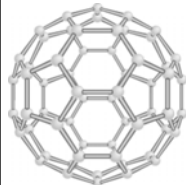
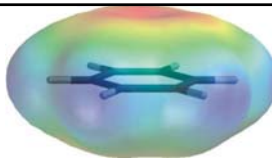


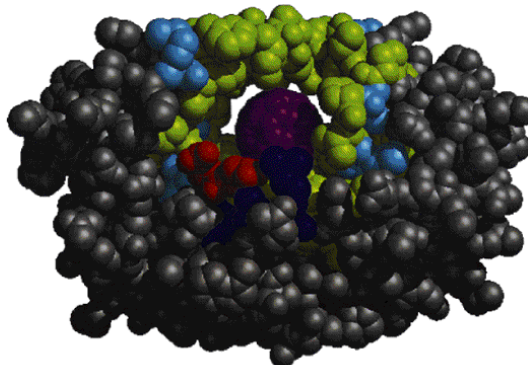
Presentasi Powerpoint Pengajar
oleh
Penerbit ERLANGGA
Divisi Perguruan Tinggi 2010
dimodifikasi oleh Dr. Indriana Kartini



Chapter 3c

Ikatan Kimia II:
VSEPR dan prediksi geometri
Molekular, teori ikatan valensi
dan Hibridisasi Orbital Atom;
teori orbital atom

Binding of a Buckyball Derivative to the Site of HIV-Protease



10.1

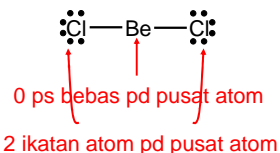
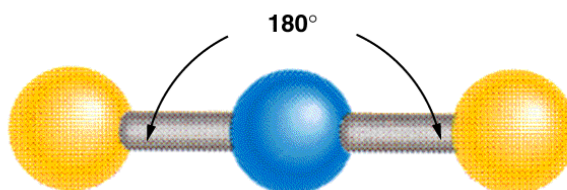
Model **Tolakan pasangan-elektron kulit-valensi** (VSEPR, Valence Shell Electron Pair Repulsion) :

Meramalkan bentuk geometris molekul dari pasangan elektron di sekitar atom pusat sebagai akibat tolak-menolak antara pasangan elektron.

Rumus	Jumlah pasangan elektron	Jumlah ps. bebas pd atom pusat	Susunan pasangan elektron	Geometri Molekul
AB_2	2	0	linier $:\overset{\cdot\cdot}{A}:\overset{\cdot\cdot}{B}$	linier $B-\overset{\cdot\cdot}{A}-B$

10.1

Beryllium Chloride



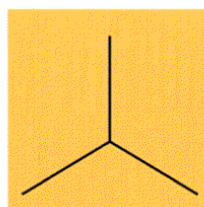
10.1

VSEPR

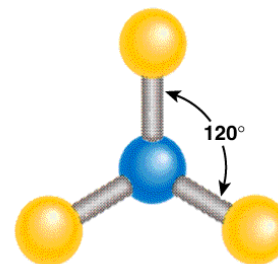
Rumus	Jumlah pasangan elektron	Jumlah ps. bebas pd atom pusat	Susunan pasangan elektron	Geometri Molekul
AB_2	2	0	linier	linier
AB_3	3	0	Segitiga datar $:\overset{\cdot\cdot}{A}:\overset{\cdot\cdot}{B}:\overset{\cdot\cdot}{C}:$	Segitiga datar $B-\overset{\cdot\cdot}{A}-C$

10.1

Boron Trifluoride



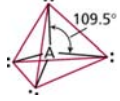
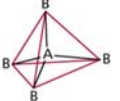
Planar



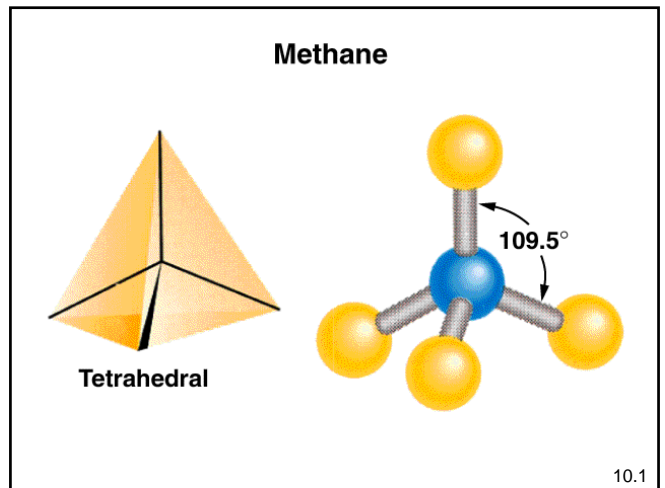
10.1

VSEPR

Rumus	Jumlah pasangan elektron	Jumlah ps. bebas pd atom pusat	Susunan pasangan elektron	Geometri Molekul
AB ₂	2	0	linier	linier
AB ₃	3	0	segitiga datar	segitiga datar
AB ₄	4	0	tetrahedral	tetrahedral

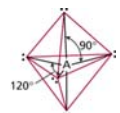




10.1

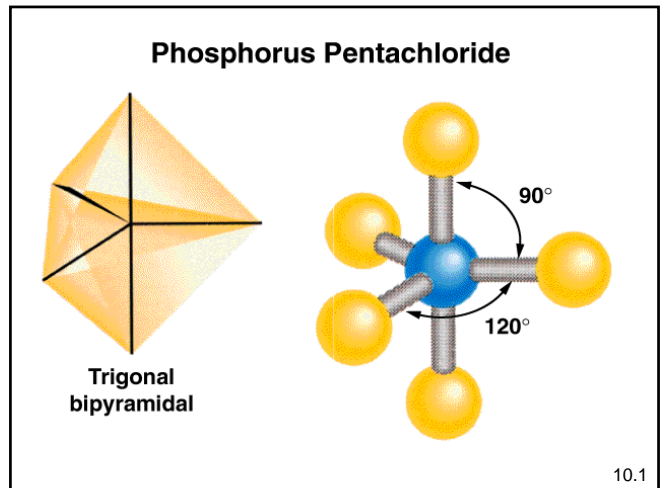


VSEPR

Rumus	Jumlah pasangan elektron	Jumlah ps. bebas pd atom pusat	Susunan pasangan elektron	Geometri Molekul
AB ₂	2	0	linier	linier
AB ₃	3	0	segitiga datar	segitiga datar
AB ₄	4	0	tetrahedral	tetrahedral
AB ₅	5	0	segitiga bipiramida	Segitiga bipiramida

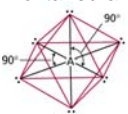




10.1



VSEPR

Rumus	Jumlah pasangan elektron	Jumlah ps. bebas pd atom pusat	Susunan pasangan elektron	Geometri Molekul
AB ₂	2	0	linier	linier
AB ₃	3	0	segitiga datar	segitiga datar
AB ₄	4	0	tetrahedral	tetrahedral
AB ₅	5	0	segitiga bipiramida	Segitiga bipiramida
AB ₆	6	0	oktahedral	oktahedral

10.1

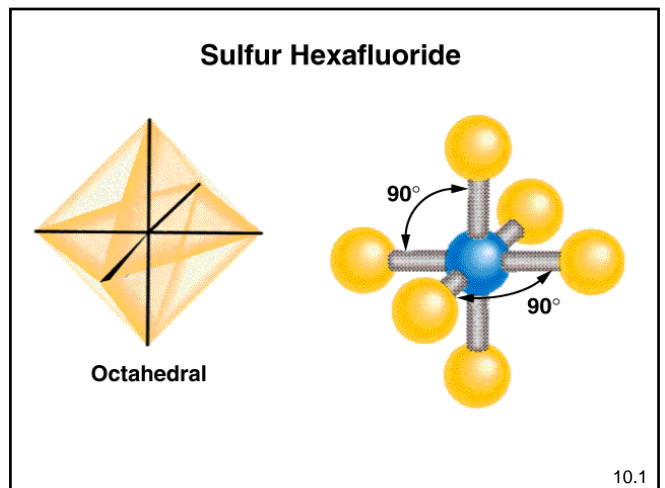
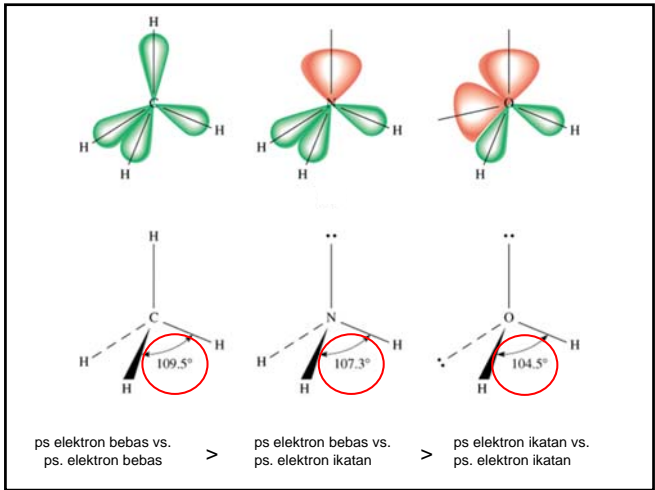


TABLE 10.1 Arrangement of Electron Pairs About a Central Atom (A) in a Molecule and Geometry of Some Single Molecules and Ions in Which the Central Atom Has No Lone Pairs

Number of Electron Pairs	Arrangement of Electron Pairs*	Molecular Geometry*	Examples
2	180° Linear	B—A—B Linear	BeCl ₂ , HgCl ₂
3	120° Trigonal planar	B—A—B Trigonal planar	BF ₃
4	109.5° Tetrahedral	B—A—B Tetrahedral	CH ₄ , NH ₄ ⁺
5	120° Trigonal bipyramidal	B—A—B Trigonal bipyramidal	PCl ₅
6	90° Octahedral	B—A—B Octahedral	SF ₆

10.1



VSEPR

Rumus	Jumlah pasangan elektron	Jumlah ps. bebas pd atom pusat	Susunan pasangan elektron	Geometri Molekul
AB ₃	3	0	trigonal planar	trigonal planar
AB ₂ E	2	1	trigonal planar	menekuk

10.1

VSEPR

Rumus	Jumlah pasangan elektron	Jumlah ps. bebas pd atom pusat	Susunan pasangan elektron	Geometri Molekul
AB ₄	4	0	tetrahedral	tetrahedral
AB ₃ E	3	1	tetrahedral	segitiga bipiramida

10.1

VSEPR

Rumus	Jumlah pasangan elektron	Jumlah ps. bebas pd atom pusat	Susunan pasangan elektron	Geometri Molekul
AB ₄	4	0	tetrahedral	tetrahedral
AB ₃ E	3	1	tetrahedral	segitiga bipiramida
AB ₂ E ₂	2	2	tetrahedral	menekuk

10.1

VSEPR

Rumus	Jumlah pasangan elektron	Jumlah ps. bebas pd atom pusat	Susunan pasangan elektron	Geometri Molekul
AB ₅	5	0	Segitiga bipiramida	Segitiga bipiramida
AB ₄ E	4	1	Segitiga bipiramida	Tetrahedron terdistorsi

10.1

VSEPR				
Rumus	Jumlah pasangan elektron	Jumlah ps. bebas pd atom pusat	Susunan pasangan elektron	Geometri Molekul
AB_5	5	0	Segitiga bipiramida	Segitiga bipiramida
AB_4E	4	1	Segitiga bipiramida	Tetrahedron terdistorsi
AB_3E_2	3	2	Segitiga bipiramida	Bentuk T

10.1

VSEPR				
Rumus	Jumlah pasangan elektron	Jumlah ps. bebas pd atom pusat	Susunan pasangan elektron	Geometri Molekul
AB_5	5	0	Segitiga bipiramida	Segitiga bipiramida
AB_4E	4	1	Segitiga bipiramida	Tetrahedron terdistorsi
AB_3E_2	3	2	Segitiga bipiramida	Bentuk T
AB_2E_3	2	3	Segitiga bipiramida	linier

10.1

VSEPR				
Rumus	Jumlah pasangan elektron	Jumlah ps. bebas pd atom pusat	Susunan pasangan elektron	Geometri Molekul
AB_6	6	0	oktahedral	oktahedral
AB_5E	5	1	oktahedral	Segiempat piramida

10.1

VSEPR				
Rumus	Jumlah pasangan elektron	Jumlah ps. bebas pd atom pusat	Susunan pasangan elektron	Geometri Molekul
AB_6	6	0	oktahedral	oktahedral
AB_5E	5	1	oktahedral	Segiempat piramida
AB_4E_2	4	2	oktahedral	Segiempat datar

10.1

TABLE 10.1 Geometry of Single Molecules and Ions in Which the Central Atom Has One or More Lone Pairs						
Class of molecule	Total number of electron pairs	Number of bonding pairs	Number of lone pairs	Arrangement of electron pairs*	Geometry	Example
AB_2E	3	2	1		Bent	SO_2
AB_3E	4	3	1		Trigonal pyramidal	NO_2^-
AB_4E	4	2	2		Bent	SO_2
AB_3E_2	5	3	2		Bent	SO_2
AB_2E_3	5	2	3		Linear	SO_2
AB_4E_2	6	4	2		Square planar	SO_2
AB_5E_2	7	5	2		Linear	SO_2

10.1

Panduan untuk menerapkan model VSEPR

1. Tulis struktur Lewis molekul tersebut.
2. Hitung jumlah pasangan elektron disekitar atom pusat.
3. Gunakan VSEPR untuk meramalkan geometri molekulnya.

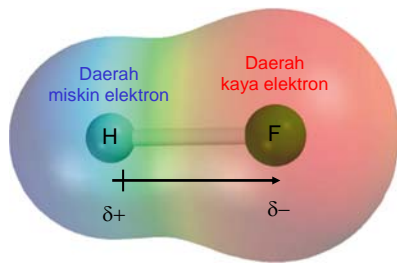
Apakah geometri molekul dari SO_2 dan SF_4 ?

AB_2E
menekuk

AB_4E
tetrahedron terdistorsi

10.1

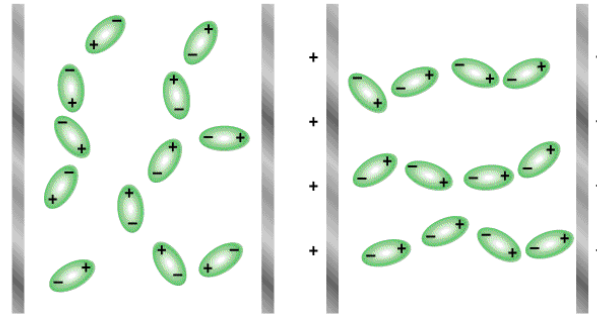
Momen Dipol



$\mu = Q \times r$
 Q adalah muatan
 r jarak antar muatan
 1 D = $3,36 \times 10^{-30}$ C m

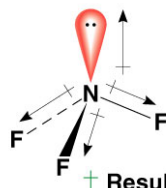
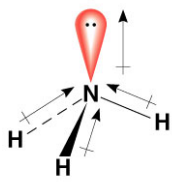
10.2

Behavior of Polar Molecules

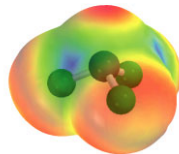
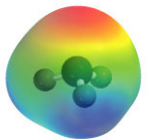


10.2

Resultant dipole moment = 1.46 D



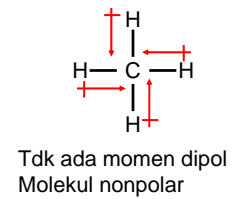
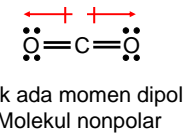
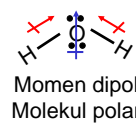
Resultant dipole moment = 0.24 D



10.2



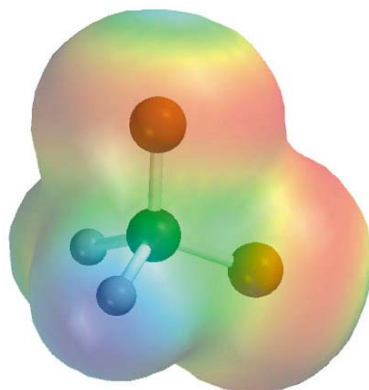
Yang manakah dari molekul berikut yang memiliki momen dipol? H_2O , CO_2 , SO_2 , and CH_4



10.2



Apakah CH_2Cl_2 memiliki momen dipol?



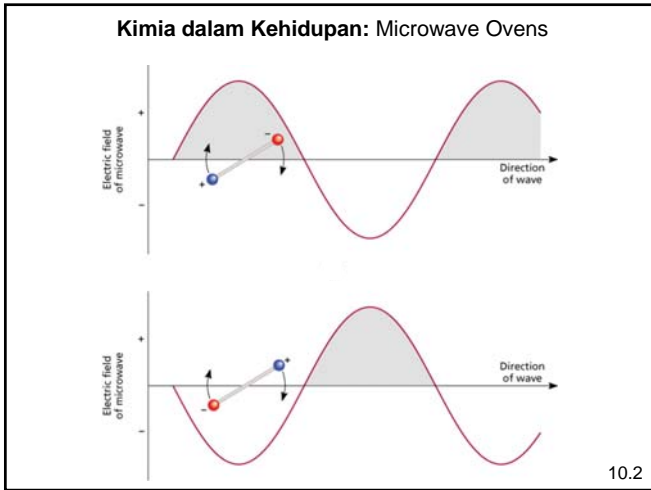
10.2

TABLE 10.3

Dipole Moments of Some Polar Molecules

Molecule	Geometry	Dipole Moment (D)
HF	Linear	1.92
HCl	Linear	1.08
HBr	Linear	0.78
HI	Linear	0.38
H_2O	Bent	1.87
H_2S	Bent	1.10
NH_3	Trigonal pyramidal	1.46
SO_2	Bent	1.60

10.2



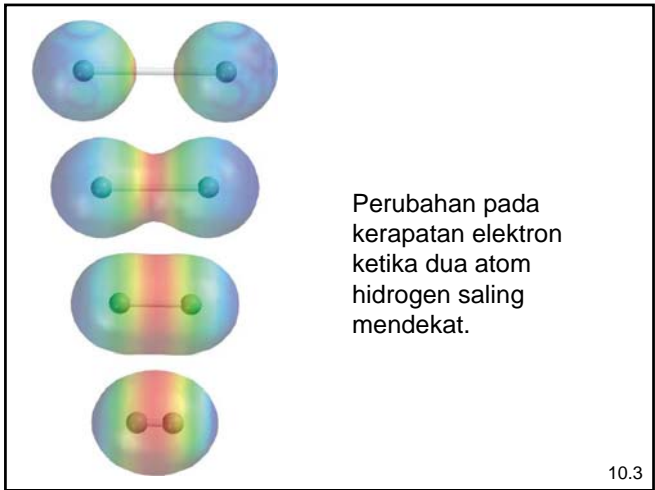
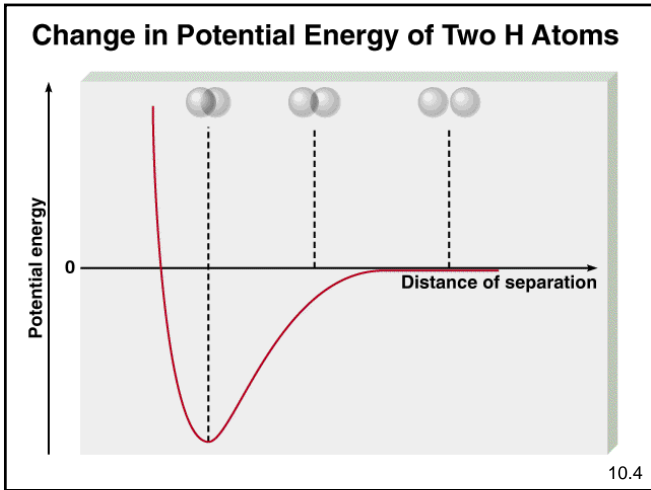
Bagaimana teori Lewis menerangkan ikatan pd H_2 dan F_2 ?

Pembagian dua elektron antar dua atom.

	Energi Ikatan yg terdisosiasi	Panjang Ikatan	Tumpang-tindih
H_2	436,4 kJ/mol	74 pm	2 1s
F_2	150,6 kJ/mol	142 pm	2 2p

Teori ikatan valensi – mengasumsikan bahwa elektron-elektron dalam molekul menempati orbital-orbital atom yang mengambil peranan dalam pembentukan ikatan.

10.3



Teori ikatan valensi dan NH_3

$N - 1s^2 2s^2 2p^3$

$3 H - 1s^1$

Jika ikatan terbtk akibat kelebihan 3 orbital 2p pd nitrogen dengan orbital 1s pada tiap atom hidrogen, akan berbentuk apakah geometri molekul dari NH_3 ?

Jika digunakan 3 orbital 2p perkiraan adalah 90°

Sudut ikatan aktual H-N-H adalah $107,3^\circ$

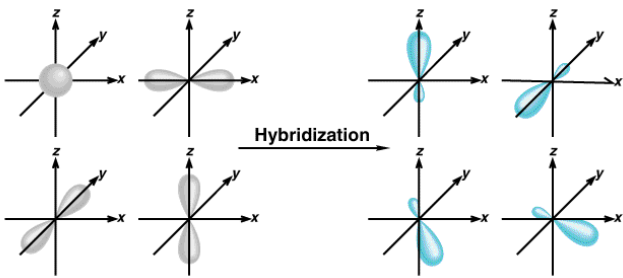
10.4

Hibridisasi– istilah yang digunakan untuk pencampuran orbital 2 atom dalam satu atom.

1. Tidak diterapkan pd atom yg terisolasi.
2. Merupakan pencampuran dari sedikitnya dua orbital atom yang tidak setara.
3. Jumlah orbital hibrida yg dihasilkan sama dengan jumlah orbital atom asli yang terlibat dalam proses hibridisasi
4. Hibridisasi membutuhkan energi; tetapi sistem memperoleh kembali energi ini, bahkan lebih selama pembentukan ikatan.
5. Ikatan kovalen terbentuk akibat tumpang-tindihnya orbital hibrida dengan orbital yang tidak terhibridisasi.

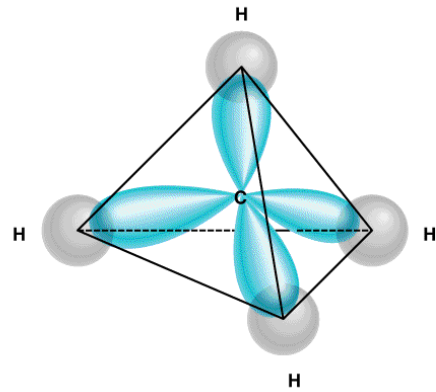
10.4

Formation of sp^3 Hybrid Orbitals



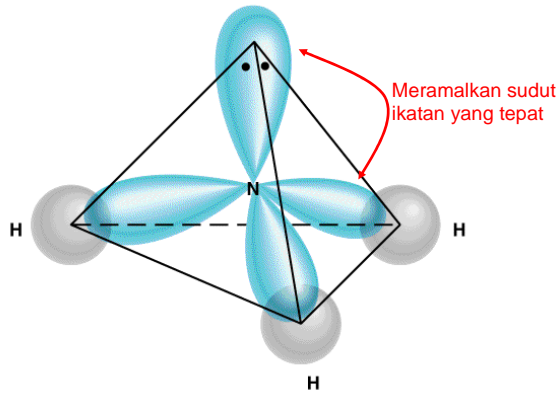
10.4

Formation of Covalent Bonds



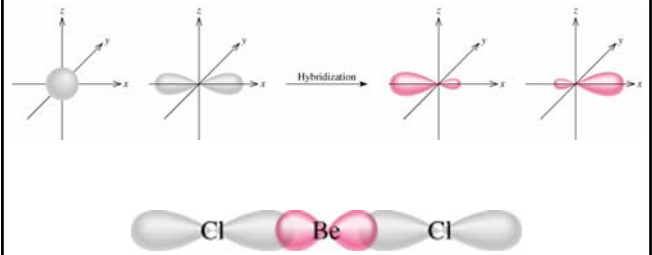
10.4

sp^3 -Hybridized N Atom in NH_3



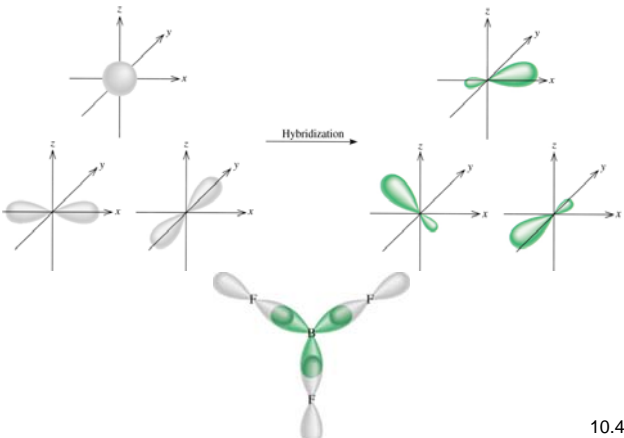
10.4

Pembentukan Orbital Hibrida sp



10.4

Pembentukan Orbital Hibrida sp^2



10.4



Bagaimana meramalkan hibridisasi pusat atom?

Hitung jumlah pasangan bebas DAN jumlah dari atoms yang terikat pada pusat atom

# ps.bebas + # ikatan atom	Hibridisasi	Contoh
2	sp	$BeCl_2$
3	sp^2	BF_3
4	sp^3	CH_4, NH_3, H_2O
5	sp^3d	PCl_5
6	sp^3d^2	SF_6

10.4

TABLE 10.4
Important Hybrid Orbitals and Their Shapes

Pure Atomic Orbitals of the Central Atom	Hybridization of the Central Atom	Number of Hybrid Orbitals	Shape of Hybrid Orbitals	Examples
s, p	sp	2	Linear 180°	BeCl ₂
s, p, p	sp ²	3	Trigonal planar 120°	BF ₃
s, p, p, p	sp ³	4	Tetrahedral 109.5°	CH ₄ , NH ₄ ⁺
s, p, p, p, d	sp ³ d	5	Trigonal bipyramidal 90°, 120°	PCl ₅
s, p, p, p, d, d	sp ³ d ²	6	Octahedral 90°	SF ₆

10.4

sp² Hybridization of a Carbon Atom

Ground state

Promotion of electron

sp²-Hybridized state

10.5

2p_z Orbital Is Perpendicular to the Plane of the Hybrid Orbitals

10.5

Bonding in Ethylene

Ikatan Pi (π) – kerapatan elektron diatas dan dibawah inti dari ikatan atom
Sigma bond (σ) – kerapatan elektron antar 2 atom

10.5

10.5

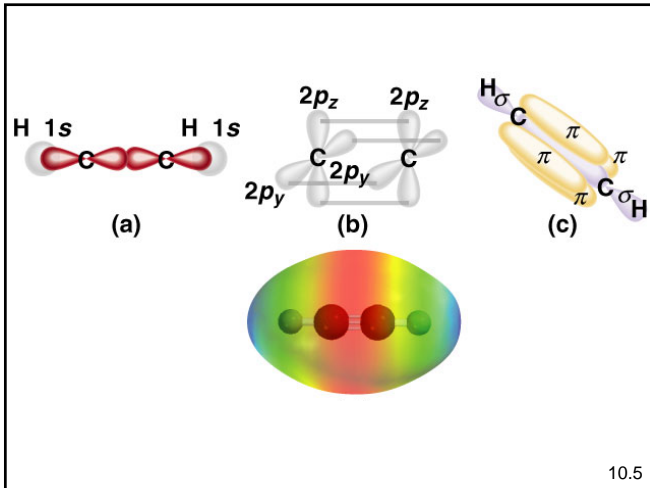
sp Hybridization of a Carbon Atom

Ground state

Promotion of electron

sp-Hybridized state

10.5



Ikatan Sigma (σ) dan Pi (π)

Ikatan tunggal	1 ikatan sigma
Ikatan ganda	1 ikatan sigma dan ikatan 1 pi
Ikatan rangkap tiga	1 ikatan sigma dan 2 ikatan pi

Berapa jumlah ikatan σ dan π terdapat pada molekul asam asetat (cuka) CH₃COOH?

ikatan σ = 6 + 1 = 7

ikatan π = 1

10.5

O=O

Tidak ada e⁻ yang tdk berpasangan

Maka disebut diamagnetik

Percobaan menunjukkan O₂ adalah paramagnetik

Teori Orbital Molekul – menggambarkan ikatan kovalen melalui istilah **orbital molekul** yg dihasilkan dr interaksi orbital2 atom dr atom2 yang berikatan dan yg terkait dg molekul secara keseluruhan.

10.6

Tingkat energi orbital molekul ikatan dan orbital molekul antiikatan pada hidrogen (H₂).

(a)

(b)

Orbital molekul ikatan memiliki energi yg lbh rdh dan kestabilan yg lebih rendah dibandingkan orbital2 atom pembentuknya.

Orbital molekul antiikatan memiliki energi yg lebih tinggi dan kestabilan yang lebih rendah dibandingkan orbital2 atom pembentuknya.

10.6

Constructive Interference and Destructive Interference of Two Waves of the Same Wavelength and Amplitude

Wave 1

Wave 2

Sum of 1 and 2

Wave 1

Wave 2

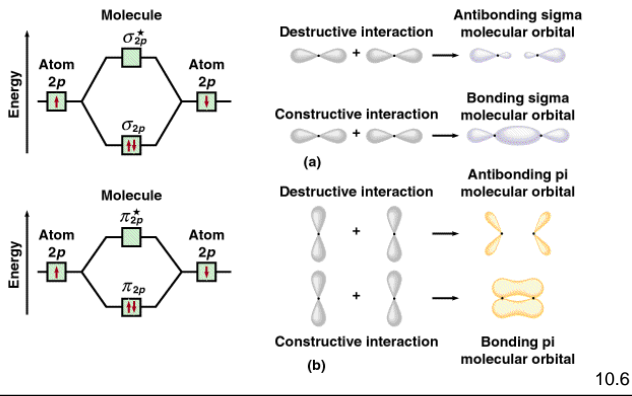
Sum of 1 and 2

10.6

Energy level diagram for diatomic molecules (H₂ and He₂).

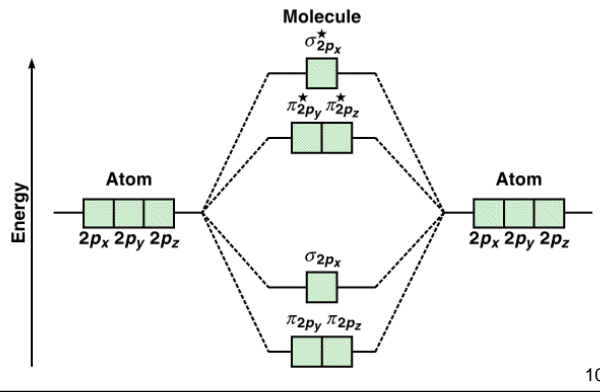
10.6

Two Possible Interactions between Two Equivalent p Orbitals and the Corresponding Molecular Orbitals



10.6

Second-Period Homonuclear Diatomic Molecules Li₂, Be₂, B₂, C₂, and N₂



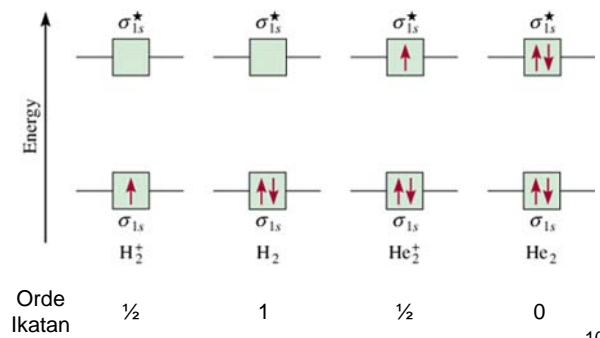
10.6

Konfigurasi Orbital Molekul (OM)

- Jumlah orbital molekul yg terbentuk selalu sama dg jumlah orbital atom yg bergabung.
- Semakin stabil orbital molekul ikatan, semakin kurang stabil orbital molekul antiikatan yang berkaitan.
- Pengisian orbital molekul dimulai dr energi rendah ke energi tinggi.
- Setiap orbital molekul dpt menampung hingga dua elektron.
- Gunakan aturan Hund ketika elektron ditambahkan ke orbital molekul dengan energi yang sama.
- Jumlah elektron dalam orbital molekul sama dg jumlah semua elektron pada atom-atom yg berikatan.

10.7

$$\text{Orde ikatan} = \frac{1}{2} \left(\begin{array}{l} \text{Jumlah} \\ \text{elektron} \\ \text{pada OM} \\ \text{ikatan} \end{array} - \begin{array}{l} \text{Jumlah} \\ \text{elektron} \\ \text{pada OM} \\ \text{antiikatan} \end{array} \right)$$



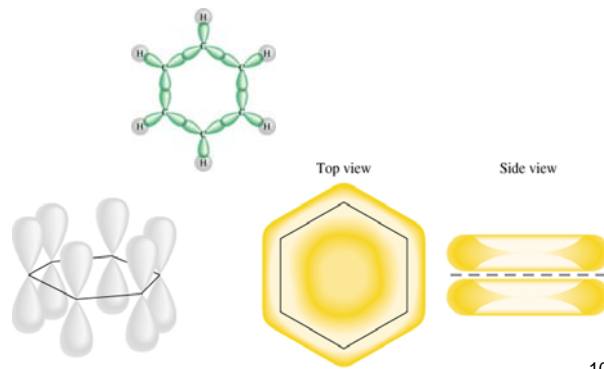
10.7

TABLE 10.5
Properties of Homonuclear Diatomic Molecules of the Second-Period Elements*

	Li ₂	Be ₂	C ₂	N ₂	O ₂	F ₂
σ_{2p}^*	□	□	□	□	□	□
π_{2p}^*, π_{2p}^*	□	□	□	□	↑↑	↑↑
σ_{2p}	□	□	□	↑↑	↑↑	↑↑
π_{2p}, π_{2p}	□	↑↑	↑↑	↑↑	↑↑	↑↑
σ_{2s}^*	□	↑↑	↑↑	↑↑	↑↑	↑↑
σ_{2s}	↑↑	↑↑	↑↑	↑↑	↑↑	↑↑
Bond order	1	1	2	3	2	1
Bond length (pm)	267	159	131	110	121	142
Bond energy (kJ/mol)	104.6	288.7	627.6	941.4	498.7	156.9
Magnetic properties	Diamagnetic	Paramagnetic	Diamagnetic	Diamagnetic	Paramagnetic	Diamagnetic

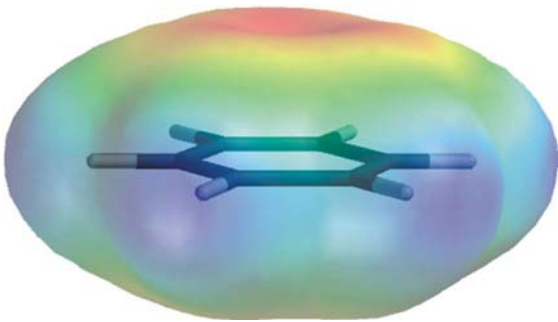
10.7

Delokalisasi Orbital Molekul tidak hanya terbatas antar dua ikatan atom yang berdekatan, tetapi sesungguhnya terjadi antar tiga atau lebih atom.



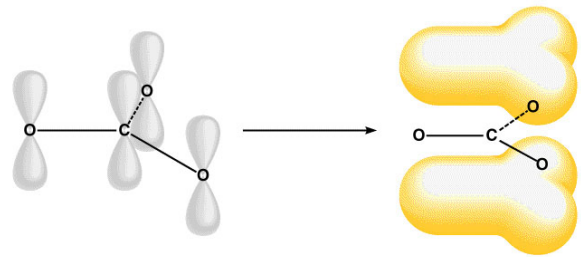
10.8

Kerapatan elektron diatas dan dibawah permukaan molekul benzena.



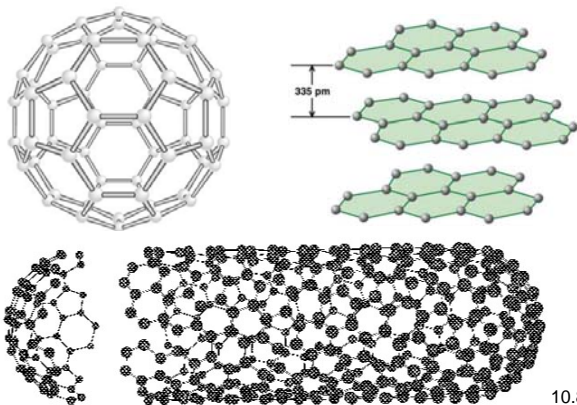
10.8

Bonding in the Carbonate Ion



10.8

Kimia dalam Kehidupan: Buckyball Anyone?



10.8