

SENYAWA KOMPLEKS

- ✓ Unsur Transisi
- ✓ Senyawa Kompleks
(penamaan, pembentukan)

PERIODIC TABLE OF THE ELEMENTS

<http://www.ktf-split.hr/periodni/en/>

GROUP	1 IA	2 IIA	3 IIIB	4 IVB	5 VB	6 VIB	7 VIIB	8 VIII B	9 VIII B	10 VIII B	11 IB	12 IIB	13 IIIA	14 IVA	15 VA	16 VIA	17 VIIA	18 VIIIA
1	1.0079 H HYDROGEN																	4.0026 He HELIUM
2	3 6.941 Li LITHIUM	4 9.0122 Be BERYLLIUM											5 10.811 B BORON	6 12.011 C CARBON	7 14.007 N NITROGEN	8 15.999 O OXYGEN	9 18.998 F FLUORINE	10 20.180 Ne NEON
3	11 22.990 Na SODIUM	12 24.305 Mg MAGNESIUM											13 26.982 Al ALUMINIUM	14 28.086 Si SILICON	15 30.974 P PHOSPHORUS	16 32.065 S SULPHUR	17 35.453 Cl CHLORINE	18 39.948 Ar ARGON
4	19 39.098 K POTASSIUM	20 40.078 Ca CALCIUM	21 44.956 Sc SCANDIUM	22 47.867 Ti TITANIUM	23 50.942 V VANADIUM	24 51.996 Cr CHROMIUM	25 54.938 Mn MANGANESE	26 55.845 Fe IRON	27 58.933 Co COBALT	28 58.693 Ni NICKEL	29 63.546 Cu COPPER	30 65.39 Zn ZINC	31 69.723 Ga GALLIUM	32 72.64 Ge GERMANIUM	33 74.922 As ARSENIC	34 78.96 Se SELENIUM	35 79.904 Br BROMINE	36 83.80 Kr KRYPTON
5	37 85.468 Rb RUBIDIUM	38 87.62 Sr STRONTIUM	39 88.906 Y YTTRIUM	40 91.224 Zr ZIRCONIUM	41 92.906 Nb NIOBIUM	42 95.94 Mo MOLYBDENUM	43 (98) Tc TECHNETIUM	44 101.07 Ru RUTHENIUM	45 102.91 Rh RHODIUM	46 106.42 Pd PALLADIUM	47 107.87 Ag SILVER	48 112.41 Cd CADMIUM	49 114.82 In INDIUM	50 118.71 Sn TIN	51 121.76 Sb ANTIMONY	52 127.60 Te TELLURIUM	53 126.90 I IODINE	54 131.29 Xe XENON
6	55 132.91 Cs CAESIUM	56 137.33 Ba BARIUM	57-71 La-Lu Lanthanide	72 178.49 Hf HAFNIUM	73 180.95 Ta TANTALUM	74 183.84 W TUNGSTEN	75 186.21 Re RHENIUM	76 190.23 Os OSMIUM	77 192.22 Ir IRIDIUM	78 195.08 Pt PLATINUM	79 196.97 Au GOLD	80 200.59 Hg MERCURY	81 204.38 Tl THALLIUM	82 207.2 Pb LEAD	83 208.98 Bi BISMUTH	84 (209) Po POLONIUM	85 (210) At ASTATINE	86 (222) Rn RADON
7	87 (223) Fr FRANCIUM	88 (226) Ra RADIUM	89-103 Ac-Lr Actinide	104 (261) Rf RUTHERFORDIUM	105 (262) Db DUBNIUM	106 (266) Sg SEABORGIUM	107 (264) Bh BOHRIUM	108 (277) Hs HASSIUM	109 (268) Mt MEITNERIUM	110 (281) Uun UNUNNIUM	111 (272) Uuu UNUNUNIUM	112 (285) Uub UNUNBIUM		114 (289) Uuq UNUNQUADIUM				

RELATIVE ATOMIC MASS (1)

GROUP IUPAC GROUP CAS

ATOMIC NUMBER

SYMBOL

ELEMENT NAME

■ Metal ■ Semimetal ■ Nonmetal
■ Alkali metal ■ Chalcogens element
■ Alkaline earth metal ■ Halogens element
■ Transition metals ■ Noble gas
■ Lanthanide
■ Actinide

STANDARD STATE (25 °C; 101 kPa)

■ Ne - gas ■ Fe - solid
■ Ga - liquid ■ Tc - synthetic

LANTHANIDE

57 138.91 La LANTHANUM	58 140.12 Ce CERIUM	59 140.91 Pr PRASEODYMIUM	60 144.24 Nd NEODYMIUM	61 (145) Pm PROMETHIUM	62 150.36 Sm SAMARIUM	63 151.96 Eu EUROPIUM	64 157.25 Gd GADOLINIUM	65 158.93 Tb TERBIUM	66 162.50 Dy DYSPROSIUM	67 164.93 Ho HOLMIUM	68 167.26 Er ERBIUM	69 168.93 Tm THULIUM	70 173.04 Yb YTTERIUM	71 174.97 Lu LUTETIUM
-------------------------------------	----------------------------------	--	-------------------------------------	-------------------------------------	------------------------------------	------------------------------------	--------------------------------------	-----------------------------------	--------------------------------------	-----------------------------------	----------------------------------	-----------------------------------	------------------------------------	------------------------------------

ACTINIDE

89 (227) Ac ACTINIUM	90 232.04 Th THORIUM	91 231.04 Pa PROTACTINIUM	92 238.03 U URANIUM	93 (237) Np NEPTUNIUM	94 (244) Pu PLUTONIUM	95 (243) Am AMERICIUM	96 (247) Cm CURIUM	97 (247) Bk BERKELIUM	98 (251) Cf CALIFORNIUM	99 (252) Es EINSTEINIUM	100 (257) Fm FERMIUM	101 (258) Md MENDELEVIUM	102 (259) No NOBELIUM	103 (262) Lr LAWRENCIUM
-----------------------------------	-----------------------------------	--	----------------------------------	------------------------------------	------------------------------------	------------------------------------	---------------------------------	------------------------------------	--------------------------------------	--------------------------------------	-----------------------------------	---------------------------------------	------------------------------------	--------------------------------------

(1) Pure Appl. Chem., 73, No. 4, 667-683 (2001)
Relative atomic mass is shown with five significant figures. For elements having no stable nuclides, the value enclosed in brackets indicates the mass number of the longest-lived isotope of the element.
However three such elements (Th, Pa, and U) do have a characteristic terrestrial isotopic composition, and for these an atomic weight is tabulated.



Konfigurasi AUF BAU

Konfigurasi... $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^{10}$..

Untuk unsur transisi konfigurasinya bagaimana??

Unsur transisi dimana konfigurasi elektronnya berakhir pada sub kulit d (penuh/setengah penuh)

Konfigurasinya:

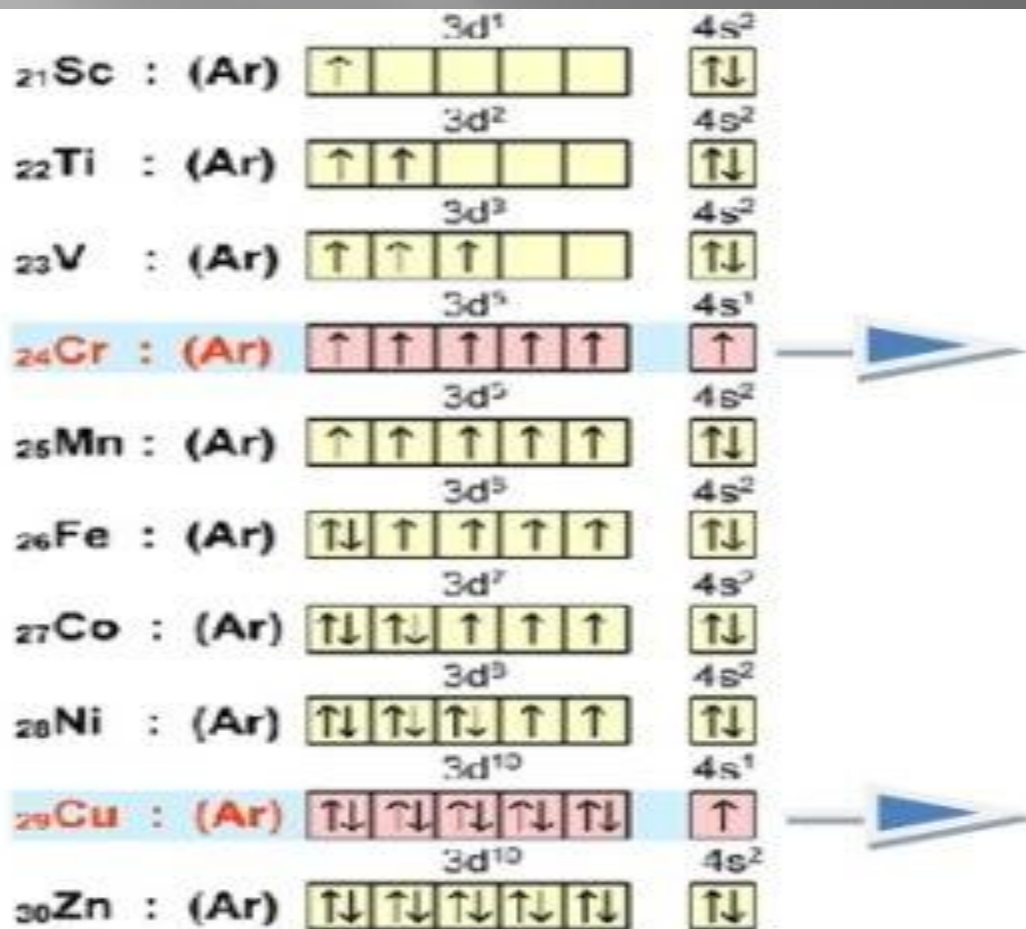
Konfigurasinya mengikuti aturan Auf Bau, $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^{10}$

biasanya disingkat $[Ar] 4s^2 3d^{10}$,

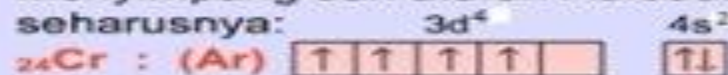
Tetapi ada penyimpangan unsur Cr dan Cu, semua unsur transisi periode

keempat mempunyai elektron pada kulit terluar $4s^2$, sedangkan pada Cr dan

Cu adalah $4s^1$.



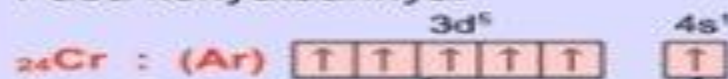
Menyimpang dari aturan Aufbau, seharusnya:



tidak penuh maupun setengah penuh, sehingga $3d^4$ tidak stabil.

terisi penuh (stabil)

Pada kenyataannya:



terisi setengah penuh (stabil)

terisi setengah penuh (stabil)

Jadi $4s^1 3d^5$ lebih stabil dari pada $4s^2 3d^4$. Hal ini bukan karena elektron tereksitasi tapi karena pengisiannya untuk memperoleh yang lebih stabil

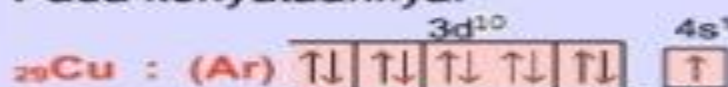
Menyimpang dari aturan Aufbau, seharusnya:



tidak penuh maupun setengah penuh, sehingga $3d^9$ tidak stabil.

terisi penuh (stabil)

Pada kenyataannya:



terisi penuh (stabil)

terisi setengah penuh (stabil)

Jadi $4s^1 3d^{10}$ lebih stabil dari pada $4s^2 3d^9$. Hal ini bukan karena elektron tereksitasi tapi karena pengisiannya untuk memperoleh yang lebih stabil

SIFAT UNSUR TRANSISI

- ▣ Bersifat Logam (paling keras Cr, TL \ll Zn, \gg V)
- ▣ Paramagnetik (sedikit tertarik medan magnet, ada min 1 elektron tdk berpasangan)

Diamagnetik????Ferromagnetik???

Diamagnetik: ditolak oleh medan magnet (tdk ada e yg tdk berpasangan)

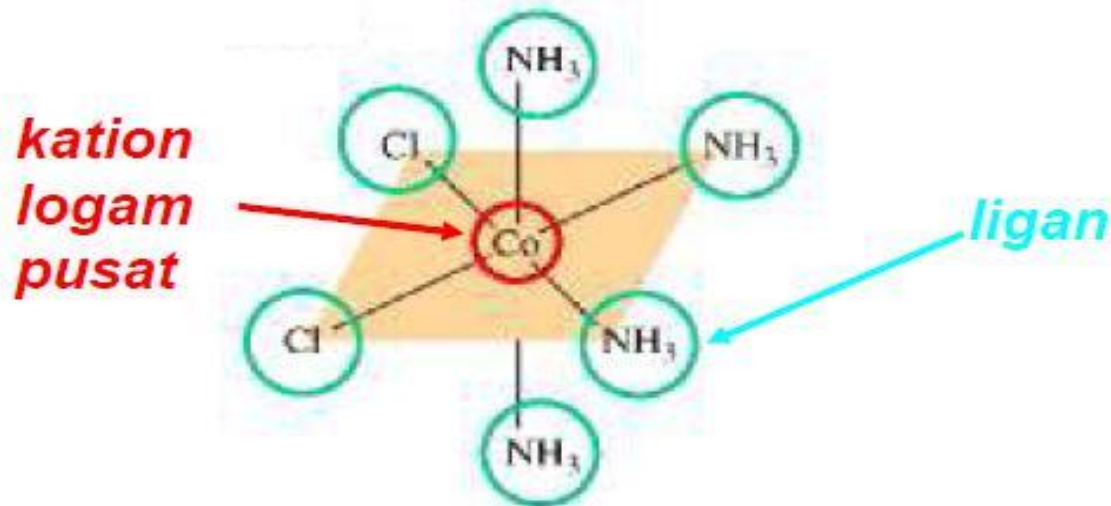
Ferromagnetik: sangat kuat ditarik medan magnet,

- ▣ Membentuk ion berwarna karena sub kulit 3d belum penuh tapi ada yang tidak berwarna (sub kulit 3d kosong atau penuh)
- ▣ Memiliki biloks lebih dari 1
- ▣ Bisa bertindak sebagai katalis
- ▣ Memiliki TL + TD $\gg \gg$ unsur utama
- ▣ Membentuk Senyawa Kompleks/senyawa koordinasi

Senyawa Koordinasi

Senyawa koordinasi umumnya terdiri atas ***ion kompleks*** dan ***ion lawan***

Ion kompleks adalah ion yang mengandung ***kation logam pusat*** yang berikatan dengan satu atau lebih ion atau molekul (***ligan***).

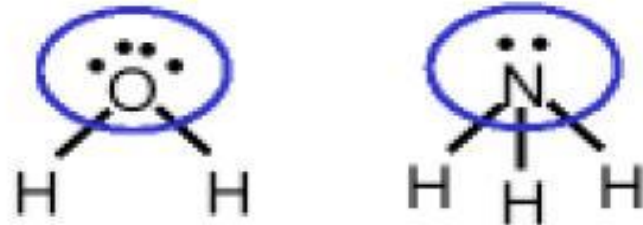


So.....

- Atom Pusat → memiliki orbital-orbital kosong
- Ligan → molekul netral atau anion yang berikatan dengan atom pusat dengan ikatan kovalen koordinasi
syarat ligan: memiliki pasangan elektron bebas yang dapat digunakan untuk berikatan kovalen koordinasi

Senyawa Koordinasi

Atom dalam suatu ligan yang terikat langsung dengan atom logam disebut ***atom donor***



Bilangan koordinasi dalam suatu senyawa koordinasi adalah banyaknya atom donor di seputar atom logam pusat dalam ion kompleks

Senyawa Koordinasi

Bergantung pada banyaknya atom donor, ligan digolongkan menjadi:

- Ligan monodentat (1 atom donor)



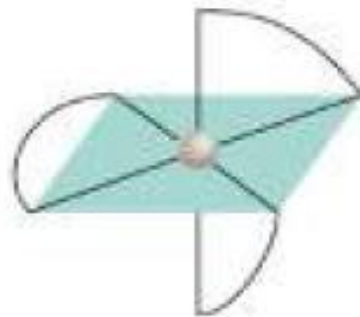
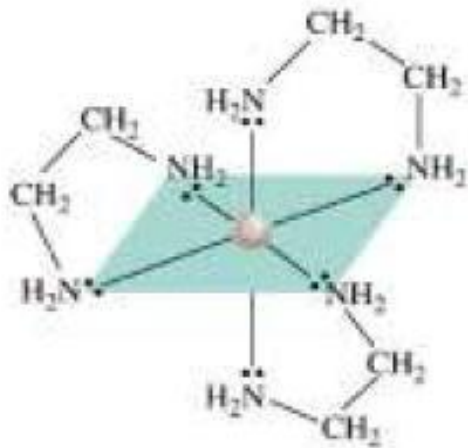
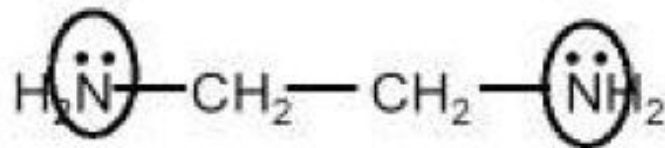
- Ligan bidentat (2 atom donor)

etilenadiamina

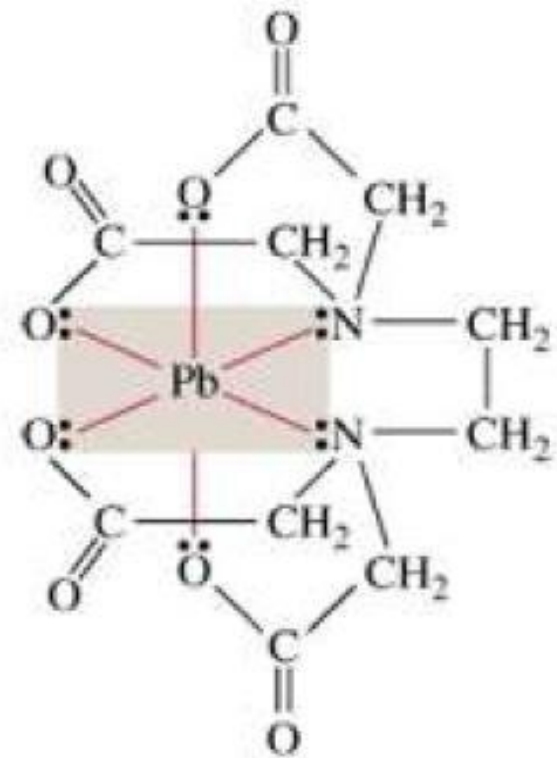
- Ligan polidentat (lebih dari 2 atom donor)

EDTA

Ligan bidentat



Ligan polidentat



Ligan bidentat dan polidentat disebut juga *agen pengelat*.

Beberapa ligan yg lazim

Table 22.3 Some Common Ligands

Name	Structure
<i>Monodentate ligands</i>	
Ammonia	$\begin{array}{c} \text{H} \\ \vdots \\ \text{H}-\text{N}-\text{H} \\ \vdots \\ \text{H} \end{array}$
Carbon monoxide	$:\text{C}\equiv\text{O}:$
Chloride ion	$:\ddot{\text{Cl}}:$
Cyanide ion	$[\text{:C}\equiv\text{N:}]^-$
Thiocyanate ion	$[\text{:S}-\text{C}\equiv\text{N:}]^-$
<i>Bidentate ligands</i>	
Ethylenediamine	$\text{H}_2\text{N}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{NH}_2$
Oxalate ion	$\left[\begin{array}{c} \text{O} \quad \text{O} \\ \diagdown \quad \diagup \\ \text{C} \quad \text{C} \\ \diagup \quad \diagdown \\ \text{O} \quad \text{O} \end{array} \right]^{2-}$
<i>Polydentate ligand</i>	
Ethylenediaminetetraacetate ion (EDTA)	$\left[\begin{array}{c} \text{O} \quad \text{O} \quad \text{O} \quad \text{O} \\ \diagdown \quad \diagup \quad \diagdown \quad \diagup \\ \text{C} \quad \text{CH}_2 \quad \text{C} \quad \text{CH}_2 \\ \diagup \quad \diagdown \quad \diagup \quad \diagdown \\ \text{O} \quad \text{O} \quad \text{O} \quad \text{O} \end{array} \right]^{4-}$

- Untuk ion kompleks, atom pusat ditulis dulu diikuti oleh ligan-ligannya (bila ligan lebih dari satu, jenis ligan netral ditulis dulu)
- Muatan ion kompleks = jumlah muatan atom pusat + muatan ligan
- Untuk senyawa kompleks, kation ditulis dulu baru anion
- Nama ligan anion diakhiri dengan huruf o sedangkan ligan netral biasanya disebut dengan nama molekul. Kecuali H_2O (aquo), CO (karbonil), NH_3 (ammina)

Penamaan Senyawa Koordinasi

Penamaan Senyawa Koordinasi

- Bila ada beberapa ligan dari jenis tertentu, kita gunakan awalan Yunani di-, tri-, tetra-, penta-, dan heksa-. Jika nama ligannya mengandung awalan Yunani, kita gunakan awalan bis(2), tris(3), dan tetrakis(4) untuk menyatakan ligan yg ada.
- Biloks logam ditulis dalam angka Romawi sesudah nama logam.
- Jika kompleksnya anion, diberi akhiran -at.

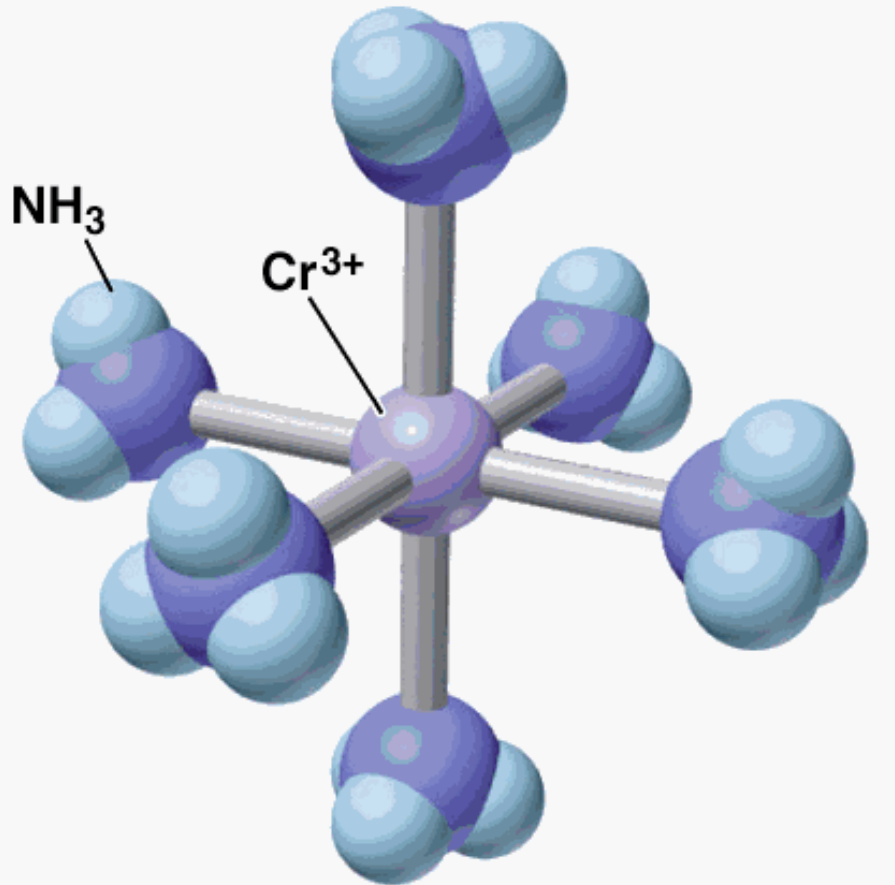
Beberapa ligan dalam senyawa koordinasi

Ligand	Name of Ligand in Coordination Compound
Bromide, Br^-	Bromo
Chloride, Cl^-	Chloro
Cyanide, CN^-	Cyano
Hydroxide, OH^-	Hydroxo
Oxide, O^{2-}	Oxo
Carbonate, CO_3^{2-}	Carbonato
Nitrite, NO_2^-	Nitro
Oxalate, $\text{C}_2\text{O}_4^{2-}$	Oxalato
Ammonia, NH_3	Ammine
Carbon monoxide, CO	Carbonyl
Water, H_2O	Aquo
Ethylenediamine	Ethylenediamine
Ethylenediaminetetraacetate	Ethylenediaminetetraacetato

Nama-nama ligan
yg mengandung
atom logam

Table 22.5 Names
of Anions Containing
Metal Atoms

Metal	Name of Metal in Anionic Complex
Aluminum	Aluminate
Chromium	Chromate
Cobalt	Cobaltate
Copper	Cuprate
Gold	Aurate
Iron	Ferrate
Lead	Plumbate
Manganese	Manganate
Molybdenum	Molybdate
Nickel	Nickelate
Silver	Argentate
Tin	Stannate
Tungsten	Tungstate
Zinc	Zincate



- $\text{Cr}(\text{NH}_3)_6^{3+}$ diberi nama ion heksaaminakromium(III)
- ion heksaaminakromium(3+)

- Ion Fe^{2+} dengan 6 ligan ion CN^- dapat membentuk ion kompleks????
 $\text{Fe}(\text{CN})_6^{4-}$ dengan nama heksasiano ferrat (II)
- Ion Co^{3+} dengan ligan NH_3 dan Cl^- dapat membentuk kompleks dengan bilangan koordinasi 6, muatan ion kompleks tersebut +1, rumus ion kompleksnya???
 $\text{Co}(\text{NH}_3)_4\text{Cl}_2^{+1}$

contoh

Berilah nama pada ion kompleks berikut:

- 1) $\text{Ag}(\text{NH}_3)_2^+$
- 2) $\text{Zn}(\text{CN})_4^{2-}$
- 3) $\text{Pt}(\text{NH}_3)_4^{2+}$
- 4) $\text{Fe}(\text{CN})_6^{3-}$
- 5) $[\text{Cr}(\text{H}_2\text{O})_4\text{Cl}_2]\text{Cl}$
- 6) $[\text{Co}(\text{en})_3\text{SO}_4]$
- 7) $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$

SOAL LATIHAN


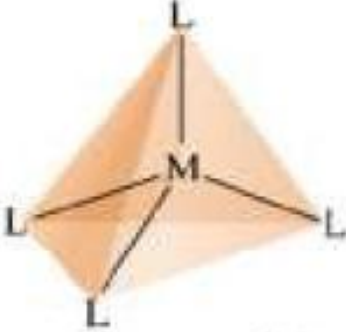
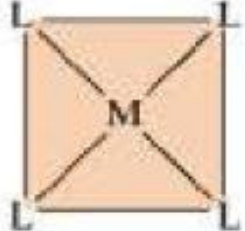
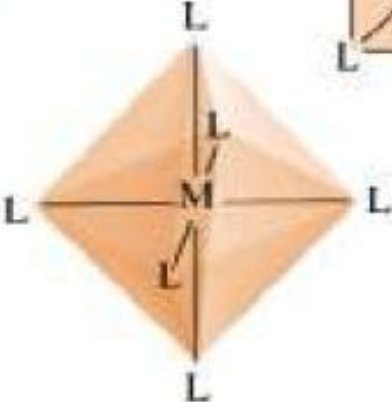
- 1) $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4](\text{NO}_3)_2$
- 2) $\text{Cu}(\text{H}_2\text{O})_2(\text{NH}_3)_4]\text{SO}_4$
- 3) $[\text{CoCl}_2(\text{NH}_3)_4]\text{Cl}$
- 4) $[\text{Co}(\text{H}_2\text{O})_6]^{2+}$
- 5) $[\text{Cr}(\text{NH}_3)_6](\text{NO}_3)_3$
- 6) $\text{Co}(\text{py})_2(\text{NH}_3)_2(\text{NO}_2)_2]\text{NO}_3$
- 7) $[\text{Ni}(\text{en})_3](\text{SO}_2)$

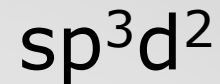
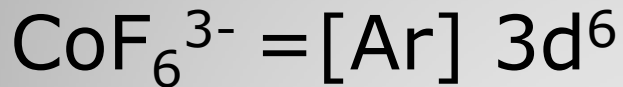
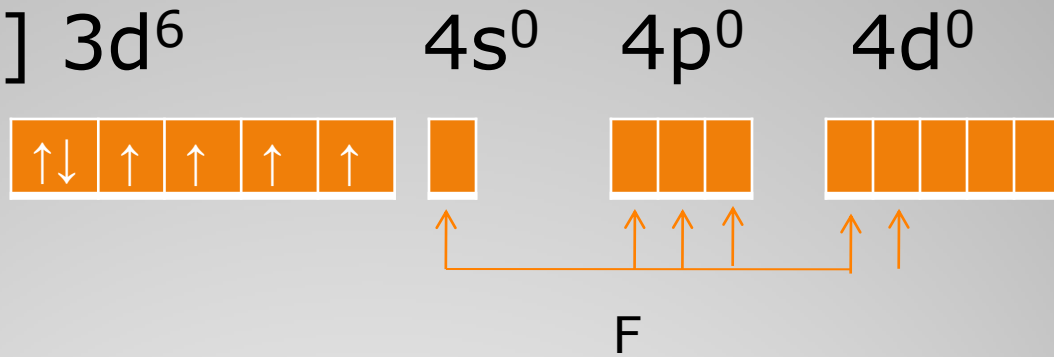
- Bentuk Geometri ditentukan :
 1. Hibridisasi : proses pembastaran/peleburan orbital yang tingkat energi tidak sama menjadi sama
 2. Jenis ligan yang diikat
 - Ligan lemah: ligan Halida (F^- , Cl^- , Br^- , I^-)
 $F^- > Cl^- > Br^- > I^-$
 - Ligan Kuat :
 $CN^- > NO_3^- > NH_3 > H_2O$

BENTUK GEOMETRI

Geometri Senyawa Koordinasi

Bilangan koordinasi	Struktur
2	sp
4	sp³
	dsp²
6	d²sp³ sp³d²

Linear	
Tetrahedral atau	
segi empat planar	
Oktaedral	



Jadi Hibridisasi sp^3d^2 , Bentuk Oktahedral
sifat kemagnetan paramagnetik

- Tuliskan Hibridisasinya, bentuk geometrinya dan sifat ion, dan nama kompleksnya!



SOAL

PERIODIC TABLE OF THE ELEMENTS

<http://www.ktf-split.hr/periodni/en/>

GROUP	1 IA	2 IIA	RELATIVE ATOMIC MASS (1)										13 IIIA	14 IVA	15 VA	16 VIA	17 VIIA	18 VIIIA		
PERIOD	1	2	GROUP IUPAC										3	4	5	6	7	8	9	10
	1	2	GROUP CAS										3	4	5	6	7	8	9	10
	1	2	ATOMIC NUMBER										3	4	5	6	7	8	9	10
	1	2	SYMBOL										3	4	5	6	7	8	9	10
	1	2	ELEMENT NAME										3	4	5	6	7	8	9	10
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18		
1	1 1.0079 H HYDROGEN												5 10.811 B BORON							
2	3 6.941 Li LITHIUM	4 9.0122 Be BERYLLIUM											13 26.982 Al ALUMINIUM	6 12.011 C CARBON	7 14.007 N NITROGEN	8 15.999 O OXYGEN	9 18.998 F FLUORINE	10 20.180 Ne NEON		
3	11 22.990 Na SODIUM	12 24.305 Mg MAGNESIUM											14 28.086 Si SILICON	15 30.974 P PHOSPHORUS	16 32.065 S SULPHUR	17 35.453 Cl CHLORINE	18 39.948 Ar ARGON			
4	19 39.098 K POTASSIUM	20 40.078 Ca CALCIUM	21 44.956 Sc SCANDIUM	22 47.867 Ti TITANIUM	23 50.942 V VANADIUM	24 51.996 Cr CHROMIUM	25 54.938 Mn MANGANESE	26 55.845 Fe IRON	27 58.933 Co COBALT	28 58.693 Ni NICKEL	29 63.546 Cu COPPER	30 65.39 Zn ZINC	31 69.723 Ga GALLIUM	32 72.64 Ge GERMANIUM	33 74.922 As ARSENIC	34 78.96 Se SELENIUM	35 79.904 Br BROMINE	36 83.80 Kr KRYPTON		
5	37 85.468 Rb RUBIDIUM	38 87.62 Sr STRONTIUM	39 88.906 Y YTTRIUM	40 91.224 Zr ZIRCONIUM	41 92.906 Nb NIOBIUM	42 95.94 Mo MOLYBDENUM	43 (98) Tc TECHNETIUM	44 101.07 Ru RUTHENIUM	45 102.91 Rh RHODIUM	46 106.42 Pd PALLADIUM	47 107.87 Ag SILVER	48 112.41 Cd CADMIUM	49 114.82 In INDIUM	50 118.71 Sn TIN	51 121.76 Sb ANTIMONY	52 127.60 Te TELLURIUM	53 126.90 I IODINE	54 131.29 Xe XENON		
6	55 132.91 Cs CAESIUM	56 137.33 Ba BARIUM	57-71 La-Lu Lanthanide	72 178.49 Hf HAFNIUM	73 180.95 Ta TANTALUM	74 183.84 W TUNGSTEN	75 186.21 Re RHENIUM	76 190.23 Os OSMIUM	77 192.22 Ir IRIDIUM	78 195.08 Pt PLATINUM	79 196.97 Au GOLD	80 200.59 Hg MERCURY	81 204.38 Tl THALLIUM	82 207.2 Pb LEAD	83 208.98 Bi BISMUTH	84 (209) Po POLONIUM	85 (210) At ASTATINE	86 (222) Rn RADON		
7	87 (223) Fr FRANCIUM	88 (226) Ra RADIUM	89-103 Ac-Lr Actinide	104 (261) Rf RUTHERFORDIUM	105 (262) Db DUBNIUM	106 (266) Sg SEABORGIUM	107 (264) Bh BOHRIUM	108 (277) Hs HASSIUM	109 (268) Mt MEITNERIUM	110 (281) Uun UNUNNIUM	111 (272) Uuu UNUNUNIUM	112 (285) Uub UNUNBIUM		114 (289) Uuq UNUNQUADIUM						

Legend:

- Metal (Blue)
- Semimetal (Orange)
- Nonmetal (Green)
- Alkali metal (1)
- Alkaline earth metal (2)
- Transition metals (3-10)
- Lanthanide (Purple)
- Actinide (Pink)
- Chalcogens element (16)
- Halogens element (17)
- Noble gas (18)

STANDARD STATE (25 °C; 101 kPa)

- Ne - gas
- Ga - liquid
- Fe - solid
- Tc - synthetic

LANTHANIDE

57 138.91 La LANTHANUM	58 140.12 Ce CERIUM	59 140.91 Pr PRASEODYMIUM	60 144.24 Nd NEODYMIUM	61 (145) Pm PROMETHIUM	62 150.36 Sm SAMARIUM	63 151.96 Eu EUROPIUM	64 157.25 Gd GADOLINIUM	65 158.93 Tb TERBIUM	66 162.50 Dy DYSPROSIUM	67 164.93 Ho HOLMIUM	68 167.26 Er ERBIUM	69 168.93 Tm THULIUM	70 173.04 Yb YTTERIUM	71 174.97 Lu LUTETIUM
-------------------------------------	----------------------------------	--	-------------------------------------	-------------------------------------	------------------------------------	------------------------------------	--------------------------------------	-----------------------------------	--------------------------------------	-----------------------------------	----------------------------------	-----------------------------------	------------------------------------	------------------------------------

ACTINIDE

89 (227) Ac ACTINIUM	90 232.04 Th THORIUM	91 231.04 Pa PROTACTINIUM	92 238.03 U URANIUM	93 (237) Np NEPTUNIUM	94 (244) Pu PLUTONIUM	95 (243) Am AMERICIUM	96 (247) Cm CURIUM	97 (247) Bk BERKELIUM	98 (251) Cf CALIFORNIUM	99 (252) Es EINSTEINIUM	100 (257) Fm FERMIUM	101 (258) Md MENDELEVIUM	102 (259) No NOBELIUM	103 (262) Lr LAWRENCIUM
-----------------------------------	-----------------------------------	--	----------------------------------	------------------------------------	------------------------------------	------------------------------------	---------------------------------	------------------------------------	--------------------------------------	--------------------------------------	-----------------------------------	---------------------------------------	------------------------------------	--------------------------------------

(1) Pure Appl. Chem., 73, No. 4, 667-683 (2001)
Relative atomic mass is shown with five significant figures. For elements having no stable nuclides, the value enclosed in brackets indicates the mass number of the longest-lived isotope of the element.
However three such elements (Th, Pa, and U) do have a characteristic terrestrial isotopic composition, and for these an atomic weight is tabulated.

Editor: Aditya Vardhan (adivar@netlinx.com)

For more information and downloads please visit ---> <http://www.periodni.com/en/download.html>