Exercise-1

Marked questions are recommended for Revision.
चिन्हित प्रश्न दोहराने योग्य प्रश्न है।

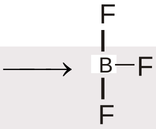
PART - I : SUBJECTIVE QUESTIONS

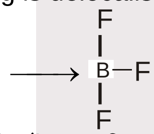
भाग - I : विषयात्मक प्रश्न (**SUBJECTIVE QUESTIONS**)

Section (A) : Back bonding

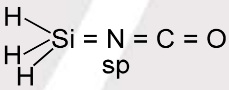
खण्ड **(A) :** पश्च बन्ध

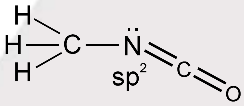
A-1. The B–F bond length in $Me_3N.BF_3$ is 1.35 Å, much longer than 1.30 Å in BF_3. Explain.
$Me_3N.BF_3$ में B–F बंध लम्बाई (1.35 Å), BF_3 में बंध लम्बाई (1.30 Å) की तुलना में अधिक होती है। वर्णन कीजिए।

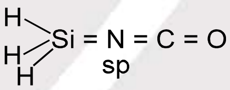
Sol. In Me_3 N  , the electron deficiency of boron is compensated by the lone pair of electron donated by nitrogen atom. Where as in BF_3 it is compensated by back bonding with F atom; back bonding is delocalised thus B–F bond has partial double bond character.

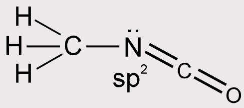
Sol. Me_3 N , नाइट्रोजन परमाणु द्वारा दिये गये एकाकी इलेक्ट्रॉन युग्म द्वारा बोरोन की इलेक्ट्रॉन न्यूनता पूर्ण हो जाती हैं। जबकि BF_3 में F परमाणु के साथ पश्च आबन्धन द्वारा पूर्ण की जाती है। पश्च आबन्धन विस्थानीकृत (delocalised) हो जाता है, अतः B–F बन्ध आंशिक द्विबन्ध अभिलक्षण रखता है।

A-2. Explain why SiH_3NCO is linear (except H atoms) but CH_3NCO is non linear.
व्याख्या करो कि क्यों SiH_3NCO रेखीय है (हाइड्रोजन को छोड़कर) परन्तु CH_3NCO अरेखीय है ?

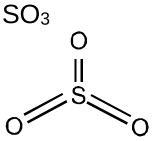
Sol. (Shows pπ–dπ bonding) 

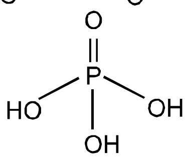
(Cannot show pπ–dπ bonding) 

Sol. (pπ–dπ बन्ध) 

(pπ–dπ बन्ध नहीं प्रदर्शित करता है) 

A-3. Draw the structure : Identify the type (pπ–pπ, pπ–dπ) of bonds and number of these bonds in the following molecule :
निम्न अणु में (pπ–pπ, pπ–dπ) बन्ध के प्रकार तथा इनकी संख्या ज्ञात करो तथा अणु की संरचना बनाओं।
(i) SO_3 (ii) H_3PO_4 (iii) N_2 (iv) $HClO_4$

Sol. (i)  two pπ–dπ bond and one pπ–pπ bond. (दो pπ–dπ बंध तथा एक pπ–pπ बंध)

(ii)  one pπ–dπ bond (एक pπ–dπ बंध)

(iii) N≡N two pπ–pπ bond. (N≡N दो pπ–pπ बंध)

(iv) $H - O - \overset{\overset{\large O}{||}}{\underset{\underset{\large O}{||}}{Cl}} = O$ three pπ–dπ bond. (तीन pπ–dπ बंध)

Section (B) : Electron deficient bonding
खण्ड (B) : इलेक्ट्रॉनन्यून बन्ध

B-1. Explain why
(i) NH_3 is better e^- pair donor than PH_3 .
(ii) NH_3 is a better base than CH_3CN?
व्याख्या करो कि क्यों
(i) NH_3, PH_3 की तुलना में अच्छा इलेक्ट्रॉन युग्म दाता है।
(ii) NH_3, CH_3CN की अपेक्षा एक अच्छा क्षार है।

Sol. (i) In NH_3 molecule N atom has lone pair in sp^3 hybrid orbital while in PH_3 as suggested by its bond angle (92°) the lone pair must be present in 'S' orbital which is much more contracted than sp^3. Hence PH_3 becomes a poor donor than NH_3.
(ii) CH_3CN has lone pair on sp hybridized nitroge n atom while NH_3 has lone pair on sp^3 hybridized nitrogen atom.
(i) NH_3 में एकाकी युग्म N परमाणु पर sp^3 संकरित कक्षक में है जबकि PH_3 में इसका बन्ध कोण (92°) के कारण एकाकी युग्म 'S' कक्षक में उपस्थित है जो sp^3 की तुलना में इसे अधिक सम्पीड़ित करेगा। इसलिए PH_3, NH_3 की तुलना में दुर्बलदाता है।
(ii) CH_3CN में एकाकी युग्म N परमाणु पर sp संकरित कक्षक में है जबकि NH_3 में एकाकी युग्म N परमाणु पर sp^3 संकरित कक्षक में उपस्थित है।

B-2. Why BCl_3 and SiF_4 act as Lewis acids ? Explain.
BCl_3 व SiF_4 लुईस अम्ल की तरह व्यवहार करते है। क्यों ?

Sol. In BCl_3, octet of Boron is incomplete. In SiF_4, silicon has vacant d-orbitals, by which it can accept electron pair.
BCl_3 में बोरोन का अष्टक अपूर्ण है। SiF_4 में सिलिकॉन रिक्त d-कक्षक रखता है जिसके द्वारा यह e^- युग्म ग्रहण कर सकता है।

B-3. BF_3 exists but BH_3 does not. explain Why.
BF_3 होता हैं लेकिन BH_3 नहीं, समझाइये क्यों ?

Ans. BF_3 molecule being electron deficient gets stabilised through pπ–pπ back bonding. where as BH_3 removes its electron deficiency through dimerisation and thus exists as B_2H_6.
BF_3 अणु जिसमें इलेक्ट्रॉन की कमी होती हैं वह pπ–pπ बन्धन से स्थायित्व प्राप्त करता हैं जबकि BH_3 इसके इलेक्ट्रॉन की कमी को द्विलकीकरण द्वारा दूर करता हैं तथा B_2H_6 के रूप में प्राप्त होता हैं।

B-4. Which orbitals are involved in banana bonding in $Al_2(CH_3)_6$.
$Al_2(CH_3)_6$ में कदली बंध (banana bonding) में कौनसे कक्षक सम्मिलित होते है ?

Sol. sp^3 hybridised orbital of both aluminium and sp^3 hybridised orbital of carbon.
दोनों एल्युमिनियम के sp^3 संकरित कक्षक तथा कार्बन का sp^3 संकरित कक्षक

Section (C) : H-bonding & intermolecular force of attraction.
खण्ड (C) : हाइड्रोजन बन्ध तथा अन्तरआण्विक आकर्षण बल

C-1. In which of the following the hydrogen bonding is strongest. Explain briefly ?
निम्न में से किसमें प्रबलतम H-बंधन पाया जाता है। संक्षिप्त में समझाइये ?
(a) $O - H - - - S$ (ℓ) (b) $S - H - - - O$ (ℓ) (c) $F - H - - - F^-$ (s) (d) $F - H - - - O$ (ℓ)

Sol. Very strong hydrogen bonding occurs in the alkali metal hydrogen fluorides of formula $M[HF_2]$; there is a linear symmetrical anion having an over all, F–H–F distance of 2.26 Å.

$$[F - H - - - F]^- \longleftrightarrow [F - - - H - F]^-$$

$$F^- + HF \longrightarrow [FHF]^- ;\ \Delta H = -161 \pm 8 \text{ kJ mol}^{-1}$$

हल : क्षार धातुओं के हाइड्रोजन फ्लोराइड जिनका सूत्र $M[HF_2]$ है, में सबसे प्रबल H-बंधन पाया जाता है। यहाँ एक रेखीय सममित ऋणायन होता है जिसमें F–H–F बंध लम्बाई 2.26 Å होती है।

$[F - H --- F]^- \longleftrightarrow [F --- H - F]^-$

$F^- + HF \longrightarrow [FHF]^-$; $\Delta H = -161 \pm 8$ kJ mol^{-1}

C-2. Why D_2O has higher viscosity than H_2O ?
D_2O, H_2O की तुलना में अधिक श्यानता रखता है क्यों ?

Sol. Deuterium is more electropositive than hydrogen. Therefore, stronger H-bonding is found in D_2O than in H_2O. D_2O is also denser than H_2O.

Sol. ड्यूरेटियम, हाइड्रोजन की अपेक्षा अधिक वैद्युतधनात्मक होता है। अतः H_2O की अपेक्षा D_2O में H-बन्धन प्रबल पाया जाता है। D_2O, H_2O की अपेक्षा अधिक घनत्व रखता है।

C-3. Why glucose, fructose, sucrose etc. are soluble in water though they are covalent compounds ?
ग्लूकोस, फ्रक्टोस, सुक्रोस आदि जल में विलेय क्यों हैं जबकि ये सहसंयोजक यौगिक है ?

Sol. These compounds contain polar–OH groups which can form H-bonds with water.
ये यौगिक ध्रुवीय –OH समूह रखते हैं जो जल के साथ H-बंध बना सकते हैं।

C-4. Ethanol has higher boiling point than diethyl ether. Why ?
एथेनॉल का क्वथनांक डाइएथिल ईथर से अधिक होता है। क्यों ?

Sol. In ethanol, there is H-bonding but in diethyl ether, there is no H-bonding (because O-atom is attached to C-atom) but there exists weak dipole-dipole attraction in diethyl ether.

हल : एथेनॉल में H-बंध पाया जाता है किन्तु डाइएथिल ईथर में H-बंध नहीं पाया जाता है। (क्योंकि O-परमाणु C-परमाणु से जुड़ा हुआ है) किन्तु डाइएथिल ईथर में दुर्बल द्विध्रुव–द्विध्रुव आकर्षण अस्तित्व में रहता है।

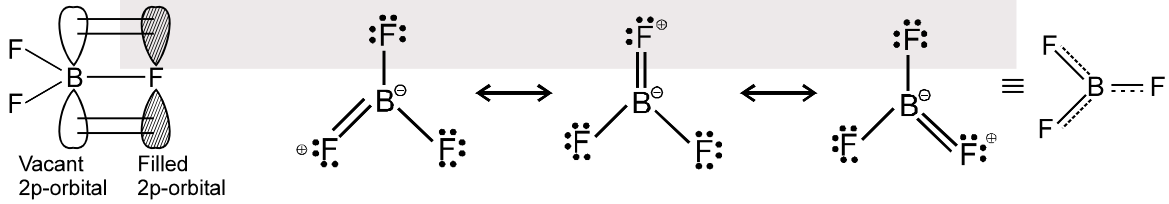
PART - II : ONLY ONE OPTION CORRECT TYPE

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

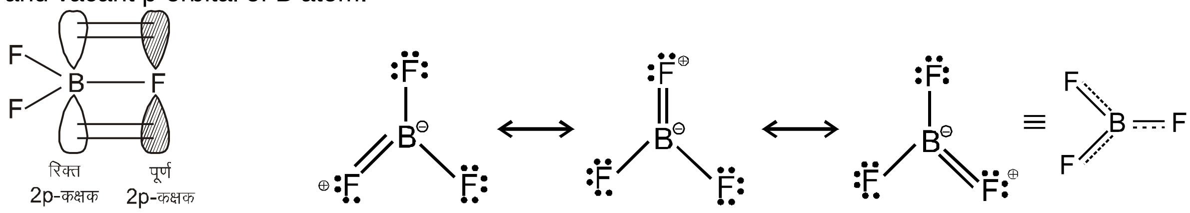
Section (A) : Back bonding
खण्ड (A) : पश्च बन्ध

A-1. For BF_3 molecule which of the following is true ?
(A) B-atom is sp^2 hybridised.
(B) There is a $p\pi–p\pi$ back bonding in this molecule.
(C) Observed B–F bond length is found to be less than the expected bond length.
(D*) All of these

BF_3 अणु के लिए निम्न में से कौनसा सत्य है ?
(A) B-परमाणु sp^2 संकरित है।
(B) इस अणु में $p\pi–p\pi$ पश्च बंधन पाया जाता है।
(C) प्रेक्षित B–F बंध लम्बाई, अपेक्षित बंध लम्बाई से कम पायी गई है।
(D*) उपरोक्त सभी।

Sol.


Decrease in B–F bond length is due to delocalised $p\pi–p\pi$ bonding between filled p-orbital of F atom and vacant p-orbital of B atom.

Sol.


F परमाणु के पूरित p-कक्षक एवं B परमाणु के रिक्त p-कक्षक के मध्य $p\pi–p\pi$ बंधन विस्थानीकृत होने पर B–F बंध दूरी घट जाती है।

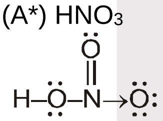
A-2. Which of the following statements regarding the structure of $SOCl_2$ is not correct ?
(A*) The sulphur is sp^3 hybridised and it has a tetrahedral shape.
(B) The sulphur is sp^3 hybridised and it has a trigonal pyramid shape.
(C) The oxygen-sulphur bond is $p\pi$-$d\pi$ bond.
(D) It contain one lone pair of electrons in the sp^3 hybrid orbital of sulphur.
निम्न में से कौनसा कथन $SOCl_2$ की संरचना के संदर्भ में सही नहीं है –
(A*) सल्फर sp^3 संकरित है तथा इसकी चतुष्फलकीय आकृति है।
(B) सल्फर sp^3 संकरित है तथा इसकी त्रिकोणीय पिरेमिडीय आकृति है।
(C) ऑक्सीजन–सल्फर बंध $p\pi$-$d\pi$ बंध हैं।
(D) इसमें, सल्फर के sp^3 संकरित कक्षक में इलेक्ट्रॉन का एक एकाकी युग्म हैं।

Sol. In $SOCl_2$, sulphur atom is sp^3 hybridised. Due to the presence of one lone pair of electrons on 'S' atom, the molecule has distorted tetrahedral shape. i.e., trigonal pyramidal shape. This shape contains two chlorine and one oxygen atom in a triangle. The S–O– pi bond is $d\pi–p\pi$ pi bond.
$SOCl_2$ में सल्फर परमाणु sp^3 संकरित है। 'S' परमाणु पर एंकाकी इलेक्ट्रान युग्म होने के कारण अणु की आकृति विकृत चतुष्फलकीय हो जाती है अर्थात त्रिकोणीय पिरेमिडीय आकृति । यह आकृति त्रिभुज में दो क्लोरिन और एक आक्सीजन परमाणु रखता है। S–O–π बंध $d\pi–p\pi$ pi बंध है।

A-3. Respective order of strength of back-bonding and Lewis acidic strength in boron trihalides is :
(A) $BF_3 < BCl_3 < BBr_3$ and $BF_3 < BCl_3 < BBr_3$ (B) $BF_3 > BCl_3 > BBr_3$ and $BF_3 > BCl_3 > BBr_3$
(C*) $BF_3 > BCl_3 > BBr_3$ and $BF_3 < BCl_3 < BBr_3$ (D) $BF_3 < BCl_3 < BBr_3$ and $BF_3 > BCl_3 > BBr_3$
बोरॉन ट्राइहेलाइड में पश्च–बन्धन सामर्थ्य तथा लुईस अम्ल सामर्थ्य का क्रमशः आपेक्षिक क्रम है :
(A) $BF_3 < BCl_3 < BBr_3$ तथा $BF_3 < BCl_3 < BBr_3$ (B) $BF_3 > BCl_3 > BBr_3$ तथा $BF_3 > BCl_3 > BBr_3$
(C*) $BF_3 > BCl_3 > BBr_3$ तथा $BF_3 < BCl_3 < BBr_3$ (D) $BF_3 < BCl_3 < BBr_3$ तथा $BF_3 > BCl_3 > BBr_3$

Section (B) : Electron deficient bonding
खण्ड (B) : इलेक्ट्रॉनन्यून बन्ध

B-1. Which of the following contains a coordinate covalent bond
निम्न में से कौन सा यौगिक उपसहसंयोजक सहसंयोजक बंध (coordinate covalent bond) रखता है ?
(A*) HNO_3 (B) $BaCl_2$ (C) HCl (D) H_2O

Sol.


B-2. Bonds present in $CuSO_4 . 5H_2O(s)$ is
(A) Electrovalent and covalent (B) Electrovalent and coordinate
(C*) Electrovalent, covalent and coordinate (D) Covalent and coordinate
$CuSO_4 . 5H_2O(s)$ में उपस्थित बंध है
(A) विद्युत संयोजक व सहसंयोजक (B) विद्युतसंयोजक व उपसहसंयोजक
(C*) विद्युतसयोजक, सहसंयोजक व उपसहसंयोजक (D) सहसंयोजक व उपसहसंयोजक

Sol. $[Cu(H_2O)_4] SO_4 . H_2O$

B-3. Electron deficient molecule among the following is :
(A) I_2Cl_6 (B*) B_2H_6 (C) Al_2Cl_6 (D) All of these
निम्न में से इलेक्ट्रॉन न्यून अणु है :
(A) I_2Cl_6 (B*) B_2H_6 (C) Al_2Cl_6 (D) उपरोक्त सभी

B-4. For B_2H_6
S_1 : Each boron is sp^3 hybridised
S_2 : four terminal 'H' & two 'B' atom are in same plane but two bridge hydrogen in different plane.
S_3 : It has 4 σ bond & 2 bridge bond
S_4 : 8 σ bonds are present in it

B_2H_6 के लिए

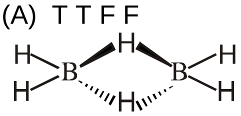
S_1 : प्रत्येक बोरोन sp^3 संकरित होता है।

S_2 : चार छोर वाले (terminal) 'H' परमाणु व दो 'B' परमाणु समान तल में होते हैं लेकिन दो सेतु हाइड्रोजन परमाणु भिन्न तल में होते हैं।

S_3 : इसमें 4 σ तथा 2 सेतु बंध होते हैं।

S_4 : इसमें 8 σ बंध उपस्थित होते हैं।

(A) T T F F (B*) T T T F (C) F F T F (D) F T F T

Sol. 

B-5. Which is not true about B_2H_6

(A) Both 'B' atoms are sp^3 hybridised
(B*) Boron atom is in ground state
(C) Two hydrogens occupy special positions
(D) There are two, three centre two electron bonds

B_2H_6 के लिए निम्न में से कौनसा कथन सत्य नहीं है–

(A) दोनों 'B' (बोरोन) परमाणु sp^3 संकरित है।
(B*) बोरोन परमाणु आद्य (मूल) अवस्था में है।
(C) दो हाइड्रोजन, विशिष्ट स्थिति प्राप्त करते है।
(D) यहाँ दो, तीन केन्द्रिय दो इलेक्ट्रॉन बंध है।

Section (C) : H-bonding & intermolecular force of attraction.

खण्ड (C) : हाइड्रोजन बन्ध तथा अन्तरआण्विक आकर्षण बल

C-1. Which of the following is not correctly matched with respect to the intermolecular forces existing amongst the molecules (Hydrogen bonding is not taken as dipole-dipole attraction) ?

(A) Benzene – London dispresion forces
(B) Orthophosphoric acid – London dispresion force, hydrogen bonding.
(C) Hydrochloric acid – London dispresion force, dipole-dipole attraction
(D*) Iodine monochloride – London dispersion force

निम्न में से कौनसा अणु उसमें उपस्थित अन्तर आण्विक बल से सही सुमेलित नही है। (द्विध्रुव द्विध्रव आकर्षण के रूप में हाइड्रोजन बन्ध को नही लेते)

(A) बेन्जीन – लन्दन विस्तरण बल (London dispresion forces)
(B) आर्थोफास्फोरिक अम्ल – लन्दन विस्तरण बल (London dispresion forces), हाइड्रोजन बन्ध
(C) हाइड्रोक्लोरिक अम्ल – लन्दन विस्तरण बल, द्विध्रुव द्विध्रुव आकर्षण
(D*) आयोडीन मोनोक्लोराइड – लन्दन विस्तरण बल

Sol. All molecules have London dispersion force because of number of polarizable electrons.
Non polar molecules have only London dispersion force because of polarisable electron. Benzene is non polar molecule.
Polar molecules have dipole-dipole attraction in addition to London dispersion force.

$\overset{\delta^+\ \delta^-}{(H–Cl)}$ $\overset{\delta^+\ \delta^-}{(H–Cl)}$ and so on

Molecules with, O–H, N–H, or F–H bond have hydrogen bonding in addition to London dispersion force.
Molecule $IC\ell$ is polar, so in addition to London dispersion force it has dipole-dipole attraction also.

Sol. सभी अणुओं में लन्दन विस्तरण बल पाया जाता है, क्योंकि इनमें ध्रुवीत इलेक्ट्रॉन पाये जाते है।
अध्रुवीय अणु में केवल लन्दन विस्तरण बल होता है क्योंकि इसमें ध्रुवीत इलेक्ट्रॉन पाये जाते है। बैंजीन अध्रुवीय अणु है।
ध्रुवीय अणु में लन्दन विस्तरण बल मिलाने पर इनमें द्विध्रुव–द्विध्रुव आकर्षण होता है।

$\overset{\delta^+\ \delta^-}{(H–Cl)}$ $\overset{\delta^+\ \delta^-}{(H–Cl)}$ और इसलिए

अणु जिनमें, O–H, N–H, या F–H बंध लन्दन परिक्षेपण बल मिलाने पर हाइड्रोजन बंध रखते है।
$IC\ell$ अणु ध्रुवीय है इसलिए इसमें लन्दन परिक्षेपण बल मिलाने पर इनमें द्विध्रुव–द्विध्रुव आकर्षण होता है।

C-2. Which of the following factor is responsible for van der Waals forces ?

(A) Instantaneous dipole-induced dipole interaction.
(B) Dipole-induced dipole interaction and ion-induced dipole interaction.
(C) Dipole-dipole interaction and ion-induced dipole interaction.
(D*) All of these.

वान्डरवाल्स् बलों के लिए निम्न में से कौनसा कारक उत्तरदायी है ?
(A) तात्क्षणिक द्विध्रुव–प्रेरित द्विध्रुव अर्न्तक्रिया।
(B) द्विध्रुव–प्रेरित द्विध्रुव अर्न्तक्रिया तथा आयन प्रेरित द्विध्रुव अर्न्तक्रिया।
(C) द्विध्रुव–द्विध्रुव अर्न्तक्रिया तथा आयन प्रेरित द्विध्रुव अर्न्तक्रिया।
(D*) उपरोक्त सभी।

Sol. All statements are true. (सभी कथन सत्य है।)

C-3. Which of the following bonds/forces is weakest ?
(A) Covalent bond (B) Ionic bond (C) Hydrogen bond (D*) London force
निम्न में से कौनसा बन्ध/बल दुर्बलतम है ?
(A) सहसंयोजक बन्ध (B) आयनिक बन्ध (C) हाइड्रोजन बन्ध (D*) लन्दन बल

Sol. London forces are extremely short range in action and the weakest of all attractive forces.
The order of strength of bonds/ forces is ionic bond > covalent bond > hydrogen bond > London force.
लन्दन बल सबसे कम दूरी तक प्रभावी होते हैं तथा समस्त आकर्षण बलों में सबसे दुर्बल होते हैं। बंधों की प्रबलता का क्रम–आयनिक बंध > सहसंयोजक बंध > हाइड्रोजन बंध > लंदन बल

C-4. In which of the following compound, intra-molecular H-bonding is not observed :
(A) o-hydroxy benzyaldehyde (B) o-nitrophenol
(C) Chloral hydrate (D*) Boric acid
निम्न में से किस यौगिक में अन्तः आण्विक H-बन्ध नहीं पाया जाता है ?
(A) o-हाइड्रॉक्सी बेन्जेल्डिहाइड (B) o-नाइट्रोफिनॉल
(C) क्लोरल हाइड्रेट (D*) बोरिक अम्ल

Sol. Refer notes

C-5. Consider the following sets of H-bonds
H-बंधों के निम्न समुच्ययों (sets) पर विचार कीजिये

P : – O – H - - - - - :N –   Q : – O – H - - - - - :Ö –

R : – N – H - - - - - :N –   S : – N – H - - - - - :O –

The correct order of H-bond strengths is :
H-बंधों की सामर्थ्य का सही क्रम है।
(A) Q > P > S > R (B) R > Q > S > P (C) R > S > P > Q (D*) P > Q > R > S

Sol. Nitrogen is less electronegative than oxygen so electron pair is easily available for bonding, thus P has stronger H-bonding than Q. As oxygen is more electronegative so H-bond strength of Q is greater than S. The same explanation is given for R and S as that of P and Q.
नाइट्रोजन की विद्युतऋणता ऑक्सीजन से कम होती है जिससे इलेक्ट्रॉन युग्म आबंध के लिए आसानी से उपलब्ध होते हैं। अतः P में H-बंध Q की तुलना में अधिक प्रबल है। जैसे कि ऑक्सीजन की विद्युतऋणता अधिक होती है अतः Q में H-बंध की सामर्थ्यS से अधिक होती है। इसी तरह P एवं Q के समान ही, R एवं S की व्याख्या की जा सकती है।

C-6. Amongst NH_3, PH_3, AsH_3 and SbH_3 the one with highest boiling point is :
(A) NH_3 because of lower molecular weight (B*) SbH_3 because of higher molecular weight
(C) PH_3 because of H-bonding (D) AsH_3 because of lower molecular weight
NH_3, PH_3, AsH_3 तथा SbH_3 में से किसका क्वथनांक उच्चतम है :
(A) कम आण्विक भार के कारण NH_3 का (B*) उच्च आण्विक भार के कारण SbH_3 का
(C) H-बन्धन के कारण PH_3 का (D) कम आण्विक भार के कारण AsH_3 का

Sol. As molecular weight increases, magnitude of Van der Waal's force of attraction increases.
Therefore, boiling point increases. Though NH_3 has strong H-bonding but boiling point of SbH_3 is highest due to highest molecular weight. Boiling point NH_3 = 238.5 K and SbH_3 = 254.6 K.

Sol. आण्विक भार में वृद्धि पर वान्डरवॉल्स आकर्षण बल के परिमाण में वृद्धि होती है, इसलिए क्वथनांक में वृद्धि होती हैं।
यद्यपि NH_3 में H-बन्धन प्रबल होता है। लेकिन उच्चतम आण्विक भार के कारण SbH_3 का क्वथनांक उच्चतम होता है।
NH_3 = 238.5 K तथा SbH_3 = 254.6 K.

C-7. The correct order of boiling point is :
क्वथनांक बिन्दु का सही क्रम है :
(A) $H_2O < H_2S < H_2Se < H_2Te$ (B) $H_2O > H_2Se > H_2Te > H_2S$
(C) $H_2O > H_2S > H_2Se > H_2Te$ (D*) $H_2O > H_2Te > H_2Se > H_2S$

Sol. (i) H_2O has highest boiling point because of H-bonding.
(ii) Boiling point also depends on the magnitude of van der Waal's force of attraction, which in turns depends on molecular weight of the compounds. Thus the correct order is $H_2O > H_2Te > H_2Se > H_2S$.
(i) H-बंध के कारण H_2O का क्वथनांक बिन्दु अधिक होता है।
(ii) क्वथनांक वन्डरवॉल आकर्षण बल के मान पर भी निर्भर करता है जो कि यौगिक के आण्विक द्रव्यमान पर निर्भर है अतः सही क्रम है $H_2O > H_2Te > H_2Se > H_2S$.

C-8. Which of the following compounds has the highest boiling point
निम्न में से अधिकतम क्वथनांक वाला यौगिक है
(A) HCl (B) HBr (C*) H_2SO_4 (D) HNO_3

Sol. The presence of two OH groups in H_2SO_4 lead to significant H-bonding.
H_2SO_4 में दो OH समूह की उपस्थिति के कारण H-बंध का निर्माण होता है।

PART - III : MATCH THE COLUMN

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

1. Match the following :

	Column-I		**Column-II**
(A)	BF_3	(p)	sp^3 hybridization
(B)	$(SiH_3)_3N$	(q)	$p\pi$–$p\pi$ back bond
(C)	B_2H_6	(r)	$p\pi$–$d\pi$ back bond
(D)	SiO_2	(s)	3c–2e bond

निम्न को सुमेलित कीजिए।

	कॉलम-**I**		कॉलम-**II**
(A)	BF_3	(p)	sp^3 संकरण
(B)	$(SiH_3)_3N$	(q)	$p\pi$–$p\pi$ पश्च बंध
(C)	B_2H_6	(r)	$p\pi$–$d\pi$ पश्च बंध
(D)	SiO_2	(s)	3c–2e बंध

Ans. (A - q) ; (B – r) ; (C – s,p) ; (D – p, r)

2. Match the following :

	Column-I		**Column-II**
(A)	HCl < HF	(p)	Strength of hydrogen bonding
(B)	$PH_3 < NH_3$	(q)	Dipole moment
(C)	$H_2O < D_2O$	(r)	Boiling point
(D)	$F_2 < Cl_2$	(s)	Bond energy

निम्न को सुमेलित कीजिए।

	कॉलम-**I**		कॉलम-**II**
(A)	HCl < HF	(p)	हाइड्रोजन बन्ध का सामर्थ्य
(B)	$PH_3 < NH_3$	(q)	द्विध्रुव आघूर्ण
(C)	$H_2O < D_2O$	(r)	क्वथनांक
(D)	$F_2 < Cl_2$	(s)	बन्ध–ऊर्जा

Ans. (A – p, q, r, s) ; (B – p, q, r, s) ; (C – p, q, r, s) ; (D – r, s)

Sol. HF shows stronger H-bond than H-Cl.
Dipole moment of HF is more than of HCl. (fact) Due to H-bond, boiling point of H–F is more than that of HCl.
Due to differences in electro negavitivity, the H–F bond is stronger than H–Cl bond.
(B) N is more electronegative than P. So the strength of H-bond is more in NH_3. Due to this boiling point of NH_3 is more. For the same reason, boiling point and bond energy are also more for NH_3 than PH_3.

Sol. HF, H-Cl की अपेक्षा प्रबल H-बंध दर्शाता है।
HCl की अपेक्षा HF का द्विध्रुव आघूर्ण अधिक होता है। (तथ्य) H-बंध के कारण H–F का क्वथंनाक HCl के क्वथनांक से अधिक होता है।
विद्युतऋणता में अन्तर के कारण H–F बंध H–Cl बंध की अपेक्षा प्रबल होता है।
(B) N,P की अपेक्षा अधिक विद्युतऋणी तत्व है इसलिए NH_3 में हाइड्रोजन बंध की सामर्थ्य अधिक होती है। इस कारण NH_3 क्वथनांक अधिक होता है। NH_3 का क्वथनांक व बंध ऊर्जा PH_3 की अपेक्षा अधिक होती है इसके लिए भी समान कारण है।

3. Match the column:

Column-I	**Column-II**
(A) Liquid bromine	(p) Hydrogen bond
(B) Solid hydrogen fluoride	(q) Ion-dipole force
(C) Solution of sodium fluoride in water	(r) Dispersion force.
(D) Liquid methylamine	(s) Dipole induced dipole interaction.
(E) Noble gas clathrate in ice.	

कॉलम **– I**	कॉलम **– II**
(A) द्रव ब्रोमीन	(p) हाइड्रोजन बंध
(B) ठोस, हाइड्रोजन फ्लोराइड	(q) आयन–द्विध्रुव बल
(C) जल में, सोडियम फ्लोराइड का विलयन	(r) विस्तरण बल (Dispersion force)
(D) द्रव, मेथिलएमीन	(s) द्विधुव–प्रेरित द्विध्रुव अन्योन्य क्रिया (अथवा अर्न्तक्रिया)
(E) बर्फ में नोबल गैस क्लेथरेट	

Ans. (A – r) ; (B – p, r) ; (C – p, q, r) ; (D – p, r) ; (E – p, r, s).

Sol. (A) Br_2 is non-polar in nature. All molecules experience London dispersion forces which results from the motion of electrons.
(B) HF has hydrogen bonding in liquid as well as in solid state. HF molecules also experience dispersion forces.
(C) Ion-dipole forces are found in the solutions of ionic compounds in polar solvent where solvated species such as $Na(OH_2)_x^+$ and $F(H_2O)_y^-$ exist. Hydrogen bond exist between water molecules. In addition they also experience dispersion London forces.
(D) CH_3NH_2 is a polar molecule that can form hydrogen bonds. In addition, it has dispersion forces.
(E) Induced dipole-dipole interaction exists between non-polar molecules and polar molecules such as clathrate compound of Xe gas with water, when water is frozen under a high pressure of the gas. They have formulae approximating to $6H_2O$: 1 gas atom (i.e. $Xe.6H_2O$).
In addition, $Xe.6H_2O$ has H-bonding and dispersion forces.

हल. (A) Br_2 की प्रकृति अध्रुवीय है, सभी अणुओं के मध्य लंदन विस्तरण बल लगता है। जो कि, इलेक्ट्रॉनों की गति के कारण होता है।
(B) HF में द्रव के साथ–साथ ठोस अवस्था में भी हाइड्रोजन बंध पाये जाते हैं तथा HF अणुओं के मध्य में, भी विस्तरण बल लगता है।
(C) ध्रुवीय विलायकों में आयनिक यौगिकों के विलयन में आयन–द्विध्रुव बल, पाये जाते है। जहाँ, विलायकीकृत स्पीशीज जैसे $Na(OH_2)_x^+$ तथा $F(H_2O)_y^-$ पायी जाती है। जल अणुओं के मध्य हाइड्रोजन बंध पाये जाते है, तथा साथ ही यह लंदन विस्तरण बल भी अनुभव करते है।
(D) CH_3NH_2 एक ध्रुवीय अणु है, जो कि हाइड्रोजन बंध बना सकता है, साथ ही यह विस्तरण बल भी रखता है।
(E) प्रेरित द्विध्रुव–द्विध्रुव अर्न्तक्रिया, अध्रुवीय अणुओं तथा ध्रुवीय अणुओं के मध्य पायी जाती है। जैसे, कि जल के साथ Xe के क्लेथरेट (clatherate) यौगिक। इनका निर्माण तब होता है, जब जल को इस गैस की, उच्च दाब, परिस्थिति में, जमाया जाता है। यह सामान्यतः लगभग $6H_2O$: 1 गैस परमाणु (अर्थात् $Xe.6H_2O$) अनुपात में, सूत्र का निर्माण करते है।
साथ ही $Xe.6H_2O$ में H-बंध तथा विस्तरण बल भी पाये जाते है।

Exercise-2

✍ **Marked questions are recommended for Revision.**
✍ चिन्हित प्रश्न दोहराने योग्य प्रश्न है।

PART - I : ONLY ONE OPTION CORRECT TYPE

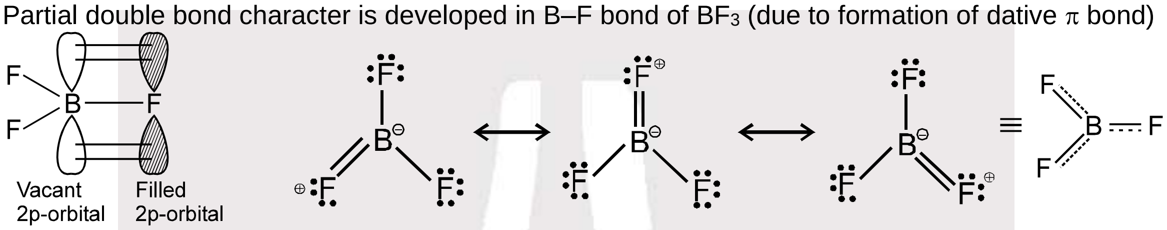
भाग - I : केवल एक सही विकल्प प्रकार (ONLY ONE OPTION CORRECT TYPE)

Section (A) : Back bonding
खण्ड (A) : पश्च बन्ध

1. In which of the following compounds B–F bond length is shortest ?
निम्न में से किस योगिक में B–F बंध लम्बाई सबसे कम है ?

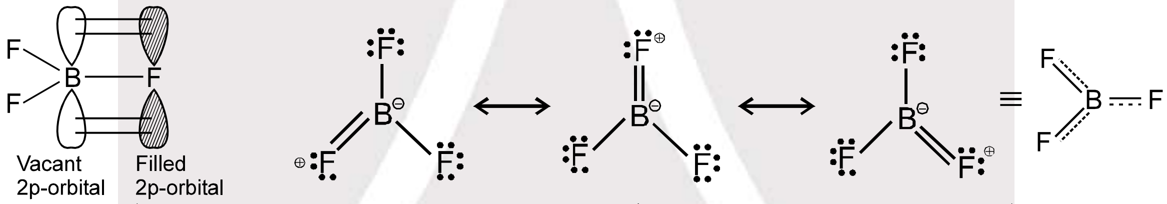
(A) BF_4^- (B) $BF_3 \leftarrow NH_3$ (C*) BF_3 (D) $BF_3 \leftarrow N(CH_3)_3$

Sol. Partial double bond character is developed in B–F bond of BF_3 (due to formation of dative π bond)



In other case B is sp^3 hybridised (tetrahedral molecule or ion) and the possibility for π bonding no longer exists.

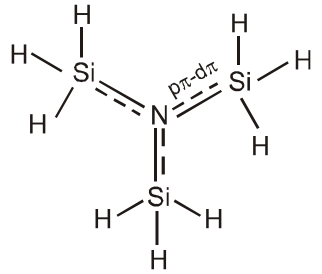
Sol. BF_3 (डेटिव π बंध के निर्माण के कारण) के B–F बंध में आंशिक द्विबंध अभिलक्षण विकसित हो जाते है।



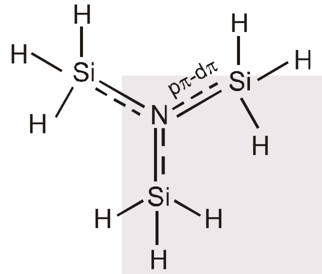
अन्य स्थिति में B, sp^3 संकरित (चतुष्फलकीय अणु या आयन) है तथा π बंध का अस्तित्व अधिक लम्बे समय तक नहीं रह पाता है।

2.✍ Which of the following statement is false for trisilylamine ?
(A) Three sp^2 orbitals are used for σ bonding, giving a plane triangular structure.
(B*) The lone pair of electrons occupy a p-orbital at right angles to the plane triangle and this overlaps with empty p–orbitals on each of the three silicon atoms resulting in π bonding.
(C) The N–Si bond length is shorter than the expected N–Si bond length.
(D) It is a weaker Lewis base than trimethyl amine.
ट्राइसिलिलेमीन (trisilylamine) के लिए निम्न में से कौनसा कथन गलत हैं ?
(A) σ बन्धन के लिए तीन sp^2 कक्षक प्रयुक्त होते हैं तथा यह एक समतलीय त्रिकोणीय संरचना देते हैं
(B*) इलैक्ट्रॉन का एकाकी युग्म समतलीय त्रिकोणीय के समकोण पर एक p-कक्षक रखता है तथा प्रत्येक तीन सिलिकॉन परमाणुओं पर उपस्थित रिक्त p–कक्षकों के साथ अतिव्यापन से π बन्धन बनता हैं।
(C) N–Si बन्ध लम्बाई अनुमानित N–Si बंध लम्बाई से कम होती है।
(D) यह ट्राइमेथिल एमीन की अपेक्षा दुर्बल लुईस क्षार हैं

Sol. There is $p\pi$–$d\pi$ delocalization of lone pair of electron on nitrogen atom and empty d-orbital of silicon but not $p\pi - p\pi$, one of the 2s-orbital electrons jumps to the last P_z orbital and does not participate in sp^2 hybridisation.

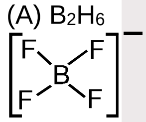


हल. यहाँ पर नाइट्रोजन परमाणु के एकाकी इलेक्ट्रॉन युग्म तथा सिलिकॉन के रिक्त d-कक्षकों का pπ–dπ विस्थानीकरण होता है ना कि pπ – pπ, 2s-कक्षक का एक इलेक्ट्रॉन उतेजित होकर अन्तिम P_z कक्षक में स्थानांतरित हो जाता है तथा यह sp^2 संकरण में भाग नहीं लेता हैं।



Section (B) : Electrion deficient bonding
खण्ड (B) : इलेक्ट्रॉनन्यून बन्ध

3. In which of the following molecules/species all following characteristics are found ?
(a) Tetrahedral hybridisation
(b) Hybridisation can be considered to have taken place with the help of empty orbital(s).
(c) All bond lengths are identical i.e. all A–B bond lengths are identical.
किस अणु/प्रजातियों में निम्न सभी अभिलक्षण पाये जाते है ?
(a) चतुष्फलकीय संकरण
(b) यह माना जा सकता है कि संकरण में रिक्त कक्षक भी भाग लेते है/हैं।
(c) सभी बन्ध लम्बाई समान हैं, अर्थात सभी A–B बन्ध लम्बाईयां समान हैं।
(A) B_2H_6 (B) Al_2Cl_6 (C) $BeCl_2$ (g) (D*) BF_4^-

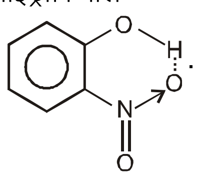
Sol. 

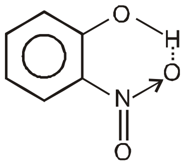
Section (C) : H-bonding & intermolecular force of attraction.
खण्ड (C) : हाइड्रोजन बन्ध तथा अन्तरआण्विक आकर्षण बल

4. H-bonding is maximum in
निम्न में से किसमें H-बंध प्रबलतम (अधिकतम) है:
(A) C_6H_5OH (B*) C_6H_5COOH (C) CH_3CH_2OH (D) CH_3COCH_3

Sol. H-bonding shown by –COOH group is stonger than that shown by –OH group.
–COOH समूह द्वारा दर्शाया गया हाइड्रोजन बंध, –OH समूह द्वारा दर्शाये गये हाइड्रोजन बंध की अपेक्षा प्रबल होता है।

5. Which one of the following does not have intermolecular H-bonding ?
(A) H_2O (B*) o-nitro phenol (C) HF (D) CH_3COOH
निम्न में से किसमें अन्तरआण्विक H बन्धन नहीं हैं ?
(A) H_2O (B*) o-नाइट्रोफिनोल (C) HF (D) CH_3COOH

Sol. It has intramolecular H-bonding  .

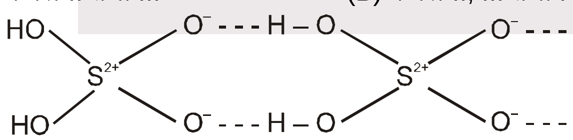
इसमें अन्तराअणुक (अन्तःअणुक) H-बंध है। 

6. Give the correct order of initials T or F for following statements. Use T if statement is true and F if it is false.
S_1 : HF boils at a higher temperature than HCl.
S_2 : HBr boils at lower temperature than HI.
S_3 : Bond length of N_2 is less than N_2^+.
S_4 : F_2 has higher boiling point than Cl_2.
निम्नलिखित कथनों को T अथवा F के संकेतों में सही क्रम में लिखिये। यदि कथन सत्य है तो T का उपयोग करें तथा यदि कथन असत्य है तो F का उपयोग करें।
S_1 : HF, HCl की तुलना में उच्च ताप पर उबलता है।
S_2 : HBr, HI की तुलना में कम ताप पर उबलता है।
S_3 : N_2 की बंध लम्बाई, N_2^+ की तुलना में कम है।
S_4 : F_2 का क्वथनांक Cl_2 की अपेक्षा अधिक होता है।
(A) T F T T (B) T T F F (C*) T T T F (D) T T T T

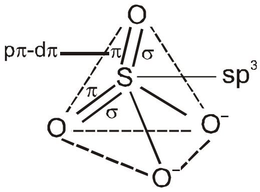
Sol. S_1 : Due to intermolecular H-bonding in HF it boils at higher temperature than HCl
S_2 : Mol. wt. of HBr < Mol. wt. of HI
S_3 : Bond order of N_2 is more than N_2^+ .
S_4 : Molecular mass of $F_2$is less than that of Cl_2

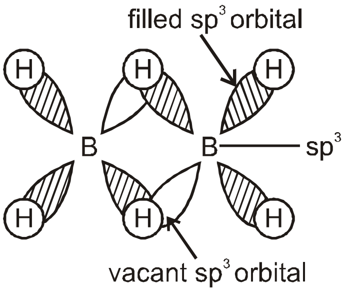
Sol. S_1 : HF में अंतराण्विक H-बंध होने के कारण, यह HCl की तुलना में उच्च ताप पर उबलता है।
S_2 : HBr का अणुभार < HI का अणुभार
S_3 : N_2 का बंध क्रम, N_2^+ की तुलना में अधिक है।
S_4 : F_2 का मोलर द्रव्यमान Cl_2 से कम है।

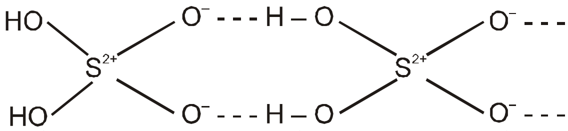
7. Select the correct statement for the sulphuric acid.
(I) It has high boiling point and viscosity.
(II) There are two types of bond lengths in its bivalent anion.
(III) pπ-dπ bonding between sulphur and oxygen is observed.
(IV) Sulphur has the same hybridisation that is of boron in diborane.
(A) II and III only (B) II, III and IV only (C*) I, III and IV only (D) III and IV only
सल्फ्यूरिक अम्ल के लिए सही कथन का चयन कीजिये?
(I) यह उच्च क्वथनांक तथा उच्च श्यानता रखता हैं।
(II) इसके द्विसंयोजी ऋणायन में दो प्रकार की बंध लम्बाई पायी जाती है।
(III) यहाँ S व O के मध्य pπ-dπ बंध पाया जाता हैं।
(IV) इसमें सल्फर की संकरण अवस्था, डाईबोरेन में बोरोन कि संकरण अवस्था के समान हैं।
(A) केवल II तथा III (B) केवल II, III तथा IV (C*) केवल I, III तथा IV (D) केवल III तथा IV

Sol. (I) 

As a result of H-bonding, number of sulphuric acid molecules are associated to form cluster. Hence it has high boiling point and viscosity.
(II) All S—O bond lengths are equal due to resonance.

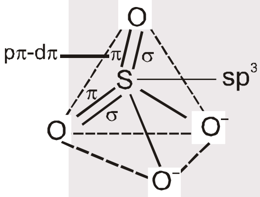
(III) 

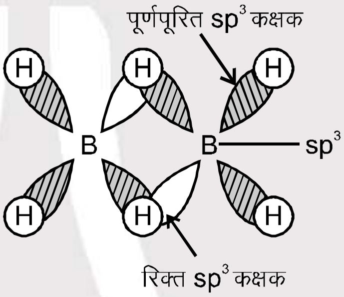
(IV) 

हल. (I) 

H-बंधन के परिणाम स्वरूप, बहुत से सल्फ्यूरिक अम्ल के अणु संगुणित होकर समूहों का निर्माण करते हैं। इस प्रकार यह उच्च क्वथनांक तथा उच्च श्यानता रखता हैं।

(II) अनुनाद के कारण सभी S—O बंध लम्बाईयां समान होती हैं।

(III) 

(IV) 

8. Which of the following is least volatile ?
निम्नलिखित में से कौनसा सबसे कम वाष्पशील हैं ?

(A*) HF (B) HCl (C) HBr (D) HI

Sol. HF is least volatile (i.e. high boiling point) due to strong intermolecular hydrogen bonding.

हल. HF सबसे कम वाष्पशील (अर्थात् उच्चतर क्वथंनाक बिन्दु) है, क्योंकि इसमें प्रबल अन्तरआण्विक हाइड्रोजन बंध हैं।

PART - II : SINGLE AND DOUBLE VALUE INTEGER TYPE

भाग - II : एकल एवं द्वि–पूर्णांक मान प्रकार (SINGLE AND DOUBLE VALUE INTEGER TYPE)

1. How many of the following has hydrogen bonding
निम्न में से कितने हाइड्रोजन बन्ध रखते है।

(a) NH_3 (b) CH_4 (c) H_2O (d) HI
(e) HF (f) HCOOH (g) $B(OH)_3$ (h) CH_3COOH
(i) HCO_3^- ion

Ans. 7 (Except (b, d)

Sol. Only NH_3, H_2O, HF, HCOOH, $B(OH)_3$, CH_3COOH, HCO_3^- ion

हल केवल NH_3, H_2O, HF, HCOOH, $B(OH)_3$, CH_3COOH, HCO_3^- आयन

PART - III : ONE OR MORE THAN ONE OPTIONS CORRECT TYPE

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

1. Which compounds are lewis acids ?
निम्न में से कौनसे यौगिक लुईस अम्ल है ?

(A*) $AlCl_3$ (B*) BCl_3 (C) H_2O (D) NH_3

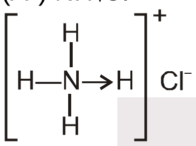
Sol. Al in $AlCl_3$ & B in BCl_3 are electron eficient. They can accept an electron pair.
$AlCl_3$ में Al व BCl_3 में B इलेक्ट्रॉन न्यून है। यह इलेक्ट्रॉन युग्म ग्रहण कर सकते है।

2. Which of the following is/are electron deficient compounds ?
निम्न में से कौनसा/कौनसे इलेक्ट्रॉन न्यून यौगिक है/हैं ?
(A) $NaBH_4$ (B*) B_2H_6 (C*) $AlCl_3$ (D) $LiAlH_4$

Sol. (B) B_2H_6 is a electron deficient compound as boron has only six electron in its valence shell.
(C) $AlCl_3$ is a electron deficient compound as aluminium has only six electron in its valence shell.

हल. (B) B_2H_6 एक इलेक्ट्रॉन न्यून यौगिक हैं क्योंकि बोरॉन के संयोजी कोश में केवल छः इलेक्ट्रॉन पाये जाते है।
(C) $AlCl_3$ एक इलेक्ट्रॉन न्यून यौगिक हैं क्योंकि एल्युमिनियम के संयोजी कोश में केवल छः इलेक्ट्रॉन होते है।

3. Which of the following have coordinate bonds ?
निम्न में से कौनसी स्पीशीज उपसहसंयोजी बंध रखती है ?
(A*) NH_4Cl (B) NaCl (C*) O_3 (D) Cl_2

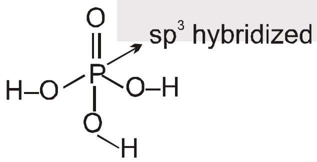
Sol.


Section (C) : H-bonding & intermolecular force of attraction.
खण्ड (C) : हाइड्रोजन बन्ध तथा अन्तरआण्विक आकर्षण बल

4. Which of the following is/are correct.
(A*) Boiling point of alcohol is higher than than of diethyl ether
(B*) Density of water is higher than ice.
(C*) Glycerol is more viscous than ethanol
(D*) Ammonia is more easily liquified than HCl due to H-bonding in NH_3
निम्न में से कौनसा/कौनसे सही है/हैं–
(A*) एल्कोहल का क्वथनांक डाई एथिल ईथर से उच्च होता है।
(B*) जल का घनत्व, बर्फ की तुलना में अधिक होता है।
(C*) ग्लिसरोल, ऐथेनोल की तुलना में अधिक श्यान होता है।
(D*) NH_3 में H-बंधन के कारण, अमोनिया HCl की तुलना में सरलता से द्रवीकृत हो जाता है।

Sol. Water has intermolecular H-bonding.
जल में अन्तर आण्विक H-बंधन पाया जाता है।

5. Which of the following statements is **correct** regarding phosphoric acid ?
(A*) $p\pi–d\pi$ back bonding exist between O and P.
(B*) The anion is resonance stablized.
(C) It is a dibasic acid.
(D*) Inter molecular H bonding between molecules make it a syrupy (viscous) liquid.
फास्फोरीक अम्ल के संदर्भ में निम्न में से कौनसे कथन सत्य है।
(A*) O तथा P के मध्य $p\pi–d\pi$ पश्च आबन्ध होता है। (B*) ऋणायन अनुनाद द्वारा स्थायी होगा।
(C) यह एक द्विक्षारीय अम्ल है। (D*) अन्तर आण्विक H बंध इसे एक गाढा (श्यान) द्रव बनाते हैं।

Sol.


The P = O contain one $p\pi$-$d\pi$ bond. The PO_4^{3-} ion show resonance.
Due to the presence of H-bonded to O, it show intermolecular H-bonding due to which it is syrupy.
P = O एक $p\pi$-$d\pi$ बंध रखता है। PO_4^{3-} अनुनाद दर्शाता है।
O से बंधित H-बंध की उपस्थिति के कारण यह अंतराण्विक हाइड्रोजन बंध दर्शाता है जो कि इसे गाढ़ा द्रव (श्यान) बना देता है।

6. Which of the following is correct order of strength of hydrogen bonding?
निम्न में से कौनसा क्रम हाइड्रोजन बंध की सामर्थ्यता का सही क्रम है ?
(A*) N—H- - -N > N—H- - -O (B*) F—H- - -N > O—H- - -N
(C) N—H- - -Cl > N—H- - -N (D) O—H- - -F > O—H- - -O
Sol. Refer theory.

PART - IV : COMPREHENSION

भाग - IV : अनुच्छेद (COMPREHENSION)

Read the following passage carefully and answer the questions.
निम्न अनुच्छेद को ध्यानपूर्वक पढ़िये तथा प्रश्नों के उत्तर दीजिए।

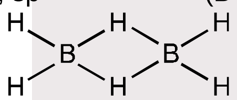
Comprehension # 1

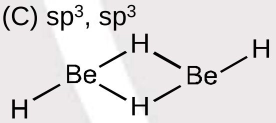
Bridge bonding is a specific kind of bonding in pages of chemistry. In general σ-bond pair delocalisation is very difficult. But electron deficiency of the central atom forces to delocalised and forms this kind of bond.

अनुच्छेद **# 1**

रसायनशास्त्र में सेतु बंधन एक विशेष प्रकार के बंध है सामान्यतः σ-बंध युग्म का विस्थानिकरण बहुत कठिन होता है परन्तु केन्द्रिय परमाणु की इलेक्ट्रॉन न्यूनता, विस्थानिकरण को प्रेरित (forces) करती है तथा इस प्रकार के बंध का निर्माण होता है–

1. The state of hybridisation of central atom in dimer form of both BH_3 and BeH_2 is
BH_3 तथा BeH_2 दोनों द्वारा निर्मित द्विलक में केन्द्रिय परमाणु की संकरण अवस्था है–
(A) sp^2, sp (B*) sp^3, sp^2 (C) sp^3, sp^3 (D) sp^2, sp^3

Sol. B_2H_6 = 

; Be_2H_4 = 

2. Which of the following molecule has complete octet
निम्न में से कौनसा यौगिक अष्टक पूर्ण रखता है–
(A) B_2H_6 (B*) Al_2Cl_6 (C) Be_2Cl_4 (D) BeH_2

3. The B_2H_6 molecule is dissolved in tetrahydrofuran. Which atom(s) is/are having changes of hybridisation with respect to reactant and final product of the process given.
(A) B only (B) B and O (C) B, O and C (D*) None of these
B_2H_6 अणु, टेट्राहाइड्रोफ्यूरेन में विलय हो जाता है। तथा अन्तिम उत्पाद में, क्रियाकारको के संदर्भ में (सापेक्ष) कौनसे परमाणु या परमाणुओं के संकरण में परिवर्तन होता है–
(A) केवल B (B) B तथा O (C) B, O तथा C (D*) इनमें से कोई नहीं

4. In which of the dimerisation process, the achievement of the octet is not the driving force.
निम्न द्विलकीकरण प्रक्रमों में से किसमें, अष्टक की पूर्ति, प्रेरीत बल नहीं है–
(A) $2AlCl_3 \longrightarrow Al_2Cl_6$ (B) $BeCl_2 \longrightarrow BeCl_2$ (solid ठोस)
(C*) $2ICl_3 \longrightarrow I_2Cl_6$ (D) $2NO_2 \longrightarrow N_2O_4$

5. The molecule is not having 3c – 2e bond.
(A) BeH_2 (dimer) (B) BeH_2 (solid) (C*) C_2H_6 (D) B_2H_6
निम्न में से वह अणु जिसमें, 3c – 2e बंध नहीं है। वह है–
(A) BeH_2 (द्विलक) (B) BeH_2 (ठोस) (C*) C_2H_6 (D) B_2H_6

Comprehension # 2

Answer Q.6, Q.7 and Q.8 by appropriately matching the information given in the three columns of the following table.

Observe the three columns in which column-1 represents species, column-2 represents hybridization and shape while column-3 represents properties.		
Column-1	**Column-2**	**Column-3**
Species	**Hybridization & shape**	**Properties**

(I)	O_2	(i)	sp^3	(P)	Peramegnetic
(II)	XeF_2	(ii)	sp^3d	(Q)	Diamegnetic
(III)	H_2O	(iii)	Linear	(R)	H-bond formation
(IV)	ICl_2^+	(iv)	Angular (V-shape)	(S)	Polar nature

अनुच्छेद **# 2**

नीचे दी गयी टेबल के तीन कॉलमों में उपलब्ध सूचना का उपयुक्त ढंग से सुमेल कर प्रश्नों **Q.6, Q.7** और **Q.8** के उत्तर दीजिये।

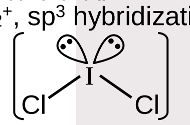
तीन कॉलमों का अवलोकन कीजिये जिसमें कॉलम-1 : प्रजातियों, कॉलम-2 : संकरण तथा आकृति जबकि कॉलम-3 : गुणधर्म दिये गये हैं।					
कॉलम-**1**		कॉलम-**2**		कॉलम-**3**	
प्रजातियों		संकरण तथा आकृति		गुणधर्म	
(I)	O_2	(i)	sp^3	(P)	चुम्बकीय
(II)	XeF_2	(ii)	sp^3d	(Q)	अचुम्बकीय
(III)	H_2O	(iii)	रेखीय	(R)	H-बन्ध निर्माण
(IV)	ICl_2^+	(iv)	कोणीय (V-आकृति)	(S)	ध्रुवीय प्रकृति

6. Correct combination is/are :
सही संयोजन है/हैं:
(A) (I) (iii) (q) (B) (II) (i) (p) (C*) (I) (iii) (q) (D) (IV) (iii) (p)

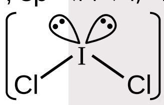
Sol. O_2, linear, acc. to MOT it is peramegnetic.
Sol. O_2, रेखीय, MOT के अनुसार यह चुम्बकीय है।

7. Correct combination is/are :
सही संयोजन है/हैं:
(A) (I) (iii) (q) (B) (II) (iii) (s) (C) (III) (iv) (p) (D*) (IV) (i) (s)

Sol. ICl_2^+, sp^3 hybridization, angular (V-shape), diamagnetic, polar species.



Sol. ICl_2^+, sp^3 संकरण, कोणीय (V-आकृति), अचुम्बकीय, ध्रुवीय प्रजाति



8. **Inc**orrect combination is/are :
गलत संयोजन है/हैं:
(A) (I) (iii) (p) (B) (II) (ii) (q) (C) (III) (i) (r) (D*) (IV) (ii) (p)

Sol. ICl_2^+, sp^3 hybridization, diamagnetic species.
Sol. ICl_2^+, sp^3 संकरण, अचुम्बकीय प्रजाति

Exercise-3

*** Marked Questions may have more than one correct option.**
***** चिन्हित प्रश्न एक से अधिक सही विकल्प वाले प्रश्न है -

PART - I : JEE (ADVANCED) / IIT-JEE PROBLEMS (PREVIOUS YEARS)

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

1. Amongst H_2O, H_2S, H_2Se and H_2Te the one with highest boiling point is : **[JEE–2000, 1/135]**
(A*) H_2O because of H-bonding. (B) H_2Te because of higher molecular weight.
(C) H_2S because of H-bonding. (D) H_2Se because of lower molecular weight.

H_2O, H_2S, H_2Se तथा H_2Te में से एक जिसका क्वथनांक उच्चतम हैं, निम्न हैं : **[JEE–2000, 1/135]**

(A*) H_2O, H-बन्ध होने के कारण (B) H_2Te, उच्चतर अणुभार होने के कारण।

(C) H_2S, H-बन्ध होने के कारण (D) H_2Se, निम्नतर अणुभार होने के कारण

Sol. Intermolecular forces between H_2S, H_2Se and H_2Te molecules are purely Van der Waal's force of attraction while in water there is stronger H-bonding between the water molecules. H-bond is stronger than Van der Waal's force of attraction and thus more energy is required for converting $H_2O(\ell)$ to $(H_2O)(g)$.

हल. H_2S,H_2Se तथा H_2Te अणु में अन्तर आण्विक बल शुद्ध वान्डर वाल्स आकर्षण बल होता है जबकि जल में जल के अणुओ के बीच प्रबल H-बंध होता है। H-बंध वान्डर वाल्स आकर्षण बल से अधिक प्रबल होता है इसलिये $H_2O(\ell)$ को $(H_2O)(g)$ में बदलने के लिये अधिक ऊर्जा की आवश्यकता होती है।

3. Specify the coordination geometry around and hybridisation of N and B atoms in a 1 : 1 complex of BCl_3 & NH_3. **[JEE–2002(S), 3/150]**

(A*) N : tetrahedral sp^3, B : tetrahedral sp^3 (B) N : pyramidal sp^3, B : pyarmidal sp^3

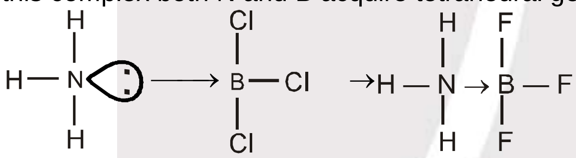
(C) N : pyramidal sp^3, B : planar sp^2 (D) N : pyramidal sp^3, B : tetrahedral sp^3

BCl_3 तथा NH_3 के 1 : 1 संकुल में N तथा B परमाणु का उपसहसंयोजी ज्यामिती तथा संकरण बताइये। **[JEE–2002(S), 3/150]**

(A*) N : चतुष्फलकीय sp^3, B : चतुष्फलकीय sp^3 (B) N : पिरेमिडीय sp^3, B : पिरेमिडीय sp^3

(C) N : पिरेमिडीय sp^3, B : समतलीय sp^2 (D) N : पिरेमिडीय sp^3, B : चतुष्फलकीय sp^3

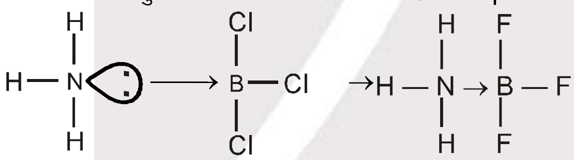
Sol. Here ammonia acts as a lewis base and boron trifluoride as lewis acid as represented below. Hence in this complex both N and B acquire tetrahedral geometry and sp^3 hybridisation.



or $[NH_3.BF_3]$.

sp^3 (steric number = 4) sp^3 (steric number = 4)

हल. यहाँ अमोनिया एक लुईस क्षार की तरह व बोरोन ट्राइफ्लोराइड लुईस अम्ल की तरह व्यवहार करता है जैसा नीचे दिखाया गया है अतः इस संकुल में N व B दोनो चतुष्फलकीय ज्यामिति प्राप्त करते है तथा sp^3 संकरण रखते है।



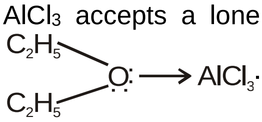
अथवा $[NH_3.BF_3]$.

sp^3 (त्रिविम संख्या = 4) sp^3 (त्रिविम संख्या = 4)

4. Which one is more soluble in diethyl ether anhydrous $AlCl_3$ or hydrous $AlCl_3$? Explain in terms of bonding. **[JEE–2003(M), 2/144]**

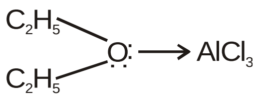
डाइ एथिल ईथर में निर्जल $AlCl_3$ तथा जलयोजी $AlCl_3$ में से कौन अधिक विलेय है ? बंधन के पदों में समझाइये। **[JEE–2003(M), 2/144]**

Sol. In diethyl ether ($C_2H_5—\ddot{O}—C_2H_5$) oxygen atom has two lone pairs of electrons, thus acts as lewis base while in anhydrous $AlCl_3$ aluminium has vacant 3p-orbital of valence shell and thus acts as Lewis acid. $AlCl_3$ accepts a lone pair of electrons from diethyl ether to complete its octet forming a complex



. Hence, anhydrous $AlCl_3$ is more soluble in diethyl ether by means of solvolysis in comparison to hydrous $AlCl_3$ (i.e., $AlCl_3 . 6H_2O$). Hydrous $AlCl_3$ is a polar compound, while ether is non-polar, so on basis of Thumb`s rule, like dissolve in like solvents. Hence hydrous $AlCl_3$ is least soluble in ether.

हल. डाइएथिल ईथर ($C_2H_5—\ddot{O}—C_2H_5$) में ऑक्सीजन परमाणु, दो एकाकी इलेक्ट्रॉन युग्म रखता है इस प्रकार लुईस क्षार की तरह कार्य करता है जबकि निर्जल $AlCl_3$ में एल्यूमिनियम के संयोजी कोश में रिक्त 3p-कक्षक होते है तथा इसलिए लुईस अम्ल की तरह कार्य करता है। $AlCl_3$ डाइएथिल ईथर से एकाकी इलेक्ट्रॉन युग्म को ग्रहण कर अपने अष्टक को पूर्ण कर एक संकुल



बनाता है अतः निर्जल $AlCl_3$, जलयोजी $AlCl_3$ (अर्थात $AlCl_3 . 6H_2O$)

की तुलना में डाइ एथिल ईथर में अधिक विलेयी होता है। $AlCl_3$ ध्रुवीय योगिक होता है जबकि ईथर अध्रुवीय होता है। इसलिए इस नियम के अनुसार कि समान समान में घुलता है। ईथर में जलयोजी $AlCl_3$ सबसे कम विलेयी होता है।

5. AlF_3 is insoluble in anhydrous HF but when little KF is added to the compound it becomes soluble. On addition of BF_3, AlF_3 is precipitated. Write the balanced chemical equations. **[JEE–2004(M), 2/144]**

AlF_3 निर्जल HF में अविलेय है, लेकिन जब सूक्ष्म मात्रा में KF यौगिक में मिलाते है, तो यह विलय हो जाता है। BF_3 के मिलाने पर AlF_3 अवक्षेपित होता है। सन्तुलित रासायनिक समीकरण लिखिए। **[JEE–2004(M), 2/144]**

Sol. There is inter molecular hydrogen bonding in HF and because of this it is weakly dissociated. So AlF_3 is not soluble in anhydrous HF. On the other hand KF is ionic compound and thus it is highly dissociated giving a high concentration of F^- ion which leads to the formation of a colourless soluble complex,

$AlF_3 + KF \longrightarrow K_3[AlF_6]$.

BF_3 is more acidic than AlF_3 because of the small size of B than that of Al. Thus BF_3 pulls out F^- from $[AlF_6]^{3-}$ forming $[BF_4]^-$ and AlF_3. Hence AlF_3 is precipitated on adding BF_3 to $[AlF_6]^{3-}$.

$K_3[AlF_6] + 3BF_3 \longrightarrow 3K[BF_4] + AlF_3 \downarrow$.

हल. यहाँ HF में अन्तरा–अणुक हाइड्रोजन बन्ध होते हैं और इस कारण यह दुर्बल रूप से वियोजित होता है। इसलिए AlF_3 र्निजलिय HF में विलेय नही हैं दूसरी तरफ KF आयनिक यौगिक है और इस तरह यह अधिक वियोजित होकर उच्च सान्द्रता में F^- देता है। जो कि संयोजित होकर एक रंगहीन विलेयशील यौगिक का निर्माण करता है।

$AlF_3 + KF \longrightarrow K_3[AlF_6]$.

AlF_3 की तुलना में BF_3 अधिक अम्लीय है क्योंकि Al की तुलना में B का आकार कम है। अतः $[AlF_6]^{3-}$ से BF_3, F^- बाहर निकालकर $[BF_4]^-$ और AlF_3 बनाता है। अतः $[AlF_6]^{3-}$ में BF_3 मिलाने पर AlF_3 अवक्षेपित होता है।

$K_3[AlF_6] + 3BF_3 \longrightarrow 3K[BF_4] + AlF_3 \downarrow$.

6. Predict whether the following molecules are iso-structural or not. Justify your answer.

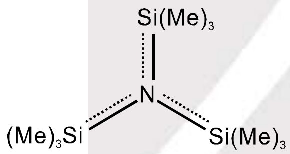
(i) NMe_3 (ii) $N(SiMe_3)_3$

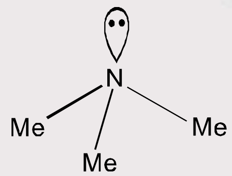
बताइये निम्न अणु सम–संरचनात्मक है कि नहीं, अपने उत्तर की व्याख्या कीजिए। **[JEE–2005(M), 2/144]**

(i) NMe_3 (ii) $N(SiMe_3)_3$

Sol. **(i)** $N(SiMe_3)_3$ is trigonal planar because in it silicon uses its vacant d-orbital for pπ-dπ back bonding with lone pair of electrons of central N-atom and the pπ-dπ bonding is delocalised as given in the structure. So, $N(SiMe_3)_3$ with steric number three is trigonal planar.

(ii) In $N(Me_3)$, there is no such pπ-dπ delocalisation of lone pair of electrons on N atom as carbon does not have vacant d-orbital. So $N(Me)_3$ with steric number four is trigonal pyramidal with a lone pair at the apex.

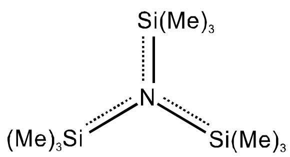
(i) 

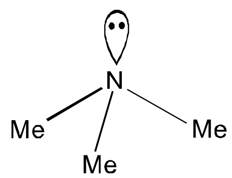
(ii) 

Hence both are not isostructural.

हल. **(i)** $N(SiMe_3)_3$ त्रिकोणीय समतलीय होता है क्योकि इसमें pπ-dπ पश्च बन्धन के लिए सिलिकॉन अपने रिक्त d-कक्षक को व केन्द्रिय N-परमाणु अपने एकाकी इलेक्ट्रॉन युग्म को प्रयुक्त करते है तथा pπ-dπ बन्ध विस्थानीकृत होते है जैसे संरचना में दिखाया गया है। इसलिए $N(SiMe_3)_3$ स्टेरिक संख्या 3 के साथ त्रिकोणीय समतलीय होता है।

(ii) $N(Me_3)$ में N पर स्थित एकाकी इलेक्ट्रॉन युग्म का pπ-dπ विस्थानीकरण नही होता है क्योंकि कार्बन रिक्त d-कक्षक नही रखता है। इसलिए $N(Me)_3$ की स्टेरिक संख्या चार के साथ इसकी सरंचना त्रिकोणीय पिरेमिडल है जिसमें शिखर पर एक एकाकी इलेक्ट्रॉन युग्म उपस्थित होता है।

(i) 

(ii) 

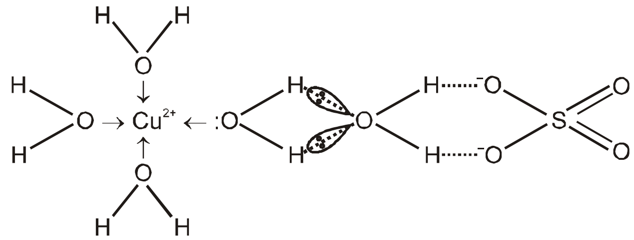
अतः दोनो समसरंचनात्मक नही है।

7. The number of water molecule (s) directly bonded to the metal centre in $CuSO_4 . 5H_2O$ is **[JEE–2009, 4/160]**

$CuSO_4 . 5H_2O$ में धातु केन्द्र से सीधे आबन्धित पानी के अणु (अणुओं) की संख्या है। **[JEE–2009, 4/160]**

Ans. 4

Sol.



8. Hydrogen bonding plays a central role in the following phenomena :

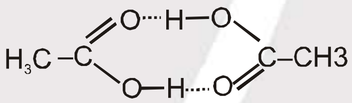
[JEE(Advanced) 2014, 3/120]

(A*) Ice floats in water.
(B*) Higher Lewis basicity of primary amines than tertiary amines in aqueous solutions.
(C) Formic acid is more acidic than acetic acid.
(D*) Dimerisation of acetic acid in benzene.

हाइड्रोजन बन्ध निम्न परिघट्टन/परिघट्टनों में केन्द्रीय भूमिका निभाता है : **[JEE(Advanced) 2014, 3/120]**

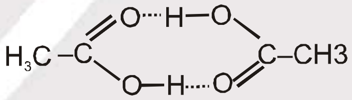
(A*) बर्फ पानी में तैरती है।
(B*) जलीय विलयन (solution) में तृतीयक एमीन की अपेक्षा प्राथमिक एमीन की अधिक लुईस क्षारकता।
(C) एसीटिक अम्ल की अपेक्षा फार्मिक अम्ल अधिक अम्लीय है।
(D*) बेन्जीन में एसीटिक अम्ल का द्वितयन (dimerisation)।

Sol. Ice is less dense than water due to open crystal structure because of H–bonding.
The basicity of 1° amines is more than 3° amines as after they donate lone pair to H^+, they can form H–bonding with H_2O molecules and get easily stabilized by solvation. Where as in tertiary amines, the stabilization by solvation is very less.
The dimerisation of acetic acid in benzene is due to H–bonding



Hence ans is : A, B, D

हल. खुली संरचना के कारण बर्फ का घनत्व जल से कम होता है क्योंकि इसमें H–हाइड्रोजन–बंध होता है, 1° ऐमीन की क्षारकता 3° ऐमीन से अधिक होती है। इसके बाद H^+ में एकाकी युग्म देने के पश्चात वे H_2O अणु के साथ H–बन्धन बना सकते है तथा विलायकन द्वारा आसानी से स्थायीकृत हो जाता है। जहाँ तृतीयक एमीन में विलायकन द्वारा स्थायीकरण बहुत कम होता है।
H–बन्धन के कारण बेन्जीन में एसीटिक अम्ल का द्विलकीकरण होता है।



अतः उत्तर : A, B, D है।

PART - II : JEE (MAIN) / AIEEE PROBLEMS (PREVIOUS YEARS)

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

JEE(MAIN) OFFLINE PROBLEMS

1. The states of hybridization of boron and oxygen atoms in boric acid (H_3BO_3) are respectively :

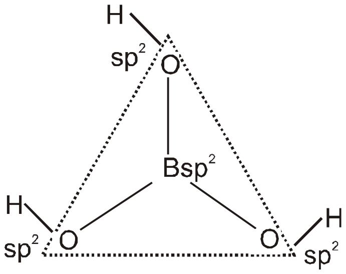
[AIEEE-2004, 3/225]

(1*) sp^2 and sp^2 (2) sp^2 and sp^3 (3) sp^3 and sp^2 (4) sp^3 and sp^3

बोरिक अम्ल (H_3BO_3) में बोरोन तथा ऑक्सीजन परमाणु के संकरण की अवस्था क्रमशः निम्न है :

[AIEEE-2004, 3/225]

(1*) sp^2 तथा sp^2 (2) sp^2 तथा sp^3 (3) sp^3 तथा sp^2 (4) sp^3 तथा sp^3

Sol. 

For planar BO_3 groups, the B–O bond length is usually close to 1.36 Å but for tetrahedral BO_4 groups the length increases to about 1.48 Å. This suggests that in the planar grouping π-bonding involving lone pairs of electrons from the oxygen atoms occurs; this π-bonding is necessarily lost in the tetrahedral group, in which a lone pair from the extra oxygen atom occupies the previously empty orbital on the boron atom.

[A.G. Sharpe]

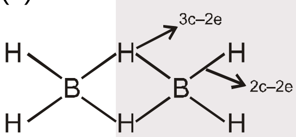
समतलीय BO_3 समूह के लिए, B–O बन्ध लम्बाई सामान्यतः 1.36 Å के नजदिक होती है परन्तु चतुष्फलकीय BO_4 समूह में यह लम्बाई बढ़कर लगभग 1.48 Å हो जाती है यह प्रदर्शित करता है कि समतलीय समूह में π-बन्ध में ऑक्सीजन परमाणु का एकाकी इलेक्ट्रॉन युग्म सम्मिलित होता है। यह π-बन्धन चतुष्फलकीय समुह में नहीं होता है। जिसमें (चतुष्फलकीय संरचना में) अतिरिक्त ऑक्सीजन का एक एकाकी युग्म बोरोन परमाणु में पूर्व में उपस्थित रिक्त कक्षक में भरा जाता है। **[A.G. Sharpe]**

2. The structure of diborane (B_2H_6) contains : **[AIEEE-2005, 4½/225]**

(1) four 2c–2e bonds and four 3c–2e bonds
(2) two 2c–2e bonds and two 3c–3e bonds
(3) two 2c–2e bonds and four 3c–2e bonds
(4*) four 2c–2e bonds and two 3c–2e bonds

डाइबोरेन (B_2H_6) की संरचना में होते है : **[AIEEE-2005, 4½/225]**

(1) चार 2c–2e बंध तथा चार 3c–2e बंध
(2) दो 2c–2e बंध तथा दो 3c–3e बंध
(3) दो 2c–2e बंध तथा चार 3c–2e बंध
(4*) चार 2c–2e बंध तथा दो 3c–2e बंध

Sol. 

3. A metal, M forms chlorides in +2 and +4 oxidation states. Which of the following statements about these chlorides is correct ? **[AIEEE-2006, 3/165]**

(1) MCl_2 is more volatile than MCl_4
(2) MCl_2 is more soluble in anhydrous ethanol than MCl_4
(3*) MCl_2 is more ionic than MCl_4
(4) MCl_2 is more easily hydrolysed than MCl_4

एक धातु M, +2 तथा +4 ऑक्सीकरण अवस्था में क्लोराइड बनाता हैं। क्लोराइड के लिए निम्न में से कौनसा कथन सत्य है?

[AIEEE-2006, 3/165]

(1) MCl_2, MCl_4 की अपेक्षा अधिक वाष्पशील है।
(2) MCl_2 निर्जलीकृत ऐथेनॉल में MCl_4 की अपेक्षा अधिक विलेय है।
(3*) MCl_2, MCl_4 की अपेक्षा अधिक आयनिक है।
(4) MCl_2, MCl_4 की अपेक्षा आसानी से जलयोजित हो जाता है।

Sol. The elements of group 14 show an oxidation state of +4 and +2. The compounds showing an oxidation state of +4 forms covalent compound and have tetrahedral structures. e.g. $SnCl_4$, $PbCl_4$, $SiCl_4$, etc. whereas those which show +2 oxidation state are ionic in nature and behave as reducing agent. e.g. $SnCl_2$, $PbCl_2$ etc. Further as we move down the group the tendency of the element to form covalent compound decreases but the tendency to form ionic compound increases.

Sol. वर्ग 14 के तत्व +4 तथा +2 ऑक्सीकरण अवस्था दर्शाते है। वह यौगिक जो +4 ऑक्सीकरण अवस्था दर्शाते है। वह सहसंयोजी यौगिक बनाते है तथा उनकी चतुष्फलकीय संरचना होती है। उदाहरण– $SnCl_4$, $PbCl_4$, $SiCl_4$, इत्यादि। जबकि वह यौगिक जो +2 ऑक्सीकरण अवस्था दर्शाते है। वह प्रकृति में आयनिक होते है तथा अपचायक की तरह कार्य करते है। उदाहरण– $SnCl_2$, $PbCl_2$ इत्यादि।

जब हम वर्ग में ऊपर से नीचे जाते है तब तत्वों की सहसंयोजक यौगिक बनाने की प्रकृति घटती है लेकिन आयनिक यौगिक बनाने की प्रकृति बढ़ती है।

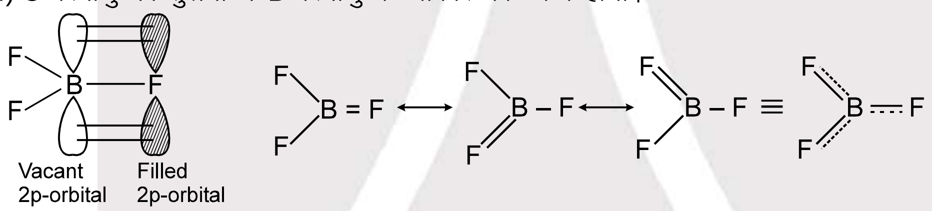
4. Which of the following hydrogen bonds is the strongest ? **[AIEEE-2007, 3/120]**
निम्न में से कौनसा हाइड्रोजन बन्ध प्रबलतम हैं ? **[AIEEE-2007, 3/120]**
(1) O – H ... O (2) O – H ... F (3) F – H ... H (4*) F – H ... F

Sol. Because of highest electronegativity of F, hydrogen bonding in F – H - - - - F is strongest.

Sol. F की विद्युतऋणता अधिक होने से F – H - - - - F में हाइड्रोजन बंधुता प्रबल होती है।

5. The bond dissociation energy of B–F in BF_3 is 646 kJ mol^{-1} whereas that of C–F in CF_4 is 515 kJ mol^{-1}. The correct reason for higher B–F bond dissociation energy as compared to that of C–F is :
[AIEEE-2009, 4/144]
(1) stronger σ bond between B and F in BF_3 as compared to that between C and F in CF_4.
(2*) significant $p\pi$–$p\pi$ interaction between B and F in BF_3 whereas there is no possibility of such interaction between C and F in CF_4.
(3) lower degree of $p\pi$-$p\pi$ interaction between B and F in BF_3 than that between C and F in CF_4.
(4) smaller size of B-atom as compared to that of C-atom.

BF_3 में B–F की आबन्ध वियोजन ऊर्जा 646 kJ mol^{-1} है। जबकि CF_4 में C–F की 515 kJ mol^{-1} है। C–F की तुलना में B–F आबन्ध वियोजन ऊर्जा उच्चतर होने के लिए कारण है : **[AIEEE-2009, 4/144]**
(1) CF_4 में C तथा F के बीच की तुलना में BF_3 में B तथा F के बीच प्रबलतर σ आबन्ध का होना।
(2*) BF_3 में B तथा F के बीच में सार्थक $p\pi$–$p\pi$ अन्योन्य क्रिया होती है जबकि CF_4 में C तथा F के बीच में ऐसी अन्योन्य क्रिया होने की संभावना नहीं है।
(3) CF_4 में C तथा F के बीच होने वाले $p\pi$–$p\pi$ अन्योन्य क्रिया की तुलना में BF_3 में B तथा F के बीच होने वाली $p\pi$-$p\pi$ अन्योन्य क्रिया निम्नतर डिग्री का होना।
(4) C-परमाणु की तुलना में B-परमाणु के आकार का छोटा होना।

Sol.


Decrease in B – F bond length which results in the higher bond dissociation energy of B – F in BF_3 is due to delocalised $p\pi$–$p\pi$ bonding between filled p-orbital of F atom and vacant p-orbital of B atom.
$p\pi$–$p\pi$ पश्च आबन्धन के कारण BF_3 में B–F बन्ध लम्बाई कम हो जाती है। जिसके फलस्वरूप B – F बन्ध की बन्ध वियोजन ऊर्जा का मान अधिक हो जाता है।

6. What is the best description of the change that occurs when $Na_2O(s)$ is dissolved in water ?
(1) Oxide ion accepts sharing in a pair of electrons **[AIEEE-2011, 4/120]**
(2*) Oxide ion donates a pair of electrons
(3) Oxidation number of oxygen increases
(4) Oxidation number of sodium decreases

जब $Na_2O(s)$ जल में घुलता हैं तो जो परिवर्तन होता है उसका सर्वोत्तम वर्णन क्या है ? **[AIEEE-2011, 4/120]**
(1) ऑक्साइड आयन एक इलेक्ट्रॉन युग्म में भागीदारी स्वीकार करता है।
(2*) ऑक्साइड आयन एक इलेक्ट्रॉन युग्म दे देता है।
(3) ऑक्सीजन की उपचयन संख्या बढ़ जाती है।
(4) सोडियम की उपचयन संख्या घट जाती है।

Sol. O^{2-} (base) + H_2O (acid) $\longrightarrow$ OH^- (C.B) + OH^- (C.A.)
O^{2-} acts as Lewis base.

Sol. O^{2-} (क्षार) + H_2O (अम्ल) $\longrightarrow$ OH^- (C.B) + OH^- (C.A.)
O^{2-} लुईस क्षार के समान व्यवहार करता है।

7. Which one has the highest boiling point ? **[JEE(Main)-2015, 4/120]**
निम्नलिखित में से सर्वाधिक क्वथनांक किसका है ? **[JEE(Main)-2015, 4/120]**
(1) He (2) Ne (3) Kr (4*) Xe

Sol. London dispersion forces increase from He to Xe because molecular mass increases. So boiling point will also increase from He to Xe.

लंदन विस्तरण बल He से Xe तक बढ़ता है क्योकि आण्विक द्रव्यमान बढ़ता है। इसलिए He से Xe तक क्वथनांक भी बढ़ेगा।

8. The intermolecular interaction that is dependent on the inverse cube of distance between the molecules is: **[JEE(Main)-2015, 4/120]**
(1) ion-ion interaction (2) ion-dipole interaction
(3) London force (4*) hydrogen bond
वह अंतरा–अणुक अन्योन्य क्रिया जो अणुओं के बीच की दूरी के प्रतिलोम घन पर निर्भर है, हैं :
(1) आयन–आयन अन्योन्य (2) आयन–द्विध्रुव अन्योन्य (3) लंदन बल (4*) हाइड्रोजन बंध

9. Which one of the following statements about water is **FALSE** ? **[JEE(Main)-2016, 4/120]**
(1) Water can act both as an acid and as a base.
(2*) There is extensive intramolecular hydrogen bonding in the condensed phase.
(3) Ice formed by heavy water sinks in normal water.
(4) Water is oxidized to oxygen during photosynthesis.
जल के सम्बन्ध में निम्न कथनों में से कौन सा एक गलत है ? **[JEE(Main)-2016, 4/120]**
(1) जल, अम्ल तथा क्षारक दोनों ही रूप में कार्य कर सकता है।
(2*) इसके संघनित प्रावस्था में विस्तीर्ण अंतःअणुक हाइड्रोजन आबन्ध होते हैं।
(3) भारी जल द्वारा बना बर्फ सामान्य जल में डूबता है।
(4) प्रकाश संश्लेषण में जल ऑक्सीकृत होकर ऑक्सीजन देता है।

Sol. There is extensive intermolecular hydrogen bonding in the condensed phase.
यहाँ संघनित प्रावस्था में विस्तीर्ण अंतरअणुक हाइड्रोजन आबंध है।

10.* Which of the following are Lewis acids ? **[JEE(Main)-2018, 4/120]**
(1) PH_3 and $SiCl_4$ (2*) BCl_3 and $AlCl_3$ (3) PH_3 and BCl_3 (4*) $AlCl_3$ and $SiCl_4$
निम्न में से कौन लुईस अम्ल हैं ? **[JEE(Main)-2018, 4/120]**
(1) PH_3 तथा $SiCl_4$ (2*) BCl_3 तथा $AlCl_3$ (3) PH_3 तथा BCl_3 (4*) $AlCl_3$ तथा $SiCl_4$

Ans. (2 or 4)

Sol. BCl_3 and $AlCl_3$ both have incomplete octate and act as Lewis acid
BCl_3 तथा $AlCl_3$ दोनो अपुर्ण अष्टक रखते है तथा ल्यूईस अम्ल समान व्यवहार करते है।

JEE(MAIN) ONLINE PROBLEMS

1. The number of 2-centre-2-electron and 3-centre-2-electron bonds in B_2H_6, respectively, are: **[JEE(Main) 2019 Online (10-01-19), 4/120]**
(1) 2 and 4 (2) 2 and 2 (3*) 4 and 2 (4) 2 and 1
B_2H_6 में 2-केन्द्र-2-इलेक्ट्रॉन तथा 3-केन्द्र-2-इलेक्ट्रॉन आबंधों की संख्या क्रमशः है: **[JEE(Main) 2019 Online (10-01-19), 4/120]**
(1) 2 तथा 4 (2) 2 तथा 2 (3*) 4 तथा 2 (4) 2 तथा 1

Sol. B_2H_6 has 2 bridge bonds ($3C–2e^–$) and 4 terminal bonds ($2C–2e^–$).
B_2H_6 2 सेतु बन्ध ($3C–2e^–$) तथा 4 अन्तस्थ बन्ध ($2C–2e^–$) रखता है।

2. The hydride that is NOT electron different is : **[JEE(Main) 2019 Online (11-01-19), 4/120]**
हाइड्राइड जो इलेक्ट्रॉन न्यून नही है, वह है : **[JEE(Main) 2019 Online (11-01-19), 4/120]**
(1) GaH_3 (2*) SiH_4 (3) AlH_3 (4) B_2H_6

Sol. Octet complete in SiH_4
SiH_4 में अष्टक पूर्ण