



## Exercise-1

चिन्हित प्रश्न दोहराने योग्य प्रश्न है।

### भाग - I : विषयात्मक प्रश्न (SUBJECTIVE QUESTIONS)

#### खण्ड (A) : आण्विक कक्षक सिद्धान्त (MOT)

A-1. निम्न का बन्ध क्रम ज्ञात कीजिए।

- (a) H<sub>2</sub>                      (b) H<sub>2</sub><sup>+</sup>                      (c) He<sub>2</sub>                      (d) Li<sub>2</sub>                      (e) Be<sub>2</sub>                      (f) B<sub>2</sub>

A-2. निम्न आण्विक कक्षक ऊर्जा स्तर सूत्र से अणु अथवा परमाणु अथवा आयन की पहचान कीजिए। इन प्रजातियों (B<sub>2</sub>, C<sub>2</sub>, O<sub>2</sub><sup>2+</sup>, O<sub>2</sub>, F<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>) में से चयनित कीजिए।

- (a) KK σ(2s)<sup>2</sup> σ\*(2s)<sup>2</sup> π(2p<sub>x</sub>)<sup>1</sup> π(2p<sub>y</sub>)<sup>1</sup>  
 (b) KK σ(2s)<sup>2</sup> σ\*(2s)<sup>2</sup> π(2p<sub>x</sub>)<sup>2</sup> π(2p<sub>y</sub>)<sup>2</sup>  
 (c) KK σ(2s)<sup>2</sup> σ\*(2s)<sup>2</sup> σ(2p<sub>z</sub>)<sup>2</sup> π(2p<sub>x</sub>)<sup>2</sup> π(2p<sub>y</sub>)<sup>2</sup>  
 (d) KK σ(2s)<sup>2</sup> σ\*(2s)<sup>2</sup> σ(2p<sub>z</sub>)<sup>2</sup> π(2p<sub>x</sub>)<sup>2</sup> π(2p<sub>y</sub>)<sup>2</sup> π(2p<sub>x</sub>)<sup>1</sup> π\*(2p<sub>y</sub>)<sup>1</sup>  
 (e) KK σ(2s)<sup>2</sup> σ\*(2s)<sup>2</sup> σ(2p<sub>z</sub>)<sup>2</sup> π(2p<sub>x</sub>)<sup>2</sup> π(2p<sub>y</sub>)<sup>2</sup> π\*(2p<sub>x</sub>)<sup>2</sup> π\*(2p<sub>y</sub>)<sup>2</sup>  
 (f) KK σ(2s)<sup>2</sup> σ\*(2s)<sup>2</sup> π(2p<sub>y</sub>)<sup>2</sup> π(2p<sub>x</sub>)<sup>2</sup> σ(2p<sub>z</sub>)<sup>2</sup>

A-3. यौगिक NO [BF<sub>4</sub>] में रेखांकित प्रजाति का बंध क्रम क्या है ?

#### खण्ड (B) : MOT के अनुप्रयोग

B-1. आप कैसे समझाओगे कि B<sub>2</sub> अणु प्रतिचुम्बकीय नहीं होता है।

B-2. NO<sup>+</sup> इसके परमाणुओं में वियोजित होने के प्रति, NO की तुलना में अधिक स्थायी है, क्यों ?

B-3. निम्न में से कौनसे जिरेड आण्विक कक्षक (gerade molecular orbitals) है ?

- (i) σ\*2s                      (ii) σ2p<sub>z</sub>                      (iii) π2p<sub>y</sub>                      (iv) π\*2p<sub>x</sub>

B-4. निम्न यौगिकों को O-O बन्ध लम्बाई के बढ़ते हुए क्रम में व्यवस्थित कीजिए।

- (i) O<sub>2</sub>                      (ii) O<sub>2</sub>[BF<sub>4</sub>]                      (iii) KO<sub>2</sub>

#### खण्ड (C) : धात्विक बन्ध

C-1. 3d-श्रेणी के तत्वों में जिंक का गलनांक न्यून होता है, क्यों ?

C-2. Be व Li में से किसका गलनांक उच्च होता है व क्यों ?

### भाग - II : केवल एक सही विकल्प प्रकार (ONLY ONE OPTION CORRECT TYPE)

#### खण्ड (A) : आण्विक कक्षक सिद्धान्त (MOT)

A-1. समान परमाणु के परमाण्वीय कक्षक से एक आण्विक कक्षक के निर्माण के दौरान, इलेक्ट्रॉन घनत्व की प्रायिकता निम्न हैं :

- (A) नोडल तल में अशून्य                      (B) नोडल तल में अधिकतम  
 (C) नोडल तल में शून्य                      (D) पाली की सतह पर शून्य

A-2. यदि Z-अक्ष आण्विक अक्ष है, तब π-आण्विक कक्षक किसके अतिव्यापन से बनेगे —

- (A) s + p<sub>z</sub>                      (B) p<sub>x</sub> + p<sub>y</sub>                      (C) p<sub>z</sub> + p<sub>z</sub>                      (D) p<sub>x</sub> + p<sub>x</sub>



- A-3.** बंध क्रम, आण्विक कक्षक सिद्धान्त में एक अवधारणा है। यह बंधी तथा प्रतिबंधी कक्षकों में इलेक्ट्रॉनों की संख्या पर निर्भर करता है। बंध क्रम के सन्दर्भ में कौनसा कथन सही है ?  
 (A) बंध क्रम एक ऋणात्मक मात्रा हो सकती है।  
 (B) बंध क्रम सदैव एक पूर्णांक मान होता है।  
 (C) बंध क्रम धनात्मक या पूर्णांक या भिन्नात्मक मान या शून्य हो सकता है।  
 (D) बंध क्रम एक अशून्य मात्रा है।
- A-4.** निम्न में से किस युग्म के लिए बन्ध-क्रम का मान समान है ?  
 (A)  $N_2^+$  तथा  $O_2^+$  (B)  $F_2$  तथा  $Ne_2$  (C)  $O_2$  तथा  $B_2$  (D)  $C_2$  तथा  $N_2$
- A-5.** निम्न में से कौनसे अणु/आयन  $sp$  मिश्रण दर्शाते हैं ?  
 (A)  $B_2$  (B)  $C_2^{2-}$  (C)  $O_2^+$  (D) (A) व (B) दोनों
- A-6.**  $N_2^{2-}$ ,  $O_2$  तथा  $NO^-$  स्पीशीज के लिए समान अभिलाक्षणिक गुण हैं :  
 (A) बंध क्रम तीन तथा समइलेक्ट्रॉनिक हैं। (B) बंध क्रम दो तथा समइलेक्ट्रॉनिक हैं।  
 (C) बंध क्रम तीन लेकिन समइलेक्ट्रॉनिक नहीं हैं। (D) बंध क्रम दो लेकिन समइलेक्ट्रॉनिक नहीं हैं।
- A-7.** निम्न में से कौनसे आण्विक कक्षक में दो नोडल तल हैं ?  
 (A)  $\sigma 2s$  (B)  $\pi 2p_y$  (C)  $\pi^* 2p_y$  (D)  $\sigma^* 2p_x$

### खण्ड (B) : MOT के अनुप्रयोग

- B-1.** निम्न स्पीशीज में से किसकी बन्ध लम्बाई न्यूनतम है ?  
 (A)  $B_2$  (B)  $C_2$  (C)  $F_2$  (D)  $O_2^-$
- B-2.** निम्न में से कौनसी प्रजाति अनुचुम्बकीय है ?  
 (A)  $NO^-$  (B)  $O_2^{2-}$  (C)  $CN^-$  (D)  $CO$
- B-3.** निम्न अणु/स्पीशीज को उनके बढ़ते हुए बन्ध-क्रम के आधार पर व्यवस्थित किया गया है, सही क्रम को पहचानिये।  
 (I)  $O_2$  (II)  $O_2^-$  (III)  $O_2^{2-}$  (IV)  $O_2^+$   
 (A)  $III < II < I < IV$  (B)  $IV < III < II < I$  (C)  $III < II < IV < I$  (D)  $II < III < I < IV$
- B-4.** निम्न में से अनुचुम्बकीय है  
 (A)  $O_2^-$  (B)  $NO$  (C) (A) तथा (B) दोनों (D)  $CN^-$
- B-5.** बंध वियोजन ऊर्जा के संदर्भ में निम्न में से सही क्रम कौनसा है ?  
 (A)  $N_2^+ > N_2^-$  (B)  $O_2^+ > O_3$  (C)  $NO^+ > NO$  (D) उपरोक्त सभी
- B-6.**  $S_1 : F_2^-$  में HOMO,  $\pi^* 2p_x = \pi^* 2p_y$  आण्विक कक्षक होते हैं।  
 $S_2 : O_2^-$  में बंध क्रम  $O_2^+$  से अधिक होता है।  
 $S_3 : NO^+, N_2^+$  की तुलना में अधिक स्थायी है।  
 $S_4 : C_2, C_2^+$  की तुलना में अधिक स्थायी है।  
 $S_1, S_2, S_3, S_4$  में सत्य या असत्य का क्रम है।  
 (A) FFFT (B) FTFT (C) FTFT (D) FFFT

### खण्ड (C) : धात्विक बन्ध

- C-1.** आयरन, सोडियम से कठोर होता है क्योंकि :  
 (A) आयरन परमाणु छोटे होते हैं। (B) आयरन परमाणु बहुत पास संकुलित होते हैं।  
 (C) सोडियम में धात्विक बन्ध प्रबल होता है। (D) आयरन में धात्विक बन्ध प्रबल होता है।
- C-2.** निम्न में से किस कारण से धातुओं में ससंजक बल प्रबल/अधिक होता है :  
 (A) परमाणुओं के मध्य सहसंयोजक बंध के कारण  
 (B) परमाणुओं के मध्य विद्युत सहसंयोजक लिंकेज के कारण  
 (C) संयोजकता इलेक्ट्रॉनों के विनिमय की हानि के कारण  
 (D) धात्विक कर्नेल के मध्य संयोजी इलेक्ट्रॉन के विस्थानीकरण के कारण



- C-3. निम्न में से न्यूनतम संभावित अन्तर-परमाण्विक बलों वाली धातु है  
 (A) कॉपर (B) सिल्वर (C) जिंक (D) मर्करी

### भाग - III : कॉलम को सुमेलित कीजिए (MATCH THE COLUMN)

1. निम्न को सुमेलित कीजिए।

	कॉलम - I		कॉलम - II
(A)	O <sub>2</sub> तथा NO <sup>-</sup>	(p)	N <sub>2</sub> <sup>+</sup> के समान चुम्बकीय गुण तथा बन्ध क्रम
(B)	O <sub>2</sub> <sup>+</sup> तथा NO	(q)	O <sub>2</sub> के समान बन्धक्रम लेकिन समान चुम्बकीय गुण नहीं
(C)	CO तथा CN <sup>-</sup>	(r)	N <sub>2</sub> <sup>2-</sup> के समान चुम्बकीय गुण तथा बन्ध क्रम
(D)	C <sub>2</sub> तथा CN <sup>+</sup>	(s)	NO <sup>+</sup> के समान चुम्बकीय गुण तथा बन्ध क्रम

## Exercise-2

- चिन्हित प्रश्न दोहराने योग्य प्रश्न है।

### भाग - I : केवल एक सही विकल्प प्रकार (ONLY ONE OPTION CORRECT TYPE)

1. N<sub>2</sub> में प्रतिबंधी (antibonding) इलेक्ट्रॉनों की संख्या है :  
 (A) 4 (B) 10 (C) 12 (D) 14
2. एक द्विपरमाण्विक अणु का आण्विक कक्षक अभिविन्यास निम्न है  

$$\sigma 1s^2 \sigma^* 1s^2 \sigma 2s^2 \sigma^* 2s^2 \sigma 2p_x^2 \begin{cases} \pi 2p_y^2 \\ \pi 2p_z^2 \end{cases}$$
 इसका बंध क्रम है :  
 (A) 3 (B) 2.5 (C) 2 (D) 1
3. He<sub>2</sub><sup>+</sup> अणु आयन का बंध क्रम है।  
 (A) 1 (B) 2 (C) 1/2 (D) 1/4
4. निम्न में से कौनसी स्पीशीज का अस्तित्व होगा ?  
 (A) B<sub>2</sub> (B) Be<sub>2</sub> (C) Ne<sub>2</sub> (D) He<sub>2</sub>
5. निम्न में से किसमें अधिकतम O - O बन्ध लम्बाई है :  
 (A) KO<sub>2</sub> (B) O<sub>2</sub> (C) O<sub>2</sub><sup>+</sup> [AsF<sub>6</sub>]<sup>-</sup> (D) K<sub>2</sub>O<sub>2</sub>
6. निम्न में से कौनसे विकल्प में O-O बंध लम्बाई के बढ़ने का सही क्रम है ?  
 (A) H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> < O<sub>2</sub> < O<sub>3</sub> (B) O<sub>2</sub> < H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> < O<sub>3</sub> (C) O<sub>2</sub> < O<sub>3</sub> < H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> (D) O<sub>3</sub> < H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> < O<sub>2</sub>
7. स्पीशीज के सामने वर्णित किए गए गुणों के संदर्भ में, निम्न में से कौन गलत है ?  
 (A) O<sub>2</sub><sup>2-</sup> > O<sub>2</sub> > O<sub>2</sub><sup>+</sup> [अनुचुम्बकीय आघूर्ण] (B) (NO)<sup>-</sup> > (NO) > (NO)<sup>+</sup> [बन्ध लम्बाई]  
 (C) H<sub>2</sub> > H<sub>2</sub><sup>+</sup> > He<sub>2</sub><sup>+</sup> [बन्ध ऊर्जा] (D) NO<sub>2</sub><sup>+</sup> > NO<sub>2</sub> > NO<sub>2</sub><sup>-</sup> [बन्ध कोण]
8. बन्ध वियोजन ऊर्जा के बढ़ते हुये क्रम के संदर्भ में कौनसा विकल्प सही है ?  
 (A) NO < C<sub>2</sub> < O<sub>2</sub><sup>-</sup> < He<sub>2</sub><sup>+</sup> (B) C<sub>2</sub> < NO < He<sub>2</sub><sup>+</sup> < O<sub>2</sub><sup>-</sup>  
 (C) He<sub>2</sub><sup>+</sup> < O<sub>2</sub><sup>-</sup> < NO < C<sub>2</sub> (D) He<sub>2</sub><sup>+</sup> < O<sub>2</sub><sup>-</sup> < C<sub>2</sub> < NO
9. असत्य वक्तव्य छांटिये।  
 (A) N<sub>2</sub> की वियोजन ऊर्जा N<sub>2</sub><sup>+</sup> से अधिक है। (B) O<sub>2</sub> की वियोजन ऊर्जा O<sub>2</sub><sup>+</sup> से कम होती है।  
 (C) N<sub>2</sub><sup>+</sup> की बन्ध लम्बाई N<sub>2</sub> से कम है। (D) NO<sup>+</sup> की बन्ध लम्बाई NO से कम होती है।
10. प्रजाति जो कि प्रतिचुम्बकीय है :  
 (A) O<sub>2</sub><sup>-</sup> (B) NO<sub>2</sub> (C) ClO<sub>2</sub> (D) N<sub>2</sub>O<sub>4</sub>





11. धात्विक बन्धों में निम्न में से किसको प्रेक्षित किया जाता है ?  
 (A) गतिशील संयोजकता इलेक्ट्रॉन (B) स्थानीयकृत इलेक्ट्रॉन  
 (C) उच्च निर्देशित (दिशात्मक) बन्ध (D) कोई नहीं

### भाग - II : एकल या द्वि-पूर्णांक मान प्रकार (SINGLE OR DOUBLE INTEGER TYPE)

1. निम्न में से कितनी स्पीशीज में भिन्नात्मक बंध कोण उपस्थित है ?  
 (a)  $N_2^+$  (b)  $N_2^-$  (c)  $O_2$  (d)  $O_2^+$   
 (e)  $F_2$  (f)  $B_2$  (g)  $C_2^+$  (h)  $CN^-$  (i)  $NO^+$
2. सही कथनों की संख्या ज्ञात कीजिए :  
 (a)  $N_2^+$  की बंध लम्बाई  $>$   $N_2$  की बंध लम्बाई (b)  $NO^+$  की बंध लम्बाई  $<$   $NO$  की बंध लम्बाई  
 (c)  $CN^-$  की बंध लम्बाई  $<$   $CN$  की बंध लम्बाई (d)  $O_2^-$  की बंध लम्बाई  $<$   $O_2^{2-}$  की बंध लम्बाई  
 (e)  $O_2$  की बंध लम्बाई  $>$   $O_2^+$  की बंध लम्बाई (f)  $B_2$  की बंध लम्बाई  $>$   $B_2^-$  की बंध लम्बाई
3. निम्न में से कितने अन्तर्परिवर्तनों में बंध लम्बाई बढ़ती है ?  
 (i)  $NO \longrightarrow NO^+$  (ii)  $N_2^+ \longrightarrow N_2^-$  (iii)  $O_2 \longrightarrow O_2^+$  (iv)  $H_2 \longrightarrow H_2^+$   
 (v)  $NH_3 \longrightarrow NH_4^+$  (vi)  $NH_3 \longrightarrow NH_2^-$  (vii)  $BF_3 \longrightarrow BF_4^-$
4. निम्न में से कितनी स्पीशीज के बंध क्रम का मान दो से कम है ?  
 (a)  $NO_3^-$  (b)  $CO_3^{2-}$  (c)  $F_2$  (d)  $Cl_2$   
 (e)  $Br_2$  (f)  $O_2^{2-}$  (g)  $O_2^-$  (h)  $N_2^-$   
 (i)  $O_2^{2+}$  (j)  $Li_2^+$  (k)  $He_2^+$

### भाग - III : एक या एक से अधिक सही विकल्प प्रकार

1. निम्न में से किसका बन्ध क्रम तीन है ?  
 (A)  $O_2^{2+}$  (B)  $NO^+$  (C)  $CN^-$  (D)  $CN^+$
2. प्रजाति जो कि अनुचुम्बकीय है :  
 (A)  $NO$  (B)  $NO_2$  (C)  $ClO_2$  (D)  $N_2O_4$
3. निम्न में से कौनसा / कौनसे कथन सही है/हैं ?  
 (A)  $FO^+$  में एक एकल बंध होता है।  
 (B)  $FO^-$  में F तथा O परमाणु  $FO^+$  की तुलना में परस्पर अधिक दुरी पर होते हैं।  
 (C)  $FO^-$  में एक द्विबंध होता है।  
 (D)  $FO^+$  में F-O बंध को वियोजित करने के लिए  $FO^-$  की तुलना में अधिक ऊर्जा की आवश्यकता होती है।
4. निम्न में से किस स्पीशीज में एक अयुग्मित इलेक्ट्रॉन है :  
 (A)  $O_2^+$  (B)  $NO$  (C)  $O_2^-$  (D)  $B_2$
5. सही कथनों की पहचान कीजिए।  
 (A) संक्रमण तत्वों में, वर्ग में, नीचे जाने पर, धात्विक बंध सामर्थ्य में लगभग वृद्धि होती है।  
 (B) क्षारीय धातुओं में, वर्ग में, नीचे जाने पर, धात्विक बंध सामर्थ्य में वृद्धि होती है।  
 (C) क्षारीय धातुओं में, वर्ग में, नीचे जाने पर, धात्विक बंध सामर्थ्य में कमी होती है।  
 (D) संक्रमण तत्वों में, वर्ग में, नीचे जाने पर, धात्विक बंध सामर्थ्य में वृद्धि होती है।
6. धात्विक बंध के बैंड सिद्धान्त के लिए निम्न में से कौनसे कथन सही है।  
 (A) धातुओं में संयोजक बैंड रिक्त अथवा अर्द्धपूरित होता है।  
 (B) धातुओं में चालन बैंड रिक्त होता है।  
 (C) कुचालकों में, चालन बैंड तथा संयोजक बैंड के मध्य ऊर्जा अन्तराल बहुत अधिक होता है।  
 (D) अर्द्धचालकों में, चालन बैंड तथा संयोजक बैंड के मध्य अतिव्यापित पाया जाता है।



7. एक धातु परमाणु तथा इसके गोलीय प्रभावी क्षेत्र में पाये जाने वाला बल, धात्विक बंध कहलाता है। अब इस बल के लिए निम्न में से कौनसा/कौनसे विकल्प सही है/हैं :
- (A) धात्विक बंध की प्रकृति अ-दिशात्मक होती है।  
 (B) धात्विक बंध सहसंयोजक बंध से दुर्बल होते हैं।  
 (C) एक मोल धातु (जैसे कॉपर) को वाष्प प्रावस्था में वाष्पीकृत करने के लिए आवश्यक ऊर्जा, एक मोल सहसंयोजक पदार्थ (जैसे ग्रेफाइट) को वाष्प प्रावस्था में वाष्पीकृत करने के लिए आवश्यक ऊर्जा की तुलना में अधिक होती है।  
 (D) धात्विक बंध में संयोजकता इलेक्ट्रॉन गतिमान होते हैं।

### भाग - IV : अनुच्छेद (COMPREHENSION)

निम्न अनुच्छेद को ध्यानपूर्वक पढ़िये तथा प्रश्नों के उत्तर दीजिए।

#### अनुच्छेद # 1

विभिन्न आण्विक कक्षकों में इलेक्ट्रॉनों के वितरण को अणु का आण्विक इलेक्ट्रॉनिक विन्यास कहा जाता है जो हमें अणुओं के बारे में बहुत महत्वपूर्ण जानकारी देता है।

(A) अणु का स्थायित्व : अणु स्थायी होता है यदि बन्धित आण्विक कक्षक इलेक्ट्रॉनों ( $N_b$ ) की संख्या प्रतिबन्धी आण्विक कक्षक इलेक्ट्रॉनों ( $N_a$ ) की संख्या से अधिक होती है तथा इसका विपरीत भी सत्य होता है।

(B) बन्ध-क्रम : बन्ध-क्रम :  $= \frac{1}{2} (N_b - N_a)$

धनात्मक बन्ध क्रम का अर्थ है, अणु स्थायी अणु होता है जबकि ऋणात्मक अथवा शून्य बन्ध क्रम का अर्थ है, अणु अस्थायी अणु होता है।

(C) बन्ध की प्रकृति : बन्ध क्रम 1, 2, अथवा 3 क्रमशः एकल, द्विबन्ध अथवा त्रिबन्ध से सम्बन्धित हैं

(D) बन्ध क्रम बढ़ने के साथ बन्ध लम्बाई कम होती जाती है।

(E) चुम्बकीय-प्रकृति : एक अणु में यदि आण्विक कक्षक युग्मित इलेक्ट्रॉन से भरे हो, तब पदार्थ प्रतिचुम्बकीय होता है तथा एक अथवा एक से अधिक आण्विक कक्षक एकल इलेक्ट्रॉन (अयुग्मित) से भरे हो, तब यह अनुचुम्बकीय होता है।

1. निम्न में से कौनसा कथन गलत है ?
- (A)  $O_2^+$ ,  $O_2$  तथा  $O_2^-$  में से स्थायित्व का अवरोही क्रम  $O_2^+ > O_2 > O_2^-$  होता है।  
 (B)  $He_2$  अणु नहीं पाया जाता है क्योंकि बन्धित व प्रतिबन्धी कक्षकों का प्रभाव एक-दूसरे को निरस्त कर देते हैं।  
 (C)  $C_2$ ,  $O_2^{2-}$  तथा  $Li_2$  प्रतिचुम्बकीय हैं  
 (D)  $F_2$  अणु में  $\sigma 2p_z$  की ऊर्जा,  $\pi 2p_x$  तथा  $\pi 2p_y$  की अपेक्षा अधिक होती है।
2. ब्रोमीन ( $Br_2$ ) रंगीन होता है क्योंकि—
- (A) HOMO तथा LUMO के बीच ऊर्जा में अन्तर ( $\Delta E$ ) अधिक होता है तथा प्रकाश के अवशोषण द्वारा इलेक्ट्रॉनिक उत्तेजन प्राप्त होता है जो पराबैंगनी क्षेत्र में होता है।  
 (B) HOMO तथा LUMO के बीच ऊर्जा में अन्तर ( $\Delta E$ ) कम होता है तथा प्रकाश के अवशोषण द्वारा इलेक्ट्रॉनिक उत्तेजन प्राप्त होता है जो अवरक्त क्षेत्र में होता है।  
 (C) ब्रोमीन अणु अनुचुम्बकीय होता है तथा ऊर्जा में अन्तर ( $\Delta E$ ) इस प्रकार होता है कि इलेक्ट्रॉनिक उत्तेजन दृश्य क्षेत्र में प्राप्त होता है।  
 (D) HOMO तथा LUMO के बीच ऊर्जा में अन्तर ( $\Delta E$ ) इस प्रकार होता है कि प्रकाश का अवशोषण द्वारा इलेक्ट्रॉनिक उत्तेजन इस प्रकार से किया जाता है कि जो दृश्य क्षेत्र में प्राप्त होता है तथा ब्रोमीन अणु प्रतिचुम्बकीय होता है।
3.  $N_2$  की बंध वियोजन ऊर्जा  $N_2^+$  से अधिक होती है जबकि  $O_2$  की बंध वियोजन ऊर्जा  $O_2^+$  से कम होती है क्योंकि—
- (A) जब  $O_2$  को  $O_2^+$  में आयनीकृत किया जाता है, तब बन्ध क्रम कम हो जाता है तथा जब  $N_2$  को  $N_2^+$  में आयनीकृत किया जाता है, तब बन्ध क्रम में वृद्धि होती है  
 (B) जब  $O_2$  को  $O_2^+$  में आयनीकृत किया जाता है, तब बन्ध क्रम बढ़ जाता है तथा जब  $N_2$  को  $N_2^+$  में आयनीकृत किया जाता है, तब बन्ध क्रम में कमी होती है  
 (C) जब  $O_2$  को  $O_2^+$  में आयनीकृत किया जाता है, तब बन्ध क्रम कम हो जाता है तथा जब  $N_2^-$  को  $N_2^+$  में आयनीकृत होता है, तब बन्ध क्रम में कमी होती है  
 (D) उपरोक्त में से कोई नहीं



**अनुच्छेद # 2**

एक गलित धातु में, धात्विक बंध उपस्थित होते हैं यद्यपि, क्रमिक नियमित संरचना विलुप्त हो जाती है। जब तक धातु उबलना प्रारम्भ नहीं करती है तब तक धात्विक बंध पूर्णतः विलुप्त (टूटते) नहीं होते हैं। अर्थात् इसका अर्थ यह हुआ कि वास्तव में क्वथनांक बिन्दु, गलनांक बिन्दु की तुलना में धात्विक बंध सामर्थ्य के संदर्भ से सही, जानकारी देता है। गलने पर धात्विक बंध दुर्बल होते हैं। विलुप्त नहीं होते हैं।

4. K, Ca, Sc क्वथनांक का क्रम है—  
 (A)  $K > Ca > Sc$       (B)  $Ca > K > Sc$       (C)  $Sc > Ca > K$       (D)  $K > Sc > Ca$
5. Zn, Cd, Hg के क्रमशः क्वथनांक तथा गलनांक का सही क्रम है—  
 (A)  $Zn > Cd > Hg$  &  $Zn > Cd > Hg$       (B)  $Hg > Cd > Zn$  &  $Zn > Cd > Hg$   
 (C)  $Hg > Cd > Zn$  &  $Hg > Cd > Zn$       (D)  $Zn > Cd > Hg$  &  $Hg > Cd > Zn$

**अनुच्छेद # 3**

धात्विक बंध को समझने के लिए दो प्रतिरूप (models) का अवलोकन करते हैं।

- (A) बैंड प्रतिरूप (Band model)      (B) इलेक्ट्रॉन समुद्र प्रतिरूप (Electron-sea model)

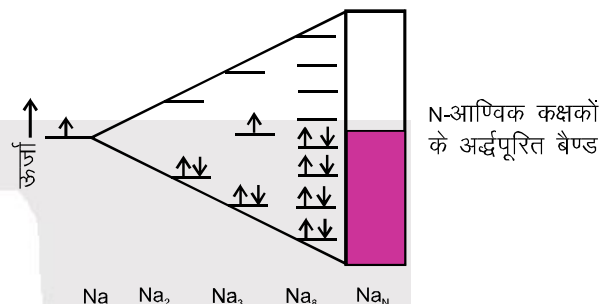
**(A) बैंड प्रतिरूप (Band Model) :**

दो परमाण्विक कक्षकों की अन्तः क्रिया बताती है कि दो सोडियम परमाणुओं के 3s-कक्षकों से दो आण्विक कक्षक प्राप्त होते हैं। एक बंधी आण्विक कक्षक व एक विपरित बंधी आण्विक कक्षक। यदि N के परमाण्विक कक्षक अभिक्रिया करते हैं तब N आण्विक बनते हैं। परमाणु दूर वाले परमाणुओं की अपेक्षा पास वाले परमाणुओं से अति प्रबल रूप से अभिक्रिया करते हैं। बंधी व विपरित बंधी आण्विक कक्षकों को पृथक करने वाली ऊर्जा परमाण्विक कक्षकों के मध्य अन्तः क्रिया (अतिव्यापन) घटने से घटती है। जब हम एक मोल Na परमाणुओं के मध्य सभी सम्भव अन्तःक्रियाओं पर विचार करते हैं, तब आण्विक कक्षकों ( $3\sigma_s$  तथा  $3\sigma^*_s$ ) की एक श्रेणी का निर्माण होता है। यह क्रिस्टलों से सम्बंधित कक्षकों के सतत बैंड का निर्माण करती है। Na परमाणुओं के एक मोल से एक मोल ( $6.02 \times 10^{23}$ ) संयोजी इलेक्ट्रॉन प्राप्त होते हैं। अतः बैंड में  $6.02 \times 10^{23}$  कक्षक अर्द्धपूरित हैं।

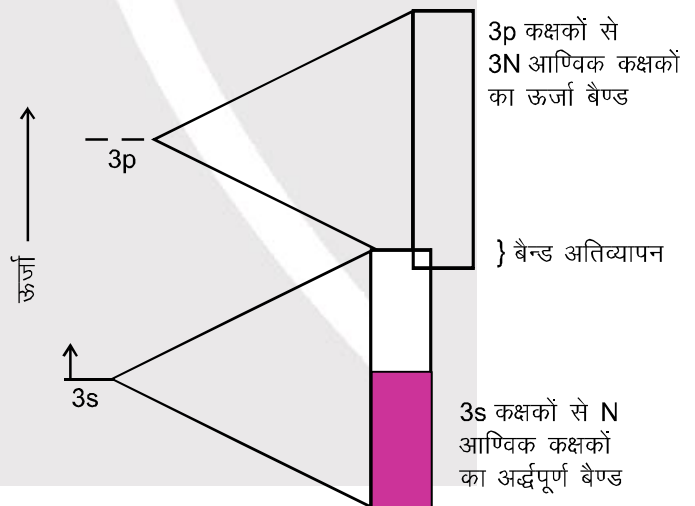
Na परमाणुओं के रिक्त 3p परमाण्विक कक्षक अन्तः क्रिया कर  $3 \times 6.07 \times 10^{23}$  कक्षकों के बैंड बनाते हैं। 3s व 3p कक्षकों की ऊर्जा लगभग समान होती है। इसलिए इन कक्षकों के आण्विक कक्षक बैंड अतिव्यापन करते हैं। दो अतिव्यापित बैंड  $4 \times 6.02 \times 10^{23}$  कक्षक युक्त हैं। क्योंकि प्रत्येक कक्षक दो इलेक्ट्रॉन रखता है। बैंडों का परिणामी संयोजन का मात्र 1/8 भाग भरा हुआ होता है।

बैंड सिद्धांत के अनुसार, धात्विक क्रिस्टल के उच्च ऊर्जा वाले इलेक्ट्रॉन या तो आंशिक भरे बैंड में अथवा पूर्ण पूरित बैंड में जो कि रिक्त बैंड के साथ अतिव्यापित होता है में उपस्थित होते हैं बैंड जिसमें की विद्युत चालन के लिए इलेक्ट्रॉन का गतिमान होना आवश्यक होता है, चालन बैंड (conduction band) कहलाता है। ताप में वृद्धि के साथ धातु की विद्युत चालकता में कमी आती है।

तापमान में वृद्धि धातु आयनों के तापीय गतिशीलता (thermal agitation) का कारण होता है जब विद्युत क्षेत्र लगाया जाता है तब यह इलेक्ट्रॉन की गति को अवरुद्ध करता है।



**चित्र-1 :** सोडियम के क्रिस्टल में 3s-कक्षकों की अन्तः क्रिया से प्राप्त कक्षकों के बैंड



**चित्र-2 :**  $Na_N$  क्रिस्टल के एक अर्द्धपूरित "3s" बैंड का रिक्त "3p" बैंड के साथ अतिव्यापन



क्रिस्टलीय अधातुएँ जैसे कि हीरा तथा फॉस्फोरस कुचालक है यह विद्युत धारा का चालन नहीं करते हैं। यह इस तथ्य के कारण होता है कि इनके उच्च ऊर्जा वाले इलेक्ट्रॉन आण्विक कक्षकों के पूर्णपूरित बैंडों में उपस्थित होते हैं जो कि निम्नतम ऊर्जा वाले रिक्त बैंड (चालन बैंड) (conduction band) से एक ऊर्जा अन्तर द्वारा पृथक रहते हैं। यह ऊर्जा अन्तर बैंड अन्तराल (ऊर्जा अन्तराल) कहलाता है। कुचालक में यह बैंड अन्तराल एक अत्यधिक बड़ा ऊर्जा अन्तराल है जो कि इलेक्ट्रॉन के चालन बैंड में जाने के लिए बहुत अधिक होता है।

तत्व जो अर्द्धचालक है उनमें पूर्णपूरित बैंड होते हैं जो कि रिक्त बैंड से केवल थोड़ा सा नीचे रहते हैं परन्तु इनके साथ अतिव्यापित नहीं होते हैं। निम्न ताप पर यह विद्युत का चालन नहीं करते हैं परन्तु तापमान में थोड़ी सी वृद्धि कुछ उच्च ऊर्जा इलेक्ट्रॉनों को रिक्त चालन बैंड में उत्तेजित करने के लिए पर्याप्त होती है।

**(B) इलेक्ट्रॉन-समुद्र प्रतिरूप (Electron-Sea Model) :**

धातुओं में विद्युत चालकता, ऊष्मा चालकता, पुर्ननिर्माण की प्रकृति (शीट बनाने की प्रकृति (आघातवर्धनीयता)) तार बनाने की प्रवृत्ति (तन्यता) व चमक दर्शाने की प्रवृत्ति पायी जाती हैं। इन गुणों की एक सरल प्रतिरूप द्वारा व्याख्या की जा सकती है। यह प्रतिरूप इलेक्ट्रॉन समुद्र प्रतिरूप है। धातु को धनावेशित आयन के रूप में प्रदर्शित किया जा सकता है, जो कि इलेक्ट्रॉन के समुद्र में समावेशित (immersed) होते हैं। लिथियम में धातु आयन  $Li^+$  तथा प्रति परमाणु एक इलेक्ट्रॉन समुद्र के लिए योगदान देगा। ये मुक्त इलेक्ट्रॉन धातुओं के लाक्षणिक धात्विक गुणों के लिए उत्तरदायी हैं। यदि धातु की एक छड़ के एक सिरे को वैद्युत धारा के स्रोत से जोड़ा जाता है तब इलेक्ट्रॉन बाह्य स्रोत से धातु के एक सिरे में प्रवेश करते हैं तथा मुक्त इलेक्ट्रॉन धातु में प्रवाहित होते हैं। तथा दूसरे सिरे से समान दर से मुक्त होते हैं।

तापीय चालकता में कोई इलेक्ट्रॉन धातु में प्रवेश अथवा निष्काषित नहीं होता है। परन्तु वह भाग जो कि गर्म किया जाता है गतिज ऊर्जा ग्रहण करता है। तथा इसें अन्य इलेक्ट्रॉन को स्थानान्तरित कर दिया जाता है।

इलेक्ट्रॉन समुद्र प्रतिरूप के अनुसार धातुओं के विकृतीकरण को निम्न प्रकार से समझाया जा सकता है। यदि धातु आयनों की एक परत को दूसरी परत के ऊपर बलपूर्वक विस्थापित किया जाये अर्थात् हथोड़े से चोट पहुँचायी जाये (hammering) तब आन्तरिक संरचना अपरिवर्तित बनी रहती है क्योंकि इलेक्ट्रॉन का समुद्र तीव्रता से नयी परिस्थिति में समायोजित हो जाता है।

6. बैंड प्रतिरूप पर विचार करते हुए, असत्य कथनों का चयन कीजिए।

(A) Li धातु आंशिक भरे संयोजकता बैंड तथा रिक्त चालन बैंड रखती है।

(B) Mg धातु, पूर्ण भरे संयोजकता बैंड तथा अतिव्यापित चालन बैंड रखती है।

(C) एक धातु की वैद्युत चालकता, ताप वृद्धि के साथ कम होती है।

(D) अर्द्धचालक के साथ व्यवहार करने वाले एक तत्व प्रत्येक परमाणु परमाण्विक ऊर्जा स्तर का ऊर्जा अन्तराल अनन्त रूप से छोटा होता है।

7. नीचे लिखी गयी सभी धातुएँ एक धातु के अतिरिक्त सामान्यतः न्यून क्वथनांक रखती हैं, वह धातु है :

(A) सिलियम

(B) गेलियम

(C) गोल्ड

(D) मर्करी

8. निम्न में से कौनसे भौतिक गुणधर्म को इलेक्ट्रॉन समुद्र प्रतिरूप द्वारा समझाया जा सकता है।

(A) वैद्युत चालकता

(B) उष्मा चालकता

(C) अघातवर्धनीयता

(D) ये सभी

**अनुच्छेद # 4**

नीचे दी गयी टेबल के तीन कॉलमों में उपलब्ध सूचना का उपयुक्त ढंग से सुमेल कर प्रश्नों Q.9, Q.10 और Q.11 के उत्तर दीजिये।

तीन कॉलम का प्रेक्षण कीजिए जिनमें कॉलम-1 अणु को प्रदर्शित करता है, कॉलम-2 बंध क्रम को प्रदर्शित करता है जबकि कॉलम-3 आण्विक गुणधर्मों को प्रदर्शित करता है अणुओं के गुणों को आण्विक कक्षक सिद्धान्त द्वारा समझाया जाता है। जैसे चुम्बकीय प्रकृति, कक्षक सम्मिश्रण इत्यादि।		
कॉलम 1	कॉलम 2	कॉलम 3
(I) $B_2$	(i) बंध क्रम = 2	(P) प्रतिचुम्बकीय प्रकृति
(II) $O_2^+$	(ii) बंध क्रम = 2.5	(Q) SP सम्मिश्रण प्राप्त होता है।
(III) $F_2$	(iii) बंध क्रम = 1	(R) अनुचुम्बकीय प्रकृति
(IV) $C_2$	(iv) बंध क्रम = 3	(S) उच्चतम भरे हुए आण्विक कक्षक (HOMO) बंधित आण्विक कक्षक (BMO) होते हैं।



9. निम्न में से कौनसा गलत संयोजन है?  
 (A) (I) (iii) (Q) (B) (II) (ii) (P) (C) (III) (iii) (P) (D) (IV) (i) (P)
10. प्रतिचुम्बकीय स्पीशीज के लिए कौनसा संयोजन सही है ?  
 (A) (III) (i) (P) (B) (IV) (ii) (R) (C) (IV) (i) (S) (D) (III) (iii) (Q)
11. निम्न में से कौनसा सही संयोजन है?  
 (A) (III) (ii) (S) (B) (III) (iii) (Q) (C) (II) (ii) (P) (D) (I) (iii) (R)

## Exercise-3

\* चिन्हित प्रश्न एक से अधिक सही विकल्प वाले प्रश्न है -

### भाग - I : JEE (ADVANCED) / IIT-JEE (पिछले वर्षों) के प्रश्न

1.  $O_2$  के आण्विक कक्षकों में इलेक्ट्रॉन वितरण लिखिए तथा इसका बन्ध क्रम तथा चुम्बकीय गुणधर्म बताइये।  
 [JEE-2000(M), 3/135]
2. निम्न में से किस आण्विक प्रजाति में अयुग्मित इलेक्ट्रॉन है ?  
 (A)  $N_2$  (B)  $F_2$  (C)  $O_2^-$  (D)  $O_2^{2-}$   
 [JEE-2002(S), 3/150]
3. आण्विक कक्षक सिद्धांत के अनुसार स्पीशीज  $O_2^+$  के लिए निम्न में से कौनसा कथन सही है ? [JEE-2004(S), 3/144]  
 (A) यह अनुचुम्बकीय है तथा इसका बन्ध क्रम  $O_2$  से कम होता है।  
 (B) यह अनुचुम्बकीय है तथा इसका बन्ध क्रम  $O_2$  से अधिक होता है।  
 (C) यह प्रतिचुम्बकीय है तथा इसका बन्ध क्रम  $O_2$  से कम होता है।  
 (D) यह प्रतिचुम्बकीय है तथा इसका बन्ध क्रम  $O_2$  से अधिक होता है।
4. निम्न तीन यौगिकों को  $O-O$  बंध लम्बाई के बढ़ते हुए क्रम में व्यवस्थित कीजिए।  
 $O_2$ ,  $O_2 [AsF_6]$ ,  $K [O_2]$   
 अपना उत्तर इन तीन यौगिकों में डाइऑक्सीजन के आद्य अवस्था इलेक्ट्रॉनिक अभिविन्यास के आधार पर समझाइये।  
 [JEE-2004(M), 2/144]
5. इनमें से किस स्पीशीज (species) का बंधक्रम  $CO$  से अलग है ? [JEE-2007, 3/162]  
 (A)  $NO^-$  (B)  $NO^+$  (C)  $CN^-$  (D)  $N_2$
6. इनमें से कौन सा यौगिक अनुचुम्बकीय है ? [JEE-2007, 3/162]  
 (A)  $Na_2O_2$  (B)  $O_3$  (C)  $N_2O$  (D)  $KO_2$
7. वक्तव्य-1 : जर्मनियम में बैंड अन्तराल (Band gap) छोटा है, क्योंकि  
 वक्तव्य-2 : जर्मनियम के प्रत्येक परमाण्वीय ऊर्जा स्तर में ऊर्जा विस्तार (energy spread) अनन्तः सूक्ष्म होता है।  
 [JEE-2007, 3/162]  
 (A) वक्तव्य-1 सत्य है, वक्तव्य-2 सत्य है ; वक्तव्य-2, वक्तव्य-1 का सही स्पष्टीकरण है।  
 (B) वक्तव्य-1 सत्य है, वक्तव्य-2 सत्य है ; वक्तव्य-2, वक्तव्य-1 का सही स्पष्टीकरण नहीं है।  
 (C) वक्तव्य-1 सत्य है, वक्तव्य-2 असत्य है।  
 (D) वक्तव्य-1 असत्य है, वक्तव्य-2 सत्य है।
8. वक्तव्य-1 : बोरान (B) सदैव सहसंयोजक आबंध बनाता है, क्योंकि  
 वक्तव्य-2 : सहसंयोजक आबंध बनाने में  $B^{3+}$  का छोटा आकार सहायक है। [JEE-2007, 3/162]  
 (A) वक्तव्य-1 सत्य है, वक्तव्य-2 सत्य है ; वक्तव्य-2, वक्तव्य-1 का सही स्पष्टीकरण है।  
 (B) वक्तव्य-1 सत्य है, वक्तव्य-2 सत्य है ; वक्तव्य-2, वक्तव्य-1 का सही स्पष्टीकरण नहीं है।  
 (C) वक्तव्य-1 सत्य है, वक्तव्य-2 असत्य है।  
 (D) वक्तव्य-1 असत्य है, वक्तव्य-2 सत्य है।





9. कॉलम I में लिखे प्रत्येक द्विपरमाण्विक अणु को कॉलम II में दिये गये इसके गुण / गुणों के साथ सुमेल कीजिए।

कॉलम I	कॉलम II	[JEE-2009, 8/160]
(A) B <sub>2</sub>	(p) अनुचुम्बकीय (Paramagnetic)	
(B) N <sub>2</sub>	(q) ऑक्सीकरण (Oxidation)	
(C) O <sub>2</sub> <sup>-</sup>	(r) अपचयन (Reduction)	
(D) O <sub>2</sub>	(s) आबन्ध क्रम (Bond order) ≥ 2	
	(t) 's' और 'p' कक्षकों (orbitals) का मिश्रण (mixing)	

10. हुन्ड नियम (Hund's rule) के उल्लंघन होने पर द्विपरमाणुक अणु B<sub>2</sub> का बन्ध क्रम और चुम्बकीय अवस्था है :

- (A) 1 और प्रतिचुम्बकीय (B) 0 और प्रतिचुम्बकीय  
(C) 1 और अनुचुम्बकीय (D) 0 और अनुचुम्बकीय

11. यह मानते हुए कि 2s-2p का मिश्रण क्रियाकारी नहीं है, निम्न में अनुचुम्बकीय स्पीशीज है :

- (A) Be<sub>2</sub> (B) B<sub>2</sub> (C) C<sub>2</sub> (D) N<sub>2</sub>

[JEE(Advanced) 2014, 3/120]

12. सूची-I में दर्शाये कक्षीय अतिव्यापन (orbital overlap) आकृति को सूची-II में दर्शाये वर्णन से सुमेल कीजिए तथा सूचियों के नीचे दिये कोड का प्रयोग करके सही उत्तर चुनिये :

	सूची-I		सूची-II
P.		1.	p-d π प्रतिआबन्धन (antibonding)
Q.		2.	d-d σ आबन्धन (bonding)
R.		3.	p-d π आबन्धन (bonding)
S.		4.	d-d σ प्रतिआबन्धन (antibonding)

कोड :

	P	Q	R	S		P	Q	R	S
(A)	2	1	3	4	(B)	4	3	1	2
(C)	2	3	1	4	(D)	4	1	3	2

13.\* अणु कक्षक सिद्धान्त (Molecular orbital Theory) के अनुसार

[JEE(Advanced) 2016, 4/124]

- (A) C<sub>2</sub><sup>2-</sup> प्रत्याशित रूप से प्रतिचुम्बकीय (diamagnetic) है।  
(B) O<sub>2</sub><sup>2+</sup> की आबन्ध लम्बाई (bond length) प्रत्याशित रूप से O<sub>2</sub> की आबन्ध लम्बाई से लम्बी है।  
(C) N<sub>2</sub><sup>+</sup> तथा N<sub>2</sub><sup>-</sup> की आबन्ध कोटि (bond length) समान है।  
(D) He<sub>2</sub><sup>+</sup> की ऊर्जा दो एकल (isolated) He परमाणुओं की ऊर्जा के समान है।

## भाग - II : JEE (MAIN) / AIEEE (पिछले वर्षों) के प्रश्न

1. O<sub>2</sub>, O<sub>2</sub><sup>-</sup>, O<sub>2</sub><sup>2-</sup> तथा O<sub>2</sub><sup>+</sup> की बंध सामर्थ्य का बढ़ता हुआ क्रम है :

[AIEEE-2002, 3/225]

- (1) O<sub>2</sub><sup>+</sup> < O<sub>2</sub> < O<sub>2</sub><sup>-</sup> < O<sub>2</sub><sup>2-</sup> (2) O<sub>2</sub> < O<sub>2</sub><sup>+</sup> < O<sub>2</sub><sup>-</sup> < O<sub>2</sub><sup>2-</sup>  
(3) O<sub>2</sub><sup>-</sup> < O<sub>2</sub><sup>2-</sup> < O<sub>2</sub><sup>+</sup> < O<sub>2</sub> (4) O<sub>2</sub><sup>2-</sup> < O<sub>2</sub><sup>-</sup> < O<sub>2</sub> < O<sub>2</sub><sup>+</sup>

2. NO में बन्ध क्रम 2.5 है जबकि NO<sup>+</sup> में 3 है। इन दो प्रजातियों के लिए कौनसा कथन सत्य है? [AIEEE-2004, 3/225]

- (1) NO<sup>+</sup> में बन्ध लम्बाई, NO की अपेक्षा अधिक है। (2) NO में बन्ध लम्बाई NO<sup>+</sup> की अपेक्षा अधिक है।  
(3) NO<sup>+</sup> में बन्ध लम्बाई, NO के समान है। (4) बन्ध लम्बाई को बताया नहीं जा सकता है।

3. प्रकृति में निम्न में से कौनसी प्रजाति प्रतिचुम्बकीय है ?

[AIEEE-2005, 1½/225]

- (1) He<sub>2</sub><sup>+</sup> (2) H<sub>2</sub> (3) H<sub>2</sub><sup>+</sup> (4) H<sub>2</sub><sup>-</sup>



4. निम्न में से कौनसा अणु / आयन अयुग्मित इलेक्ट्रॉन नहीं रखता है ? [AIEEE-2006, 3/165]  
 (1)  $O_2^{2-}$  (2)  $B_2$  (3)  $N_2^+$  (4)  $O_2$
5. निम्न में से कौनसी स्पीशीज प्रतिचुम्बकीय व्यवहार प्रदर्शित करता है ? [AIEEE-2007, 3/120]  
 (1)  $O_2^{2-}$  (2)  $O_2^+$  (3)  $O_2$  (4)  $NO$
6. निम्न में से किस आयनिक प्रक्रम में बन्ध क्रम बढ़ता है और चुम्बकीय व्यवहार परिवर्तित होता है? [AIEEE-2007, 3/120]  
 (1)  $O_2 \longrightarrow O_2^+$  (2)  $N_2 \longrightarrow N_2^+$  (3)  $C_2 \longrightarrow C_2^+$  (4)  $NO \longrightarrow NO^+$
7. स्पीशीज के निम्न युग्मों में से किसके बन्ध क्रम एक समान है ? [AIEEE-2008, 3/105]  
 (1)  $CN^-$  और  $CN^+$  (2)  $O_2^-$  और  $CN^-$  (3)  $NO^+$  और  $CN^+$  (4)  $CN^-$  और  $NO^+$
8. MO सिद्धान्त का प्रयोग करके ज्ञात कीजिए की निम्न में से किस स्पीशीज में आबन्ध लम्बाई न्यूनतम होगी ? [AIEEE-2009, 4/144]  
 (1)  $O_2^+$  (2)  $O_2^-$  (3)  $O_2^{2-}$  (4)  $O_2^{2+}$
- 9.\* निम्न अणुओं में से किससे प्रतिचुम्बकीय व्यवहार की अपेक्षा की जाती है ? [JEE(Main)-2013, 4/120]  
 (1)  $C_2$  (2)  $N_2$  (3)  $O_2$  (4)  $S_2$
10. अणु/आयनों के निम्न युग्मों में से किसमें दोनों स्पीशीज के होने की संभावना नहीं है? [JEE(Main)-2013, 4/120]  
 (1)  $H_2^+$ ,  $He_2^{2-}$  (2)  $H_2^-$ ,  $He_2^{2-}$  (3)  $H_2^{2+}$ ,  $He_2$  (4)  $H_2^-$ ,  $He_2^{2+}$
11. स्पीशीज  $Li_2$ ,  $Li_2^-$  और  $Li_2^+$  की स्थिरता का बढ़ता क्रम है : [JEE(Main)-2013, 4/120]  
 (1)  $Li_2 < Li_2^+ < Li_2^-$  (2)  $Li_2^- < Li_2^+ < Li_2$  (3)  $Li_2 < Li_2^- < Li_2^+$  (4)  $Li_2^- < Li_2 < Li_2^+$
12. निम्न में से कौन सी स्पीशीज अनुचुम्बकीय नहीं है? [JEE(Main)-2017, 4/120]  
 (1)  $CO$  (2)  $O_2$  (3)  $B_2$  (4)  $NO$
13. अणुकक्षक सिद्धान्त के अनुसार, निम्न में से कौन सा अणु व्यवहार्य नहीं होगा ? [JEE(Main)-2018, 4/120]  
 (1)  $H_2^-$  (2)  $H_2^{2-}$  (3)  $He_2^{2+}$  (4)  $He_2^+$

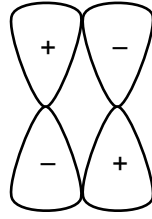
### JEE(MAIN) ONLINE PROBLEMS

1. इन में से किस में अयुग्मित इलेक्ट्रॉन होता है या होते हैं ? [JEE(Main) 2014 Online (09-04-14), 4/120]  
 (1)  $N_2$  (2)  $O_2^-$  (3)  $N_2^{2+}$  (4)  $O_2^{2-}$
2. निम्न व्यवस्थाओं में से किस में  $N_2$ ,  $O_2$ ,  $O_2^-$  की आबन्ध वियोजन ऊर्जा के सही क्रम को दिखाया गया है ? [JEE(Main) 2014 Online (11-04-14), 4/120]  
 (1)  $N_2 > O_2^- > O_2$  (2)  $O_2^- > O_2 > N_2$  (3)  $N_2 > O_2 > O_2^-$  (4)  $O_2 > O_2^- > N_2$
3. निम्न अणुओं में से कौन अनुचुम्बकीय है ? [JEE(Main) 2014 Online (19-04-14), 4/120]  
 (1)  $N_2$  (2)  $NO$  (3)  $CO$  (4)  $O_3$
4. कथन व कारण को समझने के पश्चात् सही विकल्प का चयन कीजिए।  
**कथन :**  $H_2$  के बंधी आण्विक कक्षक (MO) में, नाभिकों के मध्य इलेक्ट्रॉन घनत्व बढ़ता है।  
**कारण :** बन्ध आण्विक कक्षक  $\psi_A + \psi_B$  होते हैं, जो संयोजी (combining) इलेक्ट्रॉन तरंगों का विनाशी व्यतिकरण दर्शाता है।  
 (1) कथन सही है, कारण गलत है। [JEE(Main) 2015 Online (10-04-15), 4/120]  
 (2) कथन गलत है, कारण सही है।  
 (3) कथन तथा कारण सही है, लेकिन कारण कथन की सही व्याख्या नहीं करता है।  
 (4) कथन तथा कारण सही है तथा लेकिन कारण कथन की सही व्याख्या करता है।
5. आण्विक आयन,  $N_2^+$  के लिए आण्विक कक्षक डायग्राम में,  $\sigma_{2p}$  आण्विक कक्षक में इलेक्ट्रॉनों की संख्या है : [JEE(Main) 2018 Online (15-04-18), 4/120]  
 (1) 0 (2) 2 (3) 3 (4) 1



6. अणु कक्षक के दिये गये चित्र को, निम्न में से कौन सर्वोत्तम ढंग से समझाता है?

[JEE(Main) 2018 Online (15-04-18), 4/120]



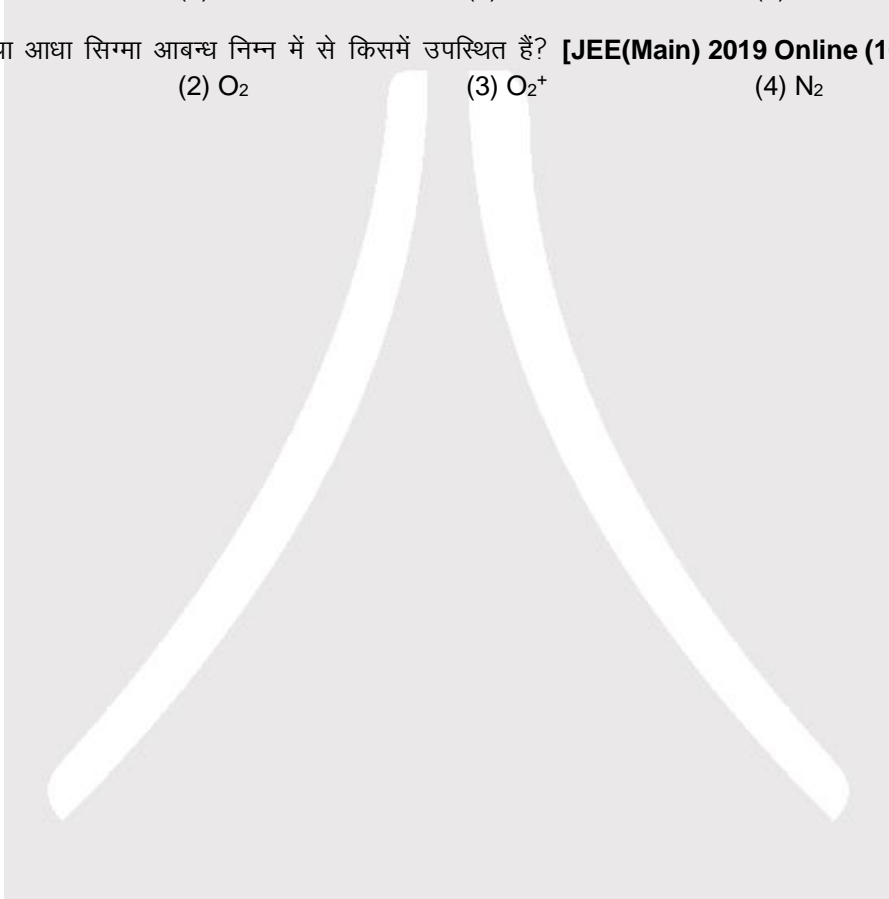
- (1) एक अनाबंधी कक्षक  
 (2) एक प्रतिआबंधी  $\sigma$  कक्षक  
 (3) एक आबंधी  $\pi$  कक्षक  
 (4) एक प्रतिआबंधी  $\pi$  कक्षक
7. आण्विक कक्षक सिद्धान्त के अनुसार  $\text{Li}_2^+$  तथा  $\text{Li}_2^-$  के संबंध में निम्नलिखित में से कौन सत्य है ?

[JEE(Main) 2019 Online (09-01-19), 4/120]

- (1)  $\text{Li}_2^+$  अस्थायी है तथा  $\text{Li}_2^-$  स्थायी है।  
 (2)  $\text{Li}_2^+$  स्थायी है तथा  $\text{Li}_2^-$  अस्थायी है।  
 (3) दोनों स्थायी हैं।  
 (4) दोनों अस्थायी हैं।
8. नीचे दिए गए किस प्रक्रम में, आबंध कोटि बढ़ गयी और अनुचुंबकीय गुण प्रतिचुंबकीय में बदल गया?

[JEE(Main) 2019 Online (09-01-19), 4/120]

- (1)  $\text{NO} \longrightarrow \text{NO}^+$       (2)  $\text{O}_2 \longrightarrow \text{O}_2^{2-}$       (3)  $\text{O}_2 \longrightarrow \text{O}_2^+$       (4)  $\text{N}_2 \longrightarrow \text{N}_2^+$
9. दो पाई तथा आधा सिग्मा आबन्ध निम्न में से किसमें उपस्थित हैं? [JEE(Main) 2019 Online (10-01-19), 4/120]
- (1)  $\text{N}_2^+$       (2)  $\text{O}_2$       (3)  $\text{O}_2^+$       (4)  $\text{N}_2$





# Answers

## EXERCISE - 1

### भाग - I

- A-1. (a) 1 (b) 1/2 (c) 0 (d) 1 (e) 0 (f) 1
- A-2. (a) B<sub>2</sub> (b) C<sub>2</sub> (c) O<sub>2</sub><sup>2+</sup> (d) O<sub>2</sub>, (e) F<sub>2</sub> (f) N<sub>2</sub>
- A-3. 3
- B-1. **बोरॉन (B<sub>2</sub>)** : B<sub>2</sub> ऊर्जा स्तर विस्थापन का एक सर्वोत्तम उदाहरण है जिसमें यह विस्थापन s व p-कक्षकों के मिलाने (mixing) के परिणामस्वरूप प्राप्त होता है। s व p-कक्षकों के नहीं मिलने की परिस्थिति में, यह माना जाता है कि σ<sub>g</sub>(2p) कक्षकों की ऊर्जा π<sub>u</sub>(2p) कक्षकों की तुलना में अपेक्षाकृत कम होती है, जिसके परिणामस्वरूप अणु प्रतिचुम्बकीय होगा। इसी प्रकार से, σ<sub>g</sub>(2p) कक्षक एवम् σ<sub>g</sub>(2s) कक्षक के मिलने पर σ<sub>g</sub>(2s) कक्षक की ऊर्जा अपेक्षाकृत कम हो जाती है तथा σ<sub>g</sub>(2p) कक्षक की ऊर्जा π कक्षक की अपेक्षा उच्चतर स्तर तक बढ़ जाती है, जिसके परिणामस्वरूप अन्तिम दो इलेक्ट्रॉन समभ्रंश (समान ऊर्जा वाले) π कक्षकों में अयुग्मित स्थिति में होते हैं तथा यह अणु अनुचुम्बकीय होता है।  
(σ<sub>1s</sub>)<sup>2</sup> (σ\*<sub>1s</sub>)<sup>2</sup> (σ<sub>2s</sub>)<sup>2</sup> (σ\*<sub>2s</sub>)<sup>2</sup> (π<sub>2p</sub><sup>1</sup><sub>x</sub> = π<sub>2p</sub><sup>1</sup><sub>y</sub>) (σ<sub>p</sub><sub>z</sub>)<sup>0</sup>.
- B-2. NO<sup>+</sup> और NO, N<sub>2</sub> के व्युत्पन्न हैं। अतः NO<sup>+</sup> बंध क्रम = 3 तथा NO बंध क्रम = 2.5 ; बंध क्रम (B.O) ∝ बंध सामर्थ्य।
- B-3. (ii) & (iv)
- B-4. O—O बंध लम्बाई (bond length) का क्रम ii < i < iii है।
- C-1. 3d-श्रेणी तत्वों में दुर्बलतम धात्विक बन्ध → जिंक की परिस्थिति में धात्विक बन्धन के लिए कोई अयुग्मित इलेक्ट्रॉन उपलब्ध नहीं होता है।
- C-2. Be का गलनांक उच्च होना चाहिए क्योंकि यह धात्विक बन्धन के साथ 2 इलेक्ट्रॉन रखता है जबकि Li केवल 1e<sup>-</sup> रखता है। आगे Be का आकार Li से कम होता है।

### भाग - II

- |          |          |          |          |          |
|----------|----------|----------|----------|----------|
| A-1. (C) | A-2. (D) | A-3. (C) | A-4. (A) | A-5. (D) |
| A-6. (B) | A-7. (C) | B-1. (B) | B-2. (A) | B-3. (A) |
| B-4. (C) | B-5. (D) | B-6. (D) | C-1. (D) | C-2. (D) |
| C-3. (D) |          |          |          |          |

### भाग - III

1. (A - r) ; (B - p) ; (C - s) ; (D - q)

## EXERCISE - 2

### भाग - I

- |         |        |        |        |         |
|---------|--------|--------|--------|---------|
| 1. (A)  | 2. (A) | 3. (C) | 4. (A) | 5. (D)  |
| 6. (C)  | 7. (A) | 8. (D) | 9. (C) | 10. (D) |
| 11. (A) |        |        |        |         |





## भाग - II

1. 4 (a, b, d, g)    2. 6 (a, b, c, d, e, f)    3. 4 (ii, iv, vi, vii)    4. 9 (a, b, c, d, e, f, g, j, k)

## भाग - III

1. (ABC)    2. (ABC)    3. (BD)    4. (ABC)    5. (AC)  
6. (BC)    7. (ABD)

## भाग - IV

1. (D)    2. (D)    3. (B)    4. (C)    5. (A)  
6. (D)    7. (C)    8. (D)    9. (B)    10. (C)  
11. (D)

## EXERCISE - 3

## भाग - I

1.  $O_2$  आण्विक कक्षको का इलेक्ट्रॉनिक विन्यास निम्न है (Z को आण्विक अक्ष लेते हैं)

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

$$\text{बंध क्रम} = \frac{10 - 6}{2} = 2.$$

क्योंकि बन्धी  $\pi$  आण्विक कक्षकों में दो अयुग्मित इलेक्ट्रॉन है अतः  $O_2$  अनुचुम्बकीय होगा

$$\text{इसलिये, चुम्बकीय आघूर्ण} = \sqrt{n(n+2)} = \sqrt{2(2+2)} = 2.83 \text{ B.M.}$$

2. (C)    3. (B)

4.  $O_2$  का इलेक्ट्रॉनिक विन्यास होगा।

$$O_2 = \sigma_{1s^2} \sigma_{1s^2}^* \sigma_{2s^2} \sigma_{2s^2}^* \sigma_{2p_z^2} \pi_{2p_x^2} = \pi_{2p_y^2} \pi_{2p_x^1}^* \pi_{2p_y^1}^*$$

$$\text{अब बन्ध क्रम} = \frac{N_b - N_a}{2}$$

जहाँ  $N_b$  = बन्धित कक्षकों में इलेक्ट्रॉनों की संख्या,  $N_a$  = अबन्धित कक्षकों में इलेक्ट्रॉनों की संख्या

$$\text{बन्ध क्रम} = \frac{10 - 6}{2} = 2$$

$O_2^-$  इलेक्ट्रॉनिक विन्यास ( $KO_2$  में) सामान्यतः होगा।

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

$$\text{बन्ध क्रम} = \frac{10 - 7}{2} = \frac{3}{2} = 1.5$$

$O_2 [AsF_4]^-$  में  $O_2^-$ ,  $O_2^+$  में है।

$O_2^+$  का इलेक्ट्रॉनिक विन्यास होगा।

$$\sigma_{1s^2} \sigma_{1s^2}^* \sigma_{2s^2} \sigma_{2s^2}^* \sigma_{2p_z^2} \pi_{2p_x^2} = \pi_{2p_y^2} \pi_{2p_x^1}^* \quad \text{बन्ध क्रम} = \frac{10 - 5}{2} = 2.5$$

अतः बन्ध दूरी का क्रम होगा  $O_2^+ < O_2 < O_2^-$  क्योंकि बन्ध क्रम  $\propto \frac{1}{\text{बन्ध दूरी}}$ .

5. (A)    6. (D)    7. (C)    8. (A)  
9. (A) - p, q, r, t; (B) - q, r, s, t; (C) - p, q, r; (D) - p, q, r, s  
10. (A)    11. (C)    12. (C)    13.\* (AC)



## भाग - II

## JEE(MAIN) OFFLINE PROBLEMS

1.	(4)	2.	(2)	3.	(2)	4.	(1)	5.	(1)
6.	(4)	7.	(4)	8.	(4)	9.*	(1, 2)	10.	(3)
11.	(2)	12.	(1)	13.	(2)				

## JEE(MAIN) ONLINE PROBLEMS

1.	(2)	2.	(3)	3.	(2)	4.	(1)	5.	(4)
6.	(4)	7.	(3)	8.	(1)	9.	(1)		

