Coordination chemistry of Transition elements

الكيمياء التناسقية للعناصر الأنتقالية

المرحلة الثالثة – كلية التربية للعلوم الصرفة – جامعة البصرة

References

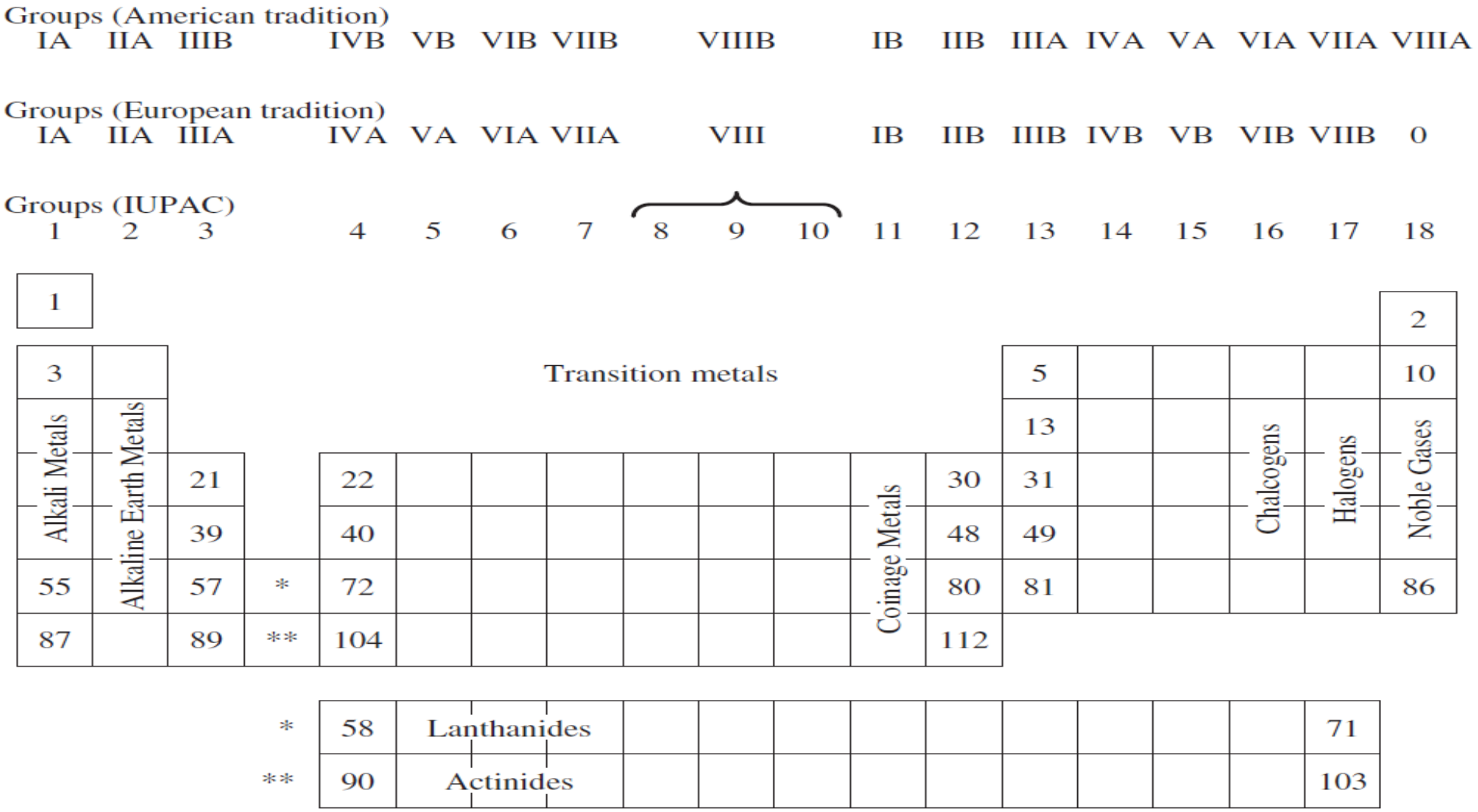
1- الكيمياء اللاعضوية و التناسقية, الدكتور احسان عبد الغني مصطفى, الموصل

2- الكيمياء اللاعضوية المقارنة و التركيبية, الدكتور مهدي ناجي الزكوم

3- Inorganic chemistry, Gary L. Miessler, Pearson Education, Inc. USA

- **المعقدات التناسقية :Coordination or Complexes Compounds**
- يتكون المعقد التناسقي من ذرة او ايون مركزي يرمز له M، يحيط به مجموعة من المرتبطات يطلق عليها ليكاندات ويرمز لها L. الذرة او الايون المركزي غالبا ما تكون لاحد العناصر الانتقالية, اما الليكاندات فقد تكون ايونات سالبة مثل Cl^-، Br^-، NO_2^-، او جزيئات متعادلة مثل H_2O، NH_3، CO وغيرها. هذه الليكاندات قد تكون من نوع واحد او تكون مختلفة. المعقد التناسقي قد يكون متعادل الشحنة الكهربائية مثل اي من المركبات الاخرى، او يكون على هيئة ايونية (يحمل شحنة كهربائية). تحاول المعقدات التناسقية المحافظة على تراكيبها في حالتها الاعتيادية وفي المحاليل، كذلك فأن الذرة او الايون المركزي يجب ان تكون له القدرة على الوجود تحت الظروف الكيميائية الاعتيادية، وان التفاعل بين الذرة او الايون المركزي والليكاندات، لتكوين المعقد، يجب ان يكون له القدرة على الحدوث تحت الظروف الكيميائية المحيطة.
- في عام 1798 اكتشف تاسيرت Tassaert معقدات الامين للكوبلت الثلاثي Cobalt (III) ammines وكان هذا التأريخ هو بداية الكيمياء التناسقية. لاحظ تاسيرت تكون بلورات برتقالية في حالة ترك محاليل الامونيا لثاني كلوريد الكوبلت لمدة ليلة كاملة. المادة المتكونة تحمل الصيغة الجزيئية $CoCl_3.6NH_3$. ولقد وجد ان المادة الجديدة تحمل خواصا تختلف عن خواص مكوناتها، ولم يعط تاسيرت تفسيرا لما حدث، الى ان تمكن العلماء بعد قرن من الزمان من تفسير الظاهرة. تمت دراسة وتحضير عددا كبيرا من المعقدات خلال تلك الفترة، كذلك ظهرت عدة نظريات تفسر خواص هذه المعقدات.
-

Periodic Table



- **العناصر الأنتقالية Transition Elements:**
- تشمل عناصر الركن d من الجدول الدوري الحديث أي الفلزات التي تحتوي على أوربيتالات d الممتلئة جزئياً, و بذلك توجد ثلاثة سلاسل من الفلزات الأنتقالية, تبدأ السلسلة الأولى بفلز السكانديوم Sc و تنتهي بالزنك Zn, بينما تبدأ السلسلة الثانية بعنصر اليتريتيوم Y و تنتهي بفلز الكاديميوم. أما السلسلة الثالثة فتبدأ بفلز اللوتيريوم Lu و تنتهي بالزئبق Hg.

The Periodic Table of the Elements

by Robert Campion version 1.3

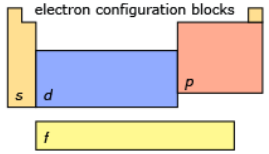
group 1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
period 1																	
1.00794 1 1312.0 2.20 H Hydrogen 1s¹																	4.002602 2 2372.3 He Helium 1s²
2	6.941 3 520.2 0.98 Li Lithium 1s² 2s¹	9.012182 4 899.5 1.57 Be Beryllium 1s² 2s²										10.811 5 800.6 2.04 B Boron 1s² 2s² 2p¹	12.0107 6 1086.5 2.55 C Carbon 1s² 2s² 2p²	14.0067 7 1402.3 3.04 N Nitrogen 1s² 2s² 2p³	15.9994 8 1313.9 3.44 O Oxygen 1s² 2s² 2p⁴	18.998403 9 1681.0 3.98 F Fluorine 1s² 2s² 2p⁵	20.1797 10 2080.7 Ne Neon 1s² 2s² 2p⁶
3	22.98976 11 495.8 0.93 Na Sodium [Ne] 3s¹	24.3050 12 737.7 1.31 Mg Magnesium [Ne] 3s²										26.98153 13 577.5 1.61 Al Aluminium [Ne] 3s² 3p¹	28.0855 14 786.5 1.90 Si Silicon [Ne] 3s² 3p²	30.97696 15 1011.8 2.19 P Phosphorus [Ne] 3s² 3p³	32.065 16 999.6 2.58 S Sulfur [Ne] 3s² 3p⁴	35.453 17 1251.2 3.16 Cl Chlorine [Ne] 3s² 3p⁵	39.948 18 1520.6 Ar Argon [Ne] 3s² 3p⁶
4	39.0983 19 418.8 0.82 K Potassium [Ar] 4s¹	40.078 20 589.8 1.00 Ca Calcium [Ar] 4s²	44.95591 21 633.1 1.36 Sc Scandium [Ar] 3d¹ 4s²	47.867 22 658.8 1.54 Ti Titanium [Ar] 3d² 4s²	50.9415 23 650.9 1.63 V Vanadium [Ar] 3d³ 4s²	51.9962 24 652.9 1.66 Cr Chromium [Ar] 3d⁵ 4s¹	54.93804 25 717.3 1.55 Mn Manganese [Ar] 3d⁵ 4s²	55.845 26 762.5 1.83 Fe Iron [Ar] 3d⁶ 4s²	58.93319 27 760.4 1.91 Co Cobalt [Ar] 3d⁷ 4s²	58.6934 28 737.1 1.88 Ni Nickel [Ar] 3d⁸ 4s²	63.546 29 745.5 1.90 Cu Copper [Ar] 3d¹⁰ 4s¹	65.38 30 906.4 1.65 Zn Zinc [Ar] 3d¹⁰ 4s²	69.723 31 578.8 1.81 Ga Gallium [Ar] 3d¹⁰ 4s² 4p¹	72.64 32 762.0 2.01 Ge Germanium [Ar] 3d¹⁰ 4s² 4p²	74.92160 33 947.0 2.18 As Arsenic [Ar] 3d¹⁰ 4s² 4p³	78.96 34 941.0 2.55 Se Selenium [Ar] 3d¹⁰ 4s² 4p⁴	79.904 35 1139.9 2.96 Br Bromine [Ar] 3d¹⁰ 4s² 4p⁵	83.798 36 1350.8 3.00 Kr Krypton [Ar] 3d¹⁰ 4s² 4p⁶
5	85.4678 37 403.0 0.82 Rb Rubidium [Kr] 5s¹	87.62 38 549.5 0.95 Sr Strontium [Kr] 5s²	88.90585 39 600.0 1.22 Y Yttrium [Kr] 4d¹ 5s²	91.224 40 640.1 1.33 Zr Zirconium [Kr] 4d² 5s²	92.90638 41 652.1 1.60 Nb Niobium [Kr] 4d⁴ 5s¹	95.96 42 684.3 2.16 Mo Molybdenum [Kr] 4d⁵ 5s¹	(98) 43 702.0 1.90 Tc Technetium [Kr] 4d⁵ 5s²	101.07 44 710.2 2.20 Ru Ruthenium [Kr] 4d⁷ 5s¹	102.9055 45 719.7 2.28 Rh Rhodium [Kr] 4d⁸ 5s¹	106.42 46 804.4 2.20 Pd Palladium [Kr] 4d¹⁰	107.8682 47 731.0 1.93 Ag Silver [Kr] 4d¹⁰ 5s¹	112.441 48 867.8 1.69 Cd Cadmium [Kr] 4d¹⁰ 5s²	114.818 49 558.3 1.78 In Indium [Kr] 4d¹⁰ 5s² 5p¹	118.710 50 708.6 1.96 Sn Tin [Kr] 4d¹⁰ 5s² 5p²	121.760 51 834.0 2.05 Sb Antimony [Kr] 4d¹⁰ 5s² 5p³	127.60 52 869.3 2.10 Te Tellurium [Kr] 4d¹⁰ 5s² 5p⁴	126.9044 53 1008.4 2.66 I Iodine [Kr] 4d¹⁰ 5s² 5p⁵	131.293 54 1170.4 2.60 Xe Xenon [Kr] 4d¹⁰ 5s² 5p⁶
6	132.9054 55 375.7 0.79 Cs Cæsium [Xe] 6s¹	137.327 56 502.9 0.89 Ba Barium [Xe] 6s²	174.9668 71 523.5 1.27 Lu Lutetium [Xe] 4f¹⁴ 5d¹ 6s²	178.49 72 658.5 1.30 Hf Hafnium [Xe] 4f¹⁴ 5d² 6s²	180.9478 73 761.0 1.50 Ta Tantalum [Xe] 4f¹⁴ 5d³ 6s²	183.84 74 770.0 2.36 W Tungsten [Xe] 4f¹⁴ 5d⁴ 6s²	186.207 75 760.0 1.90 Re Rhenium [Xe] 4f¹⁴ 5d⁵ 6s²	190.23 76 840.0 2.20 Os Osmium [Xe] 4f¹⁴ 5d⁶ 6s²	192.217 77 880.0 2.20 Ir Iridium [Xe] 4f¹⁴ 5d⁷ 6s²	195.084 78 870.0 2.28 Pt Platinum [Xe] 4f¹⁴ 5d⁹ 6s¹	196.9665 79 890.1 2.54 Au Gold [Xe] 4f¹⁴ 5d¹⁰ 6s¹	200.59 80 1007.1 2.00 Hg Mercury [Xe] 4f¹⁴ 5d¹⁰ 6s²	204.3833 81 589.4 1.62 Tl Thallium [Xe] 4f¹⁴ 5d¹⁰ 6s² 6p¹	207.2 82 715.6 2.33 Pb Lead [Xe] 4f¹⁴ 5d¹⁰ 6s² 6p²	208.9804 83 703.0 2.02 Bi Bismuth [Xe] 4f¹⁴ 5d¹⁰ 6s² 6p³	(210) 84 812.1 2.00 Po Polonium [Xe] 4f¹⁴ 5d¹⁰ 6s² 6p⁴	(210) 85 890.0 2.20 At Astatine [Xe] 4f¹⁴ 5d¹⁰ 6s² 6p⁵	(220) 86 1037.0 Rn Radon [Xe] 4f¹⁴ 5d¹⁰ 6s² 6p⁶
7	(223) 87 380.0 0.70 Fr Francium [Rn] 7s¹	(226) 88 509.3 0.90 Ra Radium [Rn] 7s²	(262) 103 470.0 Lr Lawrencium [Rn] 5f¹⁴ 7s² 7p¹	(261) 104 580.0 Rf Rutherfordium [Rn] 5f¹⁴ 6d² 7s²	(262) 105 Db Dubnium	(266) 106 Sg Seaborgium	(264) 107 Bh Bohrium	(277) 108 Hs Hassium	(268) 109 Mt Meitnerium	(271) 110 Ds Darmstadium	(272) 111 Rg Roentgenium	(285) 112 Cn Copernicium	(284) 113 Uut Ununtrium	(289) 114 Fl Flerovium	(288) 115 Uup Ununpentium	(292) 116 Lv Livermorium	117 Uus Ununseptium	(294) 118 Uuo Ununoctium

atomic mass
or most stable mass number
1st ionization energy
in kJ/mol
chemical symbol
name
electron configuration

55.845 26 atomic number
762.5 1.83 electronegativity
Fe
Iron
[Ar] 3d⁶ 4s²
+6 +5 +4 +3 +2 +1 −1 −2 oxidation states
most common are bold

- alkali metals
- alkaline metals
- other metals
- transition metals
- lanthanoids
- actinoids
- metalloids
- nonmetals
- halogens
- noble gases
- unknown elements
- radioactive elements have masses in parentheses

electron configuration blocks



138.9054 57 538.1 1.10 La Lanthanum [Xe] 5d¹ 6s²	140.116 58 534.4 1.12 Ce Cerium [Xe] 4f¹ 5d¹ 6s²	140.9076 59 527.0 1.13 Pr Praseodymium [Xe] 4f³ 6s²	144.242 60 533.1 1.14 Nd Neodymium [Xe] 4f⁴ 6s²	(145) 61 540.0 Pm Promethium [Xe] 4f⁵ 6s²	150.36 62 544.5 1.17 Sm Samarium [Xe] 4f⁶ 6s²	151.964 63 547.1 Eu Europium [Xe] 4f⁷ 6s²	157.25 64 593.4 1.20 Gd Gadolinium [Xe] 4f⁷ 5d¹ 6s²	158.9253 65 565.8 Tb Terbium [Xe] 4f⁹ 6s²	162.500 66 573.0 1.22 Dy Dysprosium [Xe] 4f¹⁰ 6s²	164.9303 67 581.0 1.23 Ho Holmium [Xe] 4f¹¹ 6s²	167.259 68 589.3 1.24 Er Erbium [Xe] 4f¹² 6s²	168.9342 69 596.7 1.25 Tm Thulium [Xe] 4f¹³ 6s²	173.054 70 603.4 Yb Ytterbium [Xe] 4f¹⁴ 6s²
(227) 89 499.0 1.10 Ac Actinium [Rn] 6d¹ 7s²	232.0380 90 587.0 1.30 Th Thorium [Rn] 6d² 7s²	231.0358 91 568.0 1.50 Pa Protactinium [Rn] 5f² 6d¹ 7s²	238.0289 92 597.6 1.38 U Uranium [Rn] 5f³ 6d¹ 7s²	(237) 93 604.5 1.36 Np Neptunium [Rn] 5f⁴ 6d¹ 7s²	(244) 94 584.7 1.28 Pu Plutonium [Rn] 5f⁶ 7s²	(243) 95 578.0 1.30 Am Americium [Rn] 5f⁷ 7s²	(247) 96 581.0 1.30 Cm Curium [Rn] 5f⁷ 6d¹ 7s²	(247) 97 601.0 1.30 Bk Berkelium [Rn] 5f⁹ 7s²	(251) 98 608.0 1.30 Cf Californium [Rn] 5f¹⁰ 7s²	(252) 99 619.0 1.30 Es Einsteinium [Rn] 5f¹¹ 7s²	(257) 100 627.0 1.30 Fm Fermium [Rn] 5f¹² 7s²	(258) 101 635.0 1.30 Md Mendelevium [Rn] 5f¹³ 7s²	(259) 102 642.0 1.30 No Nobelium [Rn] 5f¹⁴ 7s²

notes

- as of yet, elements 113,115,117 and 118 have no official name designated by the IUPAC.
- 1 kJ/mol ≈ 96.485 eV.
- all elements are implied to have an oxidation state of zero.

Transition element electron configuration التركيب الألكتروني للعناصر الأنتقالية

In forming SIMPLE ions, 4s e⁻ are removed before 3d e⁻.

Element	Z	e- Configuration of ATOM	Common ion(s)	e- Configuration of ION
Sc	21	[Ar] $4s^2$ $3d^1$	* Sc^{3+}	[Ar] $4s^0$ $3d^0$
Ti	22	[Ar] $4s^2$ $3d^2$	Ti^{2+}	[Ar] $4s^0$ $3d^2$
V	23	[Ar] $4s^2$ $3d^3$	V^{2+}	[Ar] $4s^0$ $3d^3$
Cr	24	[Ar] $4s^1$ $3d^5$	Cr^{3+}	[Ar] $4s^0$ $3d^3$
Mn	25	[Ar] $4s^2$ $3d^5$	Mn^{2+}	[Ar] $4s^0$ $3d^5$
Fe	26	[Ar] $4s^2$ $3d^6$	Fe^{2+} Fe^{3+}	[Ar] $4s^0$ $3d^6$ [Ar] $4s^0$ $3d^5$
Co	27	[Ar] $4s^2$ $3d^7$	Co^{2+}	[Ar] $4s^0$ $3d^7$
Ni	28	[Ar] $4s^2$ $3d^8$	Ni^{2+}	[Ar] $4s^0$ $3d^8$
Cu	29	[Ar] $4s^1$ $3d^{10}$	* Cu^+ Cu^{2+}	[Ar] $4s^0$ $3d^{10}$ [Ar] $4s^0$ $3d^9$
Zn	30	[Ar] $4s^2$ $3d^{10}$	* Zn^{2+}	[Ar] $4s^0$ $3d^{10}$

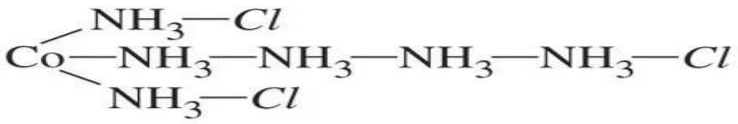
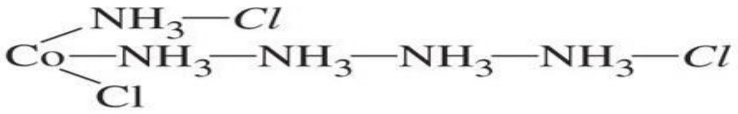
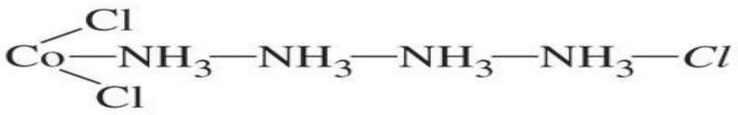
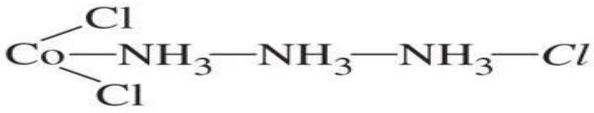
* Sc^{3+}, Cu^+ and Zn^{2+} are NOT typical transition metal ions because they have empty or complete d-sub-shells.
eg Sc^{3+} and Zn^{2+} compounds all white ; one oxidation state only.

النظريات التي تصف التآصر في المعقدات

1- نظرية السلسلة Chain theory

2- نظرية فرنر التناسقية Werner's coordination theory

TABLE 9.1 Comparison of Blomstrand's Chain Theory and Werner's Coordination Theory

Werner Formula (Modern Form)	Number of Ions Predicted	Blomstrand Chain Formula	Number of Ions Predicted
$[Co(NH_3)_6]Cl_3$	4		4
$[Co(NH_3)_5Cl]Cl_2$	3		3
$[Co(NH_3)_4Cl_2]Cl$	2		2
$[Co(NH_3)_3Cl_3]$	0		2

NOTE: The italicized chlorides dissociate in solution, according to the two theories.

[3] A. Werner, *Z. Anorg. Chem.*, **1893**, *3*, 267; *Berichte*, **1907**, *40*, 4817; **1911**, *44*, 1887; **1914**, *47*, 3087; A. Werner and A. Miolati, *Z. Phys. Chem.*, **1893**, *12*, 35; **1894**, *14*, 506; all translated by G. B. Kauffman, *Classics in Coordination Chemistry, Part 1*, New York, 1968.

© 2011 Pearson Education, Inc.

نظرية فرنر التناسقية Werner Theory

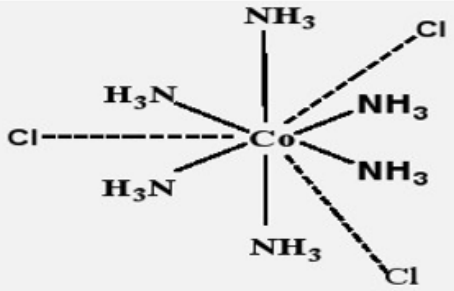
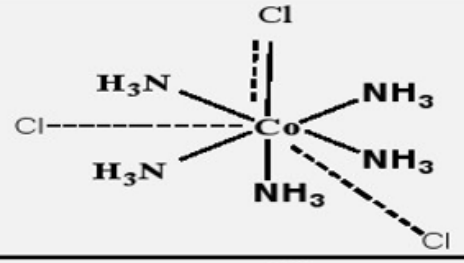
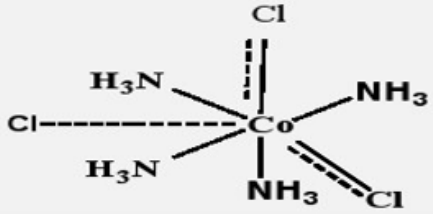
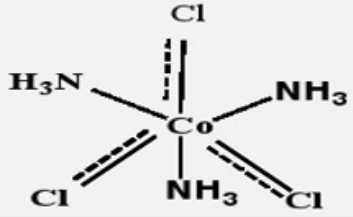
اقترح الفريد فرنر Alfred Werner عام 1893 ملاحظات مهمة لتفسير سلوك المعقدات التناسقية يمكن تلخيصها بالنقاط الاتية:

1- يكون للعناصر في المعقدات التناسقية نوعان من التكافؤات: تكافؤ اولي Primary Valence يمثل حالة الاكسدة، وتكافؤ ثانوي Secondary Valence يمثل عدد التناسق.

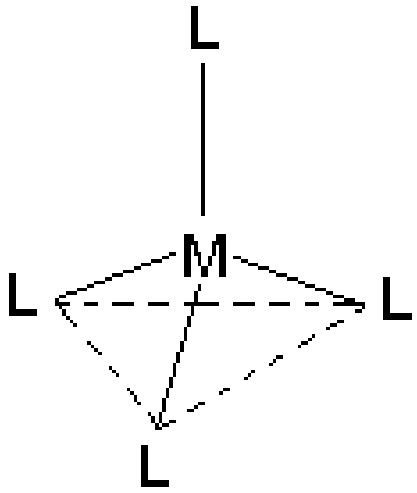
2- يحاول كل عنصر اشباع التكافؤ الاولي بالايونات السالبة مثل Cl^-، CN^-، NO_2^-، وغيرها، واشباع التكافؤ الثانوي بأيونات سالبة او جزيئات متعادلة مثل NH_3، H_2O، CO وغيرها. وفي بعض الاحيان تقوم المجاميع السالبة بأشباع كلا من التكافؤين الاولي والثانوي.

3- يأخذ التكافؤ الثانوي اشكالا ثابتة في الفراغ مثل رباعي السطوح Tetrahedral لاربع تكافؤات، وثماني السطوح Octahedral لستة تكافؤات، وغير ذلك من الاشكال.

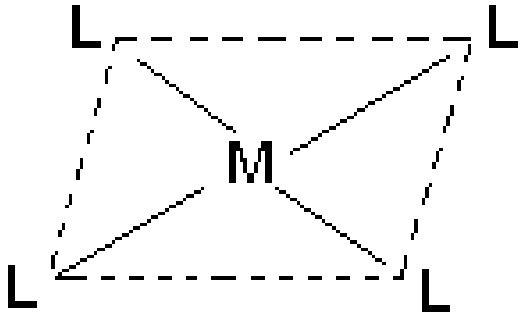
شكل: يمثل النتائج المستحصلة من تجربة فرنر التناسقية

Complex	Ox.St	Co.N	Structure Formula	N.Ions in Solution	Condictivity
$[Co(NH_3)_6]Cl_3$	3	6		$[Co(NH_3)_6]^{+3} + 3Cl^-$	432
CoCl3.5NH3	3	6		$[Co(NH_3)_5Cl]^{+2} + 2Cl^-$	261
CoCl3.4NH3	3	6		$[Co(NH_3)_4Cl_2]^{+1} + Cl^-$	97
CoCl3.3NH3	3	6		$[Co(NH3)_3Cl_3]$	0

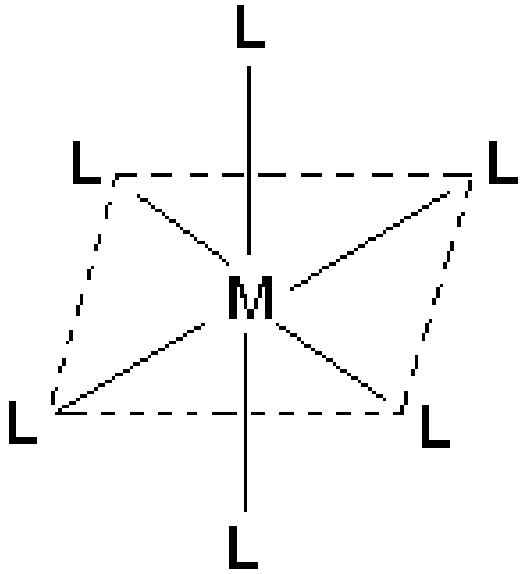
شكل التوجه الفراغي لاربعة وستة تكافؤات حول الذرة المركزية



1- رباعي السطوح



2- مربع مستوي



3- ثماني السطوح

طريقة كتابة المعقد

1- يتكون المعقد من الذرة المركزية المتمثلة بالفلز والتي تحمل (التكافؤ الاولي) عدد التاكسد للفلز (موجب او سالب او متعادل أي صفر).

2- تحيط بالفلز مجموعة من الليكاندات (المشحونة او المتعادلة) وترتبط هذة الليكاندات بالفلز باواصر تناسقية مكونة مجال يعرف بمجال التناسق.

3- تحصر المجوعة المتكونة من الفلز والليكاندات بقوسي المجوعة [ ] وتسمى بالمعقد التناسقي.

4- يحمل المعقد التناسقي شحنة اذا كانت محصلة الشحنة للفلز والليكاندات اكبر او اقل من الصفر ويسمى (الايون المعقد).

5- اما اذا كانت محصلة الشحنة للمعقد = صفر فهذا يعني ان المعقد لا يتاين بالماء ويسمى (المعقد المتعادل).

6- المركب التناسقي اما ان يكون متكون من (ايون معقد موجب وايون سالب بسيط) او (ايون معقد سالب وايون موجب بسيط).

7- الايون السالب او الموجب البسيط يقع خارج كرة التناسق.

حوامض لويس: هو ذرة او جزيئة تمتلك اوربيتال فارغ قادر على اكتساب زوج الكتروني ويعتبر الفلز في المعقد التناسقي هو حامض لويس.

قاعدة لويس: ذرة او جزيئة تمتلك زوج الكتروني تستطيع ان تشارك بة لتكوين الاصرة التناسقية وتعتبر الليكاندات قواعد لويس.

الاصرة التناسقية: هي الاصرة التي تنشأ بين ذرتين احدهما تمتلك زوج الكتروني قابل للمشاركة واخرى تمتلك اوربيتال فارغ لاستقبال الزوج الالكتروني.

الليكند: جزيئة او ايون يرتبط بالذرة المركزية (الفلز) عن طريق اواصر تناسقية بحيث تهب الليكاندات المزدوجات الالكترونية للفلز المكون للمعقد التناسقي فقد يهب الليكاند مزدوج الكتروني واحد ويسمى احادي السن (المخلب) او مزدوجين ويسمى ثنائي السن (المخلب) او اكثر

الايون المركزي: تمتاز المركبات التناسقية بوجود ذرة مركزية مستقبلة للمزدوجات الالكترونية، وعادة تكون فلزا يرتبط كيميائيا بالليكند بآصرة تناسقية .تسمى هذه الذرة المركزية بالايون المركزي بحيث تحمل هذة الذرة شحنة موجبة او سالبة او لا تحمل شحنة وتسمى هذة الشحنة بالتكافؤ الاولي. وحينما تظهر الشحنة على الذرة المركزية تسمى حينئذ بالايون المركزي.

المعقد التناسقي: وهو المركب الناتج من اتحاد الذرة المركزية (الفلز) مع عدد من الليكندات بوساطة أواصر تناسقية.

عدد التاكسد: هو الشحنة التي يحملها الفلز في المعقد التناسقي وقد تكون سالبة او موجبة او تكون صفراً.

مثال 1: جد شحنة الذرة المركزية للمعقد $[Co(NH_3)_5Cl]\ Cl_2$

عندما يعطي معقد يتكون من شقية السالب والموجب (أي ليس ايون) فان محصلة الشحنة الكلية = صفر

$[Co\ (NH_3)_5Cl]\ Cl_2$
$X + 5(0) + (-1) + 2(-1) = 0$
$X + 0 - 1 - 3 = 0$
$X = +3$
اذاً تأكسد الكوبلت هو Co^{3+}

مثال 2: جد شحنة الذرة المركزية للمعقد $[Cr(en)(NH_3)_2I_2]^+$

عندما يعطى معقد ايوني نلاحظ الشحنة على المعقد لانها تمثل محصلة الشحة وفي مثالنا محصلة الشحنة = + 1

$[Cr(en)(NH_3)_2I_2]^+$
$X + 0 + 2(0) + 2(-1) = +1$
$X + 0-2 = +1$
$X = +3$

اذا تأكسد الكروم هو Cr^{3+}

عدد التناسق: عدد الجزيئات او الايونات المرتبطة بالذرة المركزية مضروبا في عدد المخالب التي يملكها الليكاند او عدد الاواصر التي ترتبط بالذرة المركزية مباشرة ويمكن حسابها بشكل عام من عدد الازواج الالكترونية المحيطة بالذرة المركزية والتي يمكن تمثيلها بخط مستقيم بين الذرة المركزية ومخالب الليكاندات.

$[Co(NH_3)_5Cl]\ Cl_2$

عدد التناسق = مجموع الجزيئات او الايونات داخل مجال التناسق = 1 + 5 = 6.

مجال التناسق (الكرة التناسقية): يعبر عن المركب المعقد جزيئيا بحيث تكون ذرة الفلز المركزية والليكندات المتصلة بها داخل أقواس مربعة [ ] تدعى هذه الاقواس بالمجال التناسقي أو المجال الداخلي (الكرة التناسقية) بينما يطلق على الجزء الذي يكتب خارج هذه الاقواس المربعة بمجال التأين أو المجال الخارجي للمعقد.

الايون المعقد : هو عبارة عن ذرة او ايون مركزي تحيط بة مجموعة من الليكاندات بحيث تظهر على مجال التناسق شحنة موجبة او سالبة تمثل محصلة الشحنة الكلية بين الفلز والليكاندات. مثال:

$$[Fe(CN)_6]^{-4}$$

يحمل السيانيد شحنة - 1 تضرب ل ستة ليكاندات = - 6 بينما الحديد يحمل شحنة = + 2

وبالتالي فان المحصلة = - 6+2 = -4

الشحنة التي يحملها الايون المعقد = - 4

المعقد المتعادل: هو المعقد الناتج من ارتباط الذرة او الايون المركزي مع مجموعة من الليكاندات المحيطة بحيث تكون محصلة الشحنة النهائية في مجال التناسق = صفراً

$$[Pt^{2+}\ (NH_3)_2\ Cl_2]$$

+2 + 0 + 2(-1) = 0

محصلة الشحنة الكلية للمعقد= 0

قاعدة العدد الذري الفعال: The Effective Atomic Number EAN

تنص هذه القاعدة على ان المعقد التناسقي يصبح مستقراً اذا كان مجموع الالكترونات الموجودة على الفلز والالكترونات الممنوحة من قبل الليكندات تساوي العدد الذري لأحد الغازات النبيلة Rn(86), Xe(54), Kr(36) ويسمى المجموع الكلي للالكترونات على الذرة المركزية والممنوحة من الليكندات بالعدد الذري الفعال.

العدد الذري الفعال = الكترونات الذرة المركزية + الالكترونات الممنوحة من الليكاندات

سؤال : بين هل تنطبق قاعدة العدد الذري الفعال على المركب

$[Pd(NH_3)_6]^{+4}$

الجواب: نحسب تأكسد البلاديوم (الذرة المركزية) X + 6(0) = + 4

اذاً تأكسد البلاديوم = +4

العدد الذري للبلاديوم = 46 و حيث ان حالة التأكسد هي موجبة (+4) اذاً معناه ان العنصر فقد 4 الكترونات.

عدد الألكترونات المتبقية على البلاديوم = 46 – 4 = 42e

ترتبط بالذرة المركزية ستة ليكاندات (NH_3) كل ليكاند يمنح زوج من الألكترونات, اذاً

عدد الالكترونات الالكترونات الممنوحة = 6 * 2 = 12e

العدد الذري الفعال = الكترونات الذرة المركزية + الالكترونات الممنوحة من الليكاندات

= 12 + 42 = 54e و هنا العدد الذري يشابه Xe(54) , اذاً تنطبق عليه قاعدة العدد الذري الفعال.

الخواص المغناطيسية للمعقدات (Magnetic properties):

لعبت الخواص المغناطيسية للمعقدات دورا مهما في تفسير نظريات التآصر (تكوين المركبات الكيميائية).

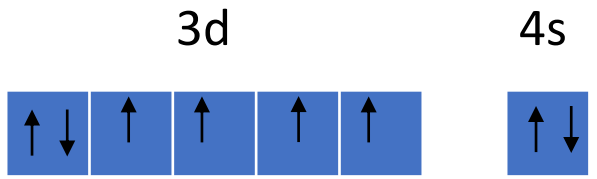
فتظهر حالاتان نتيجة اختلاف وضع الالكترونات :

الكترون غير مزدوج (مفرد) (↑): و ينشأ عنه خواص بارا مغناطيسي paramagnetic .
و تتجاذب المواد البارا مغناطيسية مع المجال المغناطيسي الخارجي المسلط ، وتنتظم في اتجاهه ، و يكون لها بالتالي أثر كبير، فيكون لها القدرة على المغنطة . و يعتمد مقدار هذا الجذب على عدد الالكترونات المنفردة الموجودة في الذرة .

الكترون مزدوج (↑↓) : و ينشأ عنه خواص دايا مغناطيس diamagnetic ، قيمة الدايا مغناطيسية ضيئلة , من السهل قياس البارا مغناطيسية في المختبر ويعبرعنه:

و نظرا لأن ذرات فلزات العناصر الانتقالية تمتلك مدارات متكافئة ممتلئة جزئيا (مدارات d) فسيؤدي إلى وجود الكترونات منفردة ، و هذا سبب انتشار البارا مغناطيسية بين ذرات العناصر الانتقالية. مثل :

$_{26}Fe$ [Ar] $3d^6 4s^2$



انواع الليكاندات Types of Ligands

ان الليكاندات هي التي تجهز الكثافة الالكترونية للاصرة التساهمية التي تتكون مع الذرة المركزية، لذلك فأنها عموما عبارة عن ذرات او جزيئات تحتوي على الكترونات غير مشاركة. عندما يهب الليكاند مزدوج الكتروني واحد لذرة الفلز يدعى ليكاند احادي السن Monodentate، مثل ليكاند الكلوريد Cl^- والامونيا NH_3. بعض الليكاندات تحتوي على اكثر من جهة تناسقية.

يمكن تقسيم الليكاندات الى ثلاثة اقسام هي :

1- **الليكاندات متعددة السن Polydentate Ligands**

2- **الليكاندات الجسرية Bridging Ligands**

3- **التجمع الفلزي Metal Clusters**

جدول يوضح بعض انواع الليكاندات واسمائها

الليكاند	الاسم العربي	الاسم الانكليزي	الليكاند	الاسم العربي	الاسم الانكليزي
$NH4^+$	امونيوم	Ammonium	CN^-	سيانو	Cyano
NO^+	نايتروسيل	Nitrosyl	$C_2O_4^{2-}$	اوكزالاتو	Oxalato
H_2O	اكوا	Aqua	SCN^-	ثايوسيانيتو	Thiocyanato
NH_3	امونيا	Ammine	NCS^-	ايزوثايوسيانيتو	Isothiocyanato
CO	كاربونيل	Carbonyl	NO_2^-	نيترو	Nitro
CH_3-	مثيل	Methyl	NO_3^-	نتراتو	Nitrato
CH_3CH_2-	اثيل	Ethyl	SO_3^{2-}	كبريتيتو	Sulfito
C_6H_5-	فنيل	Phenyl	SO_4^{2-}	كبريتاتو	Sulfato
C_5H_5N	بيريدين	Pyridine	O^{2-}	اوكسو	Oxo
$(NH_2)_2CO$	يوريا	Urea	O_2^{2-}	بيروكسو	Peroxo
F^-	فلورو	Fluoro	OH^-	هيدروكسو	Hydroxo
Cl^-	كلورو	Chloro	H^-	هيدريدو	Hydrido
Br^-	برومو	Bromo	CrO_4^{2-}	كروماتو	Chromato
CH_3COO^-	اسيتاتو	Acetato	$Cr_2O_7^{2-}$	ثنائي كروماتو	Dichromato

1- الليكاندات متعددة السن

يطلق على الجهة التي تحتوي على الزوج الالكتروني غير المشارك والتي ترتبط مع الذرة المركزية بالسن. لذلك فأن الليكاندات التي تحتوي على جهة تناسقية واحدة تسمى احادية السن كما اسلفنا . ولبعض الليكاندات ازواج الكترونية غير مشاركة عديدة وتكون لها القدرة على تكوين اكثر من رابطة تناسقية، لذلك تسمى متعددة السن. ويوجد ليكاندات ثنائية السن وثلاثية ورباعية وخماسية وسداسية السن، الا ان ثنائية السن هي الاكثر شيوعا.