SOLUTION OF CHEMICAL BONDING

CHEMICAL BONDING-4

EXERCISE # 1

PART–I (भाग–I)

A-1. (a) **Hydrogen molecule (H_2) :** $H_2 : (\sigma 1s)^2$

Its bond order, therefore, is = $\frac{N_b - N_a}{2} = \frac{2-0}{2} = 1$

(b) **Cation of hydrogen molecule (H_2^+) :** $H_2^+ : (\sigma 1s)^1$

Its bond order, therefore, is = 1/2 (1 – 0) = 1/2

(c) **Helium molecule (He_2) :** **$He_2 : (\sigma 1s)^2 (\sigma^* 1s)^2$**

Its bond order, therefore, is ½(2 – 2) = 0

(d) **Lithium molecule (Li_2) :** $(\sigma 1s)^2 \ (\sigma^* 1s)^2 \ (\sigma 2s)^2$

Its bond order, therefore, is 1/2(4 – 2) = 1.

(e) **Beryllium (Be_2) :** $(\sigma 1s)^2 \ (\sigma^* 1s)^2 \ (\sigma 2s)^2 \ (\sigma^* 2s)^2$

Its bond order, therefore, is 1/2(4 – 4) = 0.

(f) **Boron (B_2) :** $(\sigma 1s)^2 \ (\sigma^* 1s)^2 \ (\sigma 2s)^2 \ (\sigma^* 2s)^2 \ (\pi 2p^1_x = \pi 2p^1_y) \ (\sigma p_z)^0$

Its bond order, therefore, is 1/2(6 – 4) = 1.

हल : (a) हाइड्रोजन अणु **(H_2) :** $H_2 : (\sigma 1s)^2$

इसका बंधक्रम = $\frac{N_b - N_a}{2} = \frac{2-0}{2} = 1$

(b) हाइड्रोजन अणु का धनायन **(H_2^+) :** $H_2^+ : (\sigma 1s)^1$

इसका बंधक्रम = 1/2 (1 – 0) = 1/2

(c) हीलियम अणु **(He_2) :** **$He_2 : (\sigma 1s)^2 (\sigma^* 1s)^2$**

इसका बंधक्रम ½(2 – 2) = 0

(d) लिथियम अणु **(Li_2) :** $(\sigma 1s)^2 \ (\sigma^* 1s)^2 \ (\sigma 2s)^2$

इसका बंधक्रम 1/2(4 – 2) = 1.

(e) बेरीलियम **(Be_2) :** $(\sigma 1s)^2 \ (\sigma^* 1s)^2 \ (\sigma 2s)^2 \ (\sigma^* 2s)^2$

इसका बंधक्रम 1/2(4 – 4) = 0.

(f) बोरॉन **(B_2) :** $(\sigma 1s)^2 \ (\sigma^* 1s)^2 \ (\sigma 2s)^2 \ (\sigma^* 2s)^2 \ (\pi 2p^1_x = \pi 2p^1_y) \ (\sigma p_z)^0$

इसका बंधक्रम 1/2(6 – 4) = 1.

A-3. Complex exists as NO^+ and $[BF_4]^-$. NO^+ is isoelectronic with N_2 ; so $\sigma 1s^2$, $\sigma^* 1s^2$, $\sigma 2s^2$, $\sigma^* 2s^2$, $\pi 2p^2_x = \pi 2p^2_y$, $\sigma 2p_z^2$, then its bond order is $\frac{10-4}{2} = 3$

हल : संकुल यौगिक NO^+ और $[BF_4]^-$ के रूप में अस्तित्व में रहता है। NO^+ तथा N_2 समइलेक्ट्रॉनिक है, अतः $\sigma 1s^2$, $\sigma^* 1s^2$, $\sigma 2s^2$, $\sigma^* 2s^2$, $\pi 2p^2_x = \pi 2p^2_y$, $\sigma 2p_z^2$, तब इसका बंध क्रम $\frac{10-4}{2} = 3$.

PART–II (भाग–II)

A-1. The electron density is zero in the nodal plane during the formation of a molecular orbital from atomic orbitals of the same atom.

हल : समान परमाणु के परमाण्वीय कक्षक से एक आण्विक कक्षक के निर्माण में नोडल तल में इलेक्ट्रॉन घनत्व शून्य होता है।

A-4. (A) Bond order of $N_2^+ = 2.5$; The bond order of O_2^+ 1/2(10 – 5) = 2.5.
(B) Bond order of $F_2 = 1$; The bond order of $Ne_2 = 0$.
(C) Bond order of $O_2 = 2$; The bond order of $B_2 = 1$.
(D) Bond order of $C_2 = 2$; The bond order of $N_2 = 3$.

Sol. (A) N_2^+ का बंध क्रम = 2.5 ; O_2^+ का बंध क्रम 1/2(10 – 5) = 2.5.
(B) F_2 का बंध क्रम = 1 ; Ne_2 का बंध क्रम = 0.
(C) O_2 का बंध क्रम = 2 ; B_2 का बंध क्रम = 1.
(D) C_2 का बंध क्रम = 2 ; N_2 का बंध क्रम = 3.

A-6. N_2^{2-} : $\sigma 1s^2\ \sigma^*1s^2\ \sigma\ 2s^2\ \sigma^*2s^2\ \pi 2p_x^2\ \pi\ 2p_y^2\ \sigma 2p_z^2\ \pi\ 2p_x^1\ \pi^*2p_y^1$.

B.O. $N_2^{2-} = \frac{10-6}{2} = 2.$; B.O. $O_2 = \frac{10-6}{2} = 2.$

NO^- isoelectronic with O_2 so B.O. $= \frac{10-6}{2} = 2.$

All have same number of electrons (i.e. 16) so isoelectronic.

हल. N_2^{2-} : $\sigma 1s^2\ \sigma^*1s^2\ \sigma\ 2s^2\ \sigma^*2s^2\ \pi 2p_x^2\ \pi\ 2p_y^2\ \sigma 2p_z^2\ \pi\ 2p_x^1\ \pi^*2p_y^1$.

N_2^{2-} का बंध क्रम $= \frac{10-6}{2} = 2.$; O_2 का बंध क्रम $= \frac{10-6}{2} = 2.$

NO^- , O_2 का समइलेक्ट्रॉनिक है, अतः बंध क्रम $= \frac{10-6}{2} = 2.$

सभी समान संख्या में इलेक्ट्रॉन रखते है, (अर्थात् 16) अतः समइलेक्ट्रॉनिक हैं।

B-1. B_2 bond order = 1 ; C_2 bond order = 2 ; F_2 bond order = 1 ; O_2^- bond order = 1.5
bond order $\propto$1/bond length.
B_2 बंध क्रम = 1 ; C_2 बंध क्रम = 2 ; F_2 बंध क्रम = 1 ; O_2^- बंध क्रम = 1.5
बंध क्रम $\propto$ 1/बंध लम्बाई

B-2. (A) NO^- is derivative of O_2 and isoelectronic with O_2.
So $(\sigma 1s)^2\ (\sigma^*1s)^2\ (\sigma 2s)^2\ (\sigma^*2s)^2\ (\sigma 2p_z)^2\ (\pi 2p^2_x = \pi 2p^2_y)\ (\pi^*2p_x^1 = \pi^*2p^1_y)$ and 2 unpaired electrons.
(B) O_2^{2-} : $(\sigma 1s)^2\ (\sigma^*1s)^2\ (\sigma 2s)^2\ (\sigma^*2s)^2\ (\sigma 2p_z)^2\ (\pi 2p^2_x = \pi 2p^2_y)\ (\pi^*2p_x^2 = \pi^*2p^2_y)$ and no unpaired electrons.
(C) CN^- is derivative of and isoelectronic with N_2 : $(\sigma 1s)^2\ (\sigma^*1s)^2\ (\sigma 2s)^2\ (\sigma^*2s)^2\ (\pi 2p^2_x = \pi 2p^2_y)\ (\sigma 2p_z)^2$ and no unpaired electron.
(D) CO is derivative of and isoelectronic with N_2 : $(\sigma 1s)^2\ (\sigma^*1s)^2\ (\sigma 2s)^2\ (\sigma^*2s)^2\ (\pi 2p^2_x = \pi 2p^2_y)\ (\sigma 2p_z)^2$ and no unpaired electron.

हल : (A) NO^-, O_2 का व्युत्पन्न है तथा O_2 के साथ समइलेक्ट्रोनिक $(\sigma 1s)^2\ (\sigma^*1s)^2\ (\sigma 2s)^2\ (\sigma^*2s)^2\ (\sigma 2p_z)^2\ (\pi 2p^2_x = \pi 2p^2_y)\ (\pi^*2p_x^1 = \pi^*2p^1_y)$ और 2 अयुग्मित इलेक्ट्रॉन है।
(B) O_2^{2-} : $(\sigma 1s)^2\ (\sigma^*1s)^2\ (\sigma 2s)^2\ (\sigma^*2s)^2\ (\sigma 2p_z)^2\ (\pi 2p^2_x = \pi 2p^2_y)\ (\pi^*2p_x^2 = \pi^*2p^2_y)$ कोई अयुग्मित इलेक्ट्रोन नहीं है।
(C) CN^- का व्युत्पन्न है तथा N_2 के साथ समइलेक्ट्रोनिक : $(\sigma 1s)^2\ (\sigma^*1s)^2\ (\sigma 2s)^2\ (\sigma^*2s)^2\ (\pi 2p^2_x = \pi 2p^2_y)\ (\sigma 2p_z)^2$ और कोई अयुग्मित इलेक्ट्रॉन नहीं है।
(D) CO, N_2 का व्युत्पन्न एवं समइलेक्ट्रॉनिक है $(\sigma 1s)^2\ (\sigma^*1s)^2\ (\sigma 2s)^2\ (\sigma^*2s)^2\ (\pi 2p^2_x = \pi 2p^2_y)\ (\sigma 2p_z)^2$ और कोई अयुग्मित इलेक्ट्रॉन नहीं है।

B-3.

	O_2	O_2^-	O_2^{2-}	O_2^+
Bond Order	2	1.5	1	2.5

हल.

बन्ध क्रम	O_2	O_2^-	O_2^{2-}	O_2^+
	2	1.5	1	2.5

B-5. From MOT & bond order values.
MOT व बंध क्रम मानो से

C-1. The strength of metallic bonds depends upon the number of mobile electron(s) per atom. Sodium has only one mobile electron per atom where as iron has 8 mobile electrons per atom.
किसी भी धात्विक बंध की प्रबलता इस बात पर निर्भर करती है कि उसमें प्रति परमाणु गतिशील इलेक्ट्रॉन कितने है। Na में प्रति परमाणु मात्र एक तथा आयरन में प्रति परमाणु आठ (8) गतिशील इलेक्ट्रॉन हैं।

C-2. Electron sea model of metallic bonding.
धात्विक बंध का इलेक्ट्रॉन समुद्र मॉडल।

C-3. Cu, Ag, Zn are solids at room temperature where as mercury is liquid.
Cu,Ag, Zn कमरे के ताप पर ठोस है जबकि मर्करी द्रव है।

EXERCISE # 2

PART – I (भाग - I)

1. $(\sigma 1s)^2\ (\sigma^*1s)^2\ (\sigma 2s)^2\ (\sigma^*2s)^2\ (\pi 2p^2_x = \pi 2p^2_y)\ (\sigma 2p_z)^2$; number of anti bonding electrons in N_2 is 4.
* represents antibonding molecular orbitals.

हल : $(\sigma 1s)^2\ (\sigma^*1s)^2\ (\sigma 2s)^2\ (\sigma^*2s)^2\ (\pi 2p^2_x = \pi 2p^2_y)\ (\sigma 2p_z)^2$; N_2 में प्रतिबंधी इलेक्ट्रॉन की संख्या 4 है।
* प्रतिबंधी आण्विक कक्षक को दर्शाता है।

2. B.O. बंध क्रम $= \frac{10-4}{2} = \frac{6}{2} = 3$

3. $H_{e_2}^+ = (\sigma_1 s^2)(\sigma_1^* s^1)$ B.O. $= \frac{2-1}{2} = \frac{1}{2}$

$H_{e_2}^+ = (\sigma_1 s^2)(\sigma_1^* s^1)$ बंध क्रम $= \frac{2-1}{2} = \frac{1}{2}$

4. $B_2 : (\sigma_1 s)^2(\sigma^*_1 s)^2(\sigma^* 2s)^2(\sigma^* 2s)^2(\pi 2P_x^1 = \pi 2P_y^1)$

B.O. बंध क्रम $= \frac{5-4}{2} = \frac{1}{2} > 0$

Rest all have zero B.O.
बाकी सभी के बंध क्रम 0 है।

5. (A) O_2^- B.O = 1½ (B) O_2 B.O = 2 (C) O_2^+ = 2½ (D) O_2^{2-} = 1

Bond order $\propto \frac{1}{\text{bond length}}$ (बंध क्रम $\propto \frac{1}{\text{बंध लम्बाई}}$.)

6. B.O. $\propto \frac{1}{\text{Bond length}}$ (बंध क्रम $\propto \frac{1}{\text{बंध लम्बाई}}$)

7.

	NO^- >	NO >	NO^+	(bond length)
Bond order	2.0	2.5	3	
	H_2 >	H_2^+ >	He_2^+	(bond energy)
Bond order	1	0.5	0.5	

(In He_2^+ more electron in antibonding MO's)

	NO_2^+ >		NO_2 >	NO_2^- (bond angle)
Bond angle	180º	133º	115º	
	O_2^{2-} <	O_2^+ <	O_2	(paramagnetic moment)
No. of unpaired e^-	0	1	2	

हल:

	NO^- >	NO >	NO^+	(बंध लम्बाई)
बंध क्रम	2.0	2.5	3	
	H_2 >	H_2^+ >	He_2^+	(बंध ऊर्जा)
बंध क्रम	1	0.5	0.5	

(He_2^+ में, आबन्धी MO's में अधिक इलेक्ट्रॉन होते है।)

	NO_2^+ >	NO_2 >	NO_2^-	(बंध कोण)
बंध कोण	180º	133º	115º	
	O_2^{2-} <	O_2^+ <	O_2	(अनुचुम्बकीय आघूर्ण)
अयुग्मित इलेक्ट्रॉनों की संख्या	0	1	2	

8. He_2^+ bond order = $\frac{2-1}{2}=\frac{1}{2}$; O_2^- bond order = $\frac{10-7}{2}=1.5$

C_2 bond order = $\frac{8-4}{2}=2$; NO bond order = $\frac{10-5}{2}=2.5$

Bond order $\propto$ bond dissociation energy.

हल. He_2^+ बन्ध क्रम = $\frac{2-1}{2}=\frac{1}{2}$; O_2^- बन्ध क्रम = $\frac{10-7}{2}=1.5$

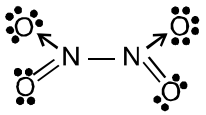
C_2 बन्ध क्रम = $\frac{8-4}{2}=2$; NO बन्ध क्रम = $\frac{10-5}{2}=2.5$

बन्ध क्रम $\propto$ बन्ध वियोजन ऊर्जा

9. $N_2 : (\sigma 1s)^2 (\sigma^* 1s)^2 (\sigma 2s)^2 (\sigma^* 2s)^2 (\pi 2p^2_x = \pi 2p^2_y) (\sigma 2p_z)^2$
The bond order of N_2 is 1/2(10 – 4) = 3.
$N_2^+ : (\sigma 1s)^2 (\sigma^* 1s)^2 (\sigma 2s)^2 (\sigma^* 2s)^2 (\pi 2p^2_x = \pi 2p^2_y) (\sigma 2p_z)^1$
The bond order of N_2^+ is 1/2(9 – 4) = 2.5.
$O_2 : (\sigma 1s)^2 (\sigma^* 1s)^2 (\sigma 2s)^2 (\sigma^* 2s)^2 (\sigma 2p_z)^2 (\pi 2p^2_x = \pi 2p^2_y) (\pi^* 2p_x^1 = \pi^* 2p^1_y)$
The bond order of O_2 1/2(10 – 6) = 2.
$O_2^- : (\sigma 1s)^2 (\sigma^* 1s)^2 (\sigma 2s)^2 (\sigma^* 2s)^2 (\sigma 2p_z)^2 (\pi 2p^2_x = \pi 2p^2_y) (\pi^* 2p_x^2 = \pi^* 2p^1_y)$
The bond order of O_2 1/2(10 – 7) = 1.5.
NO^+ derivative of O_2 and isoelectronic with O_2^{2+} ; so $(\sigma 1s)^2 (\sigma^* 1s)^2 (\sigma 2s)^2 (\sigma^* 2s)^2 (\sigma 2p_z)^2 (\pi 2p^2_x = \pi 2p^2_y)$
The bond order of NO^+ 1/2(10 – 4) = 3.
NO derivative of O_2 and isoelectronic with O_2^+; $(\sigma 1s)^2 (\sigma^* 1s)^2 (\sigma 2s)^2 (\sigma^* 2s)^2 (\sigma 2p_z)^2 (\pi 2p^2_x = \pi 2p^2_y)$, $(\pi^* 2px)^1$
The bond order of NO is 1/2(10 – 5) = 2.5.
Bond order $\propto$1/bond length $\propto$ bond dissociation energy.

हल : $N_2 : (\sigma 1s)^2 (\sigma^* 1s)^2 (\sigma 2s)^2 (\sigma^* 2s)^2 (\pi 2p^2_x = \pi 2p^2_y) (\sigma 2p_z)^2$
N_2 (नाइट्रोजन) का बंध क्रम है 1/2(10 – 4) = 3.
$N_2^+ : (\sigma 1s)^2 (\sigma^* 1s)^2 (\sigma 2s)^2 (\sigma^* 2s)^2 (\pi 2p^2_x = \pi 2p^2_y) (\sigma 2p_z)^1$
N_2^+ का बंधक्रम है। 1/2(9 – 4) = 2.5.
$O_2 : (\sigma 1s)^2 (\sigma^* 1s)^2 (\sigma 2s)^2 (\sigma^* 2s)^2 (\sigma 2p_z)^2 (\pi 2p^2_x = \pi 2p^2_y) (\pi^* 2p_x^1 = \pi^* 2p^1_y)$
ऑक्सीजन O_2 का बंध क्रम है। 1/2(10 – 6) = 2.
$O_2^- : (\sigma 1s)^2 (\sigma^* 1s)^2 (\sigma 2s)^2 (\sigma^* 2s)^2 (\sigma 2p_z)^2 (\pi 2p^2_x = \pi 2p^2_y) (\pi^* 2p_x^2 = \pi^* 2p^1_y)$
O_2 का बंध क्रम है। 1/2(10 – 7) = 1.5.
NO^+ जो O_2 का व्युत्पन्न है और O_2^{2+}; से समइलेक्ट्रोनिक है, $(\sigma 1s)^2 (\sigma^* 1s)^2 (\sigma 2s)^2 (\sigma^* 2s)^2 (\sigma 2p_z)^2 (\pi 2p^2_x = \pi 2p^2_y)$
NO^+ का बंध क्रम है 1/2(10 – 4) = 3.
NO जो O_2 का व्युत्पन्न है तथा O_2^+ ; $(\sigma 1s)^2 (\sigma^* 1s)^2 (\sigma 2s)^2 (\sigma^* 2s)^2 (\sigma 2p_z)^2 (\pi 2p^2_x = \pi 2p^2_y)$, $(\pi^* 2px)^1$
NO का बंध क्रम है is 1/2(10 – 5) = 2.5.
बंध क्रम $\propto$1/बंध लम्बाई $\propto$ बंध वियोजन ऊर्जा।

10. N_2O_4



O_2^-, NO_2 and ClO_2 are odd electron species. (O_2^-, NO_2 तथा ClO_2 के पास अयुग्मित e^- है।)

11. Metallic bond results from the electrical attractions among positively charged metal ions and mobile, delocalised electrons belonging to the crystal as a whole.

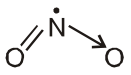
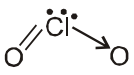
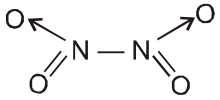
हल : धनआवेशित धात्विक आयनों तथा गतिशील विस्थानीकृत इलेक्ट्रॉन के मध्य वैद्युत आकर्षण के फलस्वरूप धात्विक बंध बनता है।

PART – II (भाग - II)

1. N_2^+, N_2^-, O_2^+, C_2^+ have fractional bond order.
Sol. N_2^+, N_2^-, O_2^+, C_2^+ भिन्नात्मक बंध कोण रखते है।

PART – III (भाग - III)

1. O_2^{2+} bond order = 3, NO^+ bond order = 3, CN^- bond order = 3, CN^+ bond order = 2
O_2^{2+} बंध क्रम = 3, NO^+ बंध क्रम = 3, CN^- बंध क्रम = 3, CN^+ बंध क्रम = 2

2. (A) $:\dot{N}=O$ (B)  (C)  (D) 

3. In FO^+ total no. of electrons = 16, so bond order will be 2.
In FO^- total number of electrons = 18, so bond order will be 1.
हल. FO^+ में कुल इलेक्ट्रॉनों की संख्या = 16, अतः बन्ध क्रम 2 होगा।
FO^- में कुल इलेक्ट्रॉनों की संख्या 18 है, अतः बन्ध क्रम 1 होगा।

4. (A) $O_2^+ : (\sigma 1s)^2\ (\sigma^*1s)^2\ (\sigma 2s)^2\ (\sigma^*2s)^2\ (\sigma 2p_z)^2\ (\pi 2p^2_x = \pi 2p^2_y)\ (\pi^*2p_x^1 = \pi^*2p_y)$
(B) NO is derivative of O_2: $NO(O_2^+)\ (\sigma 1s)^2\ (\sigma^*1s)^2\ (\sigma 2s)^2\ (\sigma^*2s)^2\ (\sigma 2p_z)^2\ (\pi 2p^2_x = \pi 2p^2_y)\ (\pi^*2p_x^1 = \pi^*2p_y)$
(C) $O_2^- : (\sigma 1s)^2\ (\sigma^*1s)^2\ (\sigma 2s)^2\ (\sigma^*2s)^2\ (\sigma 2p_z)^2\ (\pi 2p^2_x = \pi 2p^2_y)\ (\pi^*2p_x^2 = \pi^*2p^1_y)$
(D) $B_2 : (\sigma 1s)^2\ (\sigma^*1s)^2\ (\sigma 2s)^2\ (\sigma^*2s)^2\ (\pi 2p^1_x = \pi 2p^1_y)\ (\sigma p_z)^0$
हल. (A) $O_2^+ : (\sigma 1s)^2\ (\sigma^*1s)^2\ (\sigma 2s)^2\ (\sigma^*2s)^2\ (\sigma 2p_z)^2\ (\pi 2p^2_x = \pi 2p^2_y)\ (\pi^*2p_x^1 = \pi^*2p_y)$
(B) NO, O_2 का व्युत्पन्न है : $NO(O_2^+)\ (\sigma 1s)^2\ (\sigma^*1s)^2\ (\sigma 2s)^2\ (\sigma^*2s)^2\ (\sigma 2p_z)^2\ (\pi 2p^2_x = \pi 2p^2_y)\ (\pi^*2p_x^1 = \pi^*2p_y)$
(C) $O_2^- : (\sigma 1s)^2\ (\sigma^*1s)^2\ (\sigma 2s)^2\ (\sigma^*2s)^2\ (\sigma 2p_z)^2\ (\pi 2p^2_x = \pi 2p^2_y)\ (\pi^*2p_x^2 = \pi^*2p^1_y)$
(D) $B_2 : (\sigma 1s)^2\ (\sigma^*1s)^2\ (\sigma 2s)^2\ (\sigma^*2s)^2\ (\pi 2p^1_x = \pi 2p^1_y)\ (\sigma p_z)^0$

5. Facts तथ्य।

6. Facts तथ्य।

7. Facts तथ्य।

PART – IV (भाग - IV)

1. (A)

	Bond Order	Internuclear Distance (pm)	Number of unpaired(s) Electrons /Magnetic property
O_2^+ (dioxygenyl)	2.5	112.3	1 (paramagnetic)
O_2 (dioxygen)	2.0	120.07	2 (paramagnetic)
O_2^- (superoxide)	1.5	128	1(paramagnetic)
O_2^{2-} (peroxide)	1.0	149	0 (diamagnetic)

Bond order $\propto$ stability (i.e., bond strength)
(B) **Helium molecule (He_2) :** $He_2 : (\sigma 1s)^2\ (\sigma^*1s)^2$
Bond order of He_2 is $\frac{1}{2}(2-2) = 0$
The molecular orbital description of He_2 predicts two electrons in a bonding orbital and two electrons in an antibonding orbital, with a bond order of zero - in other words, no bond. The noble gas He has not significant tendency to form diatomic molecules and, like the other noble gases, exists in the form of free atoms.
(C) **Carbon molecule (C_2) :** $(\sigma 1s)^2\ (\sigma^*1s)^2\ (\sigma 2s)^2\ (\sigma^*2s)^2\ (\pi 2p^2_x = \pi 2p^2_y)$ or KK $(\sigma 2s)^2\ (\sigma^*2s)^2\ (\pi 2p^2_x = \pi 2p^2_y)$
Lithium molecule (Li_2) : $(\sigma 1s)^2\ (\sigma^*1s)^2\ (\sigma 2s)^2$
Peroxide (O_2^{2-}) : $(\sigma 1s)^2\ (\sigma^*1s)^2\ (\sigma 2s)^2\ (\sigma^*2s)^2\ (\sigma 2p_z)^2\ (\pi 2p^2_x = \pi 2p^2_y)\ (\pi^*2p_x^2 = \pi^*2p^2_y)$
As all electrons are paired so C_2, Li_2 and O_2^{2-} are diamagnetic.
(D) **Fluorine molecule (F_2) :** $(\sigma 1s)^2\ (\sigma^*1s)^2\ (\sigma 2s)^2\ (\sigma^*2s)^2\ (\sigma 2p_z)^2\ (\pi 2p^2_x = \pi 2p^2_y)\ (\pi^*2p_x^2 = \pi^*2p^2_y)$

Sol. (A)

	आबंध क्रम	अन्तरनाभिकीय दूरी (pm)	अयुग्मित इलेक्ट्रॉनों की संख्या/चुम्बकीय गुण
O_2^+ (ऑक्सीजिनाइल)	2.5	112.3	1 (अनुचुम्बकीय)
O_2 (डाइऑक्सीजिन)	2.0	120.07	2 (अनुचुम्बकीय)
O_2^- (सुपरऑक्साइड)	1.5	128	1 (अनुचुम्बकीय)
O_2^{2-} (परऑक्साइड)	1.0	149	0 (प्रतिचुम्बकीय)

आबंध क्रम स्थायित्व (अर्थात् आबंध सामर्थ्य)

(B) **हीलियम अणु (He_2) :** $He_2 : (\sigma 1s)^2 (\sigma^* 1s)^2$

He_2 का बंध क्रम ½(2 – 2) = 0 हैं।

He_2 अणु के आण्विक कक्षक वर्णन में, दो इलेक्ट्रॉन बंधी कक्षक में तथा दो इलेक्ट्रॉन प्रतिबंधी कक्षक में उपस्थित है। इसका बंध क्रम शून्य होता है। दूसरे शब्दों में कोई बंध नहीं बनता हैं। अन्य नोबल गैसों के समान अक्रिय/नोबल गैस He भी द्विपरमाणुक अणु में अस्तित्व नहीं रखता हैं तथा एकल परमाणु के रूप में अस्तित्व रखता हैं।

(C) **कार्बन अणु (C_2) :** $(\sigma 1s)^2 (\sigma^* 1s)^2 (\sigma 2s)^2 (\sigma^* 2s)^2 (\pi 2p^2_x = \pi 2p^2_y)$ or KK $(\sigma 2s)^2 (\sigma^* 2s)^2 (\pi 2p^2_x = \pi 2p^2_y)$

लिथियम अणु (Li_2) : $(\sigma 1s)^2 (\sigma^* 1s)^2 (\sigma 2s)^2$

परऑक्साइड (O_2^{2-}) : $(\sigma 1s)^2 (\sigma^* 1s)^2 (\sigma 2s)^2 (\sigma^* 2s)^2 (\sigma 2p_z)^2 (\pi 2p^2_x = \pi 2p^2_y) (\pi^* 2p_x^2 = \pi^* 2p^2_y)$

चूंकि सभी इलेक्ट्रॉन युग्मित है, अतः C_2, Li_2 तथा O_2^{2-} प्रतिचुम्बकीय हैं।

(D) **फ्लोरीन अणु (F_2) :** $(\sigma 1s)^2 (\sigma^* 1s)^2 (\sigma 2s)^2 (\sigma^* 2s)^2 (\sigma 2p_z)^2 (\pi 2p^2_x = \pi 2p^2_y) (\pi^* 2p_x^2 = \pi^* 2p^2_y)$

2. (D) It is correct statement. (D) यह सही कथन सही हैं।

3. **(B) Oxygen molecule (O_2) :** $(\sigma 1s)^2 (\sigma^* 1s)^2 (\sigma 2s)^2 (\sigma^* 2s)^2 (\sigma 2p_z)^2 (\pi 2p^2_x = \pi 2p^2_y) (\pi^* 2p_x^1 = \pi^* 2p^1_y)$

Bond order = 1/2(10 – 6) = 2.0,

$O_2^+ : (\sigma 1s)^2 (\sigma^* 1s)^2 (\sigma 2s)^2 (\sigma^* 2s)^2 (\sigma 2p_z)^2 (\pi 2p^2_x = \pi 2p^2_y) (\pi^* 2p_x^1 = \pi^* 2p^0_y)$

Bond order = 1/2(10 – 5) = 2.5.

Nitrogen molecule (N_2) : $(\sigma 1s)^2 (\sigma^* 1s)^2 (\sigma 2s)^2 (\sigma^* 2s)^2 (\pi 2p^2_x = \pi 2p^2_y) (\sigma 2p_z)^2$

The bond order of N_2 is 1/2(10 – 4) = 3.

N_2^+ : $(\sigma 1s)^2 (\sigma^* 1s)^2 (\sigma 2s)^2 (\sigma^* 2s)^2 (\pi 2p^2_x = \pi 2p^2_y) (\sigma 2p_z)^1$

Bond order = 1/2(9 – 4) = 2.5.

हल. **(B) ऑक्सीजन अणु (O_2) :** $(\sigma 1s)^2 (\sigma^* 1s)^2 (\sigma 2s)^2 (\sigma^* 2s)^2 (\sigma 2p_z)^2 (\pi 2p^2_x = \pi 2p^2_y) (\pi^* 2p_x^1 = \pi^* 2p^1_y)$

बंध क्रम = 1/2(10 – 6) = 2.0,

$O_2^+ : (\sigma 1s)^2 (\sigma^* 1s)^2 (\sigma 2s)^2 (\sigma^* 2s)^2 (\sigma 2p_z)^2 (\pi 2p^2_x = \pi 2p^2_y) (\pi^* 2p_x^1 = \pi^* 2p^0_y)$

बंध क्रम = 1/2(10 – 5) = 2.5.

नाइट्रोजन अणु (N_2) : $(\sigma 1s)^2 (\sigma^* 1s)^2 (\sigma 2s)^2 (\sigma^* 2s)^2 (\pi 2p^2_x = \pi 2p^2_y) (\sigma 2p_z)^2$

N_2 का बंध क्रम 1/2(10 – 4) = 3 हैं।

N_2^+ : $(\sigma 1s)^2 (\sigma^* 1s)^2 (\sigma 2s)^2 (\sigma^* 2s)^2 (\pi 2p^2_x = \pi 2p^2_y) (\sigma 2p_z)^1$

बंध क्रम = 1/2(9 – 4) = 2.5.

(9-11). $B_2 \rightarrow (10\ e)$ $\quad \overset{2}{\sigma 1s} < \overset{2}{\sigma^* 1s} < \overset{2}{\sigma 2s} < \overset{2}{\sigma^* 2s} < (\overset{1}{\pi 2p_x} = \overset{1}{\pi 2p_y}) < \sigma^* 2p_z.$

$N_b = 6\ e, N_a = 4$, B.O. $= \dfrac{N_b - N_a}{2} = \dfrac{6-4}{2} = 1$

And S.P. mixing occurs, Paramagnetic in nature, HOMO is BMO.

(तथा S.P. सम्मिश्रण प्राप्त होता है, अनुचुम्बकीय प्रकृति, HOMO, BMO है।)

$O_2^+ \rightarrow (15\ e)$ $\quad \overset{2}{\sigma 1s} < \overset{2}{\sigma^* 1s} < \overset{2}{\sigma 2s} < \overset{2}{\sigma^* 2s} < \overset{2}{\sigma 2p_z} < (\overset{2}{\pi 2p_x} = \overset{2}{\pi 2p_y}) < (\overset{1}{\pi^* 2p_x} = \pi^* 2p_y) < \sigma^* 2p_z$

$N_b = 10\ e, N_a = 5$, B.O. $= \dfrac{N_b - N_a}{2} = \dfrac{10-5}{2} = 2.5$

And no S.P. mixing occur, Paramagnetic in nature, HOMO is ABMO.

(तथा S.P. सम्मिश्रण प्राप्त नहीं होता है, अनुचुम्बकीय प्रकृति, HOMO, ABMO है।)

$F_2 \rightarrow (18\ e)$ $\quad \sigma 1s^2 < \sigma^* 1s^2 < \sigma 2s^2 < \sigma^* 2s^2 < \sigma 2p_z^2 < (\pi 2p_x^2 = \pi 2p_y^2) < (\pi^* 2p_x^2 = \pi^* 2p_y^2) < \sigma^* 2p_z$

$N_b = 10\ e,\ N_a = 8$, B.O. $= \frac{N_b - N_a}{2} = \frac{10-8}{2} = 1$

And no S.P. mixing occur, Diamagnetic in nature, HOMO is ABMO
(तथा S.P. सम्मिश्रण प्राप्त होता है, प्रतिचुम्बकीय प्रकृति, HOMO, ABMO है।)

$C_2 \rightarrow (12\ e)$ $\quad \sigma 1s^2 < \sigma^* 1s^2 < \sigma 2s^2 < \sigma^* 2s^2 < (\pi 2p_x^2 = \pi 2p_y^2) < \sigma^* 2p_z$.

$N_b = 8\ e,\ N_a = 4$, B.O. $= \frac{N_b - N_a}{2} = \frac{8-4}{2} = 2$

And S.P. mixing occur, Diamagnetic in nature, HOMO is BMO.
(तथा S.P. सम्मिश्रण प्राप्त होता है, प्रतिचुम्बकीय प्रकृति, HOMO, BMO है।)

EXERCISE # 3

PART – I (भाग - I)

2. O_2^- is derivative of O_2 and has 17 electrons. So its molecular orbital electronic configuration is

$\sigma_{1s^2}\ \sigma^*_{1s^2}\ \sigma_{2s^2}\ \sigma^*_{2s^2}\ \sigma_{2p_z^2}\ \pi_{2p_x^2}\ \pi_{2p_y^2}\ \pi^*_{2p_x^2}\ \pi^*_{2p_y^1}$

As it contains one unpaired electron in $\pi^*2p_y^1$ molecular orbital so it is paramagnetic. Rest all species have paired electrons so diamagnetic.

हल. O_2^- , O_2 का व्युत्पन्न होता है व 17 e^- रखता है। इसलिए इसका अणु कक्षक इलेक्ट्रॉनिक विन्यास हैं।

$\sigma_{1s^2}\ \sigma^*_{1s^2}\ \sigma_{2s^2}\ \sigma^*_{2s^2}\ \sigma_{2p_z^2}\ \pi_{2p_x^2}\ \pi_{2p_y^2}\ \pi^*_{2p_x^2}\ \pi^*_{2p_y^1}$

चूंकि यह $\pi^*2p_y^1$ अणुकक्षक में एक अयुग्मित इलेक्ट्रॉन रखता है इसलिए यह अनुचुम्बकीय होता है। बाकी सभी युग्मित इलेक्ट्रॉन रखते है इसलिए प्रतिचुम्बकीय होते है।

3. Molecular orbital electronic configuration is $\sigma_{1s^2}\ \sigma^*_{1s^2}\ \sigma_{2s^2}\ \sigma^*_{2s^2}\ \sigma_{2p_z^2}\ \pi_{2p_x^2}\ \pi_{2p_y^2}\ \pi^*_{2p_x^1}\ \pi^*_{2p_y^0}$

As it contains one unpaired electron it is paramagnetic and bond order = (10 – 5) / 2 = 2.5 (O_2 = 2.0).

हल. आण्विक कक्षक इलेक्ट्रॉनिक विन्यास $\sigma_{1s^2}\ \sigma^*_{1s^2}\ \sigma_{2s^2}\ \sigma^*_{2s^2}\ \sigma_{2p_z^2}\ \pi_{2p_x^2}\ \pi_{2p_y^2}\ \pi^*_{2p_x^1}\ \pi^*_{2p_y^0}$ है।

इसमें एक अयुग्मित इलेक्ट्रॉन होता है। अतः यह अनुचुम्बकीय है और बन्ध क्रम = (10 – 5) / 2 = 2.5 (O_2 = 2.0).

5. Bond order $= \frac{N_b - N_a}{2}$

CO = $\sigma_{1s^2}\ \sigma^*_{1s^2}\ \sigma_{2s^2}\ \sigma^*_{2s^2}\ \pi_{2p_x^2}\ \pi_{2p_y^2}\ \sigma_{2p_z^2}$

Bond order of CO = 10 – 4 / 2 = 3

NO^- $\equiv \sigma_{1s^2}\ \sigma^*_{1s^2}\ \sigma_{2s^2}\ \sigma^*_{2s^2}\ \sigma_{2p_z^2}\ \pi_{2p_x^2}\ \pi_{2p_y^2}\ \pi^*_{2p_x^1}\ \pi^*_{2p_y^1}$

Bond order of NO^- = 10 – 6 / 2 = 2

NO^+ $\equiv \sigma_{1s^2}\ \sigma^*_{1s^2}\ \sigma_{2s^2}\ \sigma^*_{2s^2}\ \sigma_{2p_z^2}\ \pi_{2p_x^2}\ \pi_{2p_y^2}$

Bond order of NO^+ = 10 – 4 / 2 = 3

CN^- $\equiv \sigma_{1s^2}\ \sigma^*_{1s^2}\ \sigma_{2s^2}\ \sigma^*_{2s^2}\ \pi_{2p_x^2}\ \pi_{2p_y^2}\ \sigma_{2p_z^2}$

Bond order of CN^- = 10 – 4 / 2 = 3

N_2 $\equiv \sigma_{1s^2}\ \sigma^*_{1s^2}\ \sigma_{2s^2}\ \sigma^*_{2s^2}\ \pi_{2p_x^2}\ \pi_{2p_y^2}\ \sigma_{2p_z^2}$

Bond order of N_2 = 10 – 4 / 2 = 3.

हल. बन्ध क्रम = $\frac{N_b - N_a}{2}$

CO = $\sigma_{1s^2}\ \sigma^*_{1s^2}\ \sigma_{2s^2}\ \sigma^*_{2s^2}\ \pi_{2p_x^2}\ \pi_{2p_y^2}\ \sigma_{2p_z^2}$

CO में बन्ध क्रम = 10 – 4 / 2 = 3

NO^- ≡ $\sigma_{1s^2}\ \sigma^*_{1s^2}\ \sigma_{2s^2}\ \sigma^*_{2s^2}\ \sigma_{2p_z^2}\ \pi_{2p_x^2}\ \pi_{2p_y^2}\ \pi^*_{2p_x^1}\ \pi^*_{2p_y^1}$

NO^- में बन्ध क्रम = 10 – 6 / 2 = 2

NO^+ ≡ $\sigma_{1s^2}\ \sigma^*_{1s^2}\ \sigma_{2s^2}\ \sigma^*_{2s^2}\ \sigma_{2p_z^2}\ \pi_{2p_x^2}\ \pi_{2p_y^2}$

NO^+ में बन्ध क्रम = 10 – 4 / 2 = 3

CN^- ≡ $\sigma_{1s^2}\ \sigma^*_{1s^2}\ \sigma_{2s^2}\ \sigma^*_{2s^2}\ \pi_{2p_x^2}\ \pi_{2p_y^2}\ \sigma_{2p_z^2}$

CN^- में बन्ध क्रम = 10 – 4 / 2 = 3

N_2 ≡ $\sigma_{1s^2}\ \sigma^*_{1s^2}\ \sigma_{2s^2}\ \sigma^*_{2s^2}\ \pi_{2p_x^2}\ \pi_{2p_y^2}\ \sigma_{2p_z^2}$

N_2 में बन्ध क्रम = 10 – 4 / 2 = 3

6. KO_2 exists as K^+ & O_2^- .
In O_2^-, superoxide ion there are total number of electrons = 16 + 1 = 17.
MOT configuration = $\sigma_{1s^2}\ \sigma^*_{1s^2}\ \sigma_{2s^2}\ \sigma^*_{2s^2}\ \sigma_{2p_z^2}\ \pi_{2p_x^2}\ \pi_{2p_y^2}\ \pi^*_{2p_x^2}\ \pi^*_{2p_y^1}$

O_2^- has one unpaired electron in antibonding $\pi^*2p_y^1$. So it is paramagnetic.

हल. KO_2 , K^+ & O_2^- में रहता है।

O_2^-, सुपर ऑक्साइड आयन में, कुल इलेक्ट्रॉन संख्या = 16 + 1 = 17.

आण्विक कक्षक अभिविन्यास = $\sigma_{1s^2}\ \sigma^*_{1s^2}\ \sigma_{2s^2}\ \sigma^*_{2s^2}\ \sigma_{2p_z^2}\ \pi_{2p_x^2}\ \pi_{2p_y^2}\ \pi^*_{2p_x^2}\ \pi^*_{2p_y^1}$

O_2^- के प्रतिबन्धी आण्विक कक्षक $\pi^*2p_y^1$ में एक अयुग्मित इलेक्ट्रॉन है। अतः यह अनुचुम्बकीय है।

7. **Statement-1 :** Germanium is a semiconductor, where the energy gap between adjacent bands is sufficiently small for thermal energy to be able to promote a small number of electrons from the full valence band to the empty conduction band. This leaves both bands partially filled, so the material can conduct electricity.
Statement-2 : Incorrect statement.

हल. **वक्तव्य-1 :** जर्मोनियम एक अर्द्धचालक है, जिसमे दो समीपवर्ती बैण्ड के मध्य ऊर्जा अन्तराल उस तापीय ऊर्जा की तुलना में, पर्याप्त छोटा होता है जो कि कुछ संख्या में इलेक्ट्रॉन को, पूर्ण पूरित संयोजकता बैण्ड से, रिक्त चालकता बैण्ड में स्थानान्तरित कर सकती है। इस प्रकार दोनों बैण्ड आंशिक रूप से भरे होते है, अतः पदार्थ विद्युत का चालन करता है।
वक्तव्य-2 : कथन सही नहीं है।

8. Due to small size of B, it is very difficult to remove the electrons from boron to form ionic bond as it will require very high energy. On the other hand, due to its very small size having high polarising power causes greater polarisation and eventually significant covalent character according to Fajan's rule.

हल. B के छोटे आकार के कारण, आयनिक बंध का निर्माण के लिए बोरोन से तीन इलैक्ट्रॉन निकालना अधिक कठिन होता है, क्योंकि इसके लिए अधिक ऊर्जा की आवश्यकता होती है। दूसरे शब्दों में, इसके बहुत छोटे आकार के कारण, यह उच्च ध्रुवण क्षमता रखता है। इस कारण यह बहुत अधिक ध्रुवणता उत्पन्न करता है, अतः फॉयान नियम के अनुसार, इसमें सहसंयोजक गुण पाया जाता है।

9. (A) B_2 $\sigma1s^2\ \sigma^*1s^2\ \sigma2s^2\ \sigma^*2s^2\ \pi2p_x^1 = \pi2p_y^1$

Bond order = $\frac{6-4}{2}$ = 1 Paramagnetic with two unpaired electrons.

It undergoes oxidation as well as reduction which can be explained by taking the following reactions.

$2B + 3Cl_2 \longrightarrow 2BCl_3$; $2B + 3Ca \longrightarrow Ca_3B_2$ (boride)

Mixing of 's' and 'p' orbitals takes place.

(B) N_2 $\sigma1s^2\ \sigma^*1s^2\ \sigma2s^2\ \sigma^*2s^2\ \pi2p_x^2 = \pi2p_y^2\ \sigma2p_z^2$

Bond order = $\frac{10-4}{2} = 3$ Diamagnetic

It undergoes oxidation as well as reduction which can be explained by taking the following reactions.

$N_2 + O_2 \longrightarrow 2NO$; $6Li + N_2 \longrightarrow 2Li_3N$

Mixing of 's' and 'p' orbitals takes place.

(C) O_2^- $\sigma1s^2\ \sigma^*1s^2\ \sigma2s^2\ \sigma^*2s^2\ \sigma2p_z^2\ \pi2p_x^2 = \pi2p_x^2\ \pi^*2p_x^2 = \pi^*2p_y^1$

Bond order = $\frac{10-7}{2} = 1.5$ Paramagnetic with one unpaired electron.

It undergoes oxidation as well as reduction which can be explained by taking the following reactions.

$O_2^- \longrightarrow O_2 + e^-$; $O_2^- + e^- \longrightarrow O_2^{2-}$

Mixing of 's' and 'p' orbitals does not take place.

(D) O_2 $\sigma1s^2\ \sigma^*1s^2\ \sigma2s^2\ \sigma^*2s^2\ \sigma2p_z^2\ \pi2p_x^2 = \pi2p_x^2\ \pi^*2p_x^1 = \pi^*2p_y^1$

Bond order = $\frac{10-6}{2} = 2$ Paramagnetic with two unpaired electrons.

It undergoes oxidation as well as reduction which can be explained by taking the following reactions.

$O_2 \longrightarrow O_2^+ + e^-$; $O_2 + e^- \longrightarrow O_2^-$

Mixing of 's' and 'p' orbitals does not take place.

Sol. (A) B_2 $\sigma1s^2\ \sigma^*1s^2\ \sigma2s^2\ \sigma^*2s^2\ \pi2p_x^1 = \pi2p_y^1$

आबन्ध क्रम = $\frac{6-4}{2} = 1$ दो अयुग्मित इलेक्ट्रॉन के साथ अनुचुम्बकीय

इसका ऑक्सीकरण तथा अपचयन होता है जो कि निम्न अभिक्रिया द्वारा समझाया जा सकता है।

$2B + 3Cl_2 \longrightarrow 2BCl_3$; $2B + 3Ca \longrightarrow Ca_3B_2$ (boride)

इसमें 's' तथा 'p' कक्षको का मिश्रण होता है।

(B) N_2 $\sigma1s^2\ \sigma^*1s^2\ \sigma2s^2\ \sigma^*2s^2\ \pi2p_x^2 = \pi2p_y^2\ \sigma2p_z^2$

आबन्ध क्रम = $\frac{10-4}{2} = 3$ प्रतिचुम्बकीय

इसका ऑक्सीकरण तथा अपचयन होता है जो कि निम्न अभिक्रिया द्वारा समझाया जा सकता है।

$N_2 + O_2 \longrightarrow 2NO$; $6Li + N_2 \longrightarrow 2Li_3N$

इसमें 's' तथा 'p' कक्षको का मिश्रण होता है।

(C) O_2^- $\sigma1s^2\ \sigma^*1s^2\ \sigma2s^2\ \sigma^*2s^2\ \sigma2p_z^2\ \pi2p_x^2 = \pi2p_x^2\ \pi^*2p_x^2 = \pi^*2p_y^1$

आबन्ध क्रम = $\frac{10-7}{2} = 1.5$ एक अयुग्मित इलेक्ट्रॉन के साथ अनुचुम्बकीय

इसका ऑक्सीकरण, अपचयन होता है जो कि निम्न अभिक्रिया द्वारा समझाया जा सकता है।

$O_2^- \longrightarrow O_2 + e^-$; $O_2^- + e^- \longrightarrow O_2^{2-}$

इसमें 's' तथा 'p' कक्षको का मिश्रण नहीं होता है।

(D) O_2 $\sigma1s^2\ \sigma^*1s^2\ \sigma2s^2\ \sigma^*2s^2\ \sigma2p_z^2\ \pi2p_x^2 = \pi2p_x^2\ \pi^*2p_x^1 = \pi^*2p_y^1$

आबन्ध क्रम = $\frac{10-6}{2} = 2$ दो अयुग्मित इलेक्ट्रॉन के साथ अनुचुम्बकीय।

इसका ऑक्सीकरण, अपचयन होता है जो कि निम्न अभिक्रिया द्वारा समझाया जा सकता है।

$O_2 \longrightarrow O_2^+ + e^-$; $O_2 + e^- \longrightarrow O_2^-$

इसमें 's' तथा 'p' कक्षको का मिश्रण नहीं होता है।

10. B_2 ; total number of electrons = 10. The MOT electron configuration violating the Hund's rule will be thus:

$\sigma_{1s}^2\ \sigma^*_{1s}{}^2\ \sigma_{2s}^2\ \sigma^*_{2s}{}^2\ \pi_{2p_x}{}^2 = \pi_{2p_y}^0\ \sigma_{2p_z}^0$

So, bond order = $\frac{6-4}{2} = 1$

As all electrons are paired, the molecule is diamagnetic.

Sol. B_2 ; कुल इलेक्ट्रोनों की संख्या = 10. MOT के अनुसार इलेक्ट्रोनिक विन्यास जो हुण्ड नियम का पालन नहीं करता वह है

$$\sigma_{1s}^{2}\ \sigma^{*}_{1s}{}^{2}\ \sigma_{2s}^{2}\ \sigma^{*}_{2s}{}^{2}\ \pi_{2p_x}{}^{2} = \pi_{2p_y}{}^{0}\ \sigma_{2p_z}{}^{0}$$

अतः, बंध क्रम = $\frac{6-4}{2} = 1$

क्योंकि सभी इलेक्ट्रोन युग्मित हैं अतः अणु प्रतिचुम्बकीय है।

11. If 2s-2p mixing is not operative, the increasing order of Molecular orbitals will be :

$\sigma 1s^2, \sigma^*1s^2, \sigma 2s^2, \sigma^*2s^2, \sigma 2P_x^2 \begin{bmatrix} \pi 2p_y^1 \\ \pi 2p_z^1 \end{bmatrix}$

Considering this Be_2 & B_2 become diamagnetic, so does N_2. Only C_2 would be paramagnatic with electronic configuration as above

हल यदि 2s-2p मिश्रण क्रियान्वित नहीं होता है, तो आणविक कक्षकों का आरोही क्रम निम्न होगा :

$\sigma 1s^2, \sigma^*1s^2, \sigma 2s^2, \sigma^*2s^2, \sigma 2P_x^2 \begin{bmatrix} \pi 2p_y^1 \\ \pi 2p_z^1 \end{bmatrix}$

Be_2 व B_2 प्रतिचुम्बकीय है, ऐसा ही N_2 के साथ होता है। केवल उपरोक्त इलेक्ट्रॉनिक विन्यास के साथ C_2 अनुचुम्बकीय होगा।

12. ⟶ It is d–d axial overlap in same phase, so d–d σ bonding.

⟶ It is p & d lateral overlap in same phase, so it is p–d π bonding.

⟶ It is p and d lateral overlap in opposite phase, so it is p–d π antibonding.

⟶ It is d–d axial overlap in opposite phase, so it is d–d σ antibonding.

हल. ⟶ यह समान प्रावस्था में d–d अक्षीय अतिव्यापन रखते है, इसलिए d–d σ बन्धन रखते है।

⟶ यह समान प्रावस्था में p व d समपार्श्विक अतिव्यापन रखते है, इसलिए p–d π बन्धन रखते है।

⟶ यह विपरीत प्रावस्था में p व d समपाशिर्वक अतिवयापन रखते है, इसलिए p–d π प्रतिबन्धित रखते है।

⟶ यह विपरीत प्रावस्था में d–d अक्षीय अतिव्यापन रखते है इसलिए यह d–d σ प्रतिबन्धित रखते है।

13.* (A) C_2^{2-} Total no. of electrons = 14 so it is diamagnetic

(B) O_2^{2+} Bond order = 3; O_2 Bond order = 2

∴ Bond length in O_2^{2+} is less than bond length in O_2.

(C) Bond order of N_2^+ = 2.5

Bond order of He_2^+ = 1/2

∴ Some energy is released during the formation of He_2^+ from two isolated He atoms.

Sol. (A) C_2^{2-} इलेक्ट्रॉनों की कुल संख्या = 14 इसलिए यह प्रतिचुम्बकीय है।

(B) O_2^{2+} बन्ध क्रम = 3; O_2 बन्ध क्रम = 2

∴ O_2^{2+} में बंध लम्बाई O_2 की तुलना में कम होती है।

(C) N_2^+ का बन्ध क्रम = 2.5

He_2^+ का बन्ध क्रम = 1/2

∴ दो He परमाणुओं से He_2^+ के निर्माण के दौरान कुछ ऊर्जा मुक्त होती है।

PART – II (भाग - II)

JEE(MAIN) OFFLINE PROBLEMS

1. O_2 bond order = 2 ; O_2^- bond order = 1.5 ; O_2^{2-} bond order = 1.0 ; O_2^+ bond order = 2.5.

हल. O_2 का बंध क्रम = 2 ; O_2^- का बंध क्रम = 1.5 ; O_2^{2-} का बंध क्रम = 1.0 ; O_2^+ का बंध क्रम = 2.5.

2. NO and NO^+ are derivative of O_2.
NO(isoelectronic with O_2^+) : $(\sigma 1s)^2\ (\sigma^*1s)^2\ (\sigma 2s)^2\ (\sigma^*2s)^2\ (\sigma 2p_z)^2\ (\pi 2p^2_x = \pi 2p^2_y)\ (\pi^*2p_x^1 = \pi^*2p_y)$
Bond order = 1/2(10 – 5) = 2.5.
NO^+(isoelectronic with O_2^{2+}) : $(\sigma 1s)^2\ (\sigma^*1s)^2\ (\sigma 2s)^2\ (\sigma^*2s)^2\ (\sigma 2p_z)^2\ (\pi 2p^2_x = \pi 2p^2_y)\ (\pi^*2p_x = \pi^*2p_y)$
Bond order = 1/2(10 – 4) = 3.
Bond order $\propto$ 1/bond length.
So NO^+ has shorter bond length.

हल : NO तथा NO^+ दोनों O_2 व्युत्पन्न है।
NO (O_2^+ से समइलेक्ट्रॉनिक) : $(\sigma 1s)^2\ (\sigma^*1s)^2\ (\sigma 2s)^2\ (\sigma^*2s)^2\ (\sigma 2p_z)^2\ (\pi 2p^2_x = \pi 2p^2_y)\ (\pi^*2p_x^1 = \pi^*2p_y)$
बंध क्रम = 1/2(10 – 5) = 2.5.
NO^+(O_2^{2+} से समइलेक्ट्रॉनिक) : $(\sigma 1s)^2\ (\sigma^*1s)^2\ (\sigma 2s)^2\ (\sigma^*2s)^2\ (\sigma 2p_z)^2\ (\pi 2p^2_x = \pi 2p^2_y)\ (\pi^*2p_x = \pi^*2p_y)$
बंध क्रम = 1/2(10 – 4) = 3.
बंध क्रम $\propto$ 1/बंध लम्बाई
इसलिए NO^+ में छोटी बंध लम्बाई होती हैं।

3. $He_2^+ \rightarrow \sigma(1s)^2, \sigma^*(1s)^1$, one unpaired electron.
$H_2 \rightarrow (1s)^2, \sigma^*(1s)^0$, no unpaired electron.
$H_2^+ \rightarrow \sigma(1s)^1, \sigma^*(1s)^0$, one unpaired electron.
$H_2^- \rightarrow \sigma(1s)^2, \sigma^*(1s)^1$, one unpaired electron.

Sol. $He_2^+ \rightarrow \sigma(1s)^2, \sigma^*(1s)^1$, एक अयुग्मित इलेक्ट्रॉन।
$H_2 \rightarrow (1s)^2, \sigma^*(1s)^0$, कोई भी अयुग्मित इलेक्ट्रॉन नहीं है।
$H_2^+ \rightarrow \sigma(1s)^1, \sigma^*(1s)^0$, एक अयुग्मित इलेक्ट्रॉन है।
$H_2^- \rightarrow \sigma(1s)^2, \sigma^*(1s)^1$, एक अयुग्मित इलेक्ट्रॉन है।

4. The electronic configuration of oxygen atom is $1s^2, 2s^2, 2p^4$. Each oxygen atom has 8 electrons. Hence in each O_2^{2-} ion there are 16 + 2 = 18 electrons. The electronic configuration of O_2^{2-} ion is

$$KK\sigma\ (2s)^2\ \sigma^*\ (2s)^2\ \pi\ (2p_z)^2\ \pi\ (2p_x)\ p\ (2p_y)^2\pi^*(2p_x)^2\ \pi^*\ (2p_y)^2$$

Here KK represents non-bonding molecular orbital of 1s orbital. O_2^{2-} contains no unpaired electrons.
The electronic configuration of B_2 molecule is

$$KK\ \sigma(2s)^2\ \sigma^*(2s)^2\ \pi(2p_x)^1\ \pi(2p_z)^1$$

it contains 2 unpaired electrons. The electronic configuration of N_2^+ ion is

$$KK\ \sigma(2s)^2\ \sigma^*(2s)^2\ \pi(2p_x)^2\ \sigma(2p_y)^2\ \sigma(2p_z)^1$$

it contains one unpaired electron.
The electronic configuration of O_2 molecule is

$$KK\ \sigma(2s)^2\ \sigma^*(2s)^2\ \pi(2p_x)^2\ \pi(2p_y)^2\ \sigma(2p_z)^2\ \pi^*(2p_x)^1\ \pi^*(2p_y)^1$$

It contains 2 unpaired electron.

Sol. ऑक्सीजन परमाणु का इलेक्ट्रॉनिक विन्यास $1s^2, 2s^2, 2p^4$ है। प्रत्येक ऑक्सीजन परमाणु के पास 8 इलेक्ट्रॉन है। अर्थात् O_2^{2-} के पास 16 +2 = 18 इलेक्ट्रॉन है। O_2^{2-} आयन का इलेक्ट्रॉनिक अभिविन्यास है।

$$KK\sigma\ (2s)^2\ \sigma^*\ (2s)^2\ \pi\ (2p_z)^2\ \pi\ (2p_x)\ p\ (2p_y)^2\pi^*(2p_x)^2\ \pi^*\ (2p_y)^2$$

जहाँ KK, 1s कक्षक के विपरीत बंधी आण्विक कक्षकों को दर्शाता है। O_2^{2-} में कोई भी अयुग्मित इलेक्ट्रॉन नहीं है।
B_2 अणु का इलेक्ट्रॉनिक विन्यास

$$KK\ \sigma(2s)^2\ \sigma^*(2s)^2\ \pi(2p_x)^1\ \pi(2p_z)^1$$

यह 2 अयुग्मित इलेक्ट्रॉन रखता है। N_2^+ आयन का इलेक्ट्रॉनिक विन्यास

$$KK\ \sigma(2s)^2\ \sigma^*(2s)^2\ \pi(2p_x)^2\ \sigma(2p_y)^2\ \sigma(2p_z)^1$$

यह एक अयुग्मित इलेक्ट्रॉन रखता है।
O_2 अणु का इलेक्ट्रॉनिक विन्यास

$$KK\ \sigma(2s)^2\ \sigma^*(2s)^2\ \pi(2p_x)^2\ \pi(2p_y)^2\ \sigma(2p_z)^2\ \pi^*(2p_x)^1\ \pi^*(2p_y)^1$$

यह 2 अयुग्मित इलेक्ट्रॉन रखता है।

5. O_2^{2-} (8 + 8 + 2 = 18) : $\sigma 1s^2\ \sigma^*1s^2\ \sigma 2s^2\ \sigma^*2s^2\ \sigma 2p_z^2\ \pi 2p_x^2\ \pi 2p_y^2\ \pi^*2p_x^2\ \pi^*2p_y^2$;
all electrons are paired. So diamagnetic. (सभी इलेक्ट्रॉन युग्मित है। अतः प्रतिचुम्बकीय है।)

6. Molecular orbital configuration of
आण्विक कक्षक का विन्यास

O_2 $\Rightarrow$ $\sigma 1s^2\sigma^*\ 1s^2\ \sigma 2s^2\ \sigma^*2s^2\ \sigma 2p_z^2\ \pi 2p_y^2\ \pi^*2p^1_x\ \pi^*2p^1_y$
$\Rightarrow$ Paramagnetic अनुचुम्बकीय

बंध कोटि Bond order = $\frac{10-6}{2} = 2$

O_2^+ $\Rightarrow$ $\sigma 1s^2\sigma^*\ 1s^2\sigma\ 2s^2\sigma^*\ 2s^2\sigma\ 2p^2_z\ \pi 2p_x^2\ \pi 2p_y^2\ \pi^*\ 2p^1_x$
$\Rightarrow$ Paramagnetic अनुचुम्बकीय

बंध कोटि Bond order = $\frac{10-5}{2} = 2.5$

N_2 $\Rightarrow$ $\sigma 1s^2\sigma^*\ 1s^2\ \sigma 2s^2\ \sigma^*2s^2\ \pi 2p^2_x\ \pi 2p^2_y\ \sigma 2p^2_z$
$\Rightarrow$ paramagnetic अनुचुम्बकीय

बंध कोटि Bond order = $\frac{10-4}{2} = 3$

N_2^+ $\Rightarrow$ $\sigma 1s^2\ \sigma^*\ 1s^2\ \sigma 2s^2\ \sigma^*\ 2s^2\ \pi 2p^2_x\ \pi 2p^2_y\ \sigma 2p^1_z$
$\Rightarrow$ Paramagnetic अनुचुम्बकीय

बंध कोटि Bond order = $\frac{9-4}{2} = 2.5$

C_2 $\Rightarrow$ $\sigma 1s^2\ \sigma^*\ 1s^2\ \sigma 2s^2\ \sigma^*\ 2s^2\ \pi 2p^2_x\ \pi 2p^1_y$
$\Rightarrow$ Paramagnetic अनुचुम्बकीय

बंध कोटि Bond order = $\frac{8-4}{2} = 2$

C_2^+ $\Rightarrow$ $\sigma 1s^2\ \sigma^*\ 1s^2\ \sigma 2s^2\ \sigma^*\ 2s^2\ \pi 2p^2_x\ \pi 2p^1_y$
$\Rightarrow$ Paramagnetic अनुचुम्बकीय

बंध कोटि Bond order = $\frac{7-4}{2} = 1.5$

NO $\Rightarrow$ $\sigma 1s^2\ \sigma^*\ 1s^2\sigma\ 2s^2\ \sigma^*\ 2s^2\sigma\ 2p^2_z\ \pi 2p^2_x\ \pi 2p^2_y\ \pi^*\ 2p^1_x$
$\Rightarrow$ Paramagnetic अनुचुम्बकीय

बंध कोटि Bond order = $\frac{10-5}{2} = 2.5$

NO^+ $\Rightarrow$ $\sigma 1s^2\ \sigma^*\ 1s^2\sigma\ 2s^2\ \sigma^*\ 2s^2\ \sigma 2p^2_z\ \pi 2p^2_x\ \pi 2p^2_y$
$\Rightarrow$ Diamagnetic प्रतिचुम्बकीय

बंध कोटि Bond order = $\frac{10-4}{2} = 3.$

7. NO^+ is derivative of O_2 ; NO^+ (isoelectronic with O_2^{2+}) $\sigma 1s^2\ \sigma^*\ 1s^2\sigma\ 2s^2\ \sigma^*\ 2s^2\ \sigma 2p^2_z\ \pi 2p^2_x\ \pi 2p^2_y$

Bond order = $\frac{10-4}{2} = 3.$

CN^- is derivative of N_2 ; CN^- (isoelectronic with N_2) $\sigma 1s^2\ \sigma^*\ 1s^2\sigma\ 2s^2\ \sigma^*\ 2s^2\ \pi 2p^2_x\ \pi 2p^2_y\ \sigma 2p^2_z$

Bond order = $\frac{10-4}{2} = 3.$

NO^+ , O_2 का व्युत्पन्न है ; NO^+ (O_2^{2+} के साथ समइलेक्ट्रॉनिक है) $\sigma 1s^2\ \sigma^*\ 1s^2\sigma\ 2s^2\ \sigma^*\ 2s^2\ \sigma 2p^2_z\ \pi 2p^2_x\ \pi 2p^2_y$

बंध क्रम = $\frac{10-4}{2} = 3.$

CN^- , N_2 का व्युत्पन्न है ; CN^- (N_2 के साथ समइलेक्ट्रॉनिक है) $\sigma 1s^2\ \sigma^*\ 1s^2\sigma\ 2s^2\ \sigma^*\ 2s^2\ \pi 2p^2_x\ \pi 2p^2_y\ \sigma 2p^2_z$

बंध क्रम = $\frac{10-4}{2}$ = 3.

8. Bond Order (बन्ध क्रम)

(1) O_2^+ $\frac{10-5}{2}$ = 2.5

(2) O_2^- $\frac{10-7}{2}$ = 1.5

(3) O_2^{2-} $\frac{10-8}{2}$ = 1

(4) O_2^{2+} $\frac{10-4}{2}$ = 3

Bond order $\propto \frac{1}{bond \quad length}$ (बन्ध क्रम $\propto \frac{1}{\text{बन्ध लम्बाई}}$)

So, O_2^{2+} has the shortest bond length. अतः, O_2^{2+} की बन्ध लम्बाई सबसे कम होगी।

9.* N_2 and C_2 both are diamagnetic
Ans is (1) and (2)
N_2 तथा C_2 दोनों प्रतिचुम्बकीय है।
अतः उत्तर (1) और (2) होगा।

10. H_2^{2+} : Bond order = 0

He_2 : Bond order = $\frac{2-2}{2} = 0$

So, both H_2^{2+} & He_2 do not exist.

हल. H_2^{2+} : बंध क्रम = 0

He_2 : बंध क्रम = $\frac{2-2}{2} = 0$ अतः, H_2^{2+} तथा He_2 दोनों अस्तित्व नहीं रखते है।

11.
Li_2 $\sigma1s^2$ σ^*1s^2 $\sigma2s^2$ Bond order = 1
Li_2^+ $\sigma1s^2$ σ^*1s^2 $\sigma2s^1$ Bond order = 0.5
Li_2^- $\sigma1s^2$ σ^*1s^2 $\sigma2s^2$ σ^*2s^1 Bond order = 0.5
Stability order $Li_2 > Li_2^+ > Li_2^-$

Sol.
Li_2 $\sigma1s^2$ σ^*1s^2 $\sigma2s^2$ बंध क्रम = 1
Li_2^+ $\sigma1s^2$ σ^*1s^2 $\sigma2s^1$ बंध क्रम = 0.5
Li_2^- $\sigma1s^2$ σ^*1s^2 $\sigma2s^2$ σ^*2s^1 बंध क्रम = 0.5
स्थायित्व का क्रम $Li_2 > Li_2^+ > Li_2^-$

12. No of electron in CO = 6 + 8 = 14

(i) CO $\longrightarrow \sigma1S^2, \sigma^*1S^2, \sigma\,2S^2, \sigma^*\,2S^2, \left[\pi2P_x^2 = \pi2P_y^2\right]\sigma2P_Z^2$

All electrons are paired so diamagnetic

(ii) $O_2 \longrightarrow \sigma1S^2, \sigma^*1S^2, \sigma\,2S^2, \sigma^*\,2S^2, \sigma2P_z^2 \left[\pi2P_x^2 = \pi2P_y^2\right], \left[\pi^*2P_x^1 = \pi^*2P_y^1\right]$

Unpaired electron = 2 (Paramagnetic)

(iii) $B_2 \longrightarrow \sigma1S^2, \sigma^*1S^2, \sigma2S^2, \sigma^*2S^2 \left[\pi2P_x^1 = \pi2P_y^1\right]$ (Paramagnetic)

(iv) NO $\longrightarrow \sigma1S^2, \sigma^*1S^2, \sigma2S^2, \sigma^*2S^2, \sigma2P_z^2 \left[\pi2P_x^2 = \pi2P_y^2\right], \left[\pi^*2P_x^1 = \pi^*2P_y^0\right]$ (Paramagnetic)

Sol. CO में इलेक्ट्रोनो की संख्या = 6 + 8 = 14

(i) CO $\longrightarrow \sigma1S^2, \sigma^*1S^2, \sigma\,2S^2, \sigma^*2S^2, \left[\pi2P_x^2 = \pi2P_y^2\right]\sigma2P_Z^2$

सभी इलेक्ट्रॉन युग्मित है। अतः प्रतिचुम्बकीय है।

(ii) $O_2 \longrightarrow \sigma 1S^2, \sigma^*1S^2, \sigma\, 2S^2, \sigma^*2S^2, \sigma 2P_Z^2 \left[\pi 2P_x^2 = \pi 2P_y^2\right], \left[\pi^* 2P_x^1 = \pi^* 2P_y^1\right]$
अयुग्मित इलेक्ट्रॉन = 2 (अनुचुम्बकीय)

(iii) $B_2 \longrightarrow \sigma 1S^2, \sigma^*1S^2, \sigma 2S^2, \sigma^*2S^2 \left[\pi 2P_x^1 = \pi 2P_y^1\right]$ (अनुचुम्बकीय)

(iv) $NO \longrightarrow \sigma 1S^2, \sigma^*1S^2, \sigma 2S^2, \sigma^* 2S^2, \sigma 2P_Z^2 \left[\pi 2P_x^2 = \pi 2P_y^2\right], \left[\pi^* 2P_x^1 = \pi^* 2P_y^0\right]$ (अनुचुम्बकीय)

13. H_2^{2-} have bond order zero $\therefore$ do not exist
H_2^{2-} शुन्य बन्ध क्रम रखता है। अतः अस्तित्व नही है।

$H_2^{2-} \longrightarrow \sigma 1S^2, \sigma^*1S^2$, B.O. $= \frac{2-2}{2} = 0$

JEE(MAIN) ONLINE PROBLEMS

4. Bonding molecular orbital results in increased electron density between nuclei due to constructive interference of combining electron waves.

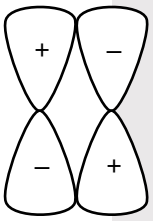
Sol. संयोजी इलेक्ट्रॉन तरंगों का समपोषीय व्यतिकरण के कारण बंधी आण्विक कक्षक (MO) में, नाभिकों के मध्य इलेक्ट्रॉन घनत्व बढ़ता है।

5. $N_2^+ \rightarrow \sigma_{1s^2}, \sigma^*_{1s^2}, \sigma_{2s^2}, \sigma^*_{2s^2}, [\pi^2_{2p_x} = \pi^2_{2p_y}]\sigma^1_{2p_z}$

Number of electron in σ_{2p_z} is 1

σ_{2p_z} में इलेक्ट्रोनों की संख्या = 1

6.



ABMO Anti bonding molecular orbital (π^* bond)
ABMO प्रतिआबंधी आण्विक कक्षक (π^* बंध)

7. $Li_2^+ \rightarrow 5e^-$ $\qquad$ $Li_2^- \rightarrow 7e^-$

$\sigma 1s^2 \sigma^* 1s^2 \sigma 2s^1$ $\qquad$ $\sigma 1s^2 \sigma^* 1s^2 \sigma 2s^2 \sigma^* 2s^1$

B.O. $= \frac{3-2}{2} = \frac{1}{2}$ $\qquad$ B.O. $= \frac{4-3}{2} = \frac{1}{2}$

Li_2^+ & Li_2^- have same bond order since no. of bonding electrons are more than antibonding electrons both are stable.

Li_2^+ तथा Li_2^- समान बंध क्रम रखते है क्योंकि बन्धित इलेक्ट्रॉनों की संख्या प्रतिबन्धित इलेक्ट्रॉनों की संख्या से अधिक होती है। दोनों स्थायी है।

8. NO 15e paramagnetic bond order (15e अनुचुम्बकीय आबंध कोटि) = 2.5
NO^+ 14e diamagnetic bond order (14e प्रतिचुम्बकीय आबंध कोटि) = 3

9. $N_2^+ = kk\ \sigma 2s^2\ \sigma^*2s^2\ \pi 2p_x^2\ p^2{}_x\ \pi 2p_y^2\ \sigma 2p_z^1$

BO = 2.5 = 2 π & $\frac{1}{2}\sigma$