۰ ریال
شمارگان	: ۵۰۰
شابک	: 978-600-7304-27-3 ۹۷۸-۶۰۰-۷۳۰۴-۲۷-۳

حق چاپ برای ناشر محفوظ است.

مرکز نشر و پخش: رشت - سبزه میدان - نبش بیستون - مرکز تجاری سبز
تلفن: ۳۳۲۴۴۴۱۴ نمابر: ۳۳۲۴۶۷۶۹ همراه: ۰۹۱۱۶۳۴۷۸۲۰

۱۵	پیشگفتار مولفان
۱۷	پیشگفتار مترجمین
۱۹	فصل ۱. نامگذاری ترکیبات هتروسیکل
۲۳	فصل ۲. ساختار ترکیبات هترواروماتیک
۲۴	۱-۲- ساختار پیرن و واکنش پذیری آن
۲۶	۲-۲- ساختار هتروسیکل های عضوی نشتی
۲۶	۲-۲-۱- پیریدین ها و پیریدینوم ها
۲۸	۲-۲-۲- کینولین ها و ایزو کینولین ها
۲۹	۲-۲-۳- دی آزین ها
۳۰	۳-۲-۲- ساختار هتروسیکل های عضوی پنج عضوی
۳۰	۳-۲-۱- تیوفن ها، فوران ها و فوران ها
۳۲	۲-۳-۲- ایدول ها
۳۲	۲-۳-۱- آزول ها
۳۸	فصل ۳. انواع واکنش های متداول در شیمی هتروسیکل
۳۹	مقدمه
۳۹	۱-۱- جاذب اسیدی و بازی
۳۹	۲-۲- واکنش های جانشینی الکترونی دوستی
۳۹	۳-۲-۱- واکنش فرمیل دار کردن و پلیمایز
۳۸	۲-۲-۲- واکنش مانیتج-دی آلکیل آمینو متیل دار کردن
۳۸	۳-۲-۳- جانشینی هسته دوستی مولکول های آروماتیک
۳۸	۴-۲- هتروسیکل های کریزین فلز دار شده
۳۸	۱-۴-۲- به عنوان هسته دوست
۳۹	۲-۴-۲- تهیه هتروارومات ها از لیتم

- ۳-۴-۳- نهیه واکنشگرهای گرینارد هتروآریل ۴۰
- ۳-۵- تشکیل و هیدرولیز ایمین/انامین ۴۱
- ۳-۶- معادل‌های سنتزی متداول ترکیبات کربونیل در سنتز حلقه ۴۲
- ۳-۷- واکنش حلقه‌افزایی ۴۳

فصل ۴. پیریدین‌ها

- ۴-۱- پیریدین‌ها و الکترون‌دوست‌ها- افزایش به نیتروژن و جانشینی در کربن ۴۵
- ۴-۱-۱- افزایش الکترون‌دوستی به نیتروژن ۴۵
- ۴-۱-۲- جانشینی الکترون‌دوستی در کربن ۴۶
- ۴-۱-۳- جانشینی الکترون‌دوستی در پیریدین‌های فعال شده ۴۸
- ۴-۲- پیریدین‌ها و هسته‌دوست‌ها ۴۸
- ۴-۲-۱- جانشینی هیدروژن ۴۹
- ۴-۲-۲- جایگزینی گروه‌های ترک کننده ۵۰
- ۴-۲-۳- افزایش به نمک‌های پیریدینوم ۵۱
- ۴-۳- اکسایش و کاهش پیریدین‌ها ۵۲
- ۴-۴- پیریدین‌های دارای استخلاف اکسیژن ۵۳
- ۴-۵- پیریدین $1-N$ اکسیدها ۵۳
- ۴-۶- پیریدین‌های با استخلاف‌های آمین ۵۵
- ۴-۷- آلکیل‌پیریدین‌ها و پیریدین کربوکسیلیک‌اسیدها ۵۶
- ۴-۸- پیریدین‌ها در واکنش‌های الکتروسیکلی ۵۷
- ۴-۹- پیریدین‌های C - فلزدار شده به‌وسیله پروتون‌زدایی مستقیم یا با تبادل هالوژن / فلز ۵۸
- ۴-۱۰- سنتز حلقه پیریدین ۵۹
- ۴-۱۰-۱- گسستن‌ها ۵۹
- ۴-۱۰-۲- سنتز پیریدین‌ها از ترکیبات $5,1$ -دی‌کربونیل (تشکیل پیوندهای $2,1$ - و $6,1$ -) ۵۹
- ۴-۱۰-۳- سنتز پیریدین‌ها از یک آلدئید، دو معادل از یک ترکیب $3,1$ -دی‌کربونیل و آمونیاک (تشکیل پیوندهای $2,1$ ، $4,3$ ، $5,4$ و $6,1$ -) ۶۱
- ۴-۱۰-۴- سنتز پیریدین‌ها از ترکیبات $3,1$ -دی‌کربونیل و یک واحد C_2N (تشکیل پیوندهای $4,3$ - و $6,1$ -) ۶۲
- ۴-۱۰-۵- سنتز پیریدین از طریق حلقه‌افزایی‌ها (تشکیل پیوندهای $4,3$ - و $6,1$ -) ۶۳

فصل ۵. کینولین ها و ایزوکینولین ها

- ۱-۵- کینولین ها/ایزوکینولین ها و الکترون دوست ها-افزایش به نیتروژن و جانشینی در کربن ۶۵
- ۱-۱-۵- افزایش الکترون دوستی به نیتروژن ۶۵
- ۲-۱-۵- جانشینی الکترون دوستی در کربن ۶۶
- ۲-۵- کینولین ها/ایزوکینولین ها و هسته دوست ها ۶۸
- ۱-۲-۵- جانشینی هیدروژن ۶۸
- ۲-۲-۵- جایگزینی گروه های ترک کننده ۶۹
- ۳-۲-۵- افزایش به نمک کینولینیوم/ایزوکینولینیوم ۷۰
- ۳-۵- کینولین ها/ایزوکینولین ها با استخلاف های اکسیژن ۷۱
- ۴-۵- کینولین /ایزوکینولین ۷-۱- اکسیدها ۷۲
- ۵-۵- کینولین ها/ایزوکینولین های کربن فلزدار شده به وسیله پروتون زدایی مستقیم یا تبادل هالوژن
فلز ۷۲
- ۶-۵- اکسیداسیون و کاهش کینولین ها/ایزوکینولین ها ۷۳
- ۷-۵- سنتز حلقه ۷۳
- ۱-۷-۵- گستن ها ۷۳
- ۲-۷-۵- سنتز کینولین ها از آنیلین ها (تشکیل پیوندهای ۲،۱- و ۴a،۴-) ۷۴
- ۳-۷-۵- سنتز کینولین ها از اورتو-آمینواریل کتون ها یا آلدهیدها (تشکیل پیوندهای ۲،۱- و
۴a،۴-) ۷۵
- ۴-۷-۵- سنتز ایزوکینولین ها از ۲-آریل اتان آمین ها (تشکیل پیوندهای ۲،۱- و ۸a،۱۰-) ۷۵
- ۵-۷-۵- سنتز ایزوکینولین ها از آریل آلدهیدها و یک آمینو استالدهید استال (تشکیل پیوندهای ۲،۱- و
۴a،۴-) ۷۶

فصل ۶. دی آزین ها

- مقدمه ۷۷
- ۱-۶- دی آزین ها و الکترون دوست ها-افزایش به نیتروژن و جانشینی در کربن ۷۸
- ۱-۱-۶- افزایش الکترون دوستی به نیتروژن ۷۸
- ۲-۱-۶- جانشینی الکترون دوستی در کربن ۷۹
- ۲-۶- دی آزین ها و هسته دوست ها ۸۰
- ۱-۲-۶- جانشینی هیدروژن ۸۰
- ۲-۲-۶- جایگزینی گروه های ترک کننده ۸۱

- ۶-۳- دی‌آزین‌ها با استخلاف‌های آمین ۸۳
- ۶-۴- دی‌آزین‌های با استخلاف‌های اکسیژن ۸۳
- ۶-۴-۱- پروتون‌زدایی و N -الکیل‌دار کردن ۸۴
- ۶-۴-۲- جایگیری اکسیژن ۸۴
- ۶-۴-۳- واکنش‌های الکتروسیکلی ۸۵
- ۶-۵- دی‌آزین‌های کربن‌فلزدار شده به‌وسیله پروتون‌زدایی یا تبادل هالوژن/فلز ۸۵
- ۶-۶- سنتز حلقه دی‌آزین ۸۶
- ۶-۶-۱- گستن‌ها ۸۶
- ۶-۶-۲- سنتز پیریدازین‌ها از ترکیبات ۴،۱-دی‌کربونیل (تشکیل پیوندهای ۳،۲- و ۶،۱-) ۸۷
- ۶-۶-۳- سنتز پیریمیدین‌ها از ترکیبات ۳،۱-دی‌کربونیل (تشکیل پیوندهای ۴،۳- و ۶،۱-) ۸۷
- ۶-۶-۴- سنتز پیرازین‌ها از ترکیبات ۲،۱-دی‌کربونیل (تشکیل پیوندهای ۵،۴- و ۶،۱-) ۸۸

فصل ۷. پیریلیوم‌ها و بنزوپیریلیوم‌ها

- ۷-۱- نمک‌های پیریلیوم ۸۹
- ۷-۲- پیریلیوم‌ها و هسته‌دوست‌ها ۹۰
- ۷-۳- واکنش‌های حلقه‌گشایی $2H$ -پیران‌ها ۹۱
- ۷-۴- پیریلیوم‌ها و بنزوپیریلیوم‌ها با استخلاف‌های اکسیژن-پیرون‌ها و بنزوپیرون‌ها ۹۲
- ۷-۵- سنتز حلقه‌ی پیریلیوم و بنزوپیریلیوم ۹۵
- ۷-۵-۱- سنتز پیریلیوم‌ها از ۵،۱-دی‌کتون‌ها (تشکیل پیوند ۲،۱-) ۹۵
- ۷-۵-۲- سنتز ۱-بنزوپیریلیوم‌ها، کومارین‌ها و کرومن‌ها ۹۶

فصل ۸. پیرول‌ها

- ۸-۱- پیرول‌ها و الکترون‌دوست‌ها- جانشینی در کربن ۹۹
- ۸-۱-۱- اکسیداسیون پیرول‌ها- پلی‌پیرول ۱۰۲
- ۸-۲- پیرول‌های نیتروژن‌فلزدار شده به‌وسیله پروتون‌زدایی ۱۰۳
- ۸-۳- پیرول‌های C -فلزدار شده به‌وسیله پروتون‌زدایی مستقیم یا به‌وسیله تبادل هالوژن/فلز ۱۰۴
- ۸-۴- واکنش‌پذیری در استخلاف زنجیر جانبی ۱۰۵
- ۸-۵- پیرول‌ها در واکنش الکتروسیکلی ۱۰۵
- ۸-۶- سنتز حلقه پیرول ۱۰۶
- ۸-۶-۱- گستن‌ها ۱۰۶

- ۸-۶-۲- سنتز پیرول از ترکیبات ۴،۱-دی کربونیل (تشکیل پیوندهای ۲،۱- و ۵،۱-)..... ۱۰۷
- ۸-۶-۳- سنتز حلقه پیرول از α -آمینوکتون‌ها (تشکیل پیوندهای ۲،۱- و ۴،۱-)..... ۱۰۸
- ۸-۶-۴- سنتز پیرول‌ها با استفاده از ایزوسیانیدها (تشکیل پیوندهای ۳،۲- و ۵،۴-)..... ۱۰۹

فصل ۹. ایندول‌ها

- ۹-۱- ایندول‌ها و الکترون‌دوست‌ها-جانشینی در کربن..... ۱۱۱
- ۹-۲-۱- فلزدار کردن ایندول‌ها به وسیله پروتون‌زدایی..... ۱۱۴
- ۹-۳-۱- فلزدار کردن ایندول‌ها به وسیله پروتون‌زدایی مستقیم..... ۱۱۵
- ۹-۴-۱- واکنش‌پذیری در استخلاف زنجیر جانبی..... ۱۱۶
- ۹-۵-۱- کاهش ایندول..... ۱۱۶
- ۹-۶-۱- ایندول‌های با جانشین اکسیژن..... ۱۱۷
- ۹-۷-۱- سنتز حلقه پیرول..... ۱۱۸
- ۹-۷-۱- گسستن‌ها..... ۱۱۸
- ۹-۷-۲- سنتز ایندول‌ها از فنیل‌هیدرازون‌ها-سنتز فیشر ایندول (تشکیل پیوندهای ۲،۱- و ۳a،۳-)..... ۱۱۸
- ۹-۷-۳- سنتز ایندول‌ها از اورتونیترو تولون‌ها (پیوندهای ۳،۲- و سپس ۲،۱- تشکیل می‌شوند)..... ۱۱۹
- ۹-۷-۴- سنتز ایندول‌ها از اورتونیترو آریل‌هالیدها یا اورتو-آمینو آریل‌هالیدها..... ۱۲۰

فصل ۱۰. فوران‌ها و تیوفن‌ها

- ۱۰-۱- فوران‌ها و تیوفن‌ها و الکترون‌دوست‌ها-جانشینی در کربن..... ۱۲۱
- ۱۰-۲- تیوفن‌ها و فوران‌های C-فلزدار شده به وسیله پروتون‌زدایی مستقیم یا تبادل هالوژن/فلز..... ۱۲۴
- ۱۰-۳- فوران‌ها و (تیوفن‌ها) در واکنش‌های الکتروسیکلی..... ۱۲۵
- ۱۰-۴-۱- اکسیداسیون و کاهش فوران‌ها و تیوفن‌ها..... ۱۲۷
- ۱۰-۴-۱- کاهش کامل تیوفن‌ها..... ۱۲۷
- ۱۰-۴-۲- اکسیداسیون کنترل شده فوران‌ها..... ۱۲۷
- ۱۰-۵- فوران‌ها و تیوفن‌ها با استخلاف‌های اکسیژن..... ۱۲۸
- ۱۰-۶-۱- سنتز حلقه فوران و تیوفن..... ۱۲۸
- ۱۰-۶-۱- گسستن‌ها..... ۱۲۸
- ۱۰-۶-۲- سنتز فوران‌ها و تیوفن‌ها از ترکیبات ۴،۱-دی کربونیل (تشکیل پیوندهای ۲،۱- و ۵،۱-)..... ۱۲۹

فصل ۱۱. ۳،۱-آزول ها و ۲،۱-آزول ها

۱۳۱	مقدمه
۱۳۲	۱-۱-آزول ها و الکترون دوست ها-افزایش در نیتروژن و جانشینی در کربن
۱۳۲	۱-۱-۱-واکنش ها در نیتروژن
۱۳۴	۱-۱-۲-واکنش ها در کربن
۱۳۶	۱-۱-۳-جانشینی الکترون دوستی در آزول های فعال شده
۱۳۶	۱-۱-۳-آزول های N -فلزدار شده به وسیله پروتون زدایی
۱۳۷	۱-۱-۴-آزول های C -فلزدار شده
۱۳۷	۱-۱-۴-۱-تiazول ها، ایزو تiazول ها و ایمیدازول ها و پیرازول های N -استخلاف شده
۱۳۷	۱-۱-۴-۱-۱-به وسیله پروتون زدایی مستقیم
۱۳۹	۱-۱-۴-۲-به وسیله تبادل هالوژن فلز
۱۳۹	۱-۱-۴-۳-پروتون زدایی اکسازول ها و ایزو کسازول ها
۱۴۰	۱-۱-۵-۳،۱-آزولیوم یلیدها
۱۴۱	۱-۱-۶-۳،۱-آزول ها در واکنش های الکتروسیکلی
۱۴۱	۱-۱-۷-برخی کاهش های مهم آزول ها
۱۴۲	۱-۱-۸-آزول های با استخلاف های اکسیژن و آمین
۱۴۵	۱-۱-۹-۳،۱-سنتز حلقه آزول ها
۱۴۵	۱-۱-۹-۱-گسستن ها
۱۴۵	۱-۱-۹-۲-سنتز تiazول ها و ایمیدازول ها از α -هالوکتون ها
۱۴۶	۱-۱-۹-۳-سنتز ۳،۱-آزول ها از ترکیبات ۴،۱-دی کربونیل (تشکیل پیوندهای ۲،۱- و ۵،۱-)
	۱-۱-۹-۴-سنتز ۳،۱-آزول ها با استفاده از توسیل متیل ایزوسیانید (تشکیل پیوندهای ۲،۱- و ۵،۴-)
۱۴۷	
۱۴۸	۱-۱-۱۰-سنتز حلقه ۲،۱-آزول ها
۱۴۸	۱-۱-۱۰-۱-گسستن ها
	۱-۱-۱۰-۲-سنتز پیرازول ها و ایزو کسازول ها از ترکیبات ۳،۱-دی کربونیل (تشکیل پیوندهای ۵،۱-)
۱۴۸	و ۳،۲-)
۱۴۹	۱-۱-۱۰-۳-سنتز ایزو کسازول ها و پیرازول ها از آلکین ها (تشکیل پیوندهای ۵،۱- و ۴،۳-)
۱۵۰	۱-۱-۱۰-۴-سنتز ایزو تiazول ها از β -آمینو α -کربونیل غیراشباع

فصل ۱۲: پورین‌ها

.....	مقدمه	۱۵۱
.....	۱-۱۲- پورین‌ها و الکترون‌دوست‌ها- افزایش روی نیتروژن و جانشینی در کربن	۱۵۴
.....	۱-۱-۱۲- افزایش الکترون‌دوستی روی نیتروژن	۱۵۴
.....	۱-۱۲-۲- جانشینی الکترون‌دوستی در کربن	۱۵۶
.....	۱-۱۲-۲- پورین‌ها و هسته‌دوست‌ها	۱۵۶
.....	۱-۱۲-۳- پورین‌های C-فلزدار شده به‌وسیله پروتون‌زدایی مستقیم یا تبادل هالوزن/فلز	۱۵۸
.....	۱-۱۲-۴- پورین‌ها با جانشین‌های اکسیژن	۱۵۹
.....	۱-۱۲-۴-۱- آلکیل‌دار شدن	۱۶۰
.....	۱-۱۲-۴-۲- تبدیل اکسیژن به گروه‌های ترک‌کننده	۱۶۰
.....	۱-۱۲-۴-۳- جایگزینی به‌وسیله سولفور	۱۶۰
.....	۱-۱۲-۵- پورین‌ها با جانشین‌های آمین	۱۶۱
.....	۱-۱۲-۵-۱- آلکیل‌دار کردن	۱۶۱
.....	۱-۱۲-۵-۲- دی‌آزودار کردن	۱۶۱
.....	۱-۱۲-۶- سنتز حلقه پورین‌ها	۱۶۲
.....	۱-۱۲-۶-۱- گسستن‌ها	۱۶۲
.....	۱-۱۲-۶-۲- سنتز پورین‌ها از ۵،۴-دی‌آمینوپیریمیدین‌ها (تشکیل پیوندهای ۸،۷- و ۹،۸-)	۱۶۲
.....	۱-۱۲-۶-۳- سنتز پورین‌ها از ۵-آمینوایمیدازول-۴-کربوکسامید (تشکیل پیوندهای ۲،۱- و ۳،۲-)	۱۶۳
.....	۱-۱۲-۶-۴- سنتز یک مرحله‌ای	۱۶۴

فصل ۱۳: هتروسیکل‌های با بیش از دو هترواتم

.....	مقدمه	۱۶۵
.....	۱-۱۳- آزول‌های سنگین‌تر دارای نیتروژن به‌عنوان یک هترواتم	۱۶۵
.....	مقدمه	۱۶۵
.....	۱-۱۳-۱- پایداری	۱۶۶
.....	۱-۱۳-۲- واکنش با الکترون‌دوست‌ها- جانشینی در کربن	۱۶۷
.....	۱-۱۳-۳- واکنش با هسته‌دوست‌ها- جانشینی در کربن	۱۶۷
.....	۱-۱۳-۴- مشتقات N-فلزدار شده به‌وسیله پروتون‌زدایی	۱۶۸
.....	۱-۱۳-۵- مشتقات C-فلزدار شده به‌وسیله پروتون‌زدایی مستقیم	۱۶۹
.....	۱-۱۳-۶- بنزوتری‌آزول	۱۶۹

۱۷۰	۱۳-۲- آزل‌های سنگین‌تر دارای سولفور یا اکسیژن
۱۷۰	مقدمه
۱۷۱	۱۳-۲-۱- پایداری
۱۷۲	۱۳-۲-۲- واکنش با هسته‌دوست‌ها-جانشینی در کربن
۱۷۲	۱۳-۳-۲- C- فلزدار شدن C/S شامل آزل‌های سنگین‌تر به‌وسیله پروتون‌زدایی مستقیم
۱۷۳	۱۳-۳- آزل‌های سنگین‌تر
۱۷۳	مقدمه
۱۷۳	۱۳-۳-۱- پایداری
۱۷۳	۱۳-۳-۲- واکنش با هسته‌دوست‌ها-جانشینی در کربن
۱۷۴	۱۳-۳-۳- واکنش‌های الکتروسیکلی
۱۷۵	۱۳-۴- سنتز حلقه‌های آزل سنگین‌تر
۱۷۶	۱۳-۵- سنتز حلقه‌های آزل‌های سنگین‌تر

فصل ۱۴: هتروسیکل‌هایی با نیتروژن در محل اتصال حلقه (نیتروژن سرپل)

۱۷۹	مقدمه
۱۸۰	۱۴-۱- ایندولیزین‌ها
۱۸۰	۱۴-۱-۱- واکنش با الکترون‌دوست‌ها
۱۸۱	۱۴-۱-۲- واکنش‌های دیگر
۱۸۲	۱۴-۲- آزالیندولیزین‌ها و هتروپیرولیزین‌ها
۱۸۲	۱۴-۱-۲- آزالیندولیزین‌ها
۱۸۴	۱۴-۲-۲- هتروپیرولیزین‌ها
۱۸۴	۱۴-۳- سنتز ایندولیزین‌ها و آزالیندولیزین‌ها
۱۸۶	۱۴-۴- کینولیزینیوم‌ها و کینولیزینیون‌ها

فصل ۱۵: هتروسیکل‌های غیر آروماتیک

۱۸۷	مقدمه
۱۸۸	۱۵-۱- حلقه‌های سه‌عضوی
۱۹۱	۱۵-۲- حلقه‌های چهار-عضوی
۱۹۲	۱۵-۳- حلقه‌های پنج و شش‌عضوی
۱۹۴	۱۵-۴- سنتز حلقه

۱۹۴	۱۵-۴-۱- از پیش‌ماده‌های غیرحلقوی دوعاملی
۱۹۵	۱۵-۴-۲- هتروسیکل‌های سه‌عضوی از آلکن‌ها
۱۹۶	۱۵-۴-۳- تبدیل درونی هترواتم‌ها
۱۹۷	۱۵-۴-۴- واکنش‌های حلقه‌افزایی
۱۹۷	۱۵-۴-۵- متاترز جانشینی متقابل

فصل ۱۶: پالادیم در شیمی هتروسیکل

۱۹۹	۱۶-۱- واکنش‌های کاتالیز شده با پالادیم (۰) (فلز واسطه)
	۱۶-۲- واکنش‌های جفت شدن تقاطعی بین گونه‌های آلی فلزی و هالیدها: ساخت پیوندهای کربن-کربن
۲۰۱	مقدمه
۲۰۱	کاتالیزورها
۲۰۲	۱۶-۲-۱- جفت شدن استیلن (واکنش سونوگشیرا)
۲۰۳	۱۶-۲-۲- جفت‌شدن بوریک‌اسید (واکنش سوزوکی-همیرا)
۲۰۴	۱۶-۲-۳- جفت شدن استتان (واکنش استیلی)
۲۰۵	۱۶-۲-۴- جفت شدن با استفاده از ترکیبات آلی فلزی دیگر
۲۰۶	۱۶-۳-۱- انواع دیگری از واکنش‌های تشکیل پیوند کربن-کربن
۲۰۶	۱۶-۳-۱- جفت شدن با استفاده از آنیون‌ها از ترکیبات C-H-اسیدی
۲۰۶	۱۶-۳-۲- واکنش‌ها با آلکن‌ها: واکنش هک
۲۰۶	۱۶-۳-۳- واکنش‌های کربونیل‌دار کردن
	۱۶-۴- واکنش‌های جفت شدن تقاطعی میان هسته‌دوست‌های هترواتم و هالیدها: تشکیل پیوندهای کربن-هترواتم
۲۰۷	۱۶-۵- تریفلات‌ها به‌عنوان اجزایی برای واکنش‌های کاتالیز شده پالادیم
۲۰۸	۱۶-۶-۱- مکانیسم فرآیندهای کاتالیز شده با پالادیم (۰)
۲۰۹	۱۶-۶-۱- مراحل مجزا در مکانیسم جفت شدن تقاطعی
۲۱۰	۱۶-۶-۲- واکنش‌های دیگر
۲۱۰	۱۶-۷-۱- گزینش‌پذیری
۲۱۱	۱۶-۷-۱- گروه‌های ترک‌کننده
۲۱۱	۱۶-۷-۲- جهت‌گزینی (میان هالوزن مشابه در موقعیت‌های متفاوت)
۲۱۲	۱۶-۷-۳- گزینش‌پذیری آلی فلزی

فصل ۱۷: هتروسیکل‌ها در بیوشیمی

- ۱۷-۱- آمینواسیدهای هتروسیکل و ترکیبات مرتبط..... ۲۱۳
- ۱۷-۲- پورفیبینولوزن و «رنگدانه‌های حیات»..... ۲۱۵
- ۱۷-۳- ویتامین‌های هتروسیکل-کوآنزیم‌ها..... ۲۱۶
- ۱۷-۳-۱- نیاسین (ویتامین B₃) و نیکوتین‌آمیدآدنین‌دی‌نوکلوئیدفسفات (NADP⁺)..... ۲۱۸
- ۱۷-۳-۲- پیریدوکسین (ویتامین B₆) و پیریدوکسالفسفات (PLP)..... ۲۱۹
- ۱۷-۳-۳- تیامین (ویتامین B₁) و تیامین‌پیروففسفات..... ۲۲۰
- ۱۷-۴- ویتامین‌های دیگر..... ۲۲۱
- ۱۷-۴- داکسی‌ریبونوکلیک‌اسید (DNA) -اطلاعات ژنتیکی..... ۲۲۱

فصل ۱۸: هتروسیکل‌ها در پزشکی

- ۱۸-۱- شیمی پزشکی-جگونگی نقش داروها..... ۲۲۵
- ۱۸-۲- کشف داروها و گسترش آنها..... ۲۲۶
- ۱۸-۳- توسعه..... ۲۲۷
- ۱۸-۳-۱- انتقال‌دهنده‌های عصبی..... ۲۲۸
- ۱۸-۳-۱- هیستامین..... ۲۲۹
- ۱۸-۳-۲- استیل‌کولین..... ۲۳۱
- ۱۸-۳-۲-۱- معرف‌های آنتی‌کولین‌استراز..... ۲۳۲
- ۱۸-۳-۳-۵- هیدروکسی‌تریپتامین (5-HT) (سرتونین)..... ۲۳۴
- ۱۸-۳-۴- آدرنالین و نورآدرنالین..... ۲۳۴
- ۱۸-۳-۵- داروهایی که روی سیستم عصبی مرکزی (CNS) عمل می‌کنند..... ۲۳۵
- ۱۸-۴- بازدارنده‌های آنزیمی دیگر..... ۲۳۷
- ۱۸-۵- داروهای قلبی-عروقی قابل توجه دیگر..... ۲۳۸
- ۱۸-۶- عوامل ضدعفونی..... ۲۳۸
- ۱۸-۶-۱- داروهای ضدانگلی..... ۲۳۹
- ۱۸-۶-۲- داروهای ضدباکتری..... ۲۴۰
- ۱۸-۶-۳- داروهای ضدویروس..... ۲۴۱
- ۱۸-۷- داروهای ضدسرطان..... ۲۴۱