كلية العلوم

القسم : **الكيمياء**

السنة : **الثالثة**

المادة : كيمياء لاعضوية3

المحاضرة : الثانية /نظري/ د .تمارة

{{ مكتبة A to Z }}

Facebook Group : مكتبة A to Z

يمكنكم طلب المحاضرات برسالة نصية (SMS) أو عبر(What's app-Telegram)على الرقم 0931497960

جامعة طرطوس

كلية العلوم

قسم الكيمياء

الكيمياء اللاعضوية 3

القسم النظري

لطلاب السنة الثالثة

قسم الكيمياء

المحاضرة الثانية

للعام الدراسي 2025-2026

أستاذ المقرر

د. تمارة شهرلي

التماكب في المركبات المعقدة

١-٤- تماكب المعقدات :

التماكب :هو قدرة المواد على إعطاء مركبين أو أكثر لها التركيب نفسه ، ولكن هذه المركبات تختلف فيما بينها بالخواص . فالمماكبات هي المركبات الكيميائية التي لها التركيب نفسه ولكنها مختلفة بالبنية والخواص وهذه الظاهرة واسعة الانتشار في المعقدات اللا عضوية ، وهي مرتبطة باختلاف توزع المرتبطات حول الشاردة المركزية ، وهذا يعني بنية الكرة الداخلية . والعلاقة بين تركيب المواد وعدد المتماكبات يمكن أن تكون معقدة جداً ، حتى لو دخل في تركيب الجزيء شاردة معدن وحيدة وتساند حولها عدد من المجموعات ، وتصبح الأمور أكثر تعقيداً عندما يحتوي المعقد على كرتي تساند .

ا – تماكب المعقدات الحاوية على كرة تساندية واحدة :

١ – **التماكب الهندسي** : ينشأ التماكب الهندسي بسبب التوضع المختلف للمرتبطات في الكرة الداخلية للمعقد .

أ – لندرس الحالة التي يكون فيها العدد التساندي هو 6 :

عندما تتوضع ست مرتبطات حول ذرة مركزية يمكن أن يتشكل لدينا ثلاثة أشكال هندسية :

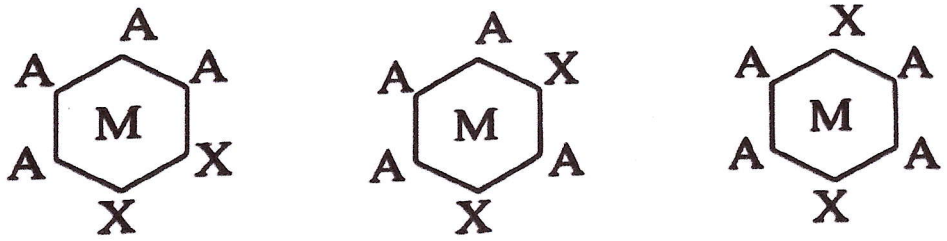
١ – مسدس مستوي .

٢ – موشور ثلاثي .

٣ – ثماني الوجوه .

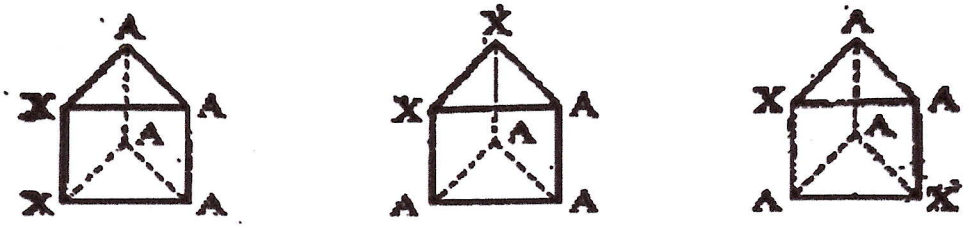
لندرس حالة المعقد $[MA_4X_2]$ في كل حالة من الحالات السابقة :

* – **حالة المسدس المستوي** : يمكن أن يوجد ثلاثة مماكبات بهذه الحالة :

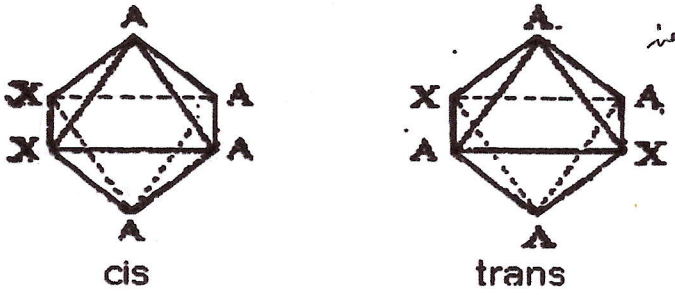


أورتو ميتا بارا

* – **حالة الموشور الثلاثي** : في هذه الحالة يوجد أيضاً ثلاثة متماكبات هي :



* – **حالة ثماني الوجوه** : يتواجد بهذه الحالة فقط مماكبين هما المفروق والمقرون :



مقرون (CiS) مفروق (trans)

أمثلة : اكتب المماكبات الهندسية لكل من المعقدات التالية :

$[Co(NH_3)_4Cl_2]$

$[Co(en)_2(NO_2)_2]$

$[Pt(mal)_2Br_2]^{-2}$

$[Pt(Ox)_2(OH)_2]^{-2}$

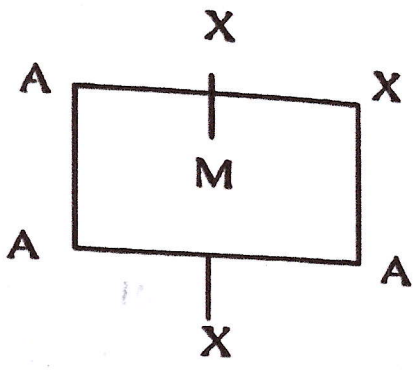
وتبين تجريبياً إنه لا يوجد للمعقدات سداسية التساند من النوع $[MA_4X_2]$ أكثر من مماكبين . واعتماداً على ذلك توصل فرنر إلى نتيجة مفادها أن المعقدات سداسية التساند تملك البنية ثمانية الوجوه . ويُسمى المماكب الذي تتوضع فيه المرتبطات بشكل قطري بالمماكب المفروق وعادة تختلف المماكبات فيما بينها باللون وبشكل البلورة وعلاقتها بالنسبة إلى كواشف معينة ، فمثلاً :

المعقد : $[Co(NH_3)_4(NO_2)_2]Cl$ Cis لونه أصفر

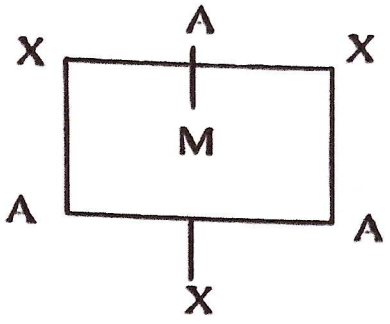
والمعقد : $[Co(NH_3)_4(NO_2)_2]Cl$ Trans لونه برتقالي

ولدى غلي المعقدين مع حمض مركز فإن المعقد المقرون يعطي محلولاً لونه أزرق أما المعقد المفروق فإنه يعطي محلولاً لونه أحمر .

أما المعقدات ذات التركيب $[MA_3X_3]$ ثمانية الوجوه كذلك الأمر فإنها تملك المماكبين الآتيين :



(ضلعي) meridional



(وجهي) facial

وتُكتب عادة كما يأتي : mer-$[Pt(NH_3)_3Cl_3]^+$

fac-$[Pt(NH_3)_3Cl_3]^+$

أسئلة: اكتب المماكبات الهندسية للمعقد $[Co(NH_3)_3(NO_3)_3]$

فمثلاً لو أخذنا مماكبات المعقد $[Pt(NH_3)_3Cl_3]Cl$ ، لوجدنا أن المماكب mer- $[Pt(NH_3)_3Cl_3]Cl$ لونه أخضر مصفر وانحلاليته في الماء بالدرجة $20C^{\circ}$ هي 5.64% وبالإرجاع يتشكل المعقد $[Pt(NH_3)_3Cl]Cl$. أما المماكب $[Pt(NH_3)_3Cl_3]Cl$ fac وانحلاليته 1.49% وبالإرجاع فإنه يتشكل المعقد $[Pt(NH_3)_2Cl_2]$. وكما ذكرنا سابقاً فإن عدد المتماكبات يتعلق بالمرتبطات وتنوعها فمثلاً :

عدد المتماكبات	المعقد	عدد المتماكبات	المعقد
1	$[MX_6]$	2	$[MX_3Y_3]$
1	$[MX_5Y]$	2	$[MX_4Y_2]$
5	$[MX_2Y_2Z_2]$	3	$[MX_3Y_2Z]$
		15	[MXYZHfI]

ب – حالة العدد التساندي 4 : يتحقق ذلك في حالتين فقط هما :

١ – رباعي الوجوه

٢ – مربع مستوي

في حالة رباعي الوجوه لا يوجد مماكبات أما في حالة المربع المستوي فإنه يكون كمايأتي:

$[MX_3Y]$ مماكب واحد

$[PtX_2A_2]$ يوجد مماكبين هما مماكب مفروق Trans ومماكب مقرون CiS

Trans

Cis

مثال : $[Pt(NH_3)_2Cl_2]$

$[Cu(CH_3NH_3)_2Cl_2]$

[MXYZH] : يوجد ثلاثة مماكبات

٢ – التماكب الضوئي :

المماكبات الضوئية هي المركبات القادرة على تدوير الضوء المستقطب ويكون كل مماكب خيال الآخر في المرآة .

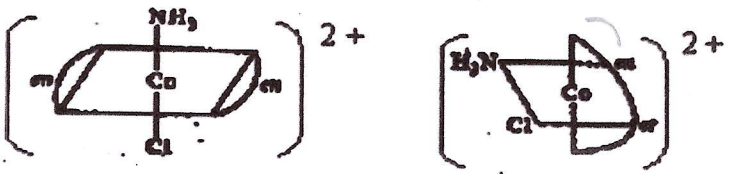
الضوء : هو عبارة عن موجات كهرمغناطيسية ذات ذبذبات مختلفة . فإذا كان الضوء عادياً فإنه ينتشر في جميع الاتجاهات ، أما إذا كان الضوء مستقطباً فإنه ينتشر في مستوٍ واحد ويسمى هذا بمستوي استقطاب الضوء وعند مرور الضوء المستقطب خلال محلول المماكب d ، يدور مستوي الاستقطاب إلى اليمين بزاوية معينة أما إذا مرر الضوء المستقطب خلال محلول المماكب L فإن مستوي الاستقطاب يدور نحو اليسار بزاوية معينة .

إن زاويتي – الدوران نحو اليمين ونحو اليسار – تكونان في بعض الأحيان متساويتين ، وأحياناً تكونان غير متساويتين .

متى يحصل التماكب الضوئي في المعقدات ؟ :

لكي يكون المعقد فعالاً ضوئياً ينبغي أن لا يملك مستوي تناظر وهذا يعني استحالة تقسيمه إلى نصفين متطابقين . وقد توقعت النظرية التساندية إمكانية وجود مماكبات ضوئية للمركّبات التساندية حالة ثماني الوجوه فمثلاً المركب :

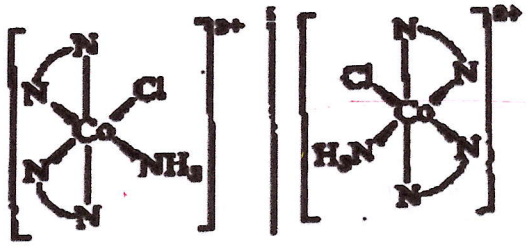
$[Co(en)_2NH_3Cl]^{2+}$ يوجد له مماكبان هندسيان هما :



Trans Cis

فالمماكب المفروق لا يملك مماكبات ضوئية بسبب وجود مستوي تناظر ماراً من قمتي ثماني الوجوه ، حيث يوجد النشادر في القمة الأولى والكلور في القمة الثانية .

أما المماكب المقرون فإن له مماكبين ضوئيين ، هنا لا يوجد مستوي تناظر لذلك يُعد غير متماثل :



٣ – تماكب الإماهة " المماكبات الهيدراتية " :

هي مركبات ذات تركيب واحد ولكنها تختلف فيما بينها بوظيفة جزيئات الماء الداخلة في تركيب هذه المركبات . فمثلاً لو أخذنا المركب هيدرات كلوريد الكروم (III) .

هذا المعقد يملك الصيغة التجريبية الآتية : $CrCl_3.6H_2O$

تبين أنه يوجد ثلاثة مركبات لها التركيب نفسه ولكنها مختلفة باللون والناقلية الكهربائية :

1) – $[Cr(H_2O)_6]Cl_3$ بنفسجي

2) – $[Cr(H_2O)_5Cl]Cl_2 \cdot H_2O$ أخضر مزرق

3) – $[Cr(H_2O)_4Cl_2]Cl \cdot 2H_2O$ أخضر غامق

الإختلاف في بنية المماكبات الهيدراتية يكمن في اختلاف توضع ووظيفة جزيئة الماء ، ففي الحالة الأولى تدخل جميع جزيئات الماء في الكرة الداخلية للمعقد . أما في الحالة الثانية والثالثة فتدخل جزيئات الماء في الكرة الداخلية وقسم منه يكون متبلوراً .

وهذه المماكبات تختلف فيما بينها بالخواص الفيزيائية والكيميائية . ومن المماكبات الهيدراتية المعروفة أيضاً نورد ما يأتي :

$[Co(en)_2(H_2O)Cl]Cl_2$

$[Co(en)_2Cl_2]Cl \cdot H_2O$

$[Cr(Py)_2(H_2O)_2Cl_2]Cl$

$[Cr(Py)_2(H_2O)Cl_3] \cdot H_2O$

٤ – تماكب التشرد " المماكبات التشردية " :

إن تماكب التشرد قريب جداً إلى التماكب السابق " الإماهة " ويتشكل نتيجة اختلاف في توزع الشوارد بين الكرة الداخلية والكرة الخارجية وهذه المماكبات تتواجد فقط بحالة الشاردة المعقدة الموجبة ومن أمثلتها :

$[Pt(NH_3)_4Br_2]Cl_2$

$[Pt(NH_3)_4Cl_2]Br_2$

ففي المعقد الأول يدخل Cl^- في الكرة الخارجية أما Br^- فيدخل في الكرة الداخلية ، أما في المعقد الثاني فإن الأمر يكون على العكس تماماً .

$[Pt(NH_3)_4Br_2]Cl_2 = [Pt(NH_3)_4Br_2]^{2+} + 2Cl^-$

$[Pt(NH_3)_4Cl_2]Br_2 = [Pt(NH_3)_4Cl_2]^{2+} + 2Br^-$

ولكن غالباً ما يحدث في المحاليل استبدال المرتبطات الخارجية بالمرتبطات الداخلية :

$$[Pt(NH_3)_4ClBr]^{2+} + Cl^- \rightleftharpoons [Pt(NH_3)_4Cl_2]^{2+} + Br^-$$

$$[Pt(NH_3)_4Br_2]^{2+} + 2Cl^- \rightleftharpoons [Pt(NH_3)_4Cl_2]^{2+} + 2Br^-$$

لذلك وبشكل دقيق لا يمكن أن تتواجد المتماكبات التشردية في المحاليل .

٥ – تماكب الترابط " الاتصال" :

يظهر هذا النوع من التماكب في المعقدات الحاوية على جذور "بقايا " حمضية والتي تتألف من أكثر من ذرة ويمكن أن تتساند مع الشاردة المركزية بأكثر من طريقة ، وتعد وحيدة السن .

أمثلة :

الارتباط من خلال الأوكسجين	M – ONO	$[Co(NH_3)_5ONO]^{2+}$
الارتباط من خلال الآزوت	$M-NO_2$	$[Co(NH_3)_5NO_2]^{2+}$
الارتباط من خلال الآزوت	M–NCS	$[Cr(H_2O)_5NCS]^{2+}$
الارتباط من خلال الكبريت.	M–SCN	$[Cr(H_2O)_5SCN]^{2+}$

٦ – التماكب الشكلي " الجمعي " :

هي مواد لها التركيب العنصري نفسه، ولكن تحتوي الكرة الداخلية والكرة الخارجية مجموعات مختلفة ، ولا يوجد أي روابط وراثية، ولا يمكن أن يتحول واحد إلى الآخر .

أمثلة :

$[Co(NH_3)_4(ClO_4)(NO_3)]^+$

$[Co(NH_3)_4(ClO_4)(NO_2)]^+$

$[Pt(NH_3)(NH_2C_2H_5)Cl_2]$

$[Pt(NH_2CH_3)_2Cl_2]$

II – تماكب المعقدات الحاوية على أكثر من كرة تساند :

١ – تماكب التساند :

تتشكل المماكبات التساندية من شاردة معقدة موجبة وشاردة معقدة سالبة والذرات المركزية " الشاردة المعدنية " مختلفة . وينشأ هذا التماكب من توزيع مختلف للمرتبطات بين الشوارد المعدنية : فإذا كانت شاردتا معدن مختلفتين (M' & M)ونوعان من المرتبطات (a, b) فإن التماكب التساندي لهما يكون :

$$[Ma_x][M'b_x] \text{ و } [Mb_x][M'a_x]$$

مثل :

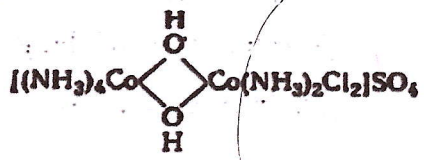
$[Pd(NH_3)_4]\ [PtCl_4]$ و $[Pt(NH_3)_4]\ [PdCl_4]$

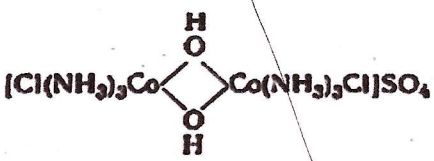
$[Co(NH_3)_6]\ [Cu(C_2O_4)_3]$ و $[Cu(NH_3)_6]\ [Co(C_2O_4)_3]$

II- تماكب المعقدات متعددة النوى :

٢ – التماكب الموضعي :

تتصف المعقدات متعددة النوى بهذا النوع من التماكب . حيث تختلف المماكبات عن بعضها البعض باختلاف توزع المرتبطات حول الذرة المركزية ، الداخلة في تركيب المعقدات المتعددة النوى مثل :





وهذا النمط من التماكب يشابه كثيراً التماكب الهندسي في المعقدات أحادية النوى .

انتهت المحاضرة

مكتبة A to Z