

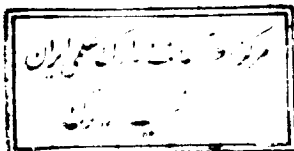
بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

۱۳۸۰ / ۱ / ۱۰



دانشگاه صنعتی اصفهان

دانشکده شیمی



تهیه سولفونامیدها در حالت جامد

و

کاهش ترکیبات آلی با معرف جدید بنزیل تری فنیل فسفین تترا
هیدروبورات

پایان نامه کارشناسی ارشد شیمی

علی رضا نجفی چرمهینی

استاد راهنما

دکتر عبدالرضا حاجی پور

اسفند ۱۳۷۸

۱۰۱۱۷۸

۳۲۷۹۲



دانشگاه صنعتی اصفهان

دانشکده شیمی

پایان نامه کارشناسی ارشد رشته شیمی آلی آقای علیرضا نجفی چرمهینی
تحت عنوان

تهیه سولفونامیدها در حالت جامد و کاهش ترکیبهای آلی با معرف جدید بنزیل تری
فنیل فسفونیم تترا هیدرو بورات

در تاریخ توسط کمیته تخصصی زیر مورد بررسی و تصویب نهائی قرار گرفت.

دکتر عبدالرضا حاجی پور

دکتر شادپور ملک پور

دکتر عبدالحسین دباغ

دکتر ایرج محمد پور

۱-استاد راهنمای پایان نامه

۲-استاد مشاور پایان نامه

۳-استاد داور

۴-استاد داور

دکتر غلامعباس پارسا

سرپرست تحصیلات تکمیلی دانشکده

«نیایش»

ای خدا از تو درخواست ایمان ثابتی که تا روز لقای تو باقی بماند می‌کنم، و بر آن تا زنده‌ام مرا باقی دار و بر آن تیران و بر آن ایمانم در قیامت مبعوث کن، و دلم را از ریا و خودنمایی و شک و ظاهر سازی در دینت بیزار کن تا عملم خالص برای تو باشد. ای خدا مرا بصیرتی در دین خود و فراستی در حکم خود و فهم هوشی در علم کتاب خوش عطا فرما و کلین از رحمت بخش و مقام ورعی بخش که مانع از هر چه عصبان توست شود و به نور معرفت روسفیدم کن و رغبتم را به آنچه نزد توست قرار ده و مرا به راه رضای خود و بر آیین رسالت - صلی الله علیه و آله - بگردان.

دعای ابو حمزه ثمالی

تشکر و قدر دانی

حمد و ستایش مخصوص پروردگار جهانیان است که اول اوست و آخر اوست و هم ظاهر و باطن اوست آفریدگار هستی اوست همه از اویند و بازگشت نیز به سوی اوست و در یک کلام همه اوست. و اما بعد سلام و صلوات خداوند بر همه رسولان و اولیائش و مخصوصا بر خاتم آنان و افضل آنان و خاندان گرامیش باد. صاحبان امر، که خداوند اطاعت از آنان را بر ما واجب گردانید و دوستی خود را دوستی آنان قرار داد و همه امورات ما و بلکه جهان را به ایشان سپرد، پس هر موفقیتی و حتی هر امری از امور به خواست ایشان است. بنابر این سپاس گزاری واقعی تنها آنها و در زمان غیبت آخرین ایشان حضرت ولی عصر - که خداوند در ظهورش تعجیل کند - را شایسته است، هر چند که زبان من و بلکه همه جهانیان از مدح ایشان قاصر است. اکنون که به فضل پروردگار این دوره به پایان رسیده است لازم است که نخست از پدر و مادر عزیزم به خاطر زحمتهای زیاد و دعای خیر و تشویقهای موثرشان نهایت تشکر را بنمایم. از معلم خوبم آقای دکتر حاجی پور به خاطر راهنماییها و کمک ایشان هم در طول دوره کارشناسی و کارشناسی ارشد هم در کلیه مراحل پایان نامه کمال سپاس را دارم. از آقای دکتر ملک پور به خاطر راهنماییهای ارزنده در تنظیم نهایی پایان نامه تشکر می‌نمایم. از همه اساتید دانشکده شیمی مخصوصا اساتید گروه آلی که در این چند سال از خرمن دانش آنها خوشه چینی کردم قدردانی می‌کنم. از همه کارکنان دانشکده نیز کمال تشکر را می‌نمایم.

علیرضا نجفی

کلیه حقوق مادی مترتب بر نتایج مطالعات ،
ابتکارات و نوآوریهای ناشی از تحقیق موضوع
این پایان نامه متعلق به دانشگاه صنعتی
اصفهان است.

به روان بی کران

روح الله ضیعی

و همه فرزندان

آنکه در هنگامه نبرد رسته تعلقات درس و بهت و مدرسه را بریدند و عقال

تمنیات دنیا را از پای حقیقت علم برگزفتند.

فهرست مطالب

<u>صفحه</u>	<u>عنوان</u>
شش	فهرست مطالب
	فصل اول: مقدمه
۱	۱- واکنشهای حالت جامد.....
۲	۱-۱ واکنشهای اکسایش
۲	۱-۱-۱ اکسایش بروش بایر ویلیگر.....
۲	۱-۱-۲ واکنش اکسایش الکلهها.....
۳	۱-۱-۳ واکنشهای جفت شدن مشتقات استیلنی و مشتقات فنولها.....
۳	۱-۱-۴ واکنشهای کاهش.....
۳	۱-۱-۵ واکنش افزایش مایکل.....
۴	۱-۱-۶ تهیه اکسیمها در حالت جامد.....
۴	۱-۱-۷ نوآرایی بیکمن.....
۵	۱-۱-۸ واکنش سولفاتتازول و انیدریداسیدها در حالت جامد.....
۵	۱-۲ سولفونامیدها.....
۶	۱-۲-۱ تهیه سولفونامیدها بروش هینزبرگ.....
۷	۱-۲-۲ تهیه سولفونامیدها با استفاده از پنتا کلرید فسفر.....
۷	۱-۲-۳ تهیه سولفونامیدهای نوع دوم با استفاده از بنزن سولفونامید.....
۸	۱-۲-۴ تهیه سولفونامیدها از طریق واکنشهای فاز جامد.....
۹	۱-۲-۴-الف تهیه سولفونامیدها با استفاده از نگهدارنده کربامات.....
۹	۱-۲-۴-ب تهیه سولفونامیدها با استفاده از نگهدارنده AMEBA.....
۱۰	۱-۲-۴-ج تهیه سولفونامیدها با استفاده از نگهدارنده Rink amid resin.....
۱۱	۲- احیای ترکیبات آلی با معرفهای هیدریدی
۱۱	۲-۱ جایگزینی یک یا بیشتر از یونهای هیدرید با استخلافات دیگر.....
۱۳	۲-۲ تغییر همزمان کاتیون و تعدادی از یونهای هیدرید.....
۱۵	۲-۳ بورو هیدریدهای فلز لیگاند.....
۱۶	۲-۴ سیستم های بورو هیدرید مرکب.....
۱۶	۲-۵ تشکیل بورید و آلومینید.....
۱۸	۲-۶ بورو هیدریدهای نمکهای آمونیم نوع چهارم.....
۱۹	۲-۷ پلیمرهای تثبیت شده بوسیله بورو هیدریدها.....
۲۰	۲-۸ بورو هیدریدهای روی و زیرکونیم.....
	فصل دوم: بحث و نتیجه گیری
۲۴	۱-۲ تهیه سولفونامیدها در حالت جامد.....

۲۶.....	۱-۲-۲ محدودیتها.....
۲۸.....	جدول (۲-۱).....
۲۹.....	جدول (۲-۲).....
۳۰.....	۱۲-۲ احیای ترکیبات آلی با معرف بنزیل تری فنیل فسفونیم ترا هیدرو بورات (BTPPTB).....
۳۰.....	۱-۲-۲ خصوصیات معرف.....
۳۰.....	۲-۲-۲ چگونگی عمل معرفهای کاهنده هیدریدی.....
۳۲.....	۳-۲ کاهش ترکیبات کربونیلی با معرف BTPPTB.....
۳۴.....	جدول (۲-۳).....
۳۵.....	جدول (۲-۴).....
۳۶.....	۴-۲ آمینه شدن کاهشی با معرف BTPPTB.....
۳۷.....	جدول (۲-۵).....
۳۸.....	نتیجه گیری.....

فصل سوم : بخش تجربی

۳۹.....	۱-۳ اطلاعات عمومی.....
	۲-۳ تهیه سولفونامیدها
۴۰.....	۱-۲-۳ تهیه N-متیل پارا تولوئن سولفونامید.....
۴۰.....	۲-۲-۳ تهیه N-اتیل پارا تولوئن سولفونامید.....
۴۱.....	۳-۲-۳ تهیه N-بنزیل پارا تولوئن سولفونامید.....
۴۱.....	۴-۲-۳ تهیه پیرییدین پارا تولوئن سولفونامید.....
۴۱.....	۵-۲-۳ تهیه N-(n-پروپیل) بنزن سولفونامید.....
۴۲.....	۶-۲-۳ تهیه N-(n-بوتیل) بنزن سولفونامید.....
۴۲.....	۷-۲-۳ تهیه مورفولین بنزن سولفونامید.....
۴۲.....	۸-۲-۳ تهیه N-ایزو پنتیل بنزن سولفونامید.....
	۳-۳ کاهش آلدهیدها و کتونها به الکلها
۴۳.....	۱-۳-۳ تهیه معرف.....
۴۳.....	۱-۳-۳ الف تهیه نمک بنزیل تری فسفونیم کلرید.....
۴۳.....	۱-۳-۳ ب تهیه معرف بنزیل تری فنیل فسفونیم ترا هیدرو بورات.....
۴۴.....	۳-۳-۳ تهیه فنیل متیل کاربنول.....
۴۴.....	۴-۳-۳ تهیه ۴،۳،۵ تری متوکسی بنزیل الکل.....
۴۵.....	۵-۳-۳ تهیه متیل (۳-پیریدیل کاربنول).....
۴۵.....	۶-۳-۳ تهیه فنیل (۲-پیریدیل کاربنول).....
۴۵.....	۷-۳-۳ تهیه متیل (۳،۴،۵ دی متوکسی) فنیل کاربنول.....
۴۶.....	۸-۳-۳ تهیه ۲-هیدروکسی ۵-برومو بنزیل الکل.....
۴۶.....	۴-۳ آمینه شدن کاهشی.....

- ۴۶-۳-۱ تهیه دی بنزیل آمین
 ۴۷-۳-۲ تهیه N-بوتیل-N-۴،۳ دی متوکسی بنزیل آمین
 ۴۷-۳-۳ تهیه N-بنزیل-N-۴،۳ دی متوکسی بنزیل آمین
 ۴۸-۳-۴ تهیه N-بوتیل-N-۴،۳ دی متوکسی بنزیل آمین

فصل چهارم: طیفهای IR و NMR

- ۴۹- طیف IR(KBr) N-متیل پارا تولوئن سولفونامید
 ۵۰- طیف ¹H-NMR ترکیب N-متیل پارا تولوئن سولفونامید
 ۵۱- طیف ¹H-NMR ترکیب N-متیل پارا تولوئن سولفونامید (دوتریم دار شده)
 ۵۲- طیف IR(KBr) ترکیب N-اتیل پارا تولوئن سولفونامید
 ۵۳- طیف ¹H-NMR ترکیب N-اتیل پارا تولوئن سولفونامید
 ۵۴- طیف IR(KBr) ترکیب N-بنزیل پارا تولوئن سولفونامید
 ۵۵- طیف ¹H-NMR ترکیب N-بنزیل پارا تولوئن سولفونامید
 ۵۶- طیف IR(KBr) ترکیب N-پیرییدین بنزن سولفونامید
 ۵۷- طیف ¹H-NMR ترکیب N-پیرییدین بنزن سولفونامید
 ۵۸- طیف IR(KBr) ترکیب N-(n-پروپیل) بنزن سولفونامید
 ۵۹- طیف ¹H-NMR ترکیب N-(n-پروپیل) بنزن سولفونامید
 ۶۰- طیف IR(KBr) ترکیب N-(n-بوتیل) بنزن سولفونامید
 ۶۱- طیف ¹H-NMR ترکیب N-(n-بوتیل) بنزن سولفونامید
 ۶۲- طیف IR(KBr) ترکیب N-مورفولین بنزن سولفونامید
 ۶۳- طیف ¹H-NMR ترکیب N-مورفولین بنزن سولفونامید
 ۶۴- طیف IR(KBr) ترکیب N-ایزو پنتیل بنزن سولفونامید
 ۶۵- طیف ¹H-NMR ترکیب N-ایزو پنتیل بنزن سولفونامید
 ۶۶- طیف IR(KBr) ترکیب N-مورفولین بنزن سولفونامید در حالت جامد
 ۶۷- طیف ¹H-NMR ترکیب بنزیدرول
 ۶۸- طیف IR(KBr) ترکیب فنیل متیل کاربنول
 ۶۹- طیف ¹H-NMR ترکیب فنیل متیل کاربنول
 ۷۰- طیف IR(KBr) ترکیب ۵،۴،۳ تری متوکسی بنزیل الکل
 ۷۱- طیف ¹H-NMR ترکیب ۵،۴،۳ تری متوکسی بنزیل الکل
 ۷۲- طیف IR(KBr) ترکیب متیل (۳-پیریدیل) کاربنول
 ۷۳- طیف ¹H-NMR ترکیب متیل (۳-پیریدیل) کاربنول
 ۷۴- طیف IR(KBr) ترکیب فنیل (۲-پیریدیل) کاربنول
 ۷۵- طیف ¹H-NMR ترکیب فنیل (۲-پیریدیل) کاربنول
 ۷۶- طیف IR(KBr) ترکیب ۴،۳ دی متوکسی بنزیل الکل
 ۷۷- طیف ¹H-NMR ترکیب ۴،۳ دی متوکسی بنزیل الکل

- طیف $^1\text{H-NMR}$ ترکیب ۲-هیدروکسی ۵-برومو بنزیل الکل ۷۸
- طیف IR(KBr) ترکیب دی بنزیل آمین ۷۹
- طیف $^1\text{H-NMR}$ ترکیب دی بنزیل آمین ۸۰
- طیف IR(KBr) ترکیب N-بوتیل-N-۳،۴-دی متوکسی بنزیل آمین ۸۱
- طیف $^1\text{H-NMR}$ ترکیب N-بوتیل-N-۳،۴-دی متوکسی بنزیل آمین ۸۲
- طیف IR(KBr) ترکیب N-بنزیل-N-۳،۴-دی متوکسی بنزیل آمین ۸۳
- طیف $^1\text{H-NMR}$ ترکیب N-بنزیل-N-۳،۴-دی متوکسی بنزیل آمین ۸۴
- طیف $^1\text{H-NMR}$ ترکیب N-پروپیل-N-۳،۴-دی متوکسی بنزیل آمین ۸۵
- مراجع ۸۶

چکیده:

این پروژه از دو قسمت مجزا تشکیل شده است. بخش نخست آن مربوط به تهیه سولفونامیدها در فاز جامد (شرایط عاری از حلال) است. به تازگی تهیه ترکیبات آلی از طریق واکنشهای حالت جامد مورد توجه شیمیدانان قرار گرفته است. دلایل این رویکرد شامل سرعت بالاتر، گزینش پذیری بهتر، بازده بالاتر و بخصوص مسایل محیط زیستی و مسایل ایمنی است. از طرفی سولفونامیدها ترکیبهایی هستند که بعضی از آنها خاصیت داروئی دارند بنابراین ساختن آنها در حالت جامد جالب است. در این بخش یک روش ساده برای تهیه سولفونامیدها ارائه شده است. مزایای روش شامل سرعت بالا، سادگی، خالص سازی و جداسازی بازده خوب و عدم استفاده از حلال می باشد. محصولات به کمک روشهای طیف سنجی مادون قرمز و رزونانس مغناطیس هسته هیدروژن و همچنین نقاط ذوب آنها شناسایی شده اند. در بخش دوم این پروژه یک معرف کاهنده جدید به نام بنزیل تری فنیل فسفونیم تترا هیدروبورات معرفی شده است. سدیم بوروهیدرید یکی از پر کاربردترین معرفهای کاهنده است که در گستره وسیعی در واکنشهای کاهش به کار رفته است. بر روی سدیم بوروهیدرید تا کنون اصلاحات زیادی انجام شده است که منجر به تغییر خواص آن گردیده است. این اصلاحات شامل افزایش یا کاهش قدرت احیا کنندگی و همچنین حل پذیری آن در حلالهای غیر پروتونی و غیر قطبی میباشد. در این پروژه آنیون نمک بنزیل تری فنیل فسفونیم کلرید با تترا هیدرو بورات تعویض شده است که منجر به افزایش قدرت کاهندگی و همچنین حل شدن این ترکیب در حلالهای غیر پروتونی نظیر دی کلرو متان و کلروفرم شده است. در یک قسمت گروهی از ترکیبات کربونیل دار شامل آلدئیدها و کتونها به الکلها متناظر تبدیل شده اند. در بخش دیگر با روش آمیناسیون کاهشی سنتز تعدادی از آمینها مورد بررسی قرار گرفته است. تمام تر محصولات ها با روش های طیف سنجی و نقاط ذوب مورد شناسایی قرار گرفته اند.

فصل اول

مقدمه :

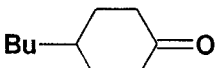
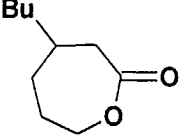
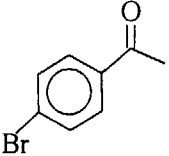
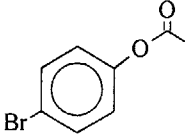
تاکنون واکنشهای شیمی آلی در حلال مورد بررسی قرار گرفته اند. شاید یک علت آن این گفته حکیم بزرگ یونانی ارسطو، کسی که تا مدت‌ها افکار او از نظر فلسفی بر جهان گسترده بود، باشد: که هیچ واکنشی بدون حضور حلال انجام نمی‌شود! در آن زمان مشخص نشده بود که بعضی از واکنشها در غیاب حلال انجام می‌شوند. به عنوان مثال تعدادی از واکنشهای زیستی مانند فرایند هضم غذا و کنشهای سلولی بیشتر واکنشهای حالت جامد هستند نه واکنشهایی که در حلال انجام می‌شوند [۱]. اخیراً مشخص شده است که بعضی از واکنشهای شیمی آلی در فاز جامد با بهره بهتر و گزینش پذیری بالاتری نسبت به محلول انجام می‌شوند. واکنشهای حالت جامد دارای مزایای دیگری نیز می‌باشند از جمله سرعت بالاتر و عدم استفاده از حلال که مورد آخر علاوه بر صرفه اقتصادی آن مسائل زیست محیطی نیز که به تازگی مورد توجه واقع شده است نیز رعایت می‌گردد. روش کلی انجام واکنشهای حالت جامد به این صورت است که: واکنشگرها به طور کامل پودر شده و به خوبی با هم مخلوط می‌گردند. این مخلوط در صورت لزوم برای مدتی به حال خود گذاشته میشود. انجام واکنشهای حالت جامد بوسیله عواملی مانند حرارت دادن، سائیدن، تکان دادن، تابش امواج فراصوت^۲ و تابش ریز موجها تسریع می‌گردد [۱۲-۲]. بررسیها نشان میدهد هرچه اندازه ذرات

ریزتر باشد سرعت انجام واکنش بیشتر است. به عنوان مثال در اکسایش بایر ویلیگر^۱ مشتقات بنزوفنون با متاکلرو پر بنزوئیک اسید در حالت جامد هنگامی که قطر ذرات از $100 \mu m$ به $50 \mu m$ کاهش پیدا میکند، سرعت واکنش ۱۰ برابر میگردد [۱]. از آنجائی که شیمی واکنشهای حالت جامد دارای سابقه زیادی نمی باشد، جنبه های نظری و بحث پیرامون مکانیسم آنها کار آسانی نیست. با این وجود انواع مختلفی از واکنشهای شیمی آلی در حالت جامد مورد بررسی قرار گرفته اند و نتایج آنها منتشر گردیده است که تعدادی از آنها ذکر میگردد.

۱-۱ واکنشهای اکسایش

۱-۱-۱ اکسایش بروش بایر ویلیگر

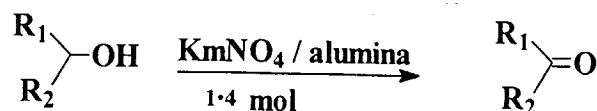
بعضی از واکنشهای بایر ویلیگر کتونها با متاکلرو پر بنزوئیک اسید در حالت جامد با سرعت بیشتری انجام می گردند که نتایج تعدادی از آنها در اینجا ذکر میگردد.

کتون	زمان (دقیقه)	محصول	% بازده (حالت جامد)	% بازده (کلروفرم)
	۳۰		۹۵	۹۴
	۵ روز		۶۴	۵۰
PhCOCH ₂ Ph	۲۴ ساعت	PhCO ₂ CH ₂ Ph	۹۷	۴۶
PhCOPh	۲۴ ساعت	PhCO ₂ Ph	۸۵	۱۳

۲-۱-۱ واکنش اکسایش الکلها

در واکنشهای آلی واکنشهای اکسایش خانواده بزرگی را تشکیل میدهند. اکسایش الکلها با معرف پرمنگنات تنبیت شده بر روی آلومینا در حالت جامد منجر به نتایج با گزینش پذیری بالا و بازده خوب شده است. همچنین سادگی خالص سازی و سرعت بالای انجام واکنش در دمای اتاق از دیگر مزایای این روش

می باشد. واکنش در دمای اتاق و تنها تا یک مرحله پیش می رود. این روش دارای گزینش پذیری خوبی است و الکل‌های نوع اول را به طور کامل در حضور الکل‌های نوع دوم اکسید می نماید [۱۲].

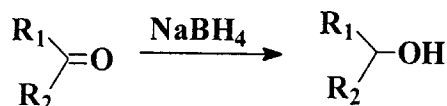


۳-۱-۱ واکنش‌های جفت شدن استیلنی و مشتقات فنولها

مشتقات استیلنی تحت واکنش گلاسر^۱ عمل جفت شدن انجام می‌دهند. این واکنش معمولاً در آب انجام میشود [۱]. این واکنش‌ها می‌توانند در حالت جامد با بهره بهتر انجام شوند. به عنوان مثال هنگامی که مخلوطی از ذرات پودر شده فنیل استلید مس (I) یک آب در دمای اتاق به مدت ۳ ساعت نگه داشته شود دی فنیل استیلن به عنوان محصول با بازده ۶۰٪ پدید می‌آید. واکنش مهم دیگر جفت شدن مشتقات فنولی است به عنوان مثال موقعی که مخلوطی از ۲- نفتول و کلرید آهن ۶ آب در دمای ۵۰ درجه سانتی گراد به مدت ۲ ساعت نگه داشته شود محصول بی نفتول با بازده خوب بدست می‌آید [۱۳].

۴-۱-۱ واکنش‌های کاهش

از واکنش‌های مهم دیگر که در حالت جامد گزارش شده است واکنش کاهش ترکیب‌های کربونیل به الکلها در حالت جامد است [۱۴]. این واکنش همچنین با اضافه کردن مولکول‌های فعال نوری به عنوان میزبان^۲ می‌تواند به صورت فضا ویژه باعث کاهش گروه کربونیل و تشکیل الکل‌های فعال نوری گردند [۱۵].



واکنش احیا ترکیب‌های کربونیل دار بوسیله معرف سدیم بوروهیدرید تثبیت شده بر روی آلومینا به تازگی توسط امواج ریز موج گزارش شده است [۱۶].

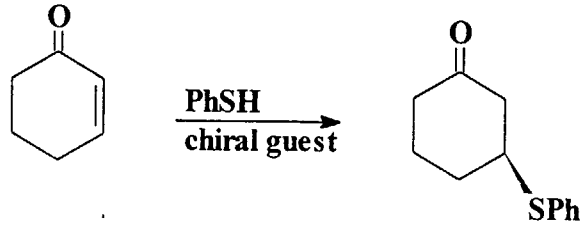
۵-۱-۱ واکنش افزایش مایکل^۳

واکنش افزایش مشتقات تیول به سیکلو هگزانون به همراه مولکول‌های فعال نوری میزبان به صورت فضا ویژه انجام شده است [۱۷].

1- glaser

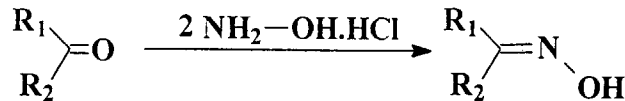
2- guest

1- Michael reaction



۶-۱-۱ تهیه اکسیمها در حالت جامد

اکسیمها ترکیب های مهمی در شیمی آلی می باشند. این ترکیب ها علاوه بر اینکه حد واسط برای تهیه نیتریل اکسیدها [۱۸] نیترونها [۱۹] و تعدادی از ترکیب های آلی هستند، به عنوان یک ترکیب موثر در شناسائی و خالص سازی ترکیبهای کربونیل دار به کار می رود. روشهای معمول در تهیه اکسیمها مستلزم مخلوط کردن ترکیب کربونیل دار با ۲ اکی والان هیدروکسیل آمین هیدروکلرید در شرایط بازی و با کنترل pH میباشد. نتایج نشان میدهد که تهیه اکسیمها در حالت جامد از سرعت بالاتر و همینطور جداسازی و خالص سازی آسانتری برخوردار است. همچنین بازده واکنش بالا میرود [۲۰].



۷-۱-۱ نوآرانی بیکمن^۱

اکسیمها تحت تاثیر بعضی معرفها نوآرانی بیکمن را انجام میدهند. هنگامی که یک اکسیم با فسفر پنتا کلرید ترکیب می شود تحت نوآرانی به یک آمید تبدیل میگردد. دیگر معرفهایی که این نوآرانی را انجام می دهند عبارتند از: اسید سولفوریک، اسید فرمیک، تیونیل کلرید و سیلیکاژل. بررسیها نشان می دهد که در فاز جامد مخلوط کردن آلومینیوم کلرید با اکسیمها در دمای ۴۰-۸۰ منجر به نوآرانی بیکمن میگردد. از آنجائی که در طی انجام واکنش گاز HCl آزاد میگردد احتمال دارد که واکنش از طریق یک حد واسط ارگانو آلومینیوم پیش رود [۲۱].

