# الأيونات في المحاليل

## "قواعد أساسية في الفعاليات الكيميائية"


تأليف

**جون برجس**

قسم الكيمياء- جامعة ليستر

ترجمة

**الدكتور سعد بن محمد الشهري**

أستاذ الكيمياء غير العضوية

قسم الكيمياء - كلية العلوم - جامعة الملك سعود

مراجعة

**الدكتور ناصر محمد عبدالسلام**

قسم العلوم الطبيعية - كلية المجتمع- جامعة الملك سعود



النشر العلمي والمطابع - جامعة الملك سعود

ص.ب ٦٨٩٥٣ - الرياض ١١٥٣٧ - المملكة العربية السعودية

ⓒ جامعة الملك سعود، ١٤٢٧هـ (٢٠٠٦م)

هذه الترجمة العربية مصرح بها من مركز الترجمة لكتاب:

**Ions in Solution: Basic Principles of Chemical Interaction**

**By: John Burgess**

**© Horwood Publishing Limited, 1999.**

*فهرسة مكتبة الملك فهد الوطنية أثناء النشر*

برجس، جون

الأيونات في المحاليل/ جون برجس؛ الشهري سعد محمد- الرياض، ١٤٢٦هـ.

٣٥٠ ص. ١٧ ×٢٤سم.

ردمك: ×-٩٤٠-٣٧-٩٩٦٠

أ. الشهري، سعد محمد (مترجم) ب - العنوان

ديوي ٥٩١،٣٧ ١٤٢٦/٦٤٠٣

رقم الإيداع: ١٤٢٦/٦٤٠٣

ردمك: ×-٩٤٠-٣٧-٩٩٦٠

حكمت هذا الكتاب لجنة متخصصة، شكلها المجلس العلمي بالجامعة، وقد وافق المجلس العلمي على نشره، بعد اطلاعه على تقارير المحكمين - في اجتماعه الثالث عشر للعام الدراسي ١٤٢٥/١٤٢٦هـ المعقود بتاريخ ١٤٢٦/١/٢٥هـ الموافق ٢٠٠٥/٣/٦م.

النشر العلمي والمطابع ١٤٢٧هـ

# مقدمة المترجم

الحمد الله والصلاة والسلام على أشرف المرسلين، محمد بن عبد الله، وعلى آله وصحبه أجمعين وبعد، ، ،

فهذه ترجمة لكتاب الأيونات في المحاليل (الطبعة الثانية) للمؤلف جون بيرجس. حيث أقدمتُ على ترجمة هذا الكتاب ليكون مساعداً لطلابنا الأعزاء، وخاصة أن المكتبة العربية في أمس الحاجة إلى الكتب المتخصصة. وبصدد تعريب هذا الكتاب، حافظت على الإطار الذي حدده المؤلف من حيث تسلسل الموضوعات وطريقة تقديمها للقارئ، حيث حرصت على إبقاء المصطلحات والرموز والصيغ والمعادلات كما وردت باللاتيني، باستثناء المصطلحات التي اجتهدت في تعريبها والمصطلحات المتداولة في فروع علم الكيمياء المختلفة.

وأخيراً، لا يسعني إلا أن أوجه شكري إلى سعادة الأستاذ الدكتور/ عبد العزيز إبراهيم الواصل على مقترحاته القيمة، كما أوجه شكري إلى مركز الترجمة بجامعة الملك سعود وعلى رأسهم سعادة الأستاذ الدكتور/ محمود سليم الدين منشي على تشجيعه المتواصل للقيام بترجمة الكتب العلمية. وشكري العميق إلى سعادة الدكتور/ ناصر عبد السلام لقيامه بالمراجعة العلمية وإعداد الرسومات لهذا الكتاب. وأوجه شكري إلى كل من أسهم في هذا العمل وشارك في إظهاره إلى حيز الوجود.

**أ.د. سعد بن محمد الشهري**

## چون بيرجس
## دكتوراه في العلوم (Sc.D) من جامعة كيمبردج

تولد ولع وتنشئة "جون بيرجس" بدراسة الكيمياء على يد ثلاثة من الأساتذة النابهين والمتحمسين في مجال الكيمياء في كلية "كوين إليزابيث"، "بارنيت" في "هيرتفورشاير" بالمملكة المتحدة. فبعد أن أنهى الخدمة العسكرية في سلاح المدفعية الملكي واصل دراسته للكيمياء كفرع من العلوم الطبيعية في كلية "سيدني ساسكس"، كيمبردج؛ ثم أتبعها برسالته لنيل درجة الدكتوراه في حركية الكيمياء غير العضوية في المحاليل تحت إشراف الدكتور "ريج برنس". ثم جاءت فترة عمل فيها بوحدة تطوير العمليات بشركة "فيسونس" للأسمدة في مقرها في ليفنجتون"، سافولك. وبعدها عاد للعمل في برنامج لنيل درجة الزمالة في الكيمياء في الكيمياء غير العضوية، ويشغل الآن درجة "زميل جامعة". وكانت جامعة كيمبردج قد منحته درجة الدكتوراه في العلوم(D.Sc) عام ١٩٩١م.

قام "چون بيـــرجس" بالتدريس لجميع المستويات، وفي مختلف موضوعات الكيمياء غير العضوية، مثل كيمياء المحاليل غير العضوية، والحركية والميكانيكيات الكيميائية، والكيمياء التحليلية والصناعية، والمحيطات والمناخ، والكيمياء غير العضوية الحيوية، والأطياف في الكيمياء البيولوجية، كما كان له نصيب في تدريس الساعات المعملية في جميع المستويات الدراسية بدءاً من مقدمة في الكيمياء بالسنة الأولى الجامعية حتى مشاريع التخرج، والكيمياء الهندسية التحليلية.

انصب اهتمام بيرجس في البحث العلمي على حركية التفاعل غير العضوي وميكانيكياته خاصة عند اتباع أسلوب الضغط العالي للحصول على قدر من التنشيط ؛ كما كانت له اهتمامات خاصة بدور المذيب، وهو ما دفعة إلى البحث في تذاوب المتراكبات غير العضوية مما ارتبط لاحقاً بعلم الصيدلة غير العضوية والتحكم في مستويات الأيون الفلزي في الجسم. كما شارك في عدد من البحوث الأكثر ارتباطاً بشئون الحياة اليومية، مثل دور "البيربورات" في مساحيق الغسيل وصحة الأسنان، ومثل مقاومة رقائق المعادن المسطحة للتآكل والاستفادة من ذلك في بناء السفن. ويُجري الآن بالاشتراك مع جامعة "بورتو" بالبرتغال وجامعة "كراكوف" - بولندا دراسة على التذاوب باستخدام أطياف امتصاص الأشعة السينية، كما يجري بحثاً آخر في كيميائية متراكبات السيانيد للموليبديوم والتجستين خاصة أشكالها البنائية. وهناك بحوث أخرى يجريها مع المعهد التقني في "دارمشتات" بألمانيا، وجامعة "كومينوس" في سلوفاكيا، وجامعة "جزر الهند الغربية" في جامايكا، وجامعات "إشبيليه" بأسبانيا و"ميسينا" و"تورين" في إيطاليا، وجامعة "نيوهامبشاير" في الولايات المتحدة.

قامت دار "اليس هورورد" المحدودة بنشر كتابه الأول *"أيونات الفلزات في المحلول"* عام ١٩٧٨م، ونشرت له كذلك الطبعة الأولى من الكتاب الذي بين أيدينا عام ١٩٨٨م. وفي الفترة الأخيرة أشترك مع العالم الراحل "مارتن توب" في تأليف كتاب *"ميكانيكيات التفاعلات غير العضوية"* الذي نشرته دار "أديسون ويلي لونجمان" عام ١٩٩٩م، واشتراك مع "فلاديمير أريون" و"نيكولاي جير بيليو" في تأليف كتاب *"تشييد المركبات كبيرة الحلقة"* ونشرته دار "ويلي" عام ١٩٩٩م، كما سيصدر له قريباً كتاب *"لون المركبات الفلزية"* بالاشتراك مع "آدم بيرتيكي" من دار "جوردون وبريتش".

# مقدمة المؤلف

لم تحظ دائرة كيمياء المحاليل غير العضوية باهتمام كبير في كثير من الكتب الدراسية المقررة على طلبة الجامعات. وقد ذهب عدد من قراء كتابي "*الأيونات الفلزية في المحاليل*" لسنوات عديدة إلى أن إخراج طبعة من ذلك الكتاب بعد إعدادها لمستوى الطالب الجامعي سيمثل فائدة تعليمية كبيرة. وكانت الاستجابة الأولى لذلك هي إعداد شريطين صوتيين مع كتب التدريبات المصاحبة لها، من إصدار وحدة الوسائل التعليمية التابعة للجمعية الملكية الكيميائية. ظهر أولهما في عام ١٩٨٤م، والثاني جارٍ إعداده. وقررت في نفس الوقت أن يخرج ذلك في صورة كتاب دراسي مطبوع. ولم تتضمن المسودة الأولى من نص هذا الكتاب سوى نص ما جاء في الشريطين. ثم أجريت تعديلات قليلة وإعادة صياغة قدر كبير من المحتوى مع الحفاظ على موضوع النص ومستواه لتكون أقرب ما يمكن كما كان مسجلاً على الشريطين. كما أضفت كيمياء محاليل الأنيونات البسيطة ومختارات لمتراكبات الكاتيونات الفلزية حتى يكون هناك توازن في تناول الأصناف غير العضوية. واشتملت الموضوعات على حجم وطبيعة التذاوب، وبعض الصفات الطيفية والحرارية الديناميكية والحركية للأيونات غير العضوية في المحاليل. وقد كرست معظم الكتاب للمحاليل المائية، لكن هناك عدة أجزاء من الكتاب تعكس إلماماً أكبر ببعض الجوانب في الأوساط غير المائية. يفترض في قارئ الكتاب أن يكون لديه معلومات أساسية عن الكيمياء الفيزيائية وغير العضوية كتلك التي تتوافر لدى طالب السنة الأولى في تخصص الكيمياء. وأضفت مسرداً ببعض

المصطلحات الأساسية لتيسير الكتاب على القارئ الذي ليس لديه خلفية واسعة في ذلك التخصص. ثم هناك قائمة بموضوعات أكثر تفصيلاً. وهكذا فإن المادة التي يحتوي عليها الكتاب تصلح أن تكون قاعدة تقوم عليها مناهج السنوات النهائية في الجامعة، سواء في تخصص الكيمياء البحتة أو في أي من مناهج الدرجات الجامعية التي يزيد عددها يوما بعد يوم. ويسرني أن أتوجه بالشكر الجزيل إلى الكثيرين ممن ساهموا، بشكل أو بآخر، في متابعة هذا الكتاب منذ أن كان فكرة وليدة حتى خرج إلى النور بدءاً من "بوب جيلارد" الأستاذ بجامعة "كارديف" الذي كان وراء دعوتي لمراجعة الوضع الحالي لهذا الجانب من تخصص الكيمياء عندما تقابلنا في مؤتمر الجمعية الملكية للكيميائيين في خريف ١٩٨٠م. بجامعة "كاريف" مما دفعني إلى إلقاء سلسلة من المحاضرات في أنحاء مختلفة من المملكة المتحدة. وهو الأمر الذي أدى بالتالي، وتحديداً المحاضرة التي ألقيتها في جامعة "هل"، إلى التفكير في إعداد شريط مع كتاب التدريبات. كما أتقدم بالشكر إلى "ديك مويس" الذي كان وراء فكرة الشريط، وإلى "بيتر جروفز" لحماسه وصبره حتى خرج الشريط إلى الوجود. كما أنني أتقدم بالشكر الوافي لكل من "بيتر جروفز" و "إليس هيروود" بصفتهما ناشري الكتاب على تعاونهما معي في إخراج الكتاب، وأخص الأخير بالشكر على ما لديه من عاملين متمكنين من عملهم متفانين في أدائهم لكل ما بذلوه من جهد وحرص في إعداد الكتاب.

وفي النهاية يسعدني أن أعرب عن امتناني لزملائي في جامعة "ليستر" وللعديد من الطلاب والباحثين هناك الذين كان لدعمهم واهتمامهم وعقولهم الباحثة عن المعرفة أعظم الأثر في الارتقاء بمعارفي في كل شيء بصفة عامة وفي الكيمياء والمحاليل بصفة خاصة.

**چون بيرجس- ليستر**

ديسمبر/١٩٨٧

# مقدمة الطبعة الثانية

منذ أن نفدت الطبعة الأولى من الكتاب قبل عدة سنوات وأنا وناشر الكتاب نتلقى طلبات عديدة لإعادة طبعه أو لصدور طبعة ثانية منه. لذلك نقدم هذه الطبعة التي نأمل أن تتصف بكل ما كان في الطبعة الأولى من مزايا ومادة قيمة، بل وتثريها أيضاً. وأكبر دليل على ذلك هو إضافة جزء كبير بعنوان "تمارين ومسائل ومشاريع" وقد تم إعداد هذا الجزء ليغطي موضوعات في النص الأصلي وليشجع القارئ على البحث في بعض الموضوعات التي لها علاقة بكيمياء المحاليل خارج نطاق الموضوع الأساسي للكتاب. أما الإضافات الخاصة بالجزء الذي يتناول أسماء الكتب والموضوعات ذات العلاقة لمن يريد مزيداً من الاطلاع فقد روعي فيها أن تجذب القارئ إلى التعرف على أفكار ومناهج وتطورات جديدة من ناحية، والأخذ بيده أكثر في مراجعته كل ما هو جديد أو قديم من مجالات كيمياء المحاليل غير العضوية من ناحية أخرى.

وأرى أنه من واجبي ومن دواعي سعادتي أن أقدم الشكر للكثيرين ممن قرءوا الطبعة الأولى وأرسلوا إليّ تعليقاتهم وتصويباتهم وآراءهم واقتراحاتهم، كما أشكر جامعة "ليستر" على السماح لي بالاستفادة مما احتوته الاختبارات والتدريبات والتمارين من مسائل. كما أكرر شكري للناشر على حماسه وصبره، وأشكر أيضاً "روزماري هاريس" على مساعدتها لي في الجوانب الفنية التي صاحبت إخراج الكتاب.

**چون بيرجس**

يونيو ١٩٩٩م

# المحتويات


**مقدمة المترجم** ..... هـ

**مقدمة المؤلف** ..... ط

**مقدمة الطبعة الثانية** ..... ك

**قائمة الاختصارات والرموز** ..... ف

**الاختصارات للمذيبات والمرتبطات** ..... ش

**الفصل الأول: مقدمـــة**

(١,١) ذوبان الأملاح ..... ١

(١,٢) أيونات الفلزات خلال الجدول الدوري ..... ٣

(١,٣) أيونات الفلزات المائية الجديدة ..... ٥

(١,٤) الأنيونات والمتراكبات في المحلول ..... ١٠

(١,٥) نموذج للأيونات في المحلول ..... ١٧

**الفصل الثاني: أعداد التذاوب**

(٢,١) أطياف الرنين النووي المغناطيسي ..... ٢٢

(٢,٢) طرق حركة الأيون ..... ٢٨

(٢,٣) استعراض أعداد التذاوب ..... ٢٩

## الفصل الثالث: المسافة بين الأيون والمذيب

(٣,١) حيود الأشعة السينية بواسطة المحاليل ..... ٣٥
(٣,٢) دوال التوزيع القطري ..... ٣٦
(٣,٣) نتائج دراسات الحيود والتشتت ..... ٣٩

## الفصل الرابع: التداخلات بين الأيون والمذيب

(٤,١) الأطياف المرئية – فوق البنفسجية ..... ٤٧
(٤,٢) أطياف رامان وتحت الحمراء ..... ٥٢
(٤,٣) الكيمياء الحرارية لتذاوب الأيون ..... ٥٥

## الفصل الخامس: السلوك الحمضي–القاعدي: التحلل المائي والبلمرة

(٥,١) قيم pK لأيونات الفلز المائية ..... ٦٩
(٥,٢) البلمرة ..... ٧٩
(٥,٣) الأنيونات والمرتبطات ..... ٨٣
(٥,٤) المتراكبات ..... ٨٥

## الفصل السادس: ثوابت الاستقرار

(٦,١) تعريفات ..... ٨٧
(٦,٢) ميول ..... ٨٩
(٦,٣) مخلبيات ..... ٩٦
(٦,٤) الانتقائية: المرتبطات كبيرة الحلقة والمغلفة على هيئة كبسولات ..... ١٠٠
(٦,٥) إيضاح ..... ١١١

## الفصل السابع: جهود الأكسدة والاختزال

(٧,١) مقدمة والديناميكا الحرارية ..... ١١٥

(٧,٢) أيونات الفلز المائية ..... ١١٧
(٧,٣) المتراكبات ..... ١٢٤
(٧,٤) جهود الأكسدة والاختزال وثوابت الاستقرار..... ١٣١

**الفصل الثامن: الحركية والديناميكا الحرارية**

**الفصل التاسع: الحركية والميكانيكيات: تبادل المذيب**

(٩,١) مقدمة ..... ١٤١
(٩,٢) الميكانيكيات..... ١٤٣
(٩,٣) الفعاليات – القدرات التفاعلية ..... ١٥٦

**الفصل العاشر: الحركية والميكانيكيات: تكوين المتراكب**

(١٠,١) خلفية..... ١٦١
(١٠,٢) ميكانيكية "إيجن- ويلكنس"..... ١٦٤
(١٠,٣) تكوين المخلب..... ١٧٢
(١٠,٤) المرتبطات عديدة المخالب وكبيرة الحلقة ..... ١٧٥
(١٠,٥) الإيثر التاجي والكريبتاندات ..... ١٨١

**الفصل الحادي عشر: الحركية والميكانيكيات: الاستبدال عند أيونات المتراكب**

(١١,١) عام..... ١٩٣
(١١,٢) متراكبات الكوبالت الثلاثي..... ١٩٤
(١١,٣) متراكبات البلاتين الثنائي ..... ١٩٧
(١١,٤) خماسي سيانيد الحديد الثنائي ..... ٢٠٠
(١١,٥) متراكبات أخرى ..... ٢٠٢

**الفصل الثاني عشر: الحركية والميكانيكيات: تفاعلات الأكسدة والاختزال**

(١٢,١) مقدمة..... ٢٠٥

(١٢,٢) ميكانيكية المجال الكروي الداخلي ..... ٢٠٨
(١٢,٣) ميكانيكية المجال الكروي الخارجي..... ٢١٥
(١٢,٤) الوسطيات، وما قبل الاتزان، والتعقيدات الأخرى ..... ٢٢١
(١٢,٥) أكسدة أيونات الفلزات للجسيمات البسيطة ..... ٢٢٦
(١٢,٦) مؤكسدات الأنيون الأكسجيني ..... ٢٢٨
(١٢,٧) انتقال الإلكترون داخل الجزيء ..... ٢٣١

**الفصل الثالث عشر: الماضي والحاضر والمستقبل**

**معجم المصطلحات** ..... ٢٤٥
**قراءات أخرى**..... ٢٥٩
**تمارين ومسائل ومشاريع**..... ٢٧٧
**ثبت المصطلحات**
(عربي – إنجليزي)..... ٣٣١
(إنجليزي – عربي)..... ٣٣٨
**كشاف الموضوعات** ..... ٣٤٥

# قائمة الاختصارات والرموز

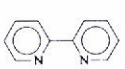
| | |
|---|---|
| aq | ماء، متميأ، وسط مائي |
| $C$ | سعة حرارية (حرارة نوعية) |
| $C_P$ | حرارة نوعية (عند ثبوت الضغط) متساوية الضغط الجوي isobaric |
| $\Delta C_P^{\ddagger}$ | الحرارة النوعية للتنشيط |
| CFAE | طاقة تنشيط المجال البلوري |
| CFSE | طاقة استقرار المجال البلوري |
| $d^n$ | التوزيع الإلكتروني لمدارات $d$ لأيون المعدن الانتقالي |
| $D$ | تفكك (ميكانيكية)- متفكك |
| $Dq$ | دالة انقسام المجال البلوري |
| $E$ | طاقة ؛ جهد أكسدة واختزال |
| $e_g$ | انظر معجم المصطلحات تحت (المجال البلوري) |
| EXAFS | الشكل البنائي الدقيق الناتج عن امتصاص الأشعة السينية الموسعة |
| $F$ | فارادي |
| $g(r)$ | دالة التوزيع القطري |
| $G$ | الطاقة الحرة (جيبس) |
| $\Delta G^{\theta}$ | تغير الطاقة الحرة (جيبس) القياسية |
| $\Delta G^{\ddagger}$ | الطاقة الحرة (جيبس) للتنشيط |
| $h$ | ثابت بلانك |

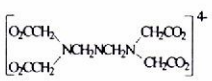
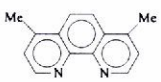
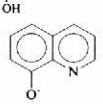
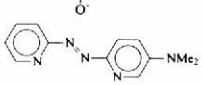
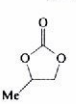
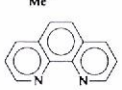
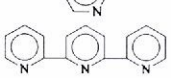
| | |
|---|---|
| $H$ | الإنثالبي (المحتوى الحراري) |
| $\Delta H_{hyd}$ | إنثالبي التميؤ |
| $\Delta H^{\ddagger}$ | إنثالبي التنشيط |
| $\Delta H$ (M-L) | طاقة تفكك رابطة المعدن- المرتبط |
| HSAB | القواعد والأحماض اللينة والقاسية |
| $I$ | ميكانيكية التبادل |
| $I_a$ | تبادل التجمع |
| $I_d$ | تبادل التفكك |
| $k$ | ثابت السرعة |
| $k_0$ | ثابت السرعة عند الضغط الجوي |
| $k_1$ | ثابت سرعة الرتبة الأولى (مسار التذاوب أو التفكك) |
| $k_2$ | ثابت سرعة الرتبة الثانية (مسار التجمع) |
| $k_b$ | ثابت السرعة للتفاعل العكسي في الاتزان |
| $k_{ex}$ | ثابت السرعة لتبادل (المرتبط) المذيب |
| $k_f$ | ثابت السرعة لتكوين متراكب أو ثابت السرعة للتفاعل الأمامي في الاتزان |
| $k_P$ | ثابت السرعة عند ضغط عالٍ |
| $K$ | ثابت الاتزان |
| $K_n$ | ثابت الاستقرار بالنسبة إلى إضافة المرتبط رقم (n) في تكوين المتراكب |
| $K_{os}$ | ثابت تجمع المجال الكروي الخارجي |
| $n$ | عدد المرتبطات في المتراكب أو عدد الإلكترونات |
| $P$ | الضغط |
| p$K$ | سالب لوغاريتم الأساس ١٠ لثابت (الاستقرار) الاتزان $K$ (المماثل لـ pH) |
| R | ألكيل |
| $R$ | ثابت الغازات |
| $S$ | الإنتروبي |

| | |
|---|---|
| $\Delta S^{\theta}$ | الإنتروبي المولاري الجزئي القياسي |
| $\Delta S^{\ddagger}$ | إنتروبي التنشيط |
| SCS | الاستبدال الموجه (ميكانيكية) |
| $S_N$ | استبدال نيكلوفيلي |
| $S_N1$ | استبدال نيكلوفيلي أحادي الجزيء: مثل التفكك |
| $S_N1(lim)$ | استبدال نيكلوفيلي (ميكانيكية) تفكك محدود |
| $S_N2$ | استبدال نيكلوفيلي ثنائي الجزيء: مثل التجمع |
| $T$ | درجة الحرارة |
| $t_{2g}$ | انظر معجم المصطلحات تحت (المجال البلوري) |
| $V$ | الحجم |
| $\Delta \bar{V}^{\theta}$ | الحجم المولاري الجزئي القياسي |
| $\Delta V^{\ddagger}$ | حجم التنشيط |
| $\Delta V_i^{\ddagger}$ | حجم التنشيط لتبادل المرتبط |
| $\Delta V^{\theta}$ | تغير الحجم القياسي للتفاعل |
| $\Delta V^{\theta}_{os}$ | تغير الحجم القياسي لاتزان قبل تجمع المجال الكروي الخارجي |
| $w_{ij}$ | حد الشغل (لجميع المتفاعلات، خاصة في جمع متفاعلات الأكسدة والاختزال) |
| $z$ | الشحنة على الأيون |
| $\beta_n$ | ثابت استقرار لإضافة عدد من المرتبطات (n) إلى أيون المعدن |
| $\nu$ | التردد |

# الاختصارات للمذيبات والمرتبطات

استخدمت الحروف الصغيرة التالية في هذا الكتاب لاختصارات المرتبطات، بينما الكبيرة لاختصارات المذيبات. بعض المركبات مثل ثنائي ميثيل السلفوكسيد يمكن أن تكون مذيبا أو مرتبطا. المرتبطات التي تكون أيونات لأحماض ضعيفة تكون على شكل $L^{n-}$، أما المركبات العضوية الحرة فتكون على شكل $LH_n$.

| | | |
|---|---|---|
| $aa^-$ | آنيون حمض أميني (انظر $ala^-$ ، $asp^-$ ، $gly^-$ ) | |
| $acac^-$ | أستيل الأسيتونات (بنتان-٢ ، ٤- دايونات) | $[MeCOCHCOMe]^-$ |
| $ala^-$ | ألانينات | $[MeCH(NH_2)CO_2]^-$ |
| ADP | أدنوسين ثنائي الفوسفات | |
| $asp^-$ | اسبارتات | $[HO_2CCH_2CH(NH_2)CO_2]^-$ |
| ATP | أدنوسين ثلاثي الفوسفات | |
| biby | ٢ ، ٢- ثنائي بيريديل |  |
| $3\text{-}CNacac^-$ | ٣- سيانو أستيل الأسيتونات | $[MeCOC(CN)COMe]^-$ |
| $cp^-$ | أنيون البنتاداينيل الحلقي | |
| DMA | NN- ثنائي ميثيل الأسيتاميد | $MeCONMe_2$ |
| DMF/dmf | NN- ثنائي ميثيل الفورماميد | $HCONMe_2$ |
| DMSO/dmso | ثنائي ميثيل السلفوكسيد | $Me_2SO$ |

| | | |
|---|---|---|
| etda$^{4-}$ | إيثيلين ثنائي أمين رباعي الخلات (إيثان- ١ ،٢- ثنائي أمين رباعي الخلات) |  |
| en | إيثيلين ثنائي الأمين (إيثان-١ ،٢- ثنائي الأمين) | $H_2NCH_2CH_2NH_2$ |
| gly$^-$ | جليسينات | $[H_2NCH_2CO_2]^-$ |
| HMPA/hmpa | سداسي مثيل فسفور ثلاثي الأميد | $OP(ONMe_2)_3$ |
| L, LL, LLL, | الرمز العام لليجاند أحادي ، ثنائي وثلاثي السن | |
| 4,7-$Me_2$phen | ٤ ،٧- ثنائي مثيل - ١ ،١٠- فينانثرولين |  |
| Nu, nucl | نيكليوفيل | |
| $ox^{2-}$ | أوكسالات | $[O_2CCO_2]^{2-}$ |
| Oxine | أوكسين | |
| oxinate | ٨- هيدروكسي كينولينات |  |
| pada | بيريدين-٢- آزو- ٤- ثنائي ميثيل الأنيلين |  |
| PC | كربونات البروبيلين (٤- ميثيل-١ ،٣- ثنائي اكسالان-٢- أون) |  |
| phen | ١ ،١٠- فينانثرولين |  |
| py | بيريدين | |
| terpy | ٢ ،٢َ ، ٦َ ، ٢ً- تيربيريديل |  |
| THF | باعي هيدرو فيوران | |
| TMP | ثلاثي ميثيل الفوسفات | $OP(OMe)_3$ |
| TMTU | رباعي ميثيل الثيو يوريا | $SC(NMe_2)_2$ |
| TMU | رباعي ميثيل اليوريا | $OC(NMe_2)_2$ |
| tu | ثيويوريا | $SC(NH_2)_2$ |

| | | |
|---|---|---|
| $X^-$ | هاليد | |
| | نيترو ميثان | $MeNO_2$ |
| | ثنائي كلورالميثان | $CD_2Cl_2$ |