بسم الله الرحمن الرحيم

دانشکده علوم

گروه شیمی

عنوان: مطالعه ترمو دینامیکی واکنش جانشینی لیگاند ۳-هیدروکسو پیریدین بر روی یک کمپلکس پلاتین(II)

جهت اخذ درجه کارشناسی ارشددر شیمی معدنی

استاد راهنما:

دکتر علیرضا اکبری

استاد مشاور:

دکتر محمد حکیمی

گرد آورنده:

مهدی احمدی

شهریور ۱۳۸۸

جمهوری اسلامی ایران
وزارت علوم، تحقیقات و فناوری

دانشگاه پیام نور

تاریخ: ۱۳۸۸/۷/۱۲
شماره: ۸۸/۱۲/۸۰۰
پیوست: .....

بسمه تعالی

تصویب نامه پایان نامه

پایان نامه تحت عنوان : **مطالعه ترمودینامیکی واکنش جانشینی ۳-هیدروکسو پیریدین بر روی یک کمپلکس پلاتین (II)** که توسط آقای **مهدی احمدی** دانشجوی دوره **کارشناسی ارشد** رشته **شیمی معدنی** مرکز **مشهد** تهیه و به هیأت داوران ارائه گردیده است مورد تایید می باشد.

تاریخ دفاع : ۸۸/۶/۲۴ نمره : ۱۹ درجه ارزشیابی : عالی

اعضای هیأت داوران :

نام و نام خانوادگی:	هیأت داوران	مرتبه علمی	امضاء
دکتر علیرضا اکبری	استاد راهنما	استادیار	
دکتر محمد حکیمی	اسناد مشاور	دانشیار	
دکتر محمود دلار	استاد داور	استادیار	
دکتر عبدالحسین مسعودی	نماینده گروه آموزشی	استادیار	

مشهد: خیابان امام خمینی ۴۰ – صندوق پستی ۹۱۹ تلفن : ۸۵۲۸۵۲۸ (۰۵۱۱)
دورنگار: ۸۵۲۸۵۲۰ (۰۵۱۱) پست الکترونیک: mashhad@pnu.ac.ir

جمهوری اسلامی ایران
وزارت علوم، تحقیقات و فناوری

دانشگاه پیام نور

تاریخ: ۱۳۸۸/۷/۱۰
شماره: ۸۱۰/۱۴۸۷۷
پیوست: .....

بسمه تعالی

صورتجلسه دفاع از پایان نامه

پایان نامه تحت عنوان : **مطالعه ترمودینامیکی واکنش جانشینی ۳-هیدروکسو پیریدین بر روی یک کمپلکس پلاتین (II)** که توسط آقای **مهدی احمدی** دانشجوی دوره **کارشناسی ارشد** رشته **شیمی معدنی** مرکز **مشهد** تهیه و به هیأت داوران ارائه گردیده است مورد تایید می باشد.

تاریخ دفاع : ۸۸/۶/۲۴ نمره : ۱۹ درجه ارزشیابی : عالی

اعضای هیأت داوران :

نام و نام خانوادگی:	هیأت داوران	مرتبه علمی	امضاء
دکتر علیرضا اکبری	استاد راهنما	استادیار	
دکتر محمد حکیمی	استاد مشاور	دانشیار	
دکتر محمود دلار	استاد داور	استادیار	
دکتر عبدالحسین مسعودی	نماینده گروه آموزشی	استادیار	

مشهد: خیابان امام خمینی ۴۰ – صندوق پستی ۹۱۹ تلفن : ۸۵۲۸۵۲۸ (۰۵۱۱)
دورنگار: ۸۵۲۸۵۲۰ (۰۵۱۱) پست الکترونیک: mashhad@pnu.ac.ir

تشکر و قدر دانی:

سپاس و ستایش خداوند بزرگ و یکتا را که در پرتو لطف و عنایت بیکرانش اجرا و تدوین این پایان نامه میسر شد.

اجرا و تدوین این پایان نامه مدیون راهنمائی، مساعدت ،هم فکری و مساعدت عزیزانی می باشد که بی تردید بدون آنان طی این طریق با مشکلات بسیار همراه بود. لذا بر خود می دانم که نهایت سپاسگذاری خود را از کلیه سرورانی که مرا در مراحل مختلف این پروژه یاری فرمودند ابراز نمایم.از استاد ارجمندم جناب آقای دکتر علی رضا اکبری که همواره با سعه صدر و راهنماییهای ارزنده راهگشای این تحقیق بوده اند صمیمانه تشکر می نمایم و ایشان را به پاس زحمت های بی دریغشان می ستایم و بزرگواریشان را ارج می نهم.

از استاد ارجمند جناب آقای دکتر محمود دلاور که زحمت مطالعه این پایان نامه را متقبل شدند بی نهایت سپاسگذارم.

و در نهایت کلیه دوستان و عزیزانی که در این دوره مرا یاری رساندند و ممکم است سهوا نامشان از قلم افتاده باشد پوزش خواسته و سپاسگذاری می نمایم.

مهدی احمدی

شهریور ۱۳۸۸

ساده و بی ریا

پیشکش به ساحت:

پدرم که:

برایم تجسم تلاش وزندگی بود. هم او که گفتمش بمان و نماند.

مادرم که:

دستم گرفت و پا به پا برد.

برادر ها و خواهران عزیزم که:

در مسیر پرفراز و نشیب زندگی ام همواره سنگ صبور و پشتیبان من بوده اند.

و حضور زلال همه عزیزانی که هستند و در این دنیای کوچک خویشاوندی نزدیکی از عشق(ع)با هم داریم.

فهرست

عنوان **صفحه**

فصل اول.....**۱**

مقدمه ۲

۱-۱ سینتیک و ترمو دینامیک واکنش های شیمیایی.....۲

۱-۲) عوامل موثر بر پایداری ترمو دینامیکی کمپلکس ها.....۳

۱-۲-۱اثر حلال بر پایداری کمپلکس ها.....٤

۱-۲- ۲اثرقدرت یونی بر ثابت پایداری کمپلکس ها.....٦

۱-۲-۳اثر pH ودما بر روی ثابت پایداری.....۷

۱-۲-٤ماهیت لیگاند.....۷

۱-۲-۵اثر کی لیت بر روی ثابت پایداری کمپلکس ها.....۸

۱-۲-٦اثر فضائی بر روی ثابت پایداری.....۸

۱-۲-۷اثر پتانسیل یونش و الکترو نگاتیوی بر روی ثابت پایداری.....۹

۱-۳روشهای تعیین ثابت پایداری کمپلکس.....۹

۱-۳-۱روش اسپکترو فوتو متری(UV-VIS).....۱۱

۱-۳-۱-۱روش تغییرات پیوسته(روش جاب.....۱۲

۱-۳-۱-۲ روش نسبت مولی ۱۳

۱-۳-۲ روش انحلال پذیری.....۱۵

۱-۳-۳روش تبادل یون.....۱۵

۱-۳-٤طیف سنجی IR.....۱٦

۱-۳-۵ روش های پتانسیو متری.....۱٦

۱-٤ واکنش های جانشینی.....۱۷

۱-٤-۱مکانیسم واکنشهای استخلافی.....۱۸

۱-٤-۲واکنش های استخلافی در کمپلکس های مسطح مربعی.....۱۹

۱-٤-۳بررسی مکانیسم واکنش های استخلافی در کمپلکس های مسطح مربعی.....۲۰

۱-٤-٤فاکتور های موثر بر واکنش پذیری کمپلکس های مسطح مربعی.....۲۲

۱-٤-٤-۱ اثر گروه وارد شونده.....۲۳

۱-٤-٤-۲تاثیر گروه های دیگر موجود در کمپلکس.....۲۵

۱-٤-٤-۲-۱اثر ترانس.....۲۵

۱-٤-٤-۲-۱-۱ نفوذ ترانس.....۲۵

۱-٤-٤-۲-۱-۲اثر ترانس.....۲٦

۱-٤-٤-۲-۲اثر سیس.....۲۷

۱-٤-٤-۲-۳اثر گروه ترک کننده.....۲۷

۱-٤-٤-۲-٤اثر اتم مرکزی.....۲۸

فصل دوم :روش آزمایشگاهی.....۲۹

۲-۱مواد مصرفی.....۳۰

۲-۲ وسایل و دستگاه مورد نیاز.....۳۰

۲-۳تنظیم دستگاه.....۳۱

۲-٤ روش تعیین محدوده طول موج مناسب.....۳۱

۲-۵ روش انجام آزمایش در دمای$15^{o}C$ در حلال استون.....۳۳

فصل سوم :بحث ونتیجه گیری.....۳۸

۳-۱ بررسی ترمو دینامیکی واکنش جانشینی لیگاند ۳-هیدروکسو پیریدین بر روی کمپلکس پلاتین(II) به فرمول cis- [Pt (*p*-Tol)۲(SMe۲)۲] درحلال استون..... ۳۹

۳-۱-۱مقدمه.....۳۹

۳ -۱-۲ :نتایج آزمایش واکنش در دمای $15^{o}C$.....۳۹

۳-۱-۳روش بدست آوردن K_{eq} با استفاده از نرم افزار Kaliedagraph ٤٠

۳-۱-۲-۱تعیین ثابت تعادل در دمای $15\ ^{o}C$ ٤٢

۳-۱-٤طریقه بدست آوردن مقادیر ترمو دینامیکی ΔH^{o} و ΔS^{o} ٤٣

۳-۱-۵ :نتایج آزمایش واکنش در دمای $17^{o}C$ ٤٣

۳-۱-۵-۱ تعیین K_{eq} در دمای $17^{o}C$ ٤٧

۳-۱-٦ :نتایج آزمایش واکنش در دمای $20^{o}C$ ٤٨

۳-۱-٦-۱ تعیین K_{eq} در دمای $20^{o}C$ ۵۰

۳-۱-۷ :نتایج آزمایش واکنش در دمای $30^{o}C$ ۵۱

۳-۱-۷-۱ تعیین K_{eq} در دمای $30^{o}C$ ۵۳

۳-۱-۸نمودار Overlay مربوط به واکنش مورد بررسی در حلال استون ۵٤

۳-۱-۹محاسبه پارامترهای ترمودینامیکی واکنش جانشینی مورد بررسی در حلال استون ۵۵

۳-۲ بررسی ترمو دینامیکی واکنش جانشینی لیگاند ۳-هیدروکسو پیریدین بر روی کمپلکس پلاتین(II) به فرمول cis- [Pt (*p*-Tol)$_{2}$(SMe$_{2}$)$_{2}$] در حلال بنزن ۵۷

۳-۲-۱ مقدمه ۵۷

۳-۲-۲ :نتایج آزمایش واکنش در دمای $13^{o}C$ ۵۷

۳-۲-۲-۱ تعیین K_{eq} در دمای $13^{o}C$ ٦۰

۳-۲-۳ :نتایج آزمایش واکنش در دمای $15^{o}C$ ٦١

۳-۲-۳-۱ تعیین K_{eq} در دمای $15^{o}C$ ٦٢

۳-۲-٤ :نتایج آزمایش در دمای $17/5^{o}C$ ٦٥

۳-۲-٤-۱ تعیین K_{eq} در دمای $17/5^{o}C$ ٦٣

۳-۲-٥ :نتایج آزمایش واکنش در دمای $20^{o}C$ ٦٥

۳ -۲-٥-۱ تعیین K_{eq} در دمای $20^{o}C$ ٦٦

۳-۲-٦نمودار Overlay مربوط به واکنش مورد بررسی در حلال بنزن ٦٦

۳ -۲-۷محاسبه پارامترهای ترمو دینامیکی واکنش جانشینی مورد بررسی در حلال بنزن..... ٦٧

۳-۳ بررسی ترمو دینامیکی واکنش جانشینی لیگاند ۳-هیدروکسو پیریدین بر روی کمپلکس پلاتین(II) به فرمول $cis\text{-}[Pt(p\text{-}Tol)_2(SMe_2)_2]$ در حلال اتانول..... ٦٩

۳-۳-۱مقدمه..... ٦٩

۳-۳-۲ :نتایج آزمایش در دمای $17^{o}C$ ٦٩

۳-۳-۲-۱ تعیین K_{eq} در دمای $17^{o}C$ ٧٢

۳-۳-۳ :نتایج آزمایش واکنش در دمای $20^{o}C$ ٧٣

۳-۳-۳-۱ تعیین K_{eq} در دمای $20^{o}C$ ٧٥

۳-۳-٤ :نتایج آزمایش واکنش در دمای $25^{o}C$ ٧٦

۳-۳-٤-۱ تعیین K_{eq} در دمای $25^{o}C$ ۷۷

۳-۳-۵ :نتایج آزمایش واکنش در دمای $30^{o}C$ ۷۷

۳-۳-۵-۱ تعیین K_{eq} در دمای $30^{o}C$ ۷۸

۳-۳-٦نمودار Overlay مربوط به واکنش مورد بررسی در حلال اتانول ۷۹

۳-۳-۷محاسبه پارامترهای ترمودینامیکی واکنش جانشینی مورد بررسی در حلال اتانول ۸۰

۳-۳-۸ اثر دما بر روی ثابت تعادل ۸۲

۳-۳-۹نتیجه گیری در خصوص تعویض حلال ۸۳

۳-٤شناسائی کمپلکس cis- [Pt (*p*-Tol)$_{۲}$($C_{۵}H_{۵}NO$)$_{۲}$] ۸٦

References ۹۰

فهرست اشکال

شکل ۱-۱ نمودار تغییرات پیوسته مربوط به یک کمپلکس با نسبت ۱,۱.....۱۲

شکل ۱-۲ نمودار نسبت مولی مربوط به یک کمپلکس با نسبت استوکیو متری ۱:۱.....۱٤

شکل۱ -۳: شمای کلی نمودار انرژی بر حسب پیشرفت واکنش.....۱۹

شکل۱-٤: مسیر های پیوستنی واکنشهای جانشینی لیگاند در کمپلکس های مسطح مربعی.....۲۱

شکل۱-۵:ویژگی دو مسیر واکنش در مکانسیم پیوستنی.....۲۲

شکل ۱-٦ مقایسه ضریب های S برای دو کمپلکس cisوtrans.....۲٤

شکل۱-۷ضعیفتر شدن پیوند ترانس در نتیجه جایگزین شدن لیگاند قطبش پذیرتر.....۲٦

شکل ۱-۸ لیگاند پذیرنده π در موقعیت ترانس سبب تغییر پذیری شده است.....۲۷

شکل ۱-۹:اثر گروه ترک کننده دروکنشهای جانشینی.....۲۷

شکل۲-۱:نمودار جذب بر حسب طول موج(nm).....۳۲

شکل۲-۲:تغییرات جذب بر حسب طول موج در دمای $۱۵^{o}C$ در حلال استون.....۳۵

شکل ۲-۳:نمودار جذب بر حسب لیگاند افزوده شده قبل از فیتینگ.....۳۷

شکل ۳-۱ نمودارفیت جذب در دمای $۱۵^{o}C$.....٤۲

شکل۳-۲ نمودار جذب برحسب طول موج(nm)در دمای$۱۷^{o}C$ در حلال استون.....٤٤

شکل ۳-۳ نمودار جذب بر حسب مولاریته لیگاند قبل از فیتاسیون در دمای^{o}C۱۷ و در طول موج های مختلف.....٤٦

شکل ۳-۵ نمودار جذب برحسب مولاریته لیگاند بعد از فیتاسیون در دمای^{o}C۱۷.....٤٧

شکل ۳-٦ نمودار جذب بر حسب طول موج(nm) در دمای ^{o}C۲۰.....٤٨

شکل۳-۷ نمودار جذب بر حسب غلظت قبل از فیتاسیون در دمای ^{o}C۲۰ و در طول موج های مختلف.....۵۰

شکل۳-۸ منحنی جذب بر حسب غلظت قبل و بعد از فیتاسیون در دمای ^{o}C۲۰.....۵۱

شکل۳-۹ نمودار جذب بر حسب طول موج(nm) در دمای ^{o}C۳۰.....۵۱

شکل ۳-۱۰ نمودار جذب بر حسب غلظت لیگاند قبل از عمل فیتاسیون در دمای ^{o}C۳۰.....۵۳

شکل ۳-۱۱ نمودار جذب بر حسب غلظت قبل و بعد از عمل فیتاسیون در دمای ^{o}C۳۰.....٥٤

شکل ۳-۱۲ نمودار Overly واکنش cis-[Pt (*p*-Tol)۲(SMe۲)۲] با لیگاند ۳-هیدروکسو پیریدین در طول موج ۳۳۰nm ودر دماهای مختلف در حلال استون.....۵۵

شکل ۳-۱۳ نمودار LnKeq بر حسب ۱/T در حلال استون ودر دماهای مختلف.....٥٦

شکل ۳-۱٤ نمودار جذب بر حسب طول موج (nm)در دمای ^{o}C۱۳ و در حلال بنزن.....۵۹

شکل۳-۱۵نمودار جذب بر حسب غلظت لیگاند افزوده شده و نمودار فیت واکنش در دمای ^{o}C۱۳.....٦۰

شکل۳-۱٦نمودار جذب بر حسب طول موج(nm) در دمای ^{o}C۱۵.....٦۱

شکل۳-۱۷نمودار جذب بر حسب غلظت لیگاند افزوده شده و نمودار فیت واکنش در دمای $15^{o}C$.....۶۲

شکل۳-۱۸ نمودار جذب بر حسب طول موج در دمای $17/5^{o}C$ ۶۳

شکل۳-۱۹نمودار جذب بر حسب غلظت لیگاند افزوده شده و نمودار فیت واکنش در دمای $17/5^{o}C$.....۶۴

شکل۳-۲۰ نمودار جذب بر حسب طول موج در دمای $20^{o}C$.....۶۵

شکل۳-۲۱نمودار جذب بر حسب غلظت لیگاند افزوده شده و نمودار فیت واکنش در دمای $20^{o}C$..... ۶۶

شکل۳-۲۲ Overly مربط به واکنش ۳-هیدروکسو پیریدین با کمپلکس پلاتین(II) در حلال بنزن و در دماهای مختلف.....۶۷

شکل ۳-۲۳ نمودار LnK_{eq} بر حسب$1/T$ در طول موج اختصاصی ۳۳۰nm.....۶۸

شکل ۳-۲۴ نمودار جذب بر حسب طول موج(nm)در دمای$17^{o}C$ ودر اتانول ۷۲

شکل۳-۲۵ نمودار جذب برحسب مولاریته لیگاندر دمای $17^{o}C$.....۷۳

شکل۳-۲۶ نمودار جذب بر حسب طول موج (nm)در دمای $20^{o}C$.....۷۴

شکل۳-۲۷ نمودار جذب بر حسب مولاریته لیگاند دردمای $20^{o}C$.....۷۵

شکل۳-۲۸ نمودار جذب بر حسب طول موج در دمای $25^{o}C$ودر حلال اتانول.....۷۶

شکل۳-۲۹ نمودار جذب بر حسب مولاریته لیگاند در دمای $25^{o}C$.....۷۷

شکل ۳-۳۰ نمودار جذب بر حسب طول موج(nm) در دمای $30^{o}C$.....۷۸

شکل۳-۳۱ نمودار جذب بر حسب مولاریته لیگاند در دمای $30^{o}C$.....۷۹

شکل۳-۳۲نمودارOverlyواکنش مورد بررسی در دماهای مختلف و درطول موج ۳۳۰نانومتر..... ۸۰

شکل ۳-۳۳ نمودار LnKeq بر حسب ۱/T در حلال اتانول ودر دما های مختلف..... ۸۱

شکل ۳-۳٤طیف FTIR مربوط به کمپلکس [Pt (*p*-Tol)۲(SMe۲)۲] -cis..... ۸۷

شکل ۳-۳۵طیف FTIR مربوط به لیگاند ۳- هیدروکسو پیریدین..... ۸۷

شکل ۳-۳٦طیف FTIR مربوط به کمپلکس [Pt (*p*-Tol)۲(C۵H۵NO)۲] -cis..... ۸۸

شکل ۳-۳۷طیف الکترونی مربوط به کمپلکس [Pt (*p*-Tol)۲(C۵H۵NO)۲] -cis..... ۸۸

شکل ۳-۳۸طیف رزنانس مغناطیس هسته مربوط به کمپلکس[Pt (*p*-Tol)۲(C۵H۵NO)۲] -cis گرفته شده توسط دستگاه ۵۰۰MHZ..... ۸۹

شکل ۳-۳۹طیف گسترش یافته رزنانس مغناطیس هسته مربوط به کمپلکس[Pt (*p*-Tol)۲(C۵H۵NO)۲] -cis گرفته شده توسط دستگاه ۵۰۰MHZ..... ۸۹

فهرست جداول

جدول ۱-۱ فاکتور تمایز نوکلئوفیلی..... ۲٤

جدول ۱-۲ اثر لیگاند ترانس در واکنش جانشینی لیگاند cl^- در کمپلکس $trans\text{-}[PtCl(PEt_3)_2L]$ ۲۵

جدول ۲-۱ :جدول مورد نیاز برای تنظیم حجم های مورد نیاز در هر افزایش از لیگاند..... ۳٤

جدول۲-۲:روند تغییرات جذب در طول موج های مختلف..... ۳٦

جدول۳-۱ روند تغییرات جذب در طول موج های مختلف درحلال استون و دمای ۱۷^oC ٤٥

جدول ۳-۲ روند تغییرات جذب در طول موج های مختلف در دمای ۲۰^oC..... ٤۹

جدول ۳-۳ روند تغییرات جذب در دمای ۳۰^oC ودر طول موج های مختلف..... ۵۲

جدول ۳-٤ مقادیر K_{eq} بدست آمده در حلال استون ودر دماهای مختلف..... ۵٦

جدول۳-۵ مقادیر K_{eq} حاصل از واکنش جانشینی مورد بررسی در حلال بنزن..... ٦۷

جدول ۳-٦ مقادیر حجمی مورد نیاز لیگاند در هر مرحله از تزریق..... ۷۰

جدول۳-۷ مقادیر K_{eq} حاصل از واکنش جانشینی مورد بررسی در حلال اتانول..... ۸۱

جدول۳-۸مقادیر ثابت تعادل در حلال های مختلف و در دما های مختلف.....۸۲

جدول ۳-۹ مقدار ΔH^o محاسبه شده در حلال های مختلف.....۸۳

جدول ۳-۱۰ پارامترهای ترمو دینامیکی محاسبه شده در حلال های بنزن ،استون و اتانول.....۸٤

جدول ۳-۱۱ پارامترهای ترمو دینامیکی محاسبه شده در حلال های بنزن ،استون و اتانول.....۸٤

جدول علائم اختصاری

علامت اختصاری	مفهوم
DN	عدد دهندگی حلال
acac	استیل استوناتو
RDS	مرحله تعیین کننده سرعت
DMF	دی متیل فرم آمید
DMSO	دی متیل سولفوکسید
ΔS^o	آنتروپی
ΔH^o	آنتالپی
ΔG^o	انرژی آزاد
p-Tol	پارا تولیل
Overly	نمودار کلی
µL	میکرولیتر
K_{eq}	ثابت تعادل
M_L	غلظت مولی فلز

چکیده

واکنشهای جایگزینی تعادلی کمپلکس های پلاتین از فرایندهای اساسی در شیمی فلزات واسطه می باشند و مخصوصا واکنش آنها با لیگندهای بیولوژیکی نیتروژن دهنده مورد توجه است .با توجه به این مو ضوع واکنش جانشینی لیگاند ۳-هیدروکسو پیریدین بر روی کمپلکس پلاتین (II)در این تحقیق مورد بررسی قرار گرفته است..در این تحقیق از تکنیک اسپکتروسکوپی(uv)، با استفاده از روش نسبت مولی، برای تعیین ثابت تعادل واکنش مورد نظر استفاده شده است.رسم تمامی نمودارها و محاسبه پارامترهای ترمودینامیکی توسط نرم افزار خاصی به نام KaleidaGraph صورت گرفته است.اندازه گیری ها در غلظت ثابت کمپلکس ودرغلظت متغییر لیگاند صورت پذیرفته است.واکنش جانشینی مورد نظر در حلال‌های بنزن،اتانول و استون مورد بررسی قرار گرفته است. با توجه به وابستگی تشکیل کمپلکس‌ها به درجه حرارت، مقادیر ترمودینامیکی ΔH^o وΔS^o مربوط به واکنش تشکیل کمپلکس در حلال های فوق ذکر تعیین شده است.در تمامی موارد با افزایش دما مقدار ثابت تعادل ترمودینامیکی بدست آمده بزرگتر نیز افزایش نشان داده است. در همه موارد ،تشکیل کمپلکس ها از نظر آنتالپی نامناسب و از نظر آنتروپی مساعد است.مقدار تغییرات انرژی آزاد گیبس در دمای ۲۵^ocدر هر سه حلال کار شده منفی بدست آمده است که نشان از خود به خودی بودن واکنش در دمای اتاق دارد. از طرف دیگر مقدار ثابت پایداری کمپلکس فوق با افزایش ثابت دی الکتریک حلال ها کاهش یافته که این با عدد دهندگی حلال ها ارتباط دارد ،به عبارت دیگر با افزایش عدد دهندگی حلال مقدار ثابت پایداری کمپلکس کاهش یافته است.