

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ



دانشگاه سهند
دانشکده علوم - گروه شیمی

پایان نامه کارشناسی ارشد شیمی آلی

سنتز مشتقات فوران از نمک‌های وینیل تری فنیل فسفونیوم
در حضور نانوکاتالیزگر بتا - سیکلودکسترین

عالیه غمخواری

استاد راهنما:

دکتر علی رضانی

استاد مشاور:

دکتر نادر نوشیران زاده

تیر ۱۳۸۷

کتابخانه دانشگاه سهند
سهند

۱۳۸۷ / ۱۸ / ۲۲۲

۱۵۲۶۰



دانشگاه شهید رجایی

صورتجلسه دفاع از پایان نامه کارشناسی ارشد

شماره: ۸۳۹۶

تاریخ: ۱۳۸۷/۹/۳۰

با تأییدات خداوند متعال و با استعانت از حضرت ولی عصر (عج) جلسه دفاع از پایان نامه کارشناسی ارشد خانم عالیہ غمخواری رشته شیمی گرایش آلی

نحت عنوان: سنتز مشتقات فوران از نمک‌های وینیل تری فنیل فسفونیم در حضور نانو کاتالیزگر B-سیکلودکسترین

در تاریخ ۸۷/۴/۳۰ با حضور هیأت محترم دوران در دانشگاه زنجان برگزار گردید و نظر هیأت داوران بشرح زیر می باشد:

قبول (با درجه عالی امتیاز: ۱۹,۷۵) دفاع مجدد مردود

۱- عالی (۱۸-۲۰)

۲- بسیار خوب (۱۷/۹۹-۱۶)

۳- خوب (۱۵/۹۹-۱۴)

۴- قابل قبول (۱۳/۹۹-۱۲)

عضو هیأت داوران

نام و نام خانوادگی

رتبه علمی

امضاء

۱- استاد راهنما

دکتر علی رضانی

استاد

۲- استاد مشاور

دکتر نادر نوشیران زاده

استادیار

۳- استاد ممتحن داخلی

دکتر عباس عزیزیان

استادیار

۴- استاد ممتحن خارجی

دکتر فرزین مرندی

استادیار

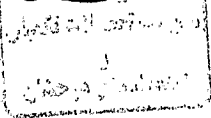
۵- نماینده تحصیلات تکمیلی

دکتر محمد ابراهیمی

استادیار

۱۳۸۷ / ۸ / ۳۰

دکتر نعمت اسرارشدی
مدیر تحصیلات تکمیلی دانشگاه



دکتر محمدعلی اسم خانی

سرپرست آموزشی و تحصیلات تکمیلی

دانشکده علوم

۸۷/۹/۳۰

تقدیم به آنان که:

داستان تنهایی‌ام را در پس لبخند و صبر پوشاندن تا با
شادی ببالم

و در لحظه‌های پریشانی‌ام با نگاه مهربانشان پناهم دادن تا
آزاد و آرام بنوسم.

پدر و مادر عزیزم

تقدیر و تشکر:

سپاس و ستایش پروردگار یکتا را که توفیق اجرای این تحقیق را به من عطا نمود.

صمیمانه‌ترین تشکر و قدردانی‌ام را به استاد ارجمندم جناب آقای دکتر علی رضائی که مرا در کسب دانش و تجربه یاری نمودند تقدیم می‌دارم.

از زحمات استاد مشاورم جناب آقای دکتر نادر نوشیران‌زاده کمال تشکر و قدردانی را دارم.

از جناب آقای دکتر فرزین مرندی و جناب آقای دکتر عباس عزیزیان که زحمت داوری این پایان‌نامه را بر عهده داشتند کمال تشکر را دارم.

از پدر و مادرم، برادرانم و خواهرانم که در طول مدت تحصیل همواره مشوق و پشتیبان من بودند کمال تشکر را دارم و امیدوارم که همواره موفق و مؤید باشند.

از تمامی دوستانم و دانشجویان آزمایشگاه شیمی آلی کمال تشکر را دارم.

فهرست مطالب

۱	فصل اول: مقدمه و مروری بر تحقیقات گذشته
۲	۱-۱ مقدمه
۲	۱-۱ واکنش ویتیک
۳	۱-۱-۱ استرئوشیمی واکنش ویتیک
۴	۱-۱-۲ انواع واکنش ویتیک
۴	۱-۲-۱-۱ واکنش ویتیک بین مولکولی
۶	۱-۲-۱-۲ واکنش ویتیک درون مولکول
۷	۱-۲-۱-۳ واکنش بیس ویتیک
۷	۳-۱ فوران
۹	۱-۳-۱ واکنش‌های جانشینی الکتروفیلی
۱۱	۲-۳-۱ واکنش آلکیلاسیون و آسیلاسیون فوران
۱۱	۳-۳-۱ متالاسیون فوران
۱۱	۴-۳-۱ استخلاف‌دار شدن مشتقات فوران
۱۳	۶-۳-۱ انواع روش‌های سنتز فوران
۱۵	۷-۳-۱ انواع روش‌های سنتز فوران استخلاف شده
۱۶	۸-۳-۱ سنتز مشتقات [b] بنزوفوران
۱۷	۴-۱ بتا-سیکلودکسترین

- ۱۸ ۱-۴-۱) ساختار و خواص عمومی سیکلودکسترین‌ها
- ۱۹ ۲-۴-۱) اثر کاتالیزگری بتا - سیکلودکسترین
- ۲۰ فصل دوم: (سنتز مشتقات فوران از نمک‌های وینیل‌تری‌فنیل فسفونیوم در حضور نانو کاتالیزگر بتا-سیکلودکسترین)
- ۲۱ ۱-۲ مواد شیمیایی و دستگاه‌های به کار رفته
- ۲۳ ۱-۲-۲) روش کار عمومی برای سنتز دی‌آلکیل-۸-اکسو ۸a- (۲،۲،۲)- تری فلورو اتوکسی (۸، ۸a- دی‌هیدرو- H_2 - ایندو [۲، ۱- b] دی کربوکسیلات.
- ۲۴ ۲-۲-۲) مکانسیم واکنش
- ۲۶ ۳-۲-۲) استفاده از نانو کاتالیزگر بتا-سیکلودکسترین
- ۲۷ ۴-۲-۲) تهیه تک بلور از دی‌متیل-۸-اکسو ۸a- (۲،۲،۲)- تری فلورو اتوکسی (۸، ۸a- دی‌هیدرو- H_2 - ایندو [۲، ۱- b] فوران-۲، ۳- دی کربوکسیلات
- ۲۷ ۱-۳-۲) روش کار عمومی برای سنتز دی‌آلکیل-۸-اکسو ۸a- (۴- کلرو بنزیل) اکسی { ۸، ۸a- دی‌هیدرو- H_2 - ایندو [۲، ۱- b] فوران-۲، ۳- دی کربوکسیلات.
- ۲۸ ۲-۳-۲) مکانسیم واکنش
- ۳۰ ۳-۳-۲) استفاده از نانو کاتالیزگر بتا-سیکلودکسترین
- ۳۱ ۱-۴-۲) روش کار عمومی برای سنتز آلکیل-۸-اکسو ۸a- متوکسی ۸، ۸a- دی هیدرو- H_2 - ایندو [۲، ۱- b] فوران-۲، ۳- دی کربوکسیلات.
- ۳۱ ۲-۴-۲) مکانسیم واکنش
- ۳۳ ۳-۴-۲) استفاده از نانو کاتالیزگر بتا-سیکلودکسترین

۳۴

فصل سوم: خواص فیزیکی و اطلاعات طیفی

۳۵

۱-۳ خواص فیزیکی و اطلاعات طیفی دی‌متیل-۸-اکسو-۸a-(۲,۲,۲)-تری-
فلورواتوکسی(۸, ۸a-دی‌هیدرو- H_2 -ایندو[۲, ۱-b] فوران-۲, ۳-دی
کربوکسیلات.

۴۳

۲-۳ خواص فیزیکی و اطلاعات طیفی دی‌اتیل-۸-اکسو-۸a-(۲,۲,۲)-تری-
فلورواتوکسی(۸, ۸a-دی‌هیدرو- H_2 -ایندو[۲, ۱-b] فوران-۲, ۳-دی
کربوکسیلات.

۵۳

۳-۳ خواص فیزیکی و اطلاعات طیفی دی‌متیل-۸-اکسو-۸a-(۴-کلروبنزیل)
اکسی { ۸, ۸a-دی‌هیدرو- H_2 -ایندو[۲, ۱-b] فوران-۲, ۳-دی کربوکسیلات.

۶۲

۴-۳ خواص فیزیکی و اطلاعات طیفی دی‌اتیل-۸-اکسو-۸a-(۴-کلروبنزیل)
اکسی { ۸, ۸a-دی‌هیدرو- H_2 -ایندو[۲, ۱-b] فوران-۲, ۳-دی-
کربوکسیلات.

۷۲

۵-۳ خواص فیزیکی و اطلاعات طیفی دی‌متیل-۸-اکسو-۸a-(متوکسی)-
دی‌هیدرو- H_2 -ایندو[۲, ۱-b] فوران-۲, ۳-دی کربوکسیلات

۸۰

۶-۳ خواص فیزیکی و اطلاعات طیفی دی‌اتیل-۸-اکسو-۸a-(متوکسی)-
دی‌هیدرو- H_2 -ایندو[۲, ۱-b] فوران-۲, ۳-دی کربوکسیلات.

فهرست جدول‌ها



فصل دوم

۲۶

جدول ۱-۲ تاثیر نانوکاتالیزگر بتا-سیکلودکستریں در سنتز ۹(a,b)

۳۰

جدول ۲-۲ تاثیر نانوکاتالیزگر بتا-سیکلودکستریں در سنتز ۹(c,d)

فهرست شکل‌ها



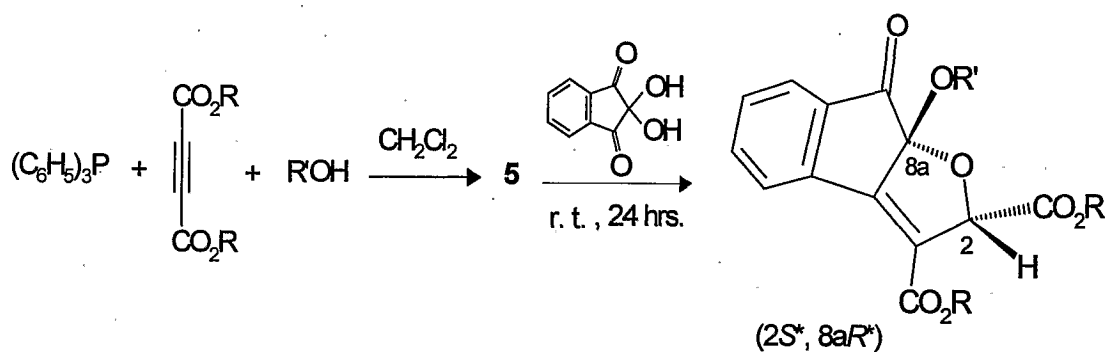
۳۵	فصل سوم
۳۶	شکل ۱-۳ طیف $^1\text{H NMR}$ (250 MHz) (CDCl_3) ترکیب ۱۲a
۳۷	شکل ۲-۳ طیف $^1\text{H NMR}$ (250 MHz) (CDCl_3) ترکیب ۱۲ a
۳۸	شکل ۳-۳ طیف $^1\text{H NMR}$ (250 MHz) (CDCl_3) ترکیب ۱۲ a
۳۹	شکل ۴-۳ طیف $^{13}\text{C NMR}$ (62.5 MHz) (CDCl_3) ترکیب ۱۲ a
۴۰	شکل ۵-۳ طیف $^{13}\text{C NMR}$ (62.5 MHz) (CDCl_3) ترکیب ۱۲ a
۴۱	شکل ۶-۳ طیف $^{13}\text{C NMR}$ (62.5 MHz) (CDCl_3) ترکیب ۱۲ a
۴۲	شکل ۷-۳ طیف IR ترکیب ۱۲ a
۴۴	شکل ۸-۳ طیف $^1\text{H NMR}$ (250 MHz) (CDCl_3) ترکیب ۱۲ b
۴۵	شکل ۹-۳ طیف $^1\text{H NMR}$ (250 MHz) (CDCl_3) ترکیب ۱۲ b
۴۶	شکل ۱۰-۳ طیف $^1\text{H NMR}$ (250 MHz) (CDCl_3) ترکیب ۱۲ b
۴۷	شکل ۱۱-۳ طیف $^1\text{H NMR}$ (250 MHz) (CDCl_3) ترکیب ۱۲ b
۴۸	شکل ۱۲-۳ طیف $^{13}\text{C NMR}$ (62.5 MHz) (CDCl_3) ترکیب ۱۲ b
۴۹	شکل ۱۳-۳ طیف $^{13}\text{C NMR}$ (62.5 MHz) (CDCl_3) ترکیب ۱۲ b
۵۰	شکل ۱۴-۳ طیف $^{13}\text{C NMR}$ (62.5 MHz) (CDCl_3) ترکیب ۱۲ b
۵۱	شکل ۱۵-۳ طیف $^{13}\text{C NMR}$ (62.5 MHz) (CDCl_3) ترکیب ۱۲ b
۵۲	شکل ۱۶-۳ طیف IR ترکیب ۱۲ b

- ۵۴ شکل ۱۷-۳ طیف $^1\text{H NMR}$ (250 MHz) (CDCl_3) ترکیب ۱۲c
- ۵۵ شکل ۱۸-۳ طیف $^1\text{H NMR}$ (250 MHz) (CDCl_3) ترکیب ۱۲c
- ۵۶ شکل ۱۹-۳ طیف $^1\text{H NMR}$ (250 MHz) (CDCl_3) ترکیب ۱۲c
- ۵۷ شکل ۲۰-۳ طیف $^{13}\text{C NMR}$ (62.5 MHz) (CDCl_3) ترکیب ۱۲c
- ۵۸ شکل ۲۱-۳ طیف $^{13}\text{C NMR}$ (62.5 MHz) (CDCl_3) ترکیب ۱۲c
- ۵۹ شکل ۲۲-۳ طیف $^{13}\text{C NMR}$ (62.5 MHz) (CDCl_3) ترکیب ۱۲c
- ۶۰ شکل ۲۳-۳ طیف $^{13}\text{C NMR}$ (62.5 MHz) (CDCl_3) ترکیب ۱۲c
- ۶۱ شکل ۲۴-۳ طیف IR ترکیب ۱۲c
- ۶۳ شکل ۲۵-۳ طیف $^1\text{H NMR}$ (250 MHz) (CDCl_3) ترکیب ۱۲d
- ۶۴ شکل ۲۶-۳ طیف $^1\text{H NMR}$ (250 MHz) (CDCl_3) ترکیب ۱۲d
- ۶۵ شکل ۲۷-۳ طیف $^1\text{H NMR}$ (250 MHz) (CDCl_3) ترکیب ۱۲d
- ۶۶ شکل ۲۸-۳ طیف $^1\text{H NMR}$ (250 MHz) (CDCl_3) ترکیب ۱۲d
- ۶۷ شکل ۲۹-۳ طیف $^{13}\text{C NMR}$ (62.5 MHz) (CDCl_3) ترکیب ۱۲d
- ۶۸ شکل ۳۰-۳ طیف $^{13}\text{C NMR}$ (62.5 MHz) (CDCl_3) ترکیب ۱۲d
- ۶۹ شکل ۳۱-۳ طیف $^{13}\text{C NMR}$ (62.5 MHz) (CDCl_3) ترکیب ۱۲d
- ۷۰ شکل ۳۲-۳ طیف $^{13}\text{C NMR}$ (62.5 MHz) (CDCl_3) ترکیب ۱۲d
- ۷۱ شکل ۳۳-۳ طیف IR ترکیب ۱۲d
- ۷۳ شکل ۳۴-۳ طیف $^1\text{H NMR}$ (250 MHz) (CDCl_3) ترکیب ۱۲e
- ۷۴ شکل ۳۵-۳ طیف $^1\text{H NMR}$ (250 MHz) (CDCl_3) ترکیب ۱۲e
- ۷۵ شکل ۳۶-۳ طیف $^1\text{H NMR}$ (250 MHz) (CDCl_3) ترکیب ۱۲e
- ۷۶ شکل ۳۷-۳ طیف $^{13}\text{C NMR}$ (62.9 MHz) (CDCl_3) ترکیب ۱۲e

- ۷۷ شکل ۳-۳۸ طیف ^{13}C NMR (62.9 MHz) (CDCl_3) ترکیب ۱۲ e
- ۷۸ شکل ۳-۳۹ طیف ^{13}C NMR (62.9 MHz) (CDCl_3) ترکیب ۱۲ e
- ۷۹ شکل ۳-۳۹ طیف IR ترکیب ۱۲ e
- ۸۱ شکل ۳-۴۰ طیف ^1H NMR (250 MHz) (CDCl_3) ترکیب ۱۲ f
- ۸۲ شکل ۳-۴۱ طیف ^1H NMR (250 MHz) (CDCl_3) ترکیب ۱۲ f
- ۸۳ شکل ۳-۴۲ طیف ^1H NMR (250 MHz) (CDCl_3) ترکیب ۱۲ f
- ۸۴ شکل ۳-۴۳ طیف ^{13}C NMR (62.9 MHz) (CDCl_3) ترکیب ۱۲ f
- ۸۵ شکل ۳-۴۴ طیف ^{13}C NMR (62.9 MHz) (CDCl_3) ترکیب ۱۲ f
- ۸۶ شکل ۳-۴۵ طیف IR ترکیب ۱۲ f
- ۸۷ شکل (۳-۴۶) نمودار ORTEP ترکیب دی‌متیل-۸-اکسو-۸a-(۲،۲،۲)-تری-فلورو اتوکسی) ۸، ۸a-دی‌هیدرو- H_2 -ایندو[۲، ۱- b] فوران-۲، ۳-دی کربوکسیلات (۱۲a).

چکیده

پروتون‌دار شدن حدواسط‌های ۱:۱ فعال تولید شده از واکنش بین تری‌فنیل فسفین و دی‌آکیل استیلن دی‌کربوکسیلات با الکل‌های (۲،۲،۲-تری‌فلورواتانول، متانول و ۴-کلروبنزیل‌الکل)، نمک‌های تری-فنیل فسفونیوم را ایجاد می‌کند، واکنش تحت افزایش مایکل با باز مزدوج قرار گرفته و ایلیدهای پایدار فسفر مربوطه را تولید می‌کند. ایلیدهای پایدار فسفر در اثر واکنش ویتینگ با ایندان ۱،۲،۳-تری‌اون منجر به تولید H_2 -ایندو [b-۱،۲] فوران دی‌کربوکسیلات با غلظت بالا و راندمان خیلی خوب می‌شود. استرئوشیمی دی‌متیل ۸-اکسو-۸a- (۲،۲،۲-تری‌فلورو اتوکسی) ۸ و ۸a-دی‌هیدرو- H_2 -ایندو [b-۱،۲] فوران-۳،۲ دی‌کربوکسیلات از طریق پراش اشعه ایکس از تک‌بلور آن اثبات گردیده است. واکنش کاملاً فضاگزين است. و در این کار نقش نانوکاتالیز بتا-سیکلودکستروزین نیز مطالعه شده است.



لغات کلیدی: سنتز فضاگزين، استر استلینی، تری‌فنیل فسفین، H_2 -ایندو [b-۱،۲] فوران، واکنش واکنش ویتینگ

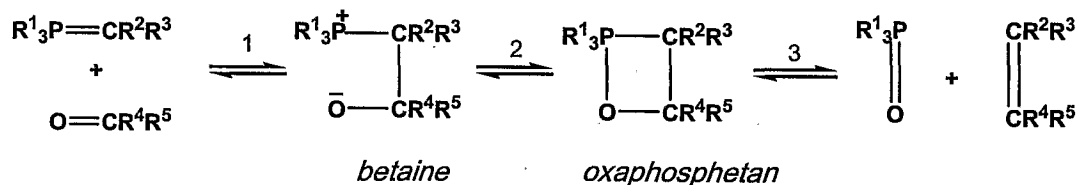
فصل اول

مقدمه

مقدمه

(۱-۱) واکنش ویتینگ

واکنش ویتینگ یکی از مشهورترین واکنش‌های ایلیدهای فسفر است که شامل یک تراکم و حذف بین ایلید فسفونیوم و یک آلدهید یا کتون برای تشکیل یک اولفین و فسفین اکسید می‌باشد، که به افتخار جورج ویتینگ^۱ از دانشگاه هایدلبرگ^۲ به این نام معروف گردید. پروفیسور جورج ویتینگ به دلیل این کشف مهم موفق به دریافت جایزه نوبل شیمی در سال ۱۹۷۹ میلادی گردید. با توجه به تحقیقات گسترده در این زمینه هنوز ارایه یک مکانیسم واحد و فراگیر برای این واکنش ممکن نیست، ولی یک مکانیسم عمومی که شامل دو یا سه مرحله می‌باشد، برای انجام این واکنش پذیرفته شده است (واکنش ۱-۱).



واکنش (۱-۱)

ایلیدی که در این واکنش شرکت می‌کند می‌تواند حاوی پیوندهای چندگانه و یا گروه‌های عاملی دیگر باشد. ایلیدهای ناپایدار بسیار فعال هستند و می‌توانند علاوه بر گروه کربونیلی با آب،

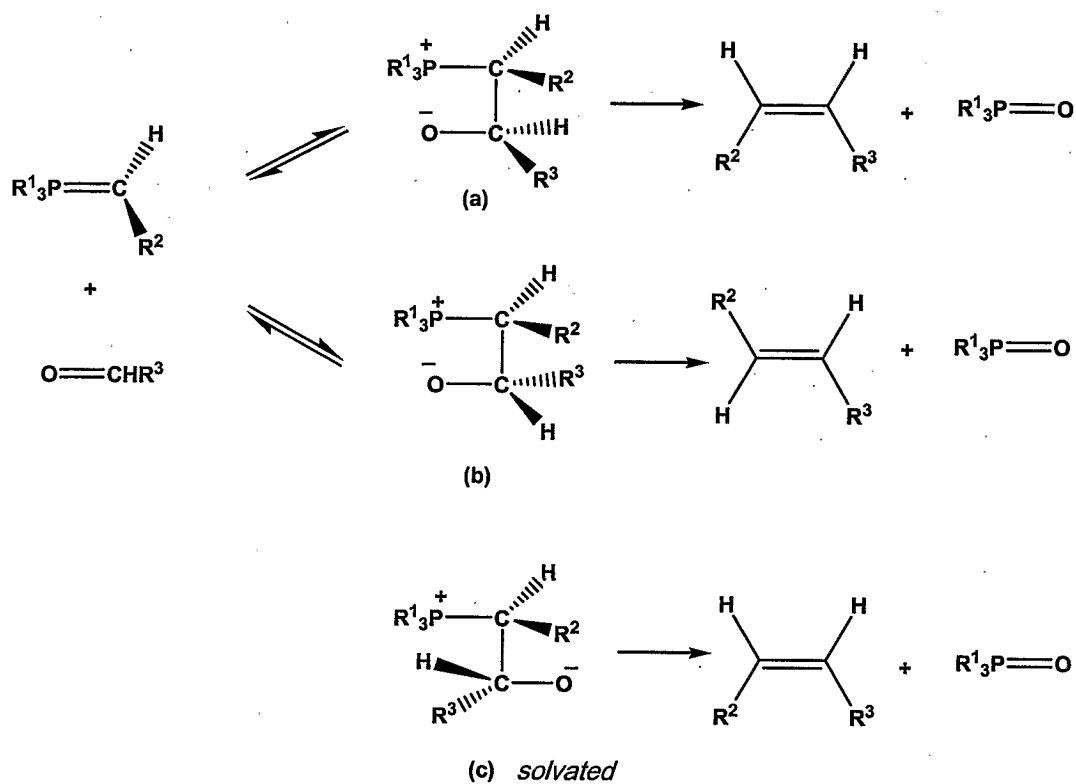
^۱ Georg Wittig^۲ Heidelberg

اکسیژن، دی‌اکسیدکربن، و الکل‌ها واکنش دهند، لذا واکنش باید در غیاب چنین موادی انجام شود. ایلیدهای پایدار که گروه‌های الکترون‌کشنده در موقعیت α دارند، فعالیت کمتری دارند. چنین ایلیدهایی معمولاً با آلدهیدها سریع‌تر از کتون‌ها واکنش می‌دهند. آلدهید یا کتون مورد نظر می‌تواند آلیفاتیک، آلی‌سیکلیک و یا آروماتیک باشد. حضور پیوندهای چندگانه و گروه‌های هیدروکسی، آلوکسی، آمینو، هالو، و حتی گروه استری مزاحمتی برای این واکنش ایجاد نمی‌کند [۱].

۱-۱-۱) استرئوشیمی واکنش ویتینگ

بتائین تشکیل شده در واکنش ویتینگ دارای دو اتم کربن نامتقارن است، بنابراین می‌تواند به صورت دو دیاسترومر وجود داشته باشد.

زمانی که تشکیل بتائین به صورت برگشت‌پذیر باشد، از لحاظ ترمودینامیکی دیاسترومر پایدارتر به طور غالب تشکیل می‌شود (b) و ایجاد آلکن ترانس می‌کند. با استفاده از حلال‌های پروتیک، از طریق سولواته کردن اُکسی آنیون حدواسط بتائین، بر همکنش الکتروستاتیک O^- و P^+ کاهش یافته و فرم c تشکیل می‌شود و ایجاد آلکن سیس می‌نماید [۱، ۲].



واکنش (۲-۱)

استرئوشیمی واکنش ویتینگ به ساختار ایلید و شرایط واکنش بستگی دارد. ایلیدهای ناپایدار معمولاً ایزومرهای *Z* را می‌دهند در حالی که ایلیدهای پایدار بیشتر فرم *E* را ایجاد می‌کنند.

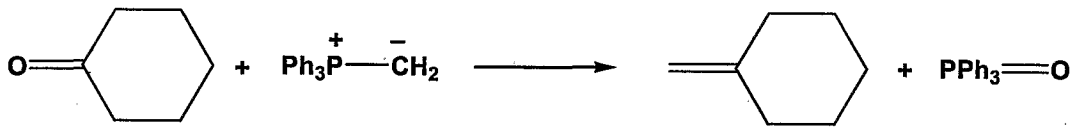
۲-۱-۱ انواع واکنش ویتینگ

۱-۲-۱-۱ واکنش ویتینگ بین مولکولی^۱

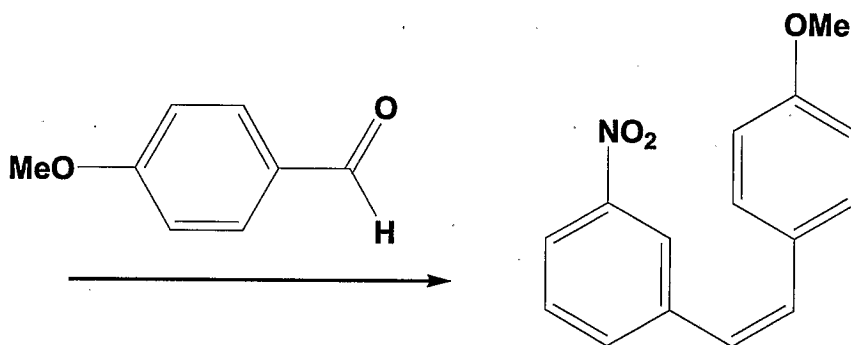
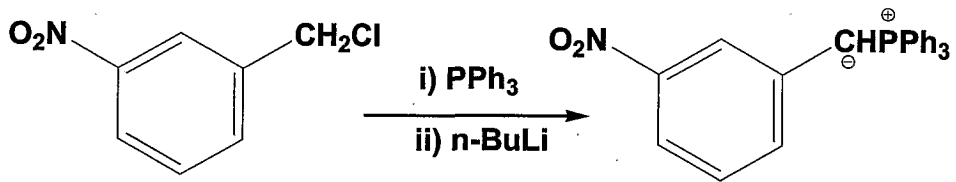
در این واکنش ایلید فسفر در روی یک مولکول و گروه کربونیل در روی مولکول دیگر قرار دارد. سنتز اولفین‌های آگزو که از طریق واکنش حذفی مشکل است، به راحتی با این روش امکان پذیر

^۱ Intermolecular

می‌باشد. از واکنش بین سیکلوهگزانون و یک ایلید، اولفین آگرو تهیه می‌شود (واکنش (۳-۱) [۴].
 واکنش (۴-۱) نیز نوعی واکنش بین مولکولی است که فرم E محصول با بازده ۸۹٪ تولید می‌شود
 [۵].



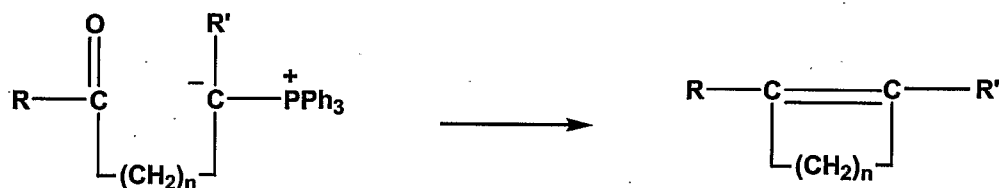
واکنش (۳-۱)



واکنش (۴-۱)

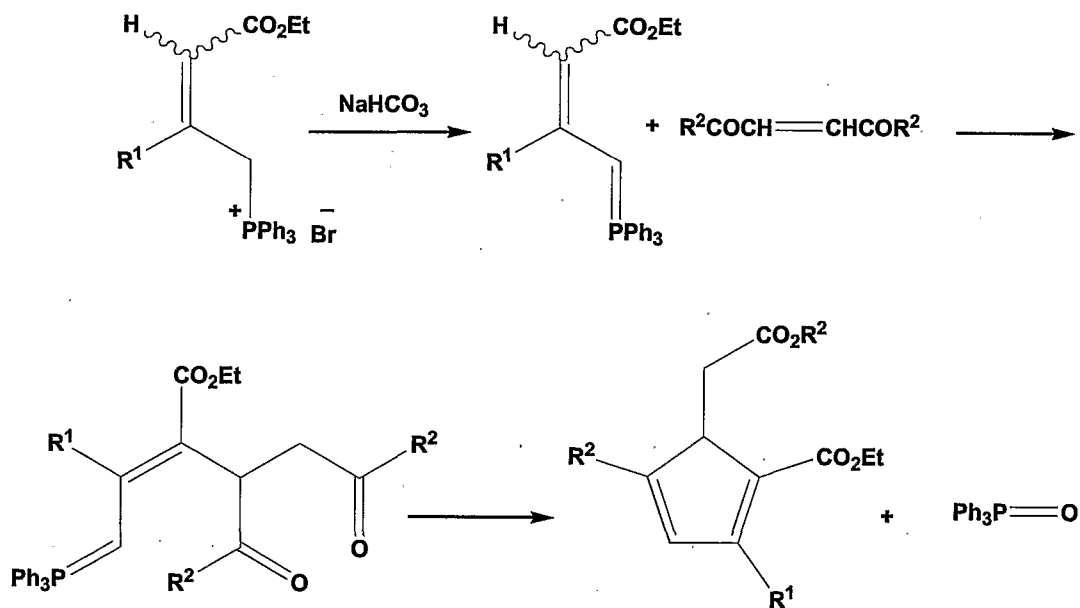
۱-۲-۱-۱ واکنش ویتینگ درون مولکولی^۱

در واکنش ویتینگ درون مولکولی، ایلید و گروه کربونیل بر روی یک مولکول قرار دارند. از این واکنش برای سنتز سیکلوآلکن‌ها استفاده می‌شود. حلقه‌های ایجاد شده می‌توانند شامل ۵ تا ۱۶ اتم کربن باشند (واکنش ۵-۱) [۶].



واکنش (۵-۱)

مشتقات سیکلوپنتادیان با استفاده از واکنش ویتینگ درون مولکولی در محیط آبی با راندمان بالا قابل تهیه‌اند. همان‌طور که ملاحظه می‌شود تشکیل حلقه‌ی ۵ عضوی بر حلقه‌ی ۶ عضوی غالب است (واکنش ۶-۱) [۷].

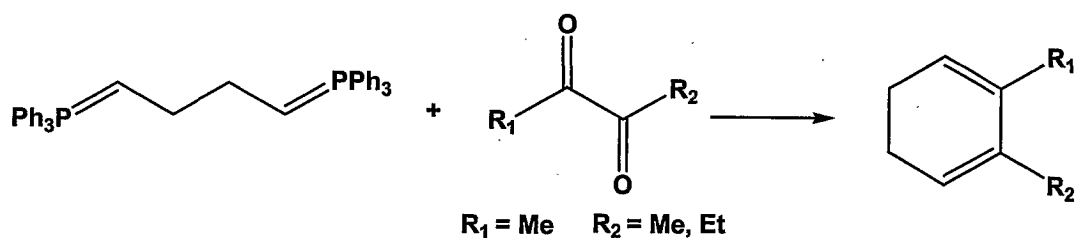


واکنش (۶-۱)

^۱ Intramolecular

۱-۲-۳) واکنش بیس ویتینگ^۱

واکنش بیس ویتینگ واکنشی است که در آن یک مول ترکیب دی کربونیل دار با یک مول بیس آلکیلیدین فسفران ایجاد دی‌ان‌های حلقوی هتروسیکل یا کربوسیکل می‌کند. (واکنش ۷-۱)



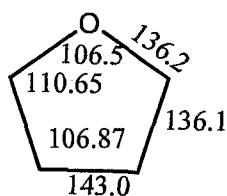
(واکنش ۷-۱)

منشاء ترکیبات هتروسیکل پنج عضوی با یک اتم اکسیژن فوران می‌باشد. حلقه‌های هتروسیکل پنج عضوی یکی از بزرگ‌ترین گروه‌های ترکیبات حلقوی هستند که فشار حلقه در آن‌ها زیاد نیست. حلقه‌های پنج عضوی کمتر از حلقه‌های سه عضوی و چهار عضوی در واکنش باز شدن حلقه شرکت می‌کند.

۱-۳) فوران

ساختار فوران حلقه‌ی پنج عضوی مسطح می‌باشد. که یکی از اتم‌های تشکیل دهنده حلقه اتم اکسیژن می‌باشد.

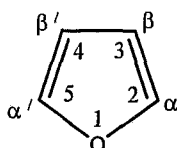
^۱ BisWittig



شکل (۸-۱)

(ساختار فوران پیوند بر حسب ppm و زاویه پیوند بر حسب درجه)

موقعیت‌های بعدی هترواتم‌ها با α و α' نشان داده می‌شود.



شکل (۹-۱)

همان‌طور که در ساختار فوران نشان داده شده طول پیوند بین C-4/C-3 بیشتر از طول پیوند بین C-2/C-3 و C-4/C5 می‌باشد. انرژی پتانسیل فوران ۸/۸۹ الکترون ولت می‌باشد. ممان دو قطبی فوران ۰/۷۱ است. دلیل کم بودن ممان دو قطبی فوران نسبت به تتراهیدروفوران (۱/۷۱) الکترون ولت) وجود زوج الکترون آزاد بر روی اکسیژن و غیر مستقر شدن آن در داخل حلقه می‌باشد. اطلاعات طیفی NMR و UV فوران در زیر آمده است.

UV(ethanol)
 λ (nm) ϵ
 208(3.99)

^1H NMR(DMSO- d_6)
 δ (ppm)
 H-2/5 :7.46
 H-3/4 :6.36

^{13}C NMR(DMSO- d_6)
 δ (ppm)
 C-2/5 :143.6
 C-3/4 :110.4