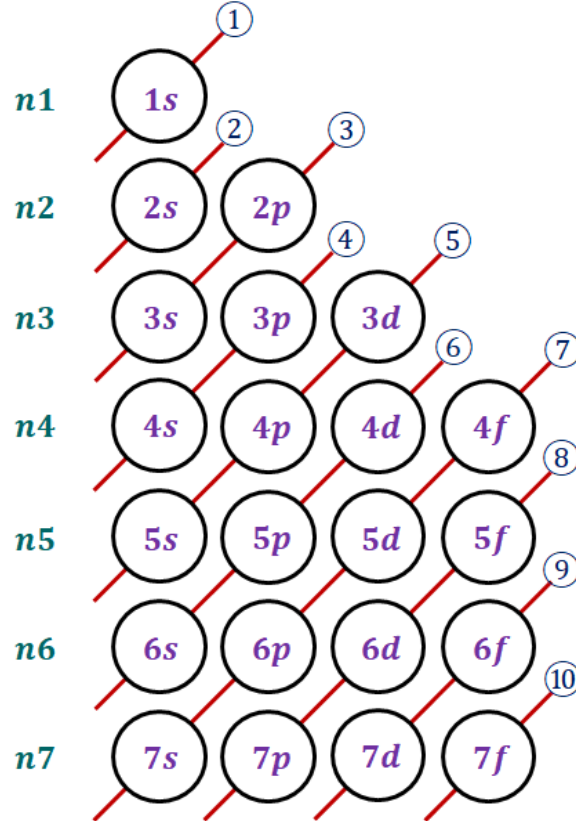




## الوحدة الخامسة : العناصر الإنتقالية مراجعة على ما سبق دراسته



### التوزيع الإلكتروني : مبدأ البناء التصاعدي



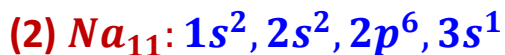
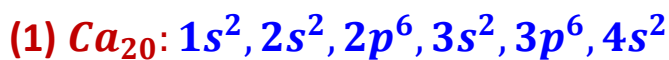


## التوزيع الإلكتروني لبعض العناصر

## جدول التوزيع الإلكتروني لبعض العناصر

العنصر	الرمز	العدد الذري	التوزيع الإلكتروني
هيدروجين	H	1	$1s^1$
هيليوم	He	2	$1s^2$
ليثيوم	Li	3	$1s^2, 2s^1$
بيريليوم	Be	4	$1s^2, 2s^2$
بورون	B	5	$1s^2, 2s^2, 2p^1$
نيون	Ne	10	$1s^2, 2s^2, 2p^6$
صوديوم	Na	11	$1s^2, 2s^2, 2p^6, 3s^1$
ماغنسيوم	Mg	12	$1s^2, 2s^2, 2p^6, 3s^2$
ألومنيوم	Al	13	$1s^2, 2s^2, 2p^6, 3s^2, 3p^1$
كلور	Cl	17	$1s^2, 2s^2, 2p^6, 3s^2, 3p^5$
أرجون	Ar	18	$1s^2, 2s^2, 2p^6, 3s^2, 3p^6$
بوتاسيوم	K	19	$1s^2, 2s^2, 2p^6, 3s^2, 3p^6, 4s^1$
كالسيوم	Ca	20	$1s^2, 2s^2, 2p^6, 3s^2, 3p^6, 4s^2$
سكانديوم	Sc	21	$1s^2, 2s^2, 2p^6, 3s^2, 3p^6, 4s^2, 3d^1$

## التوزيع الإلكتروني لأقرب غاز خامل



## التوزيع الإلكتروني الشاذ لـ Cr, Cu



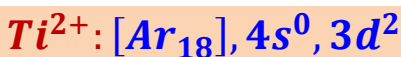
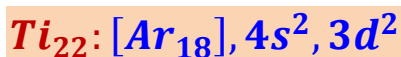
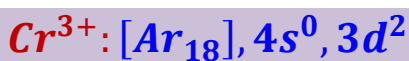
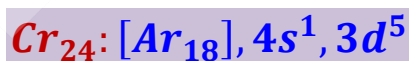
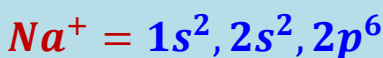
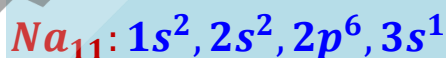
الذرة تكون أكثر استقرارًا عندما يكون  $d$  ممتليء أو نصف ممتليء بالإلكترونات.



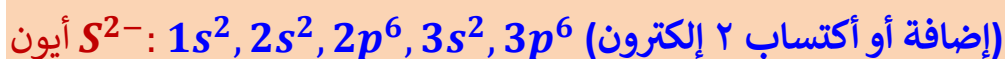
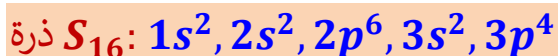
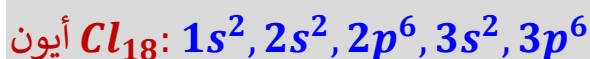
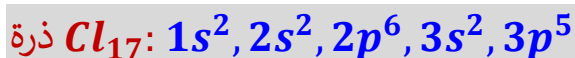


## التوزيع الإلكتروني للأيونات

الموجبة (+)	السالبة (-)
يعني يفقد إلكترونات نطرح من إلكترونات	يكتسب إلكترونات نزيده إلكترونات



## التوزيع الإلكتروني للأيون السالب

إضافة إلكترونات



## Transition Elements : العناصر الإنتقالية

هو أحد عناصر الفئة (d) الذي يكون أيونًا واحدًا مستقرًا أو أكثر ويكون الفلك (d) له ممتلئ جزئيًا.

## العنصر الإنتقالی

✱ توجد العناصر الإنتقالية الفئة (d) بين المجموعتين (2) و (12) وهي العناصر التي ينتهي توزيعها الإلكتروني بالمستوى الفرعي (d) وتكون ممتلئة جزئيًا في الحالة الذرية أو الأيونية.

**لا تصنف عناصر الفئة (d) جميعها كعناصر إنتقالية.**

## ملاحظة

1 2 13 14 15 16 17 18

s الفئة

د الفئة

1 H Hydrogen 1.0

پ الفئة

3 4 5 6 7 8 9 10 11 12

الفئة f





97142109

ربيع الكيمياء



☆ سوف نهتم بدراسة عناصر السلسلة الإنتقالية الأولى (3d) من  $Ti$

التيتانيوم إلى النحاس  $Cu$

**فسر:** لا يُعد  $Sc$  السكنديوم والخاصين  $Zn$  عناصر إنتقالية.



لأن عنصر  $Sc$  توزيعه الإلكتروني  $Ar_{18}, 4s^2, 3d^1$  فيكون أيون واحد فقط هو

الحل:  $Sc^{3+}$  يكون فيه  $d^0$  فارغ (لا يُعد عنصر إنتقالي)



أما عنصر  $Zn$  فتوزيعه الإلكتروني  $Ar_{18}, 4s^2, 3d^{10}$  فيكون أيون

واحد فقط هو  $Zn^{2+}$  يكون فيه  $d^{10}$  مكتمل وبالتالي لا يُعد عنصر إنتقالي.

العنصر	التوزيع الإلكتروني	مخطط الأفلاك الذرية
التيتانيوم $_{22}Ti$	$1s^2, 2s^2, 2p^6, 3s^2, 3p^6, 4s^2, 3d^2$	$[Ar] 4s \uparrow\downarrow 3d \uparrow \uparrow$
الفناديوم $_{23}V$	$1s^2, 2s^2, 2p^6, 3s^2, 3p^6, 4s^2, 3d^3$	$[Ar] 4s \uparrow\downarrow 3d \uparrow \uparrow \uparrow$
الكروم $_{24}Cr$	$1s^2, 2s^2, 2p^6, 3s^2, 3p^6, 4s^1, 3d^5$	$[Ar] 4s \uparrow 3d \uparrow \uparrow \uparrow \uparrow \uparrow$
المنجنيز $_{25}Mn$	$1s^2, 2s^2, 2p^6, 3s^2, 3p^6, 4s^2, 3d^5$	$[Ar] 4s \uparrow\downarrow 3d \uparrow \uparrow \uparrow \uparrow \uparrow$
الحديد $_{26}Fe$	$1s^2, 2s^2, 2p^6, 3s^2, 3p^6, 4s^2, 3d^6$	$[Ar] 4s \uparrow\downarrow 3d \uparrow\downarrow \uparrow \uparrow \uparrow \uparrow$
الكوبالت $_{27}Co$	$1s^2, 2s^2, 2p^6, 3s^2, 3p^6, 4s^2, 3d^7$	$[Ar] 4s \uparrow\downarrow 3d \uparrow\downarrow \uparrow\downarrow \uparrow \uparrow \uparrow$
النيكل $_{28}Ni$	$1s^2, 2s^2, 2p^6, 3s^2, 3p^6, 4s^2, 3d^8$	$[Ar] 4s \uparrow\downarrow 3d \uparrow\downarrow \uparrow\downarrow \uparrow\downarrow \uparrow \uparrow$
النحاس $_{29}Cu$	$1s^2, 2s^2, 2p^6, 3s^2, 3p^6, 4s^1, 3d^{10}$	$[Ar] 4s \uparrow 3d \uparrow\downarrow \uparrow\downarrow \uparrow\downarrow \uparrow\downarrow \uparrow\downarrow$





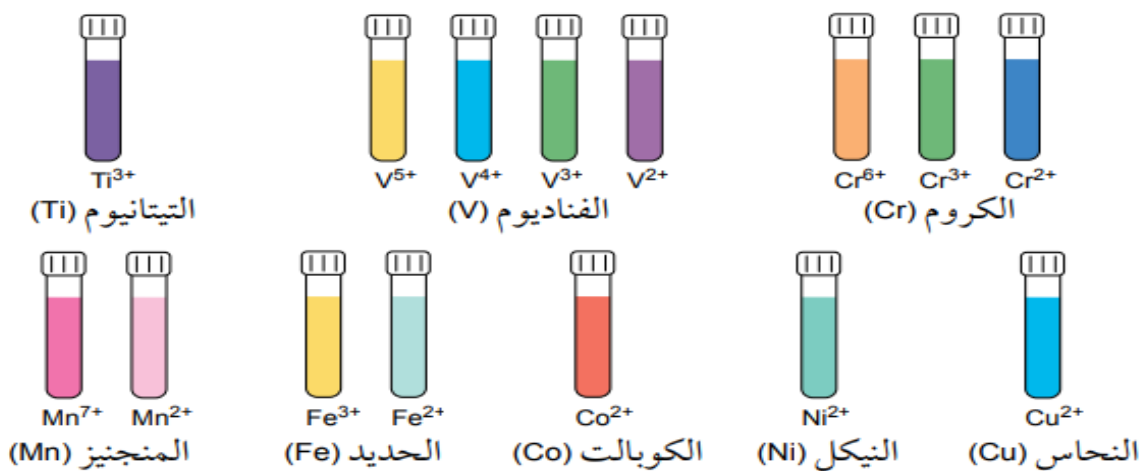
يشذ التوزيع الإلكتروني لعنصري الكروم Cr والنحاس Cu

ملاحظة

عنصر النحاس $Cu_{29}$	عنصر الكروم $Cr_{24}$
$1s^2, 2s^2, 2p^6, 3s^2, 3p^6, 4s^1, 3d^{10}$ $Cr_{29}: Ar_{18}, 4s^1, 3d^{10}$	$1s^2, 2s^2, 2p^6, 3s^2, 3p^6, 4s^1, 3d^5$ $Cr_{24}: Ar_{18}, 4s^1, 3d^5$
لأن الذرة تكون أكثر استقرارًا عندما يكون المستوى الفرعي (d) تام الامتلاء (مكتمل)	لأن الذرة تكون أكثر استقرارًا عندما يكون المستوى الفرعي (d) نصف ممتلئ
<div>1↓</div> <div>1↓</div> <div>1↓</div> <div>1↓</div> <div>1↓</div>	<div>1</div> <div>1</div> <div>1</div> <div>1</div> <div>1</div>

### الخصائص الفيزيائية والكيميائية للعناصر الإنتقالية

- درجات انصهار مرتفعة.
  - صلابة وقاسية لذا تكون مفيدة للإستخدام كمواد للبناء والإنشاءات.
  - كثافة عالية وموصلة جيدة للكهرباء والحرارة.
  - خصائص تميز العناصر الإنتقالية :
- تمتلك حالات تأكسد متعددة.
  - تكون أيونات معقدة.
  - تسلك سلوك العوامل الحفازة.
  - تكون أيونات ملونة.







## حالات التأكسد المتعددة

كل فلز إنتقالي له أكثر من أيون موجب.

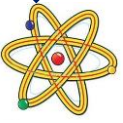
مثال:  $Cu^{2+}$  ،  $Cu^{1+}$  ذات ألوان مختلفة.

عندما تكون العناصر الإنتقالية أيونات تفقد ذراتها  
الإلكترونات من الفلك  $4s$  أولاً ثم يليها فقدان الإلكترونات  
من الأفلاك الذرية  $3d$



العنصر	حالات التأكسد الأكثر شيوعاً
اليتانيوم $_{22}Ti$	+4 ، +3
الفناديوم $_{23}V$	+5 ، +4 ، +3 ، +2
الكروم $_{24}Cr$	+6 ، +3
المنجنيز $_{25}Mn$	+7 ، +6 ، +4 ، +2
الحديد $_{26}Fe$	+3 ، +2
الكوبالت $_{27}Co$	+3 ، +2
النيكل $_{28}Ni$	+2
النحاس $_{29}Cu$	+2 ، +1

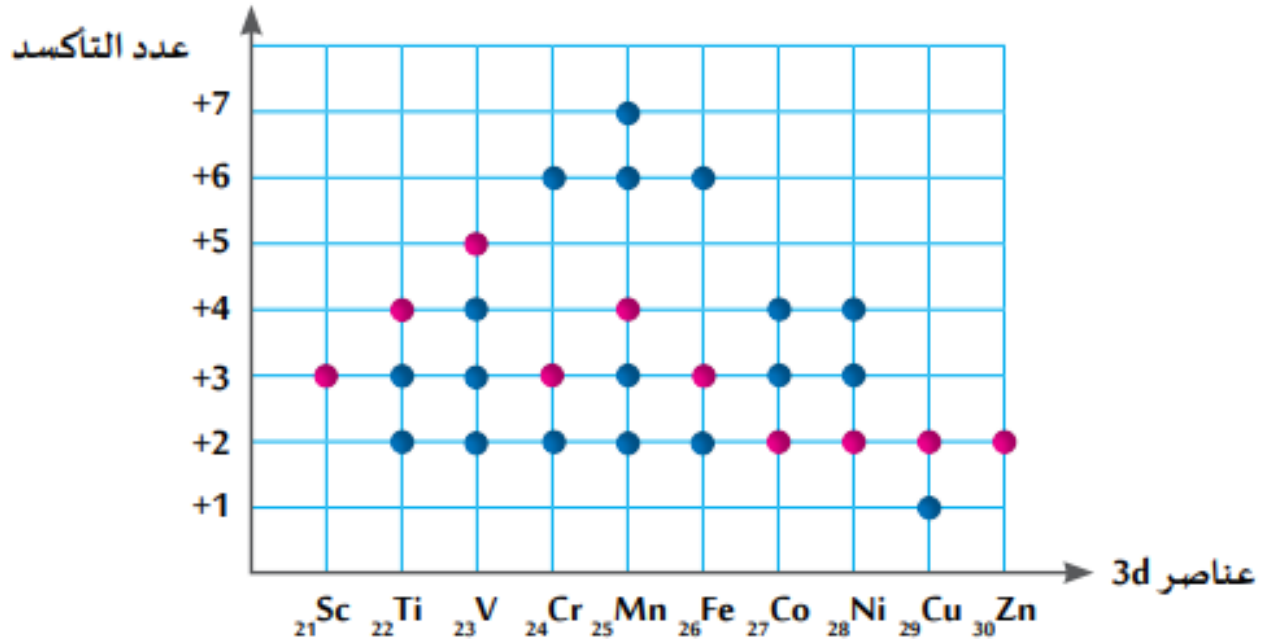




## ملاحظات على حالات التأكسد لعناصر 3d

- ★ حالة التأكسد الأكثر شيوعًا هي (+2) وهي تتكون عادة من فقد ذرة العنصر الإنتقالي إلكترونات من (4s)
- ★ أعلى حالة تأكسد للعناصر الإنتقالية في بداية الدورة الرابعة من الفانديوم (V) إلى المنجنيز (Mn) تنتج من فقدان (4s) و (3d) معًا.
- ★ أعلى حالة تأكسد للفانديوم ( $V^{+5}$ )
- ★ توجد أعلى حالة تأكسد للعناصر الإنتقالية في الأيونات المعقدة أو المركبات التي تتكون مع الأكسجين أو الفلور  $CrO_4^{2-}$  ،  $MnO_4^-$

الشكل البياني التالي يوضح حالات تأكسد عناصر السلسلة الانتقالية ، والشائع منها ●







## سؤال

١ أ. اكتب التوزيع الإلكتروني لكل من الذرات والأيونات الآتية:

١. Ti	٤. Fe <sup>3+</sup>
٢. Cr	٥. Ni <sup>2+</sup>
٣. Co	٦. Cu <sup>+</sup>

ب. لا يعد السكندريوم (الذي يكون أيوناً واحداً فقط، وهو Sc<sup>3+</sup>)، والخصائص (الذي يكون أيوناً واحداً فقط، وهو Zn<sup>2+</sup>) عنصرين انتقاليين. اشرح ذلك.

ج. اشرح السبب الذي يجعل أعلى حالة تأكسد للمنجنيز (Mn) في مركباته تساوي +7.

د. اذكر عدد التأكسد للفناديوم (V) في كل أنبوبة اختبار من أ إلى د الموضحة في الصورة (٥-٢).

هـ. يقع فلز الزركونيوم (Zr) في الصف الثاني من العناصر الانتقالية، وتحت فلز التيتانيوم في الجدول الدوري. ويمتلك التوزيع الإلكتروني: [Kr] 5s<sup>2</sup> 4d<sup>2</sup>.

١. تتباً بأعلى حالة تأكسد مستقرة للزركونيوم، وشرح إجابتك.

٢. اكتب الصيغة الكيميائية لأكسيد الزركونيوم، عندما يكون في أعلى حالات تأكسده.

أ.



ب. بالنسبة إلى السكندريوم (Sc) فإن حالة التأكسد الوحيدة له هي +3،

لذا، يكون التوزيع الإلكتروني للأيون Sc<sup>3+</sup>: 1s<sup>2</sup>, 2s<sup>2</sup>, 2p<sup>6</sup>, 3s<sup>2</sup>, 3p<sup>6</sup>

وهذا الأيون لا يمتلك أي إلكترونات d، لذا فإنه لا يتوافق مع تعريف

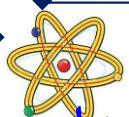
العنصر الإنتقالي. وبالنسبة إلى الخصائص (Zn) فالأيون الوحيد له هو

Zn<sup>2+</sup> وتوزيعه الإلكتروني: 1s<sup>2</sup>, 2s<sup>2</sup>, 2p<sup>6</sup>, 3s<sup>2</sup>, 3p<sup>6</sup>, 3d<sup>10</sup>، ويمتلك

هذا الأيون أفلاك d ممتلئة كلياً وليس جزئياً، ولهذا لا يعد الخصائص

عنصراً إنتقالياً.





ج. تتضمن حالة التأكسد +7 فقدان إلكترونات الأفلاك  $3d$  و  $4s$  جميعها

الموجودة في المنجنيز.

د. حالات التأكسد للفناديوم:

حالات التأكسد	الصيغة	الأنبوبة
+5	$VO_2^+$	أ
+4	$VO^{2+}$	ب
+3	$V^{3+}$	ج
+2	$V^{2+}$	د

هـ.

١ أعلى حالة تأكسد للزركونيوم  $Zr$  هي +4 وهي تتضمن فقدان إلكترونات الأفلاك  $5s$  و  $4d$  جميعها، لتكوين الأيون  $Zr^{4+}$  الذي يمتلك التوزيع الإلكتروني للغاز النبيل الكريبتون  $Kr$ .

٢  $ZrO_2$

### الفلزات الإنتقالية كعوامل حفازة

★ تستخدم العناصر الإنتقالية كعوامل حفازة في تفاعلات كيميائية مختلفة:

➤ الحديد في عملية هابر لتصنيع الأمونيا.

➤ أكسيد الفانديوم في عملية التلامس لصنع حمض  $H_2SO_4$

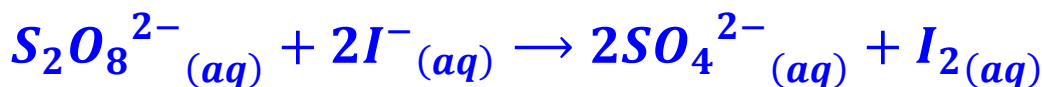
➤ البلاتين أو النيكل في عملية هدرجة الألكينات لإنتاج ألكانات.

➤ البلاتين ، البالاديوم والروديوم في المحولات المحفزة.





تفاعل  $(S_2O_8^{2-})$  فوق الكبريتات وأيونات اليوديد  $I^-$



إضافة  $Fe^{2+}$  أو  $Fe^{3+}$  لتحفيز التفاعل وزيادة معدل

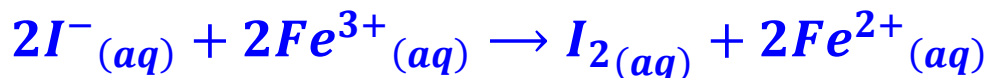
سرعته.



### المرحلة الأولى:



### المرحلة الثانية:



★ تتم إعادة إنتاج أيونات  $Fe^{2+}$  في نهاية التفاعل وبالتالي يمكن أن تحفز المزيد من التفاعلات.





## الدرس الثاني الليجندات وتكوين المعقدات

جزيء أو أيون يحتوي على زوج منفرد (غير مرتبط) واحد أو أكثر من الإلكترونات والتي تكون روابط تساهمية تناسقية مع ذرة أو أيون عنصر إنتقالي مركزي

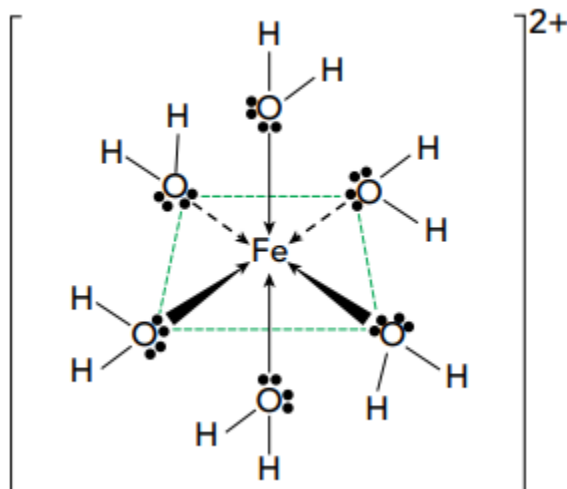
الليجند  
Ligand

جزيء أو أيون ترتبط فيه الليجندات بالذرة المركزية أو الأيون المركزي لفلز إنتقالي بواسطة روابط تساهمية تناسقية.

المعقد  
Complex

هو عدد الروابط التناسقية التي تكونها الليجندات مع ذرة أو أيون عنصر إنتقالي في معقد ما.

عدد التناسق  
Coordination number





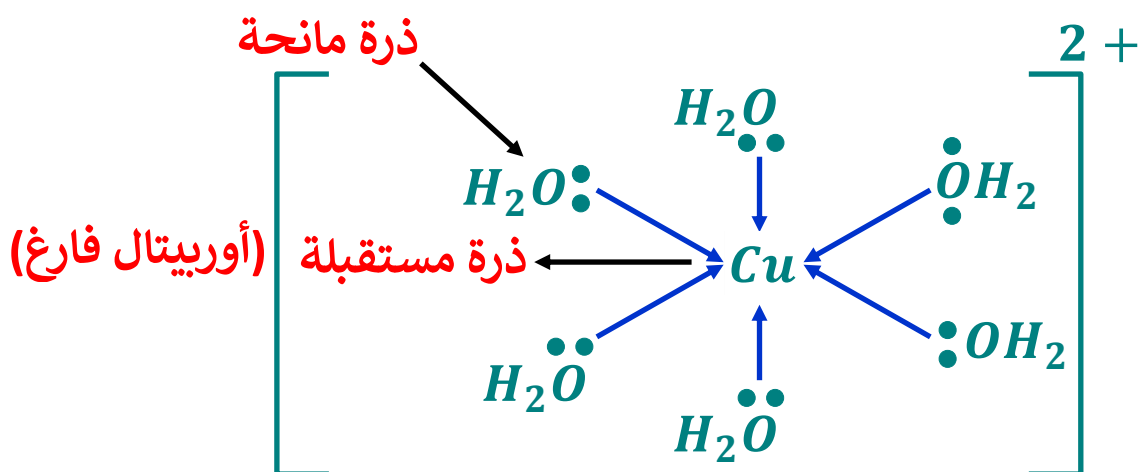
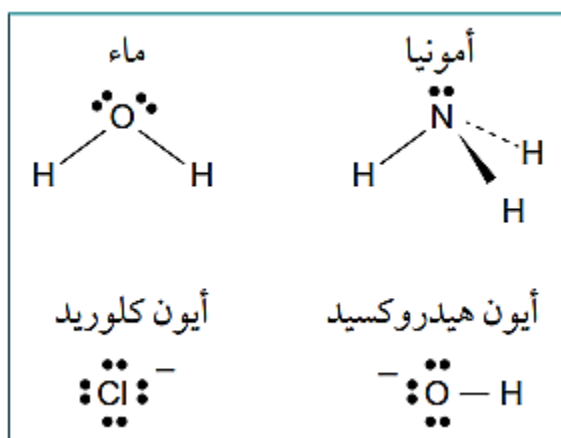
## أنواع الليجندات Types of Ligands

### ١ ليجند أحادي المخلب Monodentate Ligand:

★ ليجند يكون رابطة تناسقية واحدة مع فلز أو أيون فلز إنتقالي مركزي موجود في معقد.

أمثلة ليجند أحادي المخلب: الماء - الأمونيا - الكلوريد - الهيدروكسيد.

يملك ليجند أحادي المخلب زوج واحد من الإلكترونات المنفردة (إلكترونات غير مرتبطة) لتكوين رابطة تناسقية أحادية مع أيون فلز إنتقالي مركزي.

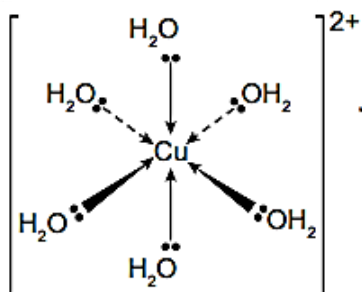




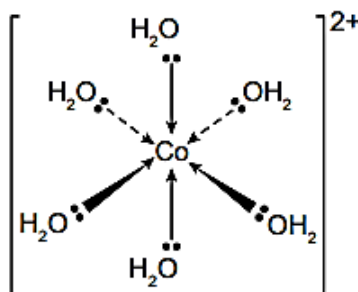
97142109



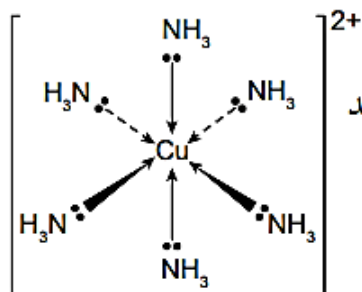
## ربيع الكيمياء



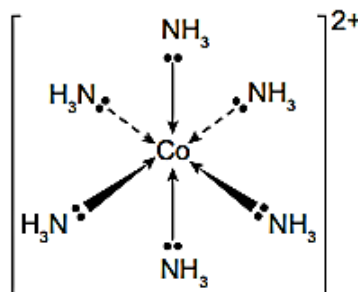
الأيون المعقد  
[Cu (H<sub>2</sub>O)<sub>6</sub>]<sup>2+</sup>



الأيون المعقد  
[Co (H<sub>2</sub>O)<sub>6</sub>]<sup>2+</sup>

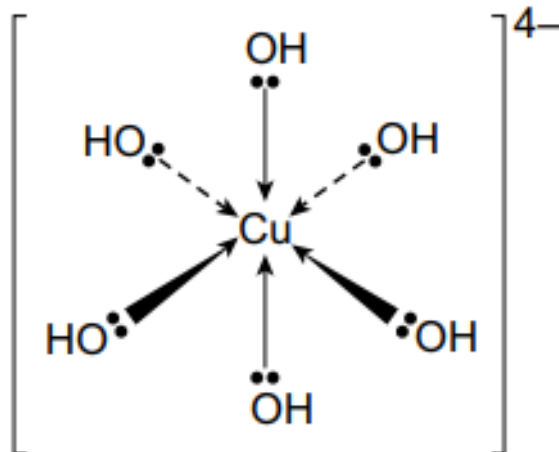


الأيون المعقد  
[Cu (NH<sub>3</sub>)<sub>6</sub>]<sup>2+</sup>



الأيون المعقد  
[Co (NH<sub>3</sub>)<sub>6</sub>]<sup>2+</sup>

أيونات معقدة للكوبالت والنحاس مع جزيئات الأمونيا والماء



أيون معقد للنحاس مع ليجندات OH<sup>-</sup>

عدد التناسق : 6

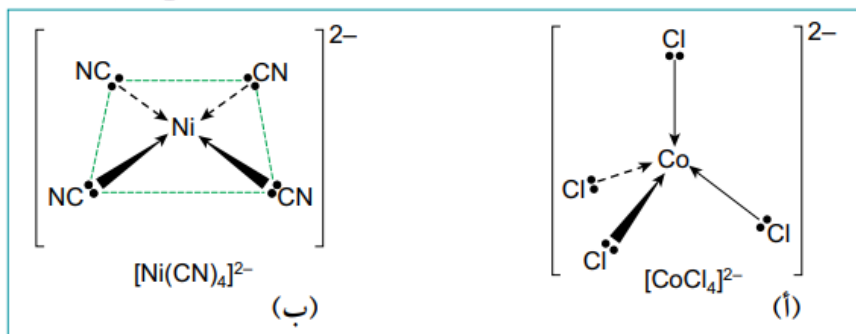
الشكل الهندسي : ثماني الأوجه

الشحنة الكلية للمعقد : (-4)

$$\begin{aligned} \text{كل } (\text{OH}^-) &= -1 \\ -6 &= 6(\text{OH}) \\ \text{وشحنة } (\text{Cu}^{2+}) &= -4 = 2 - 6 \end{aligned}$$

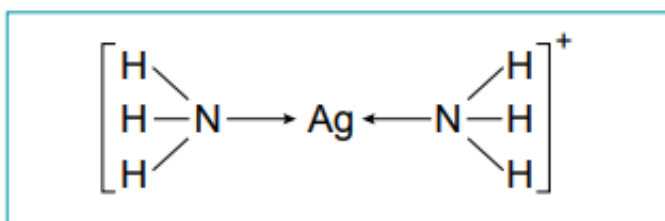






أيونان معقدان للنikel والكوبالت مع أيونات  $\text{CN}^-$  و  $\text{Cl}^-$  وهما من الليجندات أحادية المخلب

★ يوجد عدد قليل من أيونات الفلزات الإنتقالية (مثل النحاس (I) ، والفضة (I) والذهب (I) ) التي تكون معقدات خطية مع الليجندات. ويكون عدد التناسق في هذه المعقدات يساوي 2. وتمتلك شكلاً هندسياً خطياً مع زوايا روابط تساوي  $180^\circ$



الأيون المعقد ثنائي أمين الفضة (I)





## ٢. ليجندات ثنائية المخلب :Bidentate Ligand

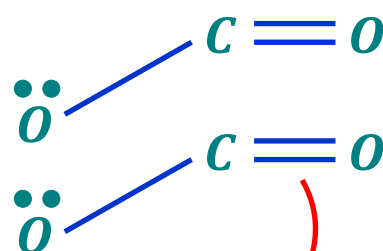
★ ليجند يكون رابطتين تناسقيتين مع فلز أو أيون فلز إنتقالي مركزي موجود في معقد

أمثلة ليجند ثنائي المخلب:

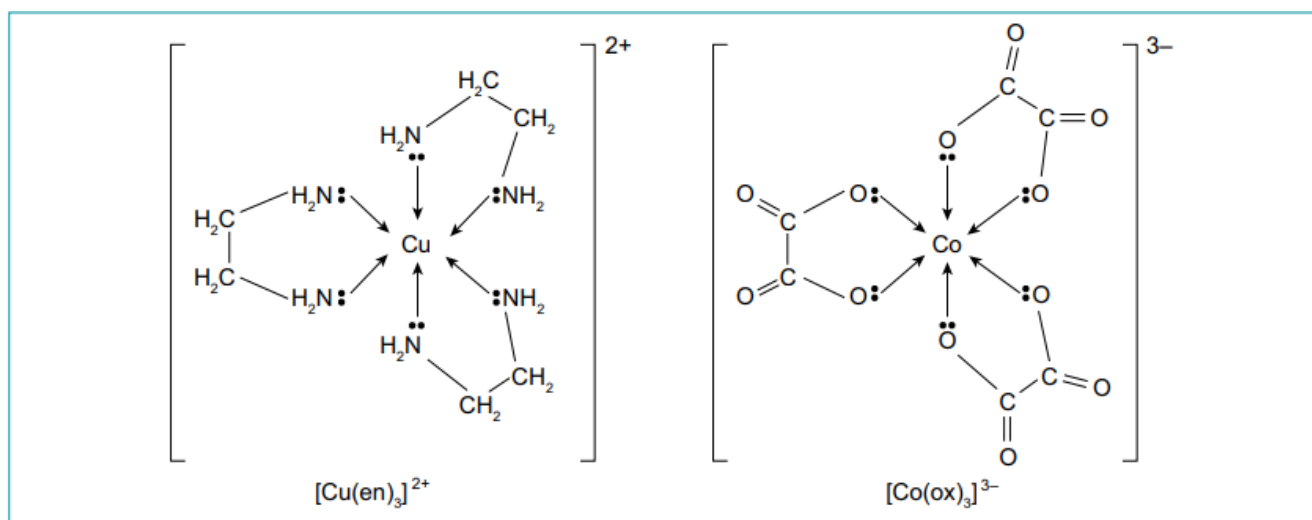
الأوكسالات  $C_2O_4^{2-}$  ، 1 - 2 ثنائي أمينو إيثان  $NH_2 - CH_2CH_2 - NH_2$  (*en*) يشير إلى ليجند ثنائي المخلب



يكون رابطتين  
تناسقيتين



يكون رابطتين  
تناسقيتين



الأيونات المعقدان أعلاه يحتويان على ليجندات ثنائية المخلب: "*en*" و "*ox*"



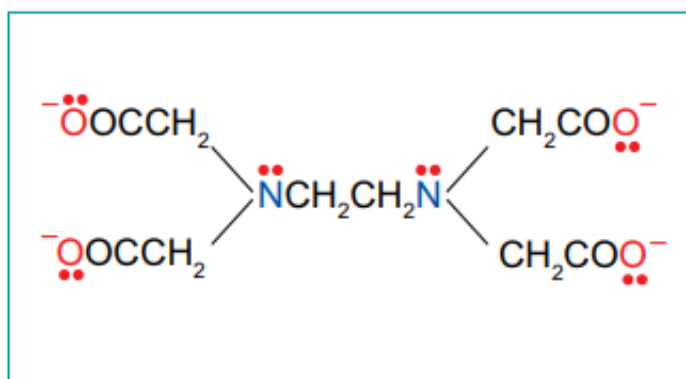


## ٣. ليجندات متعددة المخالب :Polydenate Ligand

★ جزيء منفرد أو أيون منفرد يمكنه تكوين أكثر من رابطتين تساهميتين تناسقيتين مع فلز أو أيون فلز مركزي في معقد

أمثلة ليجند متعددة المخالب:

$EDTA^{4-}$  (حمض ثنائي أمين إيثيلين رباعي الأسيتات)

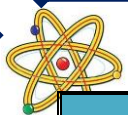


الأيون  $EDTA^{4-}$  هو ليجند متعدد المخالب

اسم الليجند	الصيغة الكيميائية للليجند	مثال	عدد التناسق	الشكل الهندسي للأيون المعقد
الماء	$H_2O$	$[Fe(H_2O)_6]^{2+}$	6	ثماني الأوجه
الأمونيا	$NH_3$	$[Co(NH_3)_6]^{3+}$	6	ثماني الأوجه
أيون الكلوريد	$Cl^-$	$[CoCl_4]^{2-}$	4	رباعي الأوجه
أيون السيانيد	$CN^-$	$[Ni(CN)_4]^{2-}$	4	مربع مسطح
أيون الهيدروكسيد	$OH^-$	$[Cr(OH)_6]^{3-}$	6	ثماني الأوجه
أيون الثيوسيانات	$SCN^-$	$[Fe(SCN)(H_2O)_5]^{2+}$	6	ثماني الأوجه
أيون الأكسالات (الذي يُمثل بالرمز "ox" في صيغ المعقدات)	$-OOC-COO-$	$[Co(ox)_3]^{3-}$	6	ثماني الأوجه
2،1 - ثنائي أمينو إيثان (الذي يُمثل بالرمز "en" في صيغ المعقدات)	$NH_2CH_2CH_2NH_2$	$[Co(en)_3]^{3+}$	6	ثماني الأوجه
أيون ثنائي أمين إيثيلين رباعي الأسيتات (EDTA)	$(CH_2N(CH_2COO)_2)_4^{4-}$	$[Fe(EDTA)]^-$	6	ثماني الأوجه

بعض الليجندات الشائعة





97142109



ربيع الكيمياء



الشكل الهندسي للمعقد	عدد التناسق	نوع التهجين
ثماني الأوجه	6	$d^2sp^3$
هرم ثلاثي مزدوج	5	$dsp^3$
هرم رباعي الأوجه	4	$sp^3$
مستو مربع	4	$dsp^2$
خطي	2	$sp$



الأسئلة

١

- أ. اذكر عدد التأكسد للفلز الانتقالي المركزي الموجود في كل من:  
 ١.  $[Co(NH_3)_6]^{3+}$  ٢.  $[Ni(CN)_4]^{2-}$  ٣.  $[Cr(OH)_6]^{3-}$  ٤.  $[Co(en)_3]^{3+}$  ٥.  $Cu(OH)_2(H_2O)_4$
- ب. اذكر عدد التناسق للمعقدات من ١ إلى ٥.
- ج. اكتب الصيغة الكيميائية للأيون المعقد المتكوّن بين  $Ni^{2+}$  و  $EDTA^{4-}$ .
- د. أي الليجنات المدرجة في الجدول (٣-٥) تُعدّ ليجنات ثنائية المخلّب.

## ٢. تنبأ بالصيغ الكيميائية للأيونات المعقدة وشحناتها وأشكالها الهندسية في الجدول أدناه

أيون الفلز المركزي	الليجنند	عدد التناسق	صيغة الأيون المعقد وشحنته	الشكل الهندسي للأيون المعقد
$Fe^{3+}$	$Cl^-$	4	$[FeCl_4]^-$	رباعي الأوجه
$Cu^{2+}$	$OH^-$	6	$[Cu(OH)_6]^{4-}$	ثماني الأوجه
$Al^{3+}$	$H_2O$	6	$[Al(H_2O)_6]^{3+}$	ثماني الأوجه
$Cu^{2+}$	$NH_2CH_2CH_2NH_2$ (en)	6	$[Cu(en)_3]^{2+}$	ثماني الأوجه

الحل:

١. أ.



$$1. +3 = Co + 6 \text{ (صفر)}$$

$$+3 = Co + \text{صفر}$$

$$Co = +3$$





$$2. -2 = Ni + 4(-1)$$

$$-2 = Ni - 4$$

$$Ni = +2$$

$$3. -3 = Cr + 6(-1)$$

$$-3 = Cr - 6$$

$$Cr = +3$$

$$4. +3 = Co + 3(\text{صفر})$$

$$Co = +3$$

$$5. \text{صفر} = Cu + 2(-1) + 4(\text{صفر})$$

$$Cu = +2$$

(ب)

1. 6

2. 4

3. 6

4. 3

5. 6

[Ni(EDTA)]<sup>2-</sup> (ج)

٢

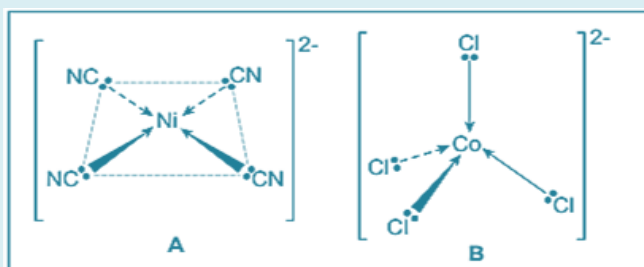
الشكل الهندسي للأيون المعقد	صيغة الأيون المعقد وشحنته	عدد التناسق	الليجند	أيون الفلز المركزي
رباعي الأوجه	[FeCl <sub>4</sub> ] <sup>-</sup>	4	Cl <sup>-</sup>	Fe <sup>3+</sup>
ثماني الأوجه	[Cu(OH) <sub>6</sub> ] <sup>4-</sup>	6	OH <sup>-</sup>	Cu <sup>2+</sup>
ثماني الأوجه	[Al(H <sub>2</sub> O) <sub>6</sub> ] <sup>3+</sup>	6	H <sub>2</sub> O	Al <sup>3+</sup>
ثماني الأوجه	[Cu(en) <sub>3</sub> ] <sup>2+</sup>	6	NH <sub>2</sub> CH <sub>2</sub> CH <sub>2</sub> NH <sub>2</sub> (en)	Cu <sup>2+</sup>







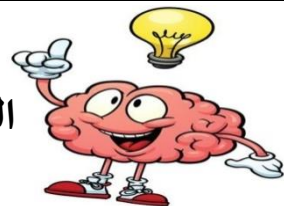
## ٣ يوضح الشكل الآتي الأيونين المعقدين A ، B



أكمل الجدول الآتي حول الأيونين المعقدين

B	A	الأيون المعقد
		اسم الليجندات
		عدد التناسق
		الشكل الهندسي للأيون المعقد
		عدد التأكسد للفلز الإنتقالي
		الصيغة الكيميائية للمعقد
		قيم زوايا الروابط في الأيون المعقد

الحل:



B	A	الأيون المعقد
كلوريد	سيانيد	اسم الليجندات
4	4	عدد التناسق
رباعي الأوجه	مربع مسطح	الشكل الهندسي للأيون المعقد
+2	+2	عدد التأكسد للفلز الإنتقالي
$[CoCl_4]^{2-}$	$[Ni(CN)_4]^{2-}$	الصيغة الكيميائية للمعقد
$109.5^\circ$	$90^\circ$	قيم زوايا الروابط في الأيون المعقد





## ٤. أكمل الجدول الآتي حول بعض الأيونات المعقدة:

عدد التأكسد	الفلز وأيون الفلز	الأيون المعقد
		$[Fe(CN)_6]^{4-}$
		$[Ag(NH_3)_2]^+$
		$[Cr(H_2O)_4Cl_2]^+$
		$[CrO_3Cl]^-$
		$[Co(NH_3)_4Cl_2]^+$



عدد التأكسد	الفلز وأيون الفلز	الأيون المعقد
<b>+2</b>	<b><math>Fe^{2+}</math> ، <math>Fe</math></b>	$[Fe(CN)_6]^{4-}$
<b>+1</b>	<b><math>Ag^+</math> ، <math>Ag</math></b>	$[Ag(NH_3)_2]^+$
<b>+3</b>	<b><math>Cr^{3+}</math> ، <math>Cr</math></b>	$[Cr(H_2O)_4Cl_2]^+$
<b>+6</b>	<b><math>Cr^{6+}</math> ، <math>Cr</math></b>	$[CrO_3Cl]^-$
<b>+3</b>	<b><math>Co^{3+}</math> ، <math>Co</math></b>	$[Co(NH_3)_4Cl_2]^+$

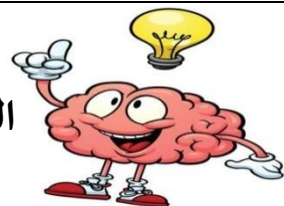




٥ ارسم التراكيب ثلاثية الأبعاد للأيونات المعقدة التالية:

$[PtCl_4]^{2-}$	$[Ag(NH_3)_2]^+$	$[Fe(CN)_6]^{4-}$

الحل:



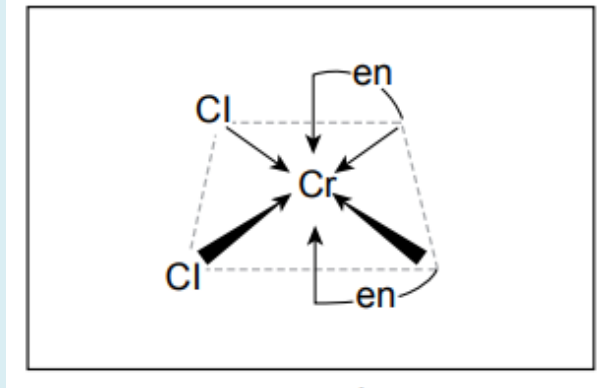
$[PtCl_4]^{2-}$	$[Ag(NH_3)_2]^+$	$[Fe(CN)_6]^{4-}$





1 يوضح الشكل التالي تركيباً لمعقد يمتلك الصيغة الآتية

$[Cr(en)_2Cl_2]$  حيث يرمز "en" إلى الجزيء  $H_2NCH_2CH_2NH_2$



تركيب أحد متشاكلات  $[Cr(en)_2Cl_2]$

صنف "en" كليجند أحادي المخلب أم ثنائي المخلب أم متعدد المخالب  
واشرح إجابتك.

الحل:

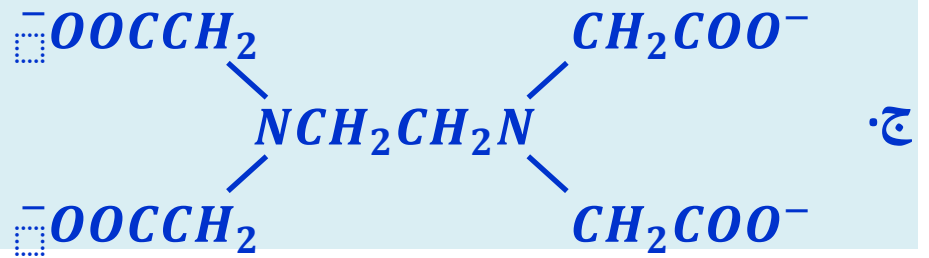


ليجند ثنائي المخلب لأنه يمتلك زوجاً من الإلكترونات الغير مرتبطة على كل ذرة (N) وكل من الزوجين يمتلك قابلية لتكوين رابطة تناسقية مع أيون العنصر الإنتقالي.

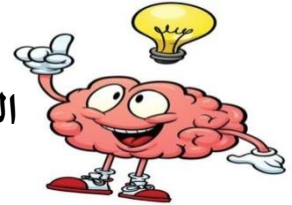




٧ عند تحديد ما إذا كان الليجند أحادي المخلب أو ثنائي المخلب أو متعدد المخلب، ابدأ بالنظر إلى موقع الأزواج المنفردة من الإلكترونات. هل تُعد الأيونات الواردة أدناه أحادية المخلب أم ثنائية المخلب أم متعددة المخلب؟ برر إجاباتك.



الحل:



- أ. ليجند ثنائي المخلب لأنه يمتلك زوجًا من الإلكترونات الغير مرتبطة (منفردة) على كل ذرة أكسجين وقابل لتكوين رابطتين تناسقيتين.
- ب. ليجند ثنائي المخلب لأنه يمتلك زوجًا من الإلكترونات المنفردة على ذرة O في OH و  $C - O^{-}$  وبالتالي كل زوج يكون رابطة تناسقية.
- ج. ليجند متعدد المخلب لأنه يمتلك 6 أزواج من الإلكترونات الغير مرتبطة (4 أزواج على  $CH_2COO^{-}$  و 2 زوج على كل ذرة N)

