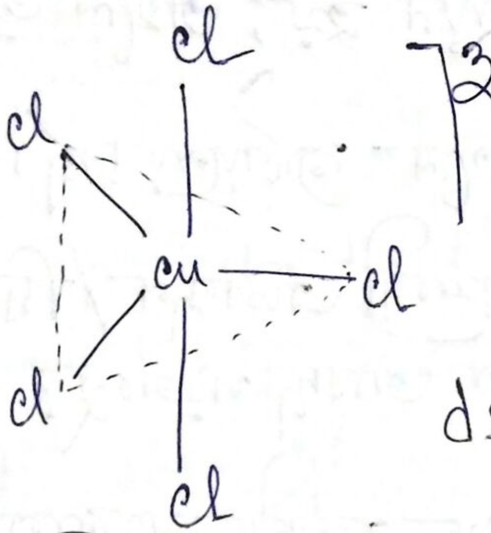
Cu^{2+} (d^9) → [1L | 1L | 1L | 1L | 1] 3d [ ] 4s [ ] 4p [ ] 5s

↓ Excitation & hybrid.

[1L | 1L | 1L | 1L] 3d [| | | |] $3d_{z^2}+4s+4p$ [↑] 5s

dsp^3 hybrid.



Trigonal-bi-pyramidal (TBP structure)

dsp^3 hybridisation

:— কেন্দ্রীয় পরমাণুর সংকরায়ন অবস্থা নির্ণয় :—
(s এবং p-block element এর ক্ষেত্রে)

কেন্দ্রীয় পরমাণুর সংকর কক্ষকের সংখ্যা = H হলে,

H = $\frac{1}{2}$ [কেন্দ্রীয় পরমাণুর যোজ্যতা কক্ষে উপস্থিত ইলেকট্রন সংখ্যা (V) − কেন্দ্রীয় পরমাণুর সহিত যুক্ত অন্য পরমাণুর সংখ্যা X তাদের যোজ্যতা + ~~অ্যা~~ অ্যানায়নের চার্জ − ক্যাটায়নের চার্জ] + কেন্দ্রীয় পরমাণুর সাথে যুক্ত অন্য পরমাণুর সংখ্যা।

lone pair (lp) + bond pair (bp)

$$H = \frac{1}{2}\left[V - N \times x + A - C\right] + N$$

H = কেন্দ্রীয় পরমাণুর সংকর কক্ষকের সংখ্যা

V = কেন্দ্রীয় পরমাণুর যোজ্যতা ইলেকট্রন সংখ্যা

N = কেন্দ্রীয় পরমাণুর সহিত যুক্ত পরমাণুর সংখ্যা

x = যুক্ত পরমাণুর যোজ্যতা

A = Molecule টি যদি Neutral না হয়, অ্যানায়ন হয়, তাহলে অ্যানায়নের চার্জ

C = ক্যাটায়ন হলে ক্যাটায়নের চার্জ।

* এক্ষেত্রে N সমযোজী একবন্ধন / দ্বিবন্ধন / বা ত্রিবন্ধন -এ আবদ্ধ পরমাণুর সংখ্যা বোঝায়।

* H এর মান থেকে কেন্দ্রীয় পরমাণুর সংকরায়ন অবস্থা (Hybridisation state) ~~এবং~~ এবং Molecule / Cation / Anion এর জ্যামিতিক আকৃতি জানা যায়।

	H এর মান	সংকরায়ন	জ্যামিতিক আকার
i)	2 →	sp →	সরলরৈখিক
ii)	3 →	sp^2 →	সামতলিক ত্রিভুজাকার
iii)	4 →	sp^3 →	Tetrahedral
~~iv)~~	~~sp^3d/dsp^3~~		
iv)	5 →	sp^3d/ dsp^3 →	Trigonal bi pyramid
v)	6 →	sp^3d^2/ d^2sp^3 →	Octahedral
vi)	7 →	sp^3d^3 →	Pentagonal bi pyramid

উদাহরণ ⇒

i) $BeCl_2$

$$H = \frac{2 - 2\times1}{2} + 2$$

$$= 0 + 2 = 2 \Rightarrow sp$$

∴ sp-hybridised

∴ Molecule এর আকার খুব সরল রৈখিক

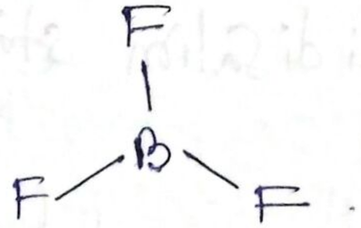
ii) BF_3

$$H = \frac{3 - 3\times1}{2} + 3 = 3$$

$$\Rightarrow sp^2$$

∴ sp^2 hybridised

∴ Molecule টির আকার হল সামতলিক ত্রিভুজাকার



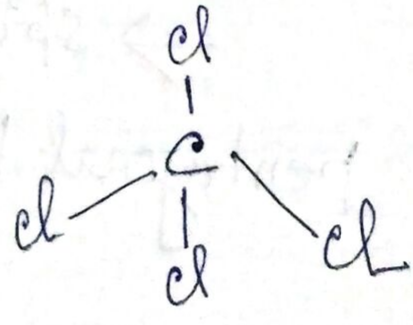
iii) CCl_4

$$H = \frac{4 - 4\times1}{2} + 4 = 4$$

$$\Rightarrow sp^3$$

∴ C এর hybridisation = sp^3

∴ Molecule টির আকার Tetrahedral

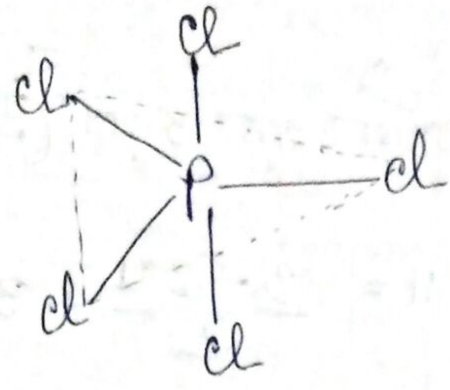


(54)

iv) PCl_5 $H = \frac{5-5\times1}{2} + 5 = 5$

$\Rightarrow sp^3d$

∴ P-এর hybridisation state $\Rightarrow sp^3d$

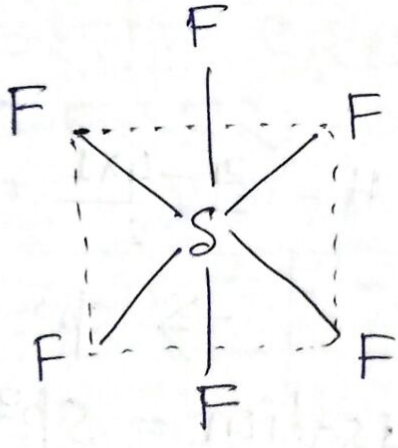


Trigonal bi-pyramidal

v) SF_6 $H = \frac{6-6\times1}{2} + 6 = 6$

$\Rightarrow sp^3d^2$

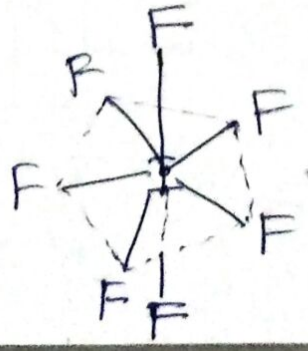
∴ S এর hybridisation state sp^3d^2.



Octahedral structure

vi) IF_7 $H = \frac{7-7\times1}{2} + 7 = 7$

$\Rightarrow sp^3d^3$

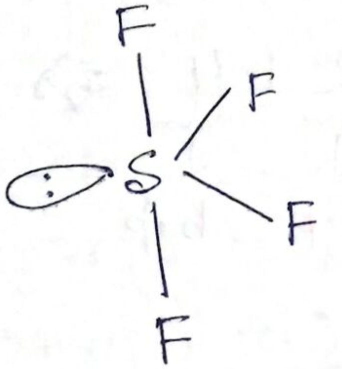


pentagonal bi-pyramidal

vii) SF_4

$$H = \frac{6 - 4\times1}{2} + 4$$

$$= \underbrace{1}_{l.p} + \underbrace{4}_{b.p} = 5 \Rightarrow sp^3d$$



l.p ⇒ lone pair
b.p ⇒ bond pair

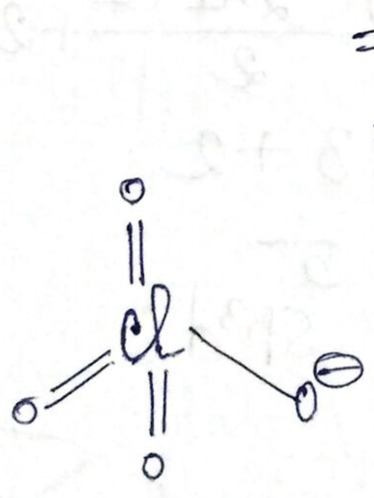
Hybridisation state is sp^3d
Geometry / সংস্থিতি → "See-Saw" Str.
[এক্ষেত্রে lone pair, Molecule এর geometry নির্ণয়ে অংশ গ্রহণ করেনা]

viii) $ClO_4^{\ominus}$

$$H = \frac{7 - 4\times2 + 1}{2} + 4$$

$$= 4$$

$$\Rightarrow sp^3$$



Tetrahedral Str.

(56)

ix) $ICl_4^{\ominus}$

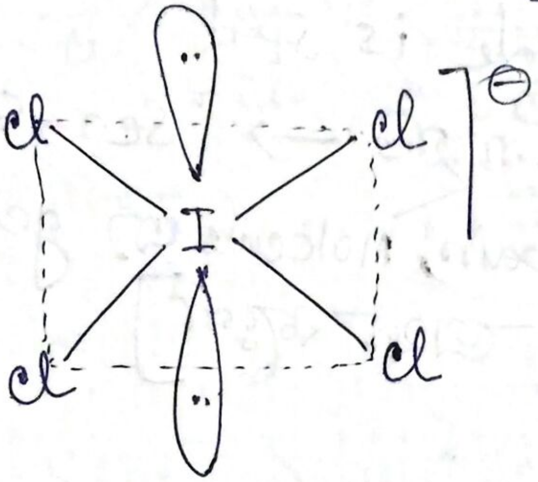
$$H = \frac{7 - 4\times1 + 1}{2} + 4$$

$$= 2 + 4$$

(2 → l.p, 4 → b.p)

$$= 6$$

$$\Rightarrow sp^3d^2$$



Shape ⇒ sq. planer

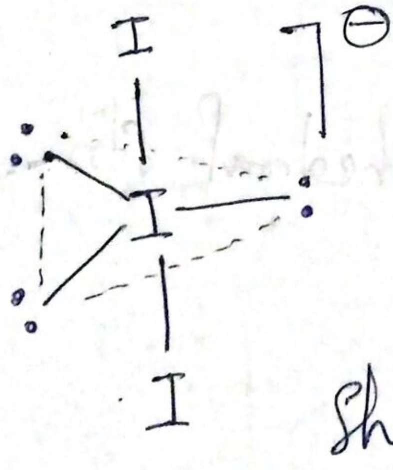
x) $I_3^{\ominus}$

$$H = \frac{7 - 2\times1 + 1}{2} + 2$$

$$= 3 + 2$$

$$= 5$$

$$= sp^3d$$



Shape ⇒ linear / সমরৈখিক।

"VSEPR" Theory :—

(Valence shell Electron Pair Repulsion - Theory)

i) যেকোন সমযোজী ~~যৌগের বা আয়নের~~ অণু / আয়নের আকৃতি (shape) ওই অণু / আয়নের কেন্দ্রীয় পরমাণুর স্টেরিক সংখ্যা (অথবা সংকরায়ণ অবস্থা) উপর নির্ভর করে।

স্টেরিক সংখ্যা (বা সংকরায়ণ অবস্থা) = [বন্ধন ইলেকট্রন জোড় (bond pair electrons) + নিঃসঙ্গ ইলেকট্রন জোড় (lone pair electrons)]

স্টেরিক সংখ্যা (= bp + lp)	সংকরায়ণ অবস্থা (H)	আকৃতি
2	sp	linear
3	sp^2	Trigonal planer
4	sp^3	Tetrahedral
5	sp^3d	Trigonal bi-pyramidal
6	sp^3d^2	Octahedral
7	sp^3d^3	pentagonal-bi-pyramidal

ইলেকট্রন জোড় পরস্পর পরস্পরকে বিকর্ষণ করে, ফলে তারা এমন একটি জ্যামিতিক অবস্থানে আসে যাতে ওই বিকর্ষণ বলের মান সর্বনিম্ন হয়।

ii) কেন্দ্রীয় পরমাণুর যোজ্যতা কক্ষে যদি নিঃসঙ্গ ইলেকট্রন জোড় না থাকে, তাহলে বন্ধন ইলেকট্রন জোড় অণু / আয়নের আকৃতি নির্দেশ করে এবং সেক্ষেত্রে অণু / আয়নের আকৃতি সুষম (regular) হয়। কিন্তু কেন্দ্রীয় পরমাণুর যোজ্যতা কক্ষে নিঃসঙ্গ ইলেকট্রন জোড়ের উপস্থিতি অণু বা আয়নটির আকৃতি বিকৃত করে। এই বিকৃতির পরিমাণ নিয়ন্ত্রিত হয় নিম্নলিখিত বিকর্ষণ বল গুলির ক্রম অনুসারে:

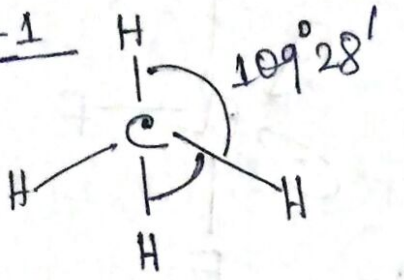
lp-lp > lp-bp > bp-bp.

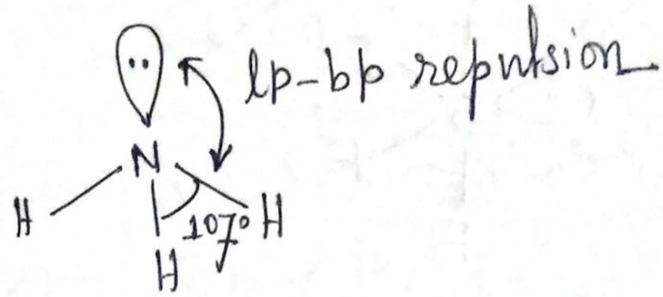
(কারণ → বন্ধন ইলেকট্রন জোড় দুটি পরমাণুর নিউক্লিয়াস দ্বারা আকর্ষিত থাকে, কিন্তু নিঃসঙ্গ ইলেকট্রন জোড় কেবল মাত্র একটি পরমাণুর নিউক্লিয়াস দ্বারা আকর্ষিত থাকে। তাই, নিঃসঙ্গ ইলেকট্রন জোড় কেন্দ্রীয় পরমাণুর ওপর বেশি জায়গা জুড়ে থাকে। ফলে lp-lp বিকর্ষণ বলের মান lp-bp এবং bp-bp বিকর্ষণ বলের চেয়ে বেশি হয়)

** বিকর্ষণ বলের এই ক্রমের জন্য নিঃসঙ্গ ইলেকট্রন জোড় TBP (Trigonal bi-

pyramidal) structure-এ equatorial position-এ অবস্থান হয়, কিন্তু PBP (Pentagonal bi-pyramidal) structure-এ axial position-এ অবস্থান হয়।

EX-1





$H = \frac{4 - 4\times1}{2} + 4$

$= 0 + 4 \Rightarrow sp^3$

$= lp + bp$

⇒ Tetrahedral

Regular geometry

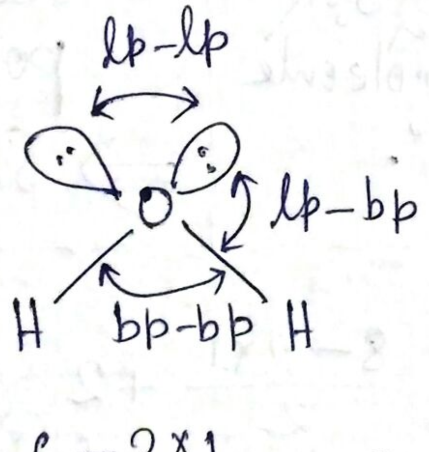
$H = \frac{5 - 3\times1}{2} + 3$

$= 1 + 3 = 4 \Rightarrow sp^3$.

$= lp + bp$

⇒ Arrangement is distorted tetrahedral

⇒ Shape is pyramidal



$\angle HOH = 104^\circ$.

$H = \frac{6 - 2\times1}{2} + 2$

$= 2 + 2 \Rightarrow (4 \Rightarrow sp^3$ hybrid.)

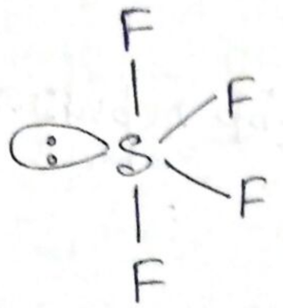
$= lp + bp$

⇒ Arrangement is distorted tetrahedral

⇒ shape of molecule is "V"-shape

Ex-2

SF_4



$H = \frac{6-4\times1}{2}+4$

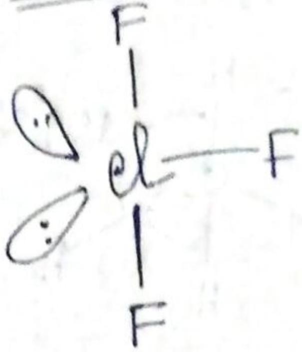
$= 1+4 \Rightarrow 5 \Rightarrow sp^3d$

$= lp + bp$

$\Rightarrow$ TBP arrangement

কিন্তু lone pair electron equatorial position occupy করেছে। সুতরাং shape of the molecule is "See-Saw".

ClF_3



$H = \frac{7-3\times1}{2}+3$

$= 2+3$

$= lp+bp$

$\Rightarrow$ TBP arrangement

$\Rightarrow$ Two lone pairs occupy equatorial position

$\Rightarrow$ Shape is "T"

XeF_2

$H = \frac{8-2\times1}{2}+2$

$= 3+2 = lp+bp \Rightarrow sp^3d$

$\Rightarrow$ Arrangement of electron pairs is TBP

$\Rightarrow$ shape of molecule is "Linear".