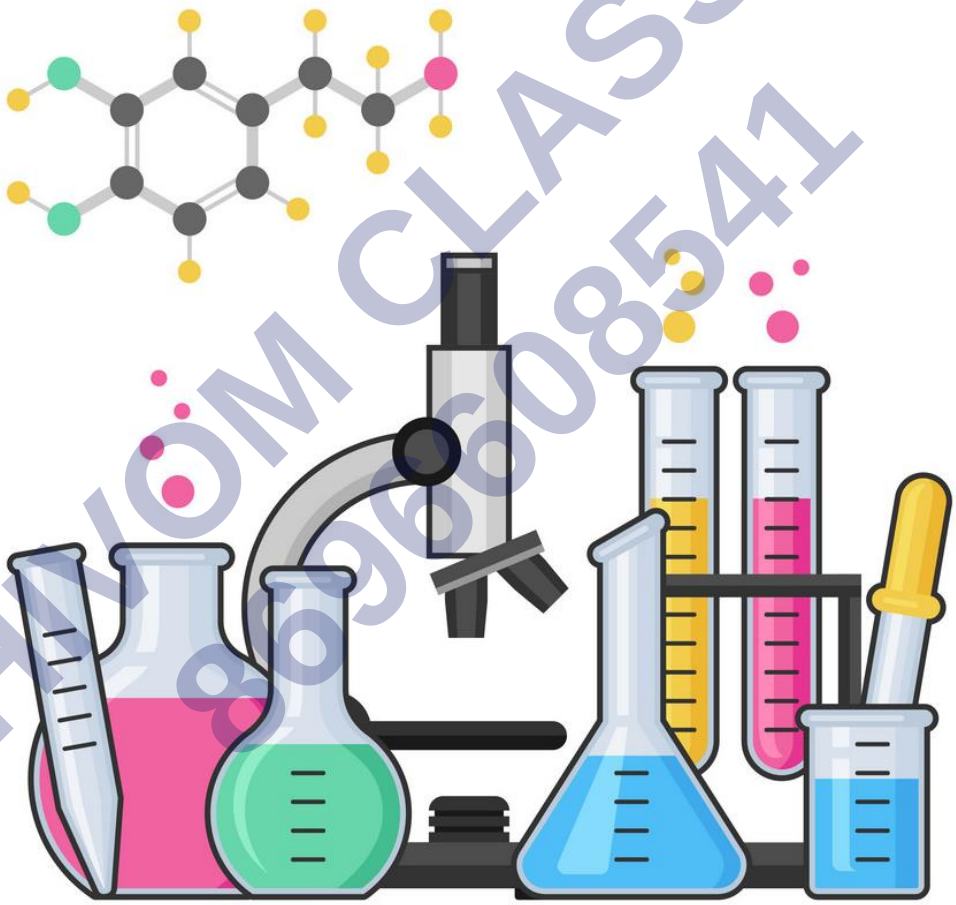
रसायन विज्ञान

अध्याय-11: p-ब्लॉक तत्व



SHIVOM CLASSES
8696608541

वर्ग - 1

इलेक्ट्रॉनिक विन्यास

समूह 13 के तत्वों का बाह्यतम (संयोजकता कोश) इलेक्ट्रॉनिक विन्यास ns^2np^1 है। यहाँ n = 2 से 6.

तत्व	नाम	परमाणु क्रमांक	इलेक्ट्रॉनिक विन्यास
B	बोरॉन	5	$[He]\ 2s^2 2p^1$
Al	ऐलुमिनियम	13	$[Ne]\ 3s^2 3p^1$
Ga	गैलियम	31	$[Ar]\ 3d^{10} 4s^2 4p^1$
In	इंडियम	49	$[Kr]\ 4d^{10} 5s^2 5p^1$
Tl	थैलियम	81	$[Xe]\ 4f^{14} 5d^{10} 6s^2 6p^1$

परमाणु त्रिज्या

वर्ग में ऊपर से नीचे जाने पर परमाणु त्रिज्या में वृद्धि होती है। क्योंकि प्रत्येक क्रमागत सदस्य में इलेक्ट्रॉनों का एक कोश जुड़ता है।

Ga की परमाणु त्रिज्या Al की परमाणु त्रिज्या से कुछ कम होती है क्योंकि इसमें 10 इलेक्ट्रॉन आन्तरिक d कक्षकों में भरे जाते हैं जिनका परिरक्षण प्रभाव बढ़े हुए नाभिकीय आवेश की तुलना में कम होता है। अतः नाभिकीय आकर्षण बल बढ़ जाता है, इसलिए त्रिज्या में कमी हो जाती है।

13 वें समूह के तत्वों की परमाणु त्रिज्या का क्रम - B < Ga < Al < In < Tl

आयनन एन्थैल्पी

सामान्यतः वर्ग में परमाणु आकार बढ़ने के साथ आयनन एन्थैल्पी कम होती है लेकिन 13 वें समूह में यह क्रम नियमित नहीं है।

- Ga की आयनन एन्थैल्पी Al की आयनन एन्थैल्पी से अधिक होती है क्योंकि Ga में आन्तरिक d कक्षकों में 10 इलेक्ट्रॉन भरे जाते हैं। जिनका परिरक्षण प्रभाव दुर्बल होता है तथा नाभिकीय आवेश में वृद्धि भी अधिक होती है। इस कारण Ga में से इलेक्ट्रॉन को निकालने के लिए अधिक ऊर्जा की आवश्यकता होती है।

SHIVOM CLASSES - WhatsApp for Notes (8696608541)

- Tl की आयनन एन्थैल्पी, In की आयनन एन्थैल्पी से अधिक होती है क्योंकि In से Tl पर जाने पर आन्तरिक 4f कक्षकों में 14 इलेक्ट्रॉन भरे जाते हैं, जिनके द्वारा बाह्य इलेक्ट्रॉनों का नाभिकीय आकर्षण से प्रभावी परिरक्षण नहीं हो पाता है तथा नाभिकीय आवेश में वृद्धि भी अधिक होती है। अतः प्रभावी नाभिकीय आवेश बढ़ जाता है इसलिए In की अपेक्षा Tl में से इलेक्ट्रॉन निकालना मुश्किल होता है।

13 वें वर्ग के तत्वों की प्रथम आयनन एन्थैल्पी का क्रम – B > Al < Ga > In < Tl

13 वें समूह के सभी तत्वों के लिए प्रथम, द्वितीय तथा तृतीय आयनन एन्थैल्पी क्रमश : बढ़ती है जैसा कि सामान्यतः होता है।

$\triangle_i H_1$, < $\triangle_i H_2$ < $\triangle_i H_3$

तथा प्रत्येक तत्व की तीन एन्थैल्पियों का योग उच्च होता है क्योंकि इनकी द्वितीय तथा तृतीय आयनन एन्थैल्पी का मान प्रथम आयनन एन्थैल्पी की अपेक्षा बहुत अधिक होता है जिसका कारण इलेक्ट्रॉनों का s कक्षकों में से निकलना है जिनकी भेदन क्षमता अधिक होती है।

विद्युत ऋणता

B से Al तक विद्युत ऋणता कम होती है लेकिन Ga की विद्युत ऋणता Al से तथा Tl की विद्युत ऋणता In से कुछ अधिक होती है जिसका कारण नाभिकीय आकर्षण बल है जैसा कि आयनन एन्थैल्पी में होता है।

बोरॉन परिवार के भौतिक गुण

1. बोरॉन काले रंग का अत्यधिक कठोर पदार्थ है जो कि अधातु होता है। इसमें अपररूपता का गुण पाया जाता है तथा इसकी विद्युत चालकता बहुत कम होती है।
2. एलुमिनियम रजत जैसी श्वेत, चमकीली धातु है जिसकी तनन सामर्थ्य वैद्युत एवं ऊष्मा चालकता उच्च होती है। वर्ग के अन्य तत्त्वों की चालकता भी उच्च होती है तथा ये मुलायम ठोस धातु होते हैं।
3. घनत्व - समूह 13 में तत्वों का घनत्व वर्ग में ऊपर - नीचे जाने पर बढ़ता है क्योंकि आयतन की तुलना में द्रव्यमान में वृद्धि अधिक होती है।

SHIVOM CLASSES 8696608541

SHIVOM CLASSES - WhatsApp for Notes (8696608541)

4. गलनांक तथा क्वथनांक-प्रबल क्रिस्टलीय जालक संरचना के कारण बोरॉन का गलनांक असाधारण रूप से उच्च होता है।

   B से Ga तक गलनांक में कमी होती है इसके पश्चात् वृद्धि होती है, लेकिन क्वथनांक के मान वर्ग में नियमित रूप से कम होते जाते हैं।

   गलनांक B >>> Al >> Ga < In < Tl

   क्वथनांक B > Al > Ga > In > Tl

5. धात्विक गुण या विद्युत धनी गुण-B से Al तक धात्विक गुण बढ़ता है, इसके पश्चात Tl तक धात्विक गुण में कमी होती है। क्योंकि Al का आकार B से अधिक होता है अतः इसकी इलेक्ट्रॉन त्यागने की प्रवृत्ति अधिक होती है।

बोरॉन परिवार के रासायनिक गुण

ऑक्सीकरण अवस्था

बोरॉन के छोटे आकार के कारण इसकी प्रथम तीन आयनन एन्थैल्पियों का योग बहुत अधिक होता है। अतः यह +3 ऑक्सीकरण अवस्था (B^{+3}) नहीं दर्शाता है तथा सहसंयोजी यौगिक बनाता है

ऐलुमिनियम की प्रथम तीन आयनन एन्थैल्पियों का योग कम होने के कारण यह आसानी से Al^{3+} आयन बना लेता है।

Ga, In तथा Tl भी +3 ऑक्सीकरण अवस्था दर्शाते हैं तथा इसके साथ ही ये +1 अवस्था भी दर्शाते हैं तथा वर्ग में नीचे जाने पर भारी तत्वों में +1 अवस्था का स्थायित्व बढ़ता जाता है , इसका कारण अक्रिय युग्म प्रभाव है। d तथा कक्षकों के दुर्बल परिरक्षण प्रभाव के कारण बढ़ा हुआ नाभिकीय आवेश ns इलेक्ट्रॉनों को प्रबलता से आकर्षित करता है जिससे कक्षक का इलेक्ट्रॉन युग्म निष्क्रिय हो जाता है, इसे अक्रिय युग्म प्रभाव कहते हैं।

Tl में +1 ऑक्सीकरण अवस्था अधिक स्थायी होती है। जबकि Tl^{3+} प्रबल ऑक्सीकारक होता है अर्थात् इसमें इलेक्ट्रॉन ग्रहण करके +1 अवस्था में जाने की प्रवृत्ति होती है।

NOTE – +1 क्सीकरण अवस्था वाले यौगिकों की आयनिक प्रकृति, +3 ऑक्सीकरण अवस्था वाले यौगिकों की तुलना में अधिक होती है।

रासायनिक अभिक्रियाशीलता की प्रवृत्ति

SHIVOM CLASSES - WhatsApp for Notes (8696608541)

1. वर्ग 13 के तत्वों की त्रिसंयोजी अवस्था में केन्द्रीय परमाणु के चारों ओर 6 इलेक्ट्रॉन होते हैं अतः ये इलेक्ट्रॉन न्यून यौगिक होते हैं। जैसे BF_3, BCl_3, इत्यादि में B पर इलेक्ट्रॉन की कमी के कारण ये लूइस अम्ल की भाँति व्यवहार करते हैं। अतः ये अमोनिया से एक एकाकी इलेक्ट्रॉन युग्म ग्रहण कर उपसहसंयोजक यौगिक बनाते हैं।
2. वर्ग में ऊपर से नीचे जाने पर आकार में वृद्धि होने के कारण इलेक्ट्रॉन युग्म ग्रहण करने की प्रवृत्ति कम होती है, अतः लूइस अम्ल गुण भी कम होता जाता है।
3. $AlCl_3$ में द्विलक बनाने की प्रवृत्ति होती है। अतः यह Al_2Cl_6, के रूप में पाया जाता है। लेकिन B के छोटे आकार के कारण BCl3 द्विलक नहीं बनाता है।

वायु के प्रति अभिक्रियाशीलता :- अक्रिस्टलीय B तथा Al को वायु के साथ गर्म करने पर ये O_2 से क्रिया करके क्रमश : B_2O_3 तथा Al_2O_3 बनाते हैं। इसी प्रकार वर्ग के अन्य तत्व भी वायु की ऑक्सीजन के साथ क्रिया करके E_2O_3 प्रकार के ऑक्साइड बनाते हैं

$2E\ (s) + 3O_2\ (g) \rightarrow$ वायु $\rightarrow 2E_2O_3$

13 वें वर्ग के सभी तत्व उच्च ताप पर नाइट्रोजन के साथ क्रिया करके नाइट्राइड बनाते हैं

$2E\ (s) + N_2\ (g) \rightarrow 2EN\ (s)$

अम्लों तथा क्षारों के प्रति अभिक्रियाशीलता :- बोरॉन की अम्ल तथा क्षार के साथ कोई क्रिया नहीं होती है परन्तु ऐलुमिनियम खनिज अम्लों तथा जलीय क्षारों से क्रिया करके उनमें घुल जाता है, अतः यह उभयधर्मी होता है। यह तनु HCl से क्रिया करके हाइड्रोजन उत्सर्जित करता है।

$2Al\ (s) + 6HCl\ (aq) \rightarrow 2Al^{3+}+\ (aq) + 6Cl^-\ (aq) + 3H_2$

सान्द्र नाइट्रिक अम्ल , ऐलुमिनियम की सतह पर ऑक्साइड की परत बनाकर उसे निष्क्रिय बना देता है। बोरॉन की तनु H_2SO_4 के साथ कोई क्रिया नहीं होती लेकिन ऐलुमिनियम तनु H_2SO_4 से क्रिया करके हाइड्रोजन गैस मुक्त करता है।

$2Al\ (s) + 3H_2SO_4\ (aq)$तनु $\rightarrow Al_2(SO_4)_3\ (aq) + 3H_2\ (g)$

हैलोजनों के प्रति अभिक्रियाशीलता :- वर्ग 13 के सभी तत्व हैलोजन से क्रिया करके ट्राइहैलाइड बनाते हैं लेकिन Tl, TlI3, नहीं बनता है, जबकि यह TlX प्रकार के हैलाइड बनाता है।

$2E\ (s) + 3X_2\ (g) \rightarrow 2EX_3\ (s)\ (X = F, Cl, Br, I)$

SHIVOM CLASSES 8696608541

SHIVOM CLASSES - WhatsApp for Notes (8696608541)

वर्ग - 2

इलेक्ट्रॉनिक विन्यास

समूह 14 के तत्वों का बाह्यतम (संयोजकता कोश) इलेक्ट्रॉनिक विन्यास ns^2np^2 होता है, यहाँ n = 2 से 6

तत्व	नाम	परमाणु क्रमांक	इलेक्ट्रॉनिक विन्यास
C	कार्बन	6	[He] $2s^2 2p^2$
Si	सिलिकन	14	[Ne] $3s^2 3p^2$
Ge	जर्मेनियम	32	[Ar] $3d^{10} 4s^2 4p^2$
Sn	टिन	50	[Kr] $4d^{10} 5s^2 5p^2$
Pb	लेड	82	[Xe] $4f^{14} 5d^{10} 6s^2 6p^2$

परमाणु त्रिज्या

समूह 14 के तत्वों की परमाणु त्रिज्या समूह 13 के संगत तत्वों से कम होती है क्योंकि आवर्त में बाएँ से दाएँ जाने पर प्रभावी नाभिकीय है।

आवेश बढ़ने के कारण इलेक्ट्रॉनों पर नाभिकीय आकर्षण बल बढ़ जाता वर्ग में ऊपर से नीचे जाने पर परमाणु त्रिज्या बढ़ती है क्योंकि कोशों की संख्या बढ़ने के कारण परिरक्षण प्रभाव बढ़ता है।

C से Si तक परमाणु त्रिज्या में वृद्धि अधिक होती है, लेकिन इसके पश्चात् Si से Pb तक परमाणु त्रिज्या में वृद्धि कम होती है क्योंकि इन तत्वों में d तथा f कक्षकों में उपस्थित इलेक्ट्रॉनों का परिरक्षण प्रभाव कम होता है।

आयनन एन्थैल्पी

समूह 14 के तत्वों की प्रथम आयनन एन्थैल्पी, समूह 13 के संगत तत्वों की प्रथम आयनन एन्थैल्पी से अधिक होती है क्योंकि आवर्त में आकार में कमी होने के कारण परमाणु में से इलेक्ट्रॉन निकालना मुश्किल होता है।

SHIVOM CLASSES 8696608541

SHIVOM CLASSES - WhatsApp for Notes (8696608541)

वर्ग में ऊपर से नीचे जाने पर आयनन एन्थैल्पी कम होती है। क्योंकि परमाणु आकार बढ़ने के कारण नाभिक से बाह्यतम इलेक्ट्रॉन के मध्य दूरी बढ़ती है जिससे इलेक्ट्रॉन को निकालना आसान हो जाता है।

वर्ग 14 में C से Sn तक आयनन एन्थैल्पी कम होती है लेकिन Sn से Pb तक आयनन एन्थैल्पी में कुछ वृद्धि होती है क्योंकि नाभिकीय आवेश में वृद्धि अधिक होती है (32 का अन्तर) तथा d व f इलेक्ट्रॉनों का परिरक्षण प्रभाव दुर्बल होता है अतः वर्ग 14 के तत्वों की प्रथम आयनन एन्थैल्पी का क्रम –

C > Si > Ge > Sn < Pb

विद्युतऋणता

वर्ग में ऊपर से नीचे जाने पर C से Si तक विद्युतऋणता कम होती है, इसके पश्चात् Pb तक विद्युतऋणता लगभग समान रहती है।

कार्बन परिवार के भौतिक गुणधर्म

- समूह 14 के सभी तत्व ठोस होते हैं जिनमें से टिन तथा लेड कम गलनांकयुक्त मुलायम धातु है।
- वर्ग में ऊपर से नीचे जाने पर घनत्व बढ़ता है क्योंकि आकार की तुलना में द्रव्यमान में वृद्धि अधिक होती है।
- समूह 14 के तत्वों के गलनांक तथा क्वथनांक समूह 13 के संगत तत्वों की तुलना में बहुत अधिक होते हैं क्योंकि इनकी परमाणु त्रिज्या कम होती है। अतः अन्तरा परमाण्विक आकर्षण बढ़ जाता है।
- वर्ग में ऊपर से नीचे जाने पर गलनांक तथा क्वथनांक के मान सामान्यतः कम होते हैं क्योंकि परमाणु आकार बढ़ने के कारण अन्तरा - परमाण्विक आकर्षण कम हो जाता है।

कार्बन परिवार के रासायनिक गुणधर्म

ऑक्सीकरण अवस्था

SHIVOM CLASSES 8696608541

SHIVOM CLASSES - WhatsApp for Notes (8696608541)

समूह 14 के तत्वों के संयोजी कोश में 4 इलेक्ट्रॉन होते हैं अतः ये +4 ऑक्सीकरण अवस्था दर्शाते हैं लेकिन इनमें +4 के अतिरिक्त +2 ऑक्सीकरण अवस्था दर्शाने की प्रवृत्ति भी होती है तथा कार्बन ऋणात्मक ऑक्सीकरण अवस्था भी प्रदर्शित करता है।

इस समूह के भारी तत्वों में, Ge < Sn < Pb क्रम में +2 ऑक्सीकरण अवस्था प्रदर्शित करने की प्रवृत्ति बढ़ती जाती है, क्योंकि संयोजकता कोश के ns^2 इलेक्ट्रॉन बंधन में भाग नहीं लेते हैं अर्थात् यहाँ भी अक्रिय युग्म प्रभाव लागू होता है। इन दो ऑक्सीकरण अवस्थाओं का आपेक्षिक स्थायित्व वर्ग में परिवर्तित होता है।

रासायनिक अभिक्रियाशीलता की प्रवृत्ति

CCl_4 का जल अपघटन नहीं होता है जबकि $SiCl_4$ का जल अपघटन होता है क्योंकि Si के पास रिक्त d-कक्षक होते हैं।

वर्ग 14 के तत्व दो प्रकार के ऑक्साइड बनाते हैं MO (मोनोऑक्साइड) तथा MO_2 (डाइऑक्साइड)।

CO_2 गैस है जबकि SiO_2 ठोस है क्योंकि CO_2 एक विविक्त अणु है, लेकिन SiO_2 की दीर्घ जटिल संरचना होती है।

वर्ग में ऑक्साइडों का अम्लीय गुण कम होता है अतः CO_2, SiO_2 तथा GeO_2 अम्लीय है जबकि SnO_2 तथा PbO_2 उभयधर्मी हैं।

कार्बन वर्ग के तत्व दो प्रकार के हैलाइड बनाते हैं MX_2 तथा MX_4 लेकिन वर्ग में नीचे जाने पर MX_2 बनाने की प्रवृत्ति बढ़ती है।

SHIVOM CLASSES 8696608541

SHIVOM CLASSES - WhatsApp for Notes (8696608541)

NCERT SOLUTIONS

अभ्यास (पृष्ठ संख्या 331-333)

प्रश्न 1

i. B से Tl तक।

ii. C से Pb तक की ऑक्सीकरण अवस्थाओं की भिन्नता के क्रम की व्याख्या कीजिए।

उत्तर-

i. B से Tl तक (बोरॉन परिवार) ऑक्सीकरण अवस्था [Oxidation state from B to Tl (Boron family)] बोरॉन परिवार (वर्ग 13) के तत्वों का विन्यास ns'p' होता है। इसका तात्पर्य यह है कि बन्ध निर्माण के लिए तीन संयोजी इलेक्ट्रॉन उपलब्ध हैं। इन इलेक्ट्रॉनों का त्याग करके ये परमाणु अपने यौगिकों में +3 ऑक्सीकरण अंवस्था प्रदर्शित करते हैं।

ii. c से Pb तक (कार्बन परिवार) ऑक्सीकरण अवस्था [Oxidation state from C to Pb (Carbon family)] कार्बन परिवार (समूह 14) के तत्वों का विन्यास nsp होता है। स्पष्ट है कि इन तत्वों के परमाणुओं के बाह्यतम कोश में चार इलेक्ट्रॉन होते हैं। इन तत्वों द्वारा सामान्यत: +4 तथा +2 ऑक्सीकरण अवस्था दर्शाई जाती है। कार्बन ऋणात्मक ऑक्सीकरण अवस्था भी प्रदर्शित करता है। चूंकि प्रथम चार आयनन एन्थैल्पी का योग अति उच्च होता है, अतः +4 ऑक्सीकरण अवस्था में अधिकतर यौगिक सहसंयोजक प्रकृति के होते हैं। इस समूह के गुरुतर तत्वों में Ge < Sn

- $SnCl_4$ तथा $PbCl_4$ की तुलना में $SnCl_2$ तथा $PbCl_2$ अधिक सरलता से बनते हैं।
- $PbCl_2$, $SnCl_2$ से अधिक स्थायी होता है चूंकि इसमें अक्रिय युग्म प्रभाव की परिमाण अधिक होता है।

प्रश्न 2 $TiCl_3$ की तुलना में BCl_3 के उच्च स्थायित्व को आप कैसे समझाएँगे?

उत्तर- उत्तेजित अवस्था में बोरॉन की संयोजक कोश (valence shell) में तीन इलेक्ट्रॉन होते हैं जो तीन Cl परमाणु से सहसंयोजक आबन्ध द्वारा जुड़कर BCl_3 अणु का निर्माण करते हैं। BCl_3 में

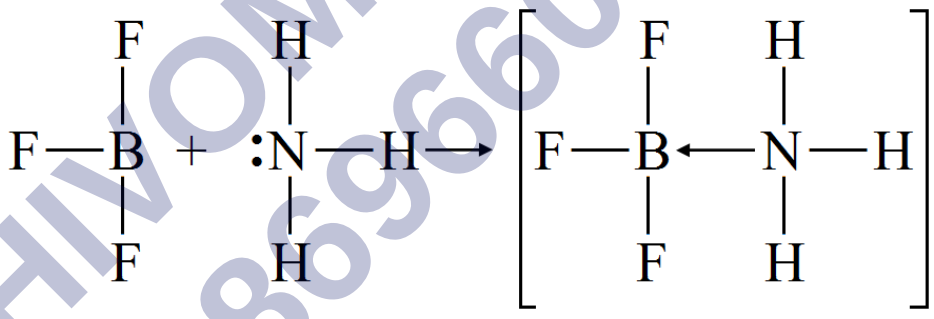
SHIVOM CLASSES 8696608541

SHIVOM CLASSES - WhatsApp for Notes (8696608541)

बोरोन +3 ऑक्सीकरण अवस्था और sp संकरित अवस्था में पाया जाता है। pπ–pπ back bonding BCl_3 अणु को आंशिक रूप से स्थायी बनाती है। दूसरी ओर अक्रिय युग्म प्रभाव के कारण Ti के 6s इलेक्ट्रॉन युग्म बन्ध बनाने में रूचि नहीं रखते। इस कारण Ti की +1 ऑक्सीकरण अवस्था +3 ऑक्सीकरण अवस्था से अधिक स्थाई है। इसलिए +3 ऑक्सीकरण अवस्था में निर्मित TiC_3, अधिक स्थाई नहीं होता। इस कारण BCl_3, $TiCl_3$ से अधिक स्थाई होता है।

प्रश्न 3 बोरॉन ट्राइफ्लुओराइड लूइस अम्ल के समान व्यवहार क्यों प्रदर्शित करता है?

उत्तर- बोरॉन ट्राइफ्लुओराइड BF_3 अणु में F परमाणुओं के इलेक्ट्रॉनों से साझा करके केन्द्रीय बोरॉन परमाणु के चारों ओर इलेक्ट्रॉनों की संख्या 6 (तीन युग्म) होती है। अत: यह एक इलेक्ट्रॉन-न्यून अणु है तथा यह स्थायी इलेक्ट्रॉनिक विन्यास प्राप्त करने के लिए एक इलेक्ट्रॉन युग्म ग्रहण करके लूइस अम्ल के समान व्यवहार प्रदर्शित करता है। उदाहरणार्थ- बोरॉन ट्राइफ्लुओराइड सरलतापूर्वक अमोनिया से एक एकाकी इलेक्ट्रॉन युग्म ग्रहण करके $BF_3.NH_3$ उपसहसंयोजक यौगिक बनाता है।



प्रश्न 4 BCl_3 तथा CCl_4, यौगिकों का उदाहरण देते हुए जल के प्रति इनके व्यवहार के औचित्य को समझाइए।

उत्तर- BCl_3 के केन्द्रीय परमाणु B के संयोजक कोश में 6 इलेक्ट्रॉन होते हैं। इसलिए यह इलेक्ट्रॉन न्यून अणु है और H_2O द्वारा दिये गये इलेक्ट्रॉन युग्म को ग्रहण कर लेता है। अतः जब BCl_3 को जल में घोला जाता है तो यह जल-अपघटित (hydrolysis) होकर बोरिक अम्ल और HCl देता है।

SHIVOM CLASSES 8696608541

SHIVOM CLASSES - WhatsApp for Notes (8696608541)

$$BCl_3 + 3H_2O \longrightarrow H_3BO_3 + 3HCl$$

CCl_4 में C का अष्टक पूर्ण होता है और यह इलेक्ट्रॉन युग्म त्यागने अथवा ग्रहण करने की प्रवृत्ति नहीं रखता है। अतः यह जल से कोई क्रिया नहीं करता है।

प्रश्न 5 क्या बोरिक अम्ल प्रोटोनी अम्ल है? समझाइए।

उत्तर- नहीं, बोरिक अम्ल प्रोटोनी अम्ल नहीं है, क्योंकि यह जल में आयनित होकर H^+ तथा OH^- नहीं देता है। B के छोटे आकार और उसके संयोजक कोश में 6 इलेक्ट्रॉन उपस्थित होने के कारण H_3BO_3 एक लूइस अम्ल (Lewis acid) की तरह व्यवहार करता है। जब यह जल में मिलाया जाता है। तो यह H_2O के O परमाणु से एक इलेक्ट्रॉन युग्म प्राप्त करके $[B(OH)_{24}]^-$ का निर्माण करता है।

$$(HO)_3B + :\ddot{O}\begin{matrix}H\\H\end{matrix} \rightarrow (HO)_3B \leftarrow O\begin{matrix}H\\H\end{matrix} \rightarrow [B(OH)_4]^- + H^+$$

इस अभिक्रिया में एक H^+ के उद्गम के कारण यह एक दुर्बल मोनोबेसिक अम्ल की भाँति व्यवहार करता है।

प्रश्न 6 क्या होता है, जब बोरिक अम्ल को गर्म किया जाता है?

उत्तर- 370K से अधिक ताप पर गर्म किए जाने पर बोरिक अम्ल (ऑर्थोबोरिक अम्ल) मेटाबोरिक अम्ल (HBO_2) बनाता है, जो और अधिक गर्म करने पर बोरिक ऑक्साइड (B_2O_3) में परिवर्तित हो जाता है।

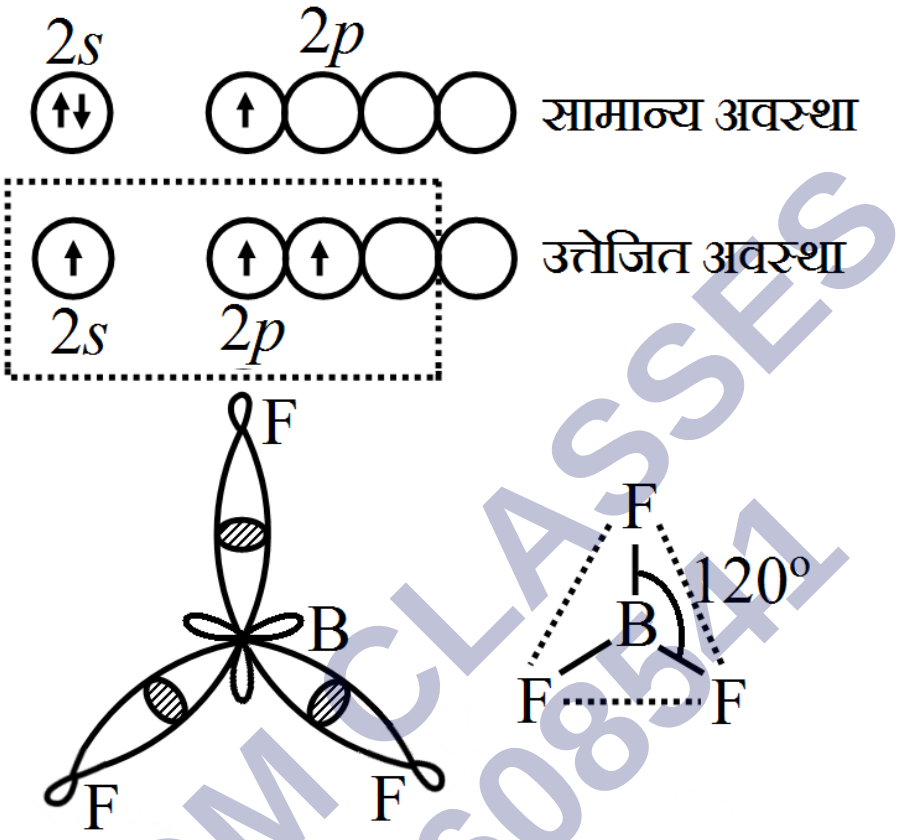
$$H_3BO_3 \xrightarrow{\Delta} HBO_2 \xrightarrow{\Delta} B_2O_3$$

प्रश्न 7 BF_3 तथा BH^-_4 की आकृति की व्याख्या कीजिए। इन स्पीशीज में बोरॉन के संकरण को निर्दिष्ट कीजिए।

उत्तर- **बोरॉन ट्राइफ्लुओराइड (Boron trifluoride, BFs)-** इसमें केन्द्रीय परमाणु बोरॉन है। जिसका इलेक्ट्रॉनिक विन्यास $1s^2$, $2s^2$ $2p^1$ है। तलस्थ अवस्था में इसमें केवल एक अयुग्मित इलेक्ट्रॉन है जिसके आधार पर केवल एक सहसंयोजक बन्ध ही बन सकता है। अतः BF_3 अणु

SHIVOM CLASSES - WhatsApp for Notes (8696608541)

बनने में यह अवश्य ही उत्तेजित अवस्था में होगा जिस स्थिति में एक s-इलेक्ट्रॉन p-कक्षक में उन्नत हो जाएगा।



प्रश्न 8 एलुमीनियम के उभयधर्मी व्यवहार दर्शाने वाली अभिक्रियाएँ दीजिए।

उत्तर- ऐलुमिनियम अम्लों तथा क्षारों दोनों से क्रिया कर उभयधर्मी व्यवहार दर्शाता है।

उदाहरणार्थ-

$$2Al(s) + 6HCl(aq) \longrightarrow 2AlCl_3(aq) + 3H_2(g)$$

$$2Al(s) + 2NaOH(aq) + 6H_2O(l) \longrightarrow 2Na^+[Al(OH)_4]^-(aq) + 3H_2(g)$$

Sodium tetrahydroxo aluminate (iii)

प्रश्न 9 इलेक्ट्रॉन न्यून यौगिक क्या होते हैं? क्या BCl_3 तथा $SiCl_4$ इलेक्ट्रॉन न्यून यौगिक हैं? समझाइए।

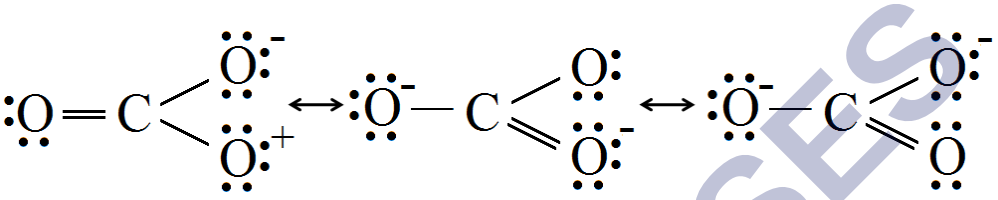
उत्तर- जिन स्पीशीज में केन्द्रीय परमाणु का अष्टक पूर्ण नहीं होता (अर्थात् संयोजक कोश में आठ इलेक्ट्रॉन नहीं होते), वे इलेक्ट्रॉन न्यून यौगिक कहलाते हैं। BCl_3 के केन्द्रीय परमाणु में मात्र 6

SHIVOM CLASSES - WhatsApp for Notes (8696608541)

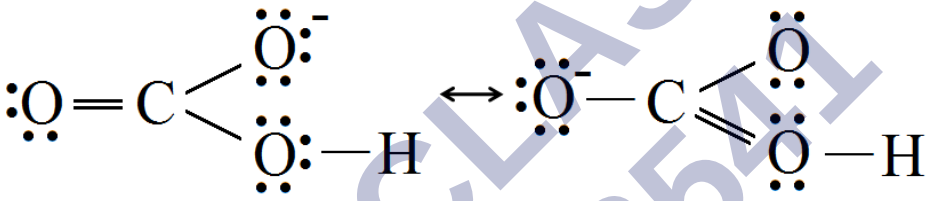
इलेक्ट्रॉन हैं। इसलिए यह इलेक्ट्रॉन न्यून यौगिक है। $SiCl_4$ में । केन्द्रीय परमाणु Si(silicon) के पास 8 इलेक्ट्रॉन हैं। इसलिए उपर्युक्त परिभाषा के अनुसार यह इलेक्ट्रॉन न्यून यौगिक नहीं है।

प्रश्न 10 CO_3^{2-} तथा HCO_3^- की अनुनादी संरचनाएँ लिखिए।

उत्तर- CO_3^{2-} आयन की अनुनाद संरचनाएँ-



HCO_3^- की अनुनाद संरचनाएँ-



प्रश्न 11

i. CO_3^{2-}
ii. हीरा
iii. ग्रैफाइट में कार्बन की संकरण-अवस्था क्या होती है?

उत्तर-

i. sp^2
ii. sp^3
iii. sp^2

प्रश्न 12 संरचना के आधार पर हीरा तथा ग्रेफाइट के गुणों में निहित भिन्नता को समझाइए।

उत्तर- हीरा तथा ग्रेफाइट में संरचनात्मक भिन्नता (Structural differences between Diamond and Graphite)

1	हीरा	ग्रेफाइट

SHIVOM CLASSES - WhatsApp for Notes (8696608541)

1.	हीरे में क्रिस्टलीय जालक होता है। एक-दूसरे से बँधे कार्बन परमाणुओं का जाल होता है।	ग्रेफाइट में पर्ते 340pm की दूरी पर पृथक्कृत रहती हैं। इन पर्तों के बीच यह अत्यधिक दूरी प्रदर्शित करती है, कि केवल दुर्बल वाण्डरवाल्स बल इन पर्तों को बाँधे रखते हैं।
2.	प्रत्येक कार्बन परमाणु sp^3 संकरित होता है, तथा एकल सहसंयोजी बन्ध द्वारा चार अन्य कार्बन परमाणुओं से जुड़ा रहता है।	ग्रेफाइट में, प्रत्येक कार्बन परमाणु sp^2 संकरण प्रदर्शित करता है तथा तीन अन्य कार्बन परमाणुओं से सहसंयोजी रूप से जुड़ा रहता है।
3.	प्रत्येक कार्बन परमाणु चतुष्फलक के केन्द्र पर स्थित होता है तथा अन्य चार कार्बन परमाणु चतुष्फलक के चारों कोनों पर स्थित होते हैं।	प्रत्येक कार्बन परमाणु में चौथा इलेक्ट्रॉन-बन्ध बनाता है। अत: यह द्विविमीय षट्कोणीय वलय रखता है।
4.	C-C बन्ध लम्बाई 154pm होती है। इसलिए हीरे में प्रबल सहसंयोजी बन्धों त्रिविमीय जाल होता है।	वलय में C-C सहसंयोजी दूरी 142pm होती है, जो प्रबल बन्ध को व्यक्त करती है। इन वलयों की व्यवस्था पर्ते बनाती है।
5.	यह अत्यन्त कठोर होता है। इसका गलनांक उच्च होता है।	यह अत्यन्त कोमल होता है। इसे मशीनों में शुष्क स्नेहक की भाँति प्रयोग किया जा सकता है।

प्रश्न 13 निम्नलिखित कथनों को युक्तिसंगत कीजिए तथा रासायनिक समीकरण दीजिए-

i. लेड (II) क्लोराइड Cl_2 से क्रिया करके $PbCl_4$ देता है।
ii. लेड (IV) क्लोराइड ऊष्मा के प्रति अत्यधिक अस्थायी है।
iii. लेड एक आयोडाइड PbI_4 नहीं बनाता है।

उत्तर-

i. लेड (II) क्लोराइड, $PbCl_2$ क्लोरीन से क्रिया करके $PbCl_4$ नहीं बनाती है। इसका कारण यह है कि अक्रिय युग्म प्रभाव (inert pair effect) के कारण Pb की +2 ऑक्सीकरण अवस्था +4 ऑक्सीकरण अवस्था से अधिक स्थायी होती है। दूसरे शब्दों में, $PbCl_2$, $PbCl_4$ से अधिक स्थायी है।

SHIVOM CLASSES - WhatsApp for Notes (8696608541)

ii. अक्रिय युग्म प्रभाव (inert pair effect) के कारण, Pb की +4 ऑक्सीकरण अवस्था +2 ऑक्सीकरण अवस्था से कम स्थायी है। इस कारण लेड (IV) क्लोराइड गर्म करने पर विघटित होकर अधिक स्थायी लेड (II) क्लोराइड बनाता है।

$$\underset{\text{Lead (Iv) chloride}}{PbCl_4} \xrightarrow{\Delta} \underset{\text{Lead II chloride}}{PbCl_2} + Cl_2\uparrow$$

(Less stable) (More stable)

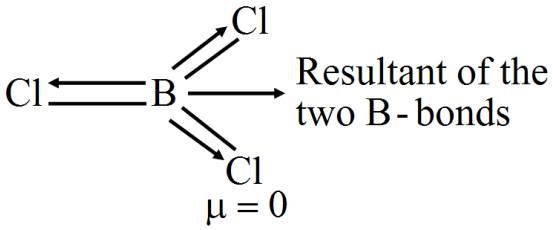
iii. PbI_4 का अस्तित्व ज्ञात नहीं है। इसका कारण Ph_{4+} की ऑक्सीकरण प्रकृति और की अपचायक प्रकृति का संयुक्त प्रभाव है।

प्रश्न 14 BF_3 में तथा BF^-_4 में बन्ध लम्बाई क्रमशः 130pm तथा 143pm होने के कारण बताइए।

उत्तर- BF_3 अणु-में pm-pr back bonding के कारण B-F आबन्ध की लम्बाई को कम कर देते। हैं। BF^-_4 में B-F बन्ध शुद्ध एकल आबन्ध होता है और इसकी आबन्ध लम्बाई अधिक होती है। इसी कारण BF_3 में B-F आबन्ध लम्बाई BF^-_4 से कम होती है।

प्रश्न 15 B-Cl आबन्ध द्विध्रुव आघूर्ण रखता है, किन्तु BCl_3 अणु का द्विध्रुव आघूर्ण शून्य होता है। क्यों?

उत्तर- बोरॉन की विद्युत ऋणात्मकता 2, जबकि Cl की 3 होती है। विद्युत ऋणात्मक में अन्तर के कारण, B-Cl बन्ध पोलर हो जाता है और निश्चित द्विध्रुव आघूर्ण रखता है। BCl_3 अणु में B परमाणु के sp^2 संकरित होने के कारण यह एक त्रिकोणीय समतलीय अणु है। BCl_3 में तीन B-Cl बन्ध 120° पर एक ही तल में होते हैं। इसलिए दो B-Cl बन्धों के द्विध्रुव आघूर्ण का परिमाण तीसरे B-Cl बन्ध के द्विध्रुव आघूर्ण के परिमाण के बराबर तथा विपरीत दिशा में होता है। परिणामस्वरूप BCl_3 का शुद्ध द्विध्रुव आघूर्ण शून्य हो जाता है जैसा निम्नांकित से स्पष्ट है-



SHIVOM CLASSES - WhatsApp for Notes (8696608541)

प्रश्न 16 निर्जलीय HF में ऐलुमिनियम ट्राइफ्लुओराइड अविलेय है, परन्तु NaF मिलाने पर घुल जाता है। गैसीय BF_3 को प्रवाहित करने पर परिणामी विलयन में से ऐलुमिनियम ट्राइफ्लुओराइड अवक्षेपित हो जाता है। इसका कारण बताइए।

उत्तर- AlF_3 निर्जलीय HF में नहीं घुलता क्योंकि HF एक सहसंयोजक और प्रबल रूप से हाइड्रोजन आबन्ध युक्त यौगिक है। NaF एक आयनिक यौगिक और F^- आयन देता है जो AlF_3 से संयुक्त होकर जल में विलेय जटिल यौगिर्क Na_3AlF_6 का निर्माण करता है। इसलिए AlF_3, NaF की उपस्थिति में घुल जाता है।

$$AlF_3 + 3NaF \longrightarrow Na_3[AlF]_6$$

$$\downarrow$$

$$Na_3[AlF_6] + BF_3 \longrightarrow AlF_3 + Na_3BF_6$$

प्रश्न 17 CO के विषैली होने का एक कारण बताइए।

उत्तर- रक्त में उपस्थित हीमोग्लोबिन शरीर के ऊतकों को O_2, पहुँचाने का कार्य करता है। CO का रक्त में उपस्थित हीमोग्लोबिन के साथ जुड़कर कार्बोक्सीहीमोग्लोबिन बनाती है जो ऑक्सीहीमोग्लोबिन से 300 गुना अधिक स्थिर है। यह शरीर के विभिन्न अंगों में हीमोग्लोबिन की O_2 वाहक क्षमता को समाप्त कर देता है। फलस्वरूप ऑक्सीजन की कमी के कारण व्यक्ति की मृत्यु हो जाती है।

$$\text{Haemoglobin} + CO \longrightarrow \underset{\text{(300 times more stable than oxyhaemoglobin)}}{\text{Carboxyhaemoglobin}}$$

प्रश्न 18 CO_2 की अधिक मात्रा भूमण्डलीय तापवृद्धि के लिए उत्तरदायी कैसे है?

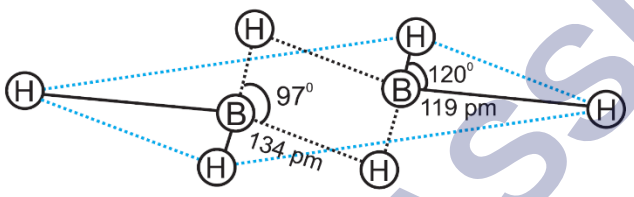
उत्तर- CO_2 चक्र के कारण प्राकृतिक रूप से वातावरण में CO_2 की सान्द्रता स्थिर रहती है लेकिन, जब वातावरण में CO_2 की सान्द्रता मानवीय क्रियाओं के कारण एक निश्चित स्तर से अधिक हो जाती है, तो वायुमण्डल में उपस्थित CO_2 का आधिक्य पृथ्वी द्वारा विकरणित ऊष्मा को अवशोषित कर लेता है। अवशोषित ऊष्मा का कुछ भाग वायुमण्डल में निस्तारित हो जाता है और शेष भाग पृथ्वी पर वापस विकरणित हो जाता है जिससे पृथ्वी की सतह का तापमान बढ़ जाता है और भूमण्डलीय ताप में वृद्धि होती है। इस प्रभाव को ग्रीन हाउस प्रभाव कहा जाता है।

SHIVOM CLASSES 8696608541

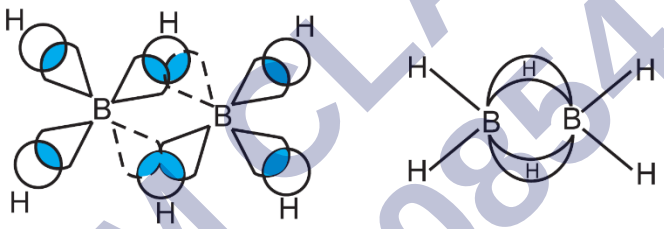
SHIVOM CLASSES - WhatsApp for Notes (8696608541)

प्रश्न 19 डाइबोरेन तथा बोरिक अम्ल की संरचना समझाइए।

उत्तर- **डाइबोरेन की संरचना (Structure of Diborane)-** डाइबोरेन की संरचना को चित्र द्वारा दर्शाया गया है। इसमें सिरे वाले चार हाइड्रोजन परमाणु तथा दो बोरॉन परमाणु एक ही तल में होते हैं। इस तल के ऊपर तथा नीचे दो सेतुबन्ध (bridging) हाइड्रोजन परमाणु होते हैं। सिरे वाले चार B-H बन्ध सामान्य द्विकेन्द्रीय-द्विइलेक्ट्रॉन (two centre-two electron) बन्ध भिन्न प्रकार के होते हैं जिन्हें 'त्रिकेन्द्रीय-द्विइलेक्ट्रॉन बन्ध' कहते हैं।



डाइबोरेन की (B_2H_6) संरचना



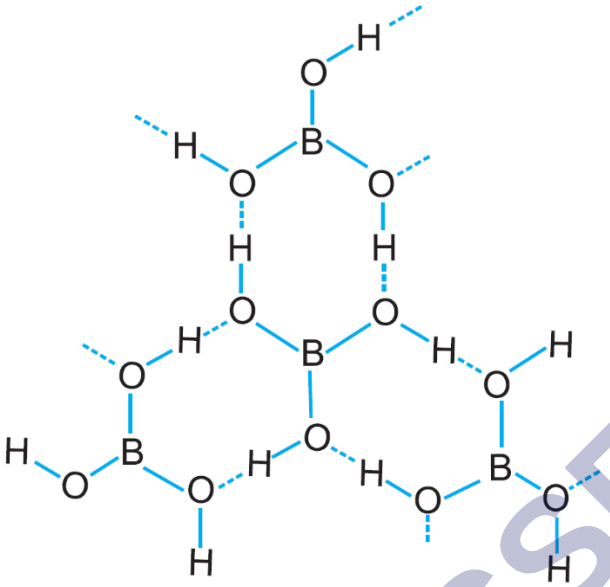
डाइबोरेन में बंधन।

डाइबोरेन में बन्धन। डाइबोरेन में प्रत्येक बोरॉन परमाणु sp^3 संकरित होता है। इन चार sp^3 संकरित कक्षकों में से एक इलेक्ट्रॉनरहित होता है, जिसे बिन्दुकृत रेखाओं (Dotted Lines) द्वारा दर्शाया गया है। सिरे वाले B-H सामान्य द्विकेन्द्रीय-द्विइलेक्ट्रॉन (20-2e) बन्ध हैं, जबकि दो सेतुबन्ध B-H-B त्रिकेन्द्रीय-द्विइलेक्ट्रॉन (3c-20) है। इसे 'केलाबन्ध (Banana Bond)' भी कहते हैं।

बोरिक अम्ल की संरचना (Structure of Boric acid): ठोस अवस्था में, बोरिक अम्ल की पर्तीय संरचना होती है, जहाँ समतलीय B05 की इकाइयाँ हाइड्रोजन बन्ध द्वारा एक-दूसरे से 318pm की दूरी पर जुड़ी रहती हैं।

SHIVOM CLASSES 8696608541

SHIVOM CLASSES - WhatsApp for Notes (8696608541)



बोरिक अम्ल की संरचना में बिंदुकृत रेखाएँ हाइड्रोजन आबंध को प्रदर्शित करती हैं।

प्रश्न 20 क्या होता है, जब-

i. बोरेक्स को अधिक गर्म किया जाता है।

ii. बोरिक अम्ल को जल में मिलाया जाता है।

iii. ऐलुमिनियम की तनु NaOH से अभिक्रिया कराई जाती है।

iv. BF_3 की क्रिया अमोनिया से की जाती है।

उत्तर-

i. जब बोरेक्स के चूर्ण को बुन्सन बर्नर की ज्वाला में अधिक गर्म किया जाता है, सर्वप्रथम यह जल के अणु का निष्कासन कर्के फूल जाता है। पुनः गर्म करने पर यह एक पारदर्शी द्रव में परिवर्तित हो जाता है, जो काँच के समान एक ठोस में परिवर्तित हो जाता है। इसे बोरेक्स मनका कहते हैं।

$$Na_2B_4O_7.10H_2O \xrightarrow{\Delta} Na_2B_4O_7 \xrightarrow{\Delta} \underbrace{2NaBO_2 + B_2O_3}_{\text{पारदर्शी मनका}}$$

ii. यह जल में घुल जाता है, क्योंकि यह इलेक्ट्रॉन-न्यून यौगिक है।

$$B(OH)_3 + H-OH \longrightarrow [B(OH)_4]^- + H^+$$

$[H_3BO_3]$

SHIVOM CLASSES 8696608541

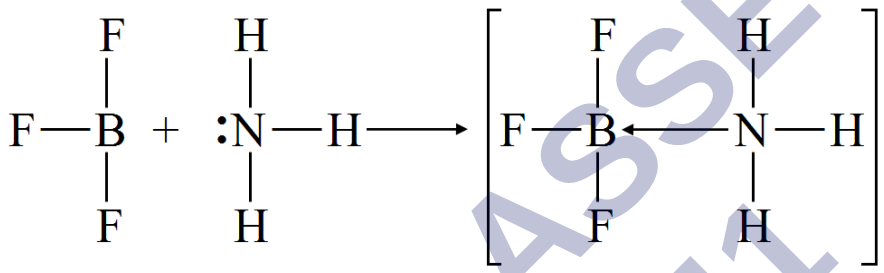
SHIVOM CLASSES - WhatsApp for Notes (8696608541)

iii. ऐलुमिनियम NaOH विलयन में घुलकर एक विलेय संकुल बनाता है तथा हाइड्रोजन गैस मुक्त करता है।

$$2Al(s) + NaOH(aq) + 6H_2O(l)\ 2Na^+\ [Al(OH)_4]^-(aq) + 3H_2(g)$$

विलेय संकुल

iv. BF (व्यवहार में लूइस अम्ल), NH_3 (व्यवहार में लूइस-क्षारक) के साथ योगात्मक यौगिक बनाता है।



(लुइस अम्ल) (लुइस क्षारक) (यौगात्मक यौगिक)

प्रश्न 21 निम्नलिखित अभिक्रियाओं को समझाइए-

i. कॉपर की उपस्थिति में उच्च ताप पर सिलिकन को मेथिल क्लोराइड के साथ गर्म किया जाता है।

ii. सिलिकॉन डाइऑक्साइड की क्रिया हाइड्रोजन फ्लुओराइड के साथ की जाती है।

iii. CO को ZnO के साथ गर्म किया जाता है।

iv. जलीय ऐलुमिना की क्रिया जलीय NaOH के साथ की जाती है।

उत्तर-

i. जब सिलिकन को मेथिल क्लोराइड के साथ उच्च ताप पर Cu की उपस्थिति में गर्म किया जाता है, तो मोनो, डाइ तथा ट्राइमिथाइलक्लोरोसाइलेन और थोड़ी मात्रा में टेट्रामिथाइलक्लोरोसाइलेन युक्त एक मिश्रण प्राप्त होता है।

$$CH_3Cl + Si \xrightarrow[573k]{\text{Cu Powder}} CH_3SiCl_3 + (CH_3)_2SiCl_2 + (CH_3)_3SiCl + (CH_3)_4Si$$

ii. जब SiO_2 की क्रिया HF से की जाती है तो सिलिकॉन टेट्राक्लोराइड बनता है, जो HF में घुलकर हाइड्रोफ्लोरो सिलिसिक अम्ल (hydrofluorosilicic acid) बनाता है।

SHIVOM CLASSES 8696608541

SHIVOM CLASSES - WhatsApp for Notes (8696608541)

$$SiO_2 + 4HF \longrightarrow SiF_4 + 2H_2O$$

$$SiF_4 + 2HF \longrightarrow \underset{\text{(Hydrofluorosilicic acid)}}{H_2SiF_6}$$

iii. जब कार्बन मोनोऑक्साइड को जिंक ऑक्साइड के साथ गर्म किया जाता है, तो ZnO अपचयित होकर जिंक धातु बनाता है।

$$CO + Zn\,O \xrightarrow{\Delta} Zn + CO_2$$

iv. जब जलयोजित ऐलुमिना (hydrated alumina) को NaOH के जलीय विलयन के साथ गर्म किया जाता है तो सोडियम टेट्राहाइड्रॉक्सी ऐलुमिनेट (III) बनता है।

$$Al_2O_3 \cdot 2H_2O(s) + 2NaOH(aq) + H_2O(l) \xrightarrow{\Delta} \underset{\text{Sodium tetrahydroxo aluminate (III)}}{2Na\left[Al(OH)_4\right]_{aq}}$$

अथवा

$$Al_2O_3 \cdot 2H_2O(s) + 2NaOH(aq) \xrightarrow{\Delta} \underset{\text{Sodium metaaluminate}}{2NaAlO_2(aq)} + 3H_2O(l)$$

प्रश्न 22 कारण बताइए-

i. सान्द्र HNO_3 का परिवहन ऐलुमिनियम के पात्र द्वारा किया जा सकता है।

ii. तनु NaOH तथा ऐलुमिनियम के टुकड़ों के मिश्रण का प्रयोग अपवाहिका खोलने के लिए किया जाता है।

iii. ग्रेफाइट शुष्क स्नेहक के रूप में प्रयुक्त होता है।

iv. हीरा का प्रयोग अपघर्षक के रूप में होता है।

v. वायुयान बनाने में ऐलुमिनियम मिश्रधातु का उपयोग होता है।

vi. जल को ऐलुमिनियम पात्र में पूरी रात नहीं रखना चाहिए।

vii. संचरण केबल बनाने में ऐलुमिनियम तार का प्रयोग होता है।

उत्तर-

SHIVOM CLASSES 8696608541

SHIVOM CLASSES - WhatsApp for Notes (8696608541)

i. सान्द्र HNO_3 ऐलुमिनियम (Al) से क्रिया करके इसकी सतह पर ऐलुमिनियम ऑक्साइड की एक पतली परत बनाता है जो Al की सान्द्र HNO_3 से पुन: क्रिया को रोकती है। दूसरे शब्दों में, Al सान्द्र HNO_3 के प्रभाव से निष्क्रिय हो जाता है।

$$2Al(s) + \underset{\text{(Conc.)}}{6HNO_3} \longrightarrow \underset{\text{Alumina}}{Al_2O_3(s)} + 6NO_2(g) + 3H_2O(l)$$

अतः सान्द्र HNO_3 के परिवहन में Al कन्टेनर का उपयोग किया जाता है।

ii. Al तनु NaOH से क्रिया करने पर हाइड्रोजन मुक्त करता है। इस प्रकार उच्च दाब पर विमुक्त H, का उपयोग बन्द नालियों (closed drains) को खोलने में किया जा सकता है।

$$2Al(s) + 2NaOH(aq) + 6H_2O(l) \longrightarrow 2Na^+[Al(OH)_4]^-(aq) + 3H_2(g)$$

iii. ग्रेफाइट (graphite) की संरचना एक परतीय संरचना होती है जिसमें षटकोणीय वलय (hexagonal ring) की विशाल परतें एक-दूसरे से दुर्बल वाण्डर वाल्स बलों (weak van der Waals' forces) द्वारा सम्बन्धित होती हैं। ये परतें एक-दूसरे से स्थायी रूप से नहीं जुड़ी होती हैं और एक-दूसरे पर फिसलती रहती हैं। यही कारण है कि ग्रेफाइट मुलायम होता है और एक शुष्क स्नेहक (dry lubricant) की भाँति प्रयोग किया जाता है।

iv. हीरे की संरचना एक त्रिविमीय नेटवर्क संरचना है जिसमें sp संकरित कार्बन परमाणु एक-दूसरे से मजबूत सहसंयोजक आबन्धों द्वारा जुड़े रहते हैं। इसका नेटवर्क बहुत कठोर होता है। यही कारण है कि हीरा अत्यधिक कठोर होता है और इसका उपयोग एक अपघर्षक (abrasive) के रूप में किया जाता है।

v. ऐलुमिनियम की मिश्र धातुएँ (alloys) हल्की होती हैं और ये अत्यन्त मजबूत एवं क्षय प्रतिरोधी होती हैं। इसलिए इनका उपयोग हवाई जहाजों को बनाने में किया जाता है।

ऐलुमिनियम जल से तथा घुलित ऑक्सीजन से क्रिया कर अपनी सतह पर ऐलुमिनियम ऑक्साइड की एक पर्त बनाता है।

SHIVOM CLASSES 8696608541

SHIVOM CLASSES - WhatsApp for Notes (8696608541)

$$2Al(s) + O_2(g) + H_2O(l) \longrightarrow Al_2O_3(3) + H_2(g)$$

इस परत में स्थित कुछ Al^{3+} आयन पानी में घुलकर एक विलयन बनाते हैं। Al^{3+} आयन विषैला होता है और पीने के पानी व खाने के पदार्थों में इसकी उपस्थिति अवांछित है।

vi. ऐलुमिनियम विद्युत धारा का अच्छा चालक है। भारानुसार यह Cu की तुलना में दो गुनी अधिक विद्युत धारा को संचालित कर सकता है। Al के तार हल्के और सस्ते होते हैं। इसलिए Al का उपयोग संचरण केबिल (transmission cables) बनाने में किया जाता है।

प्रश्न 23 कार्बन से सिलिकॉन तक आयनीकरण एन्थैल्पी में प्रघटनीय कमी होती है। क्यों?

उत्तर- कार्बन से सिलिकॉन तक आयनीकरण में प्रघटनीय कमी होती है, क्योंकि कार्बन की परमाणु त्रिज्या (77pm) की तुलना में सिलिकॉन की परमाणु त्रिज्या अधिक (118pm) होती है। इसलिए इलेक्ट्रॉनों का निष्कासन सरलतापूर्वक हो जाता है। सिलिकॉन से जर्मेनियम तक आयनन एन्थैल्पी में कमी प्रघटनीय नहीं होती, क्योंकि तत्वों के परमाणु आकार एकसमान रूप से बढ़ते हैं।

प्रश्न 24 Al की तुलना में Ga की कम परमाण्वीय त्रिज्या को आप कैसे समझाएँगे?

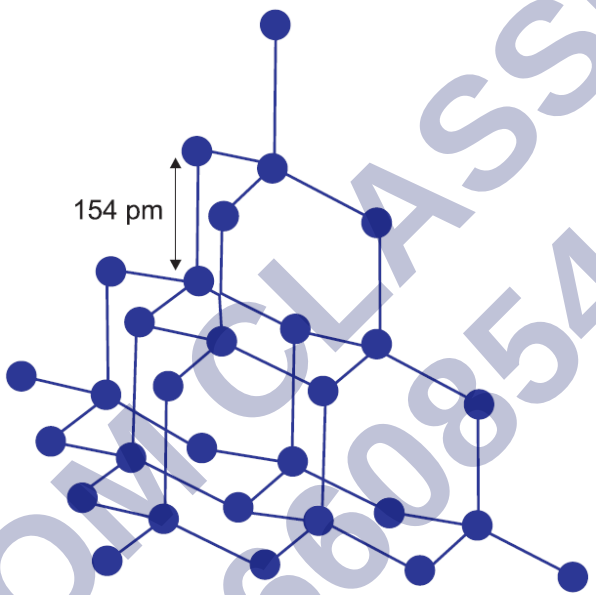
उत्तर- ऐलुमिनियम (Al) की तुलना में Ga की कम परमाण्वीय त्रिज्या को प्रथम संक्रमण श्रेणी (Z = 21 से 30) के दस तत्वों की उपस्थिति के आधार पर समझाया जा सकता है। इनमें इलेक्ट्रॉन 3d-कक्षकों में होते हैं। चूँकि 4-कक्षकों का आकार d-कक्षकों की तुलना में अधिक होता है, अत: अन्तरस्थ इलेक्ट्रॉनों के पास नाभिकीय आवेश में वृद्धि के प्रभाव को निरस्त करने के लिए पर्याप्त परिरक्षण प्रभाव नहीं होता। इसलिए Ga की स्थिति में प्रभावी नाभिकीय आवेश का मान कम होता है। इससे अपवादस्वरूप Ga का परमाणु आकार घट जाता है जिसे वास्तव में बढ़ा होना चाहिए था।

प्रश्न 25 अपररूप क्या होता है? कार्बन के दो महत्त्वपूर्ण अपररूप हीरा तथा ग्रेफाइट की संरचना का चित्र बनाइए। इन दोनों अपररूपों, भौतिक गुणों पर संरचना का क्या प्रभाव पड़ता, है?

SHIVOM CLASSES 8696608541

SHIVOM CLASSES - WhatsApp for Notes (8696608541)

उत्तर- **अपररूप (Allotropes)-** प्रकृति में शुद्ध कार्बन दो रूपों में पाया जाता है-हीरा तथा ग्रेफाइट। यदि हीरे अथवा ग्रेफाइट को वायु में अत्यधिक गर्म किया जाए तो यह पूर्ण रूप से जल जाते हैं तथा कार्बन डाइऑक्साइड बनाते हैं। जब हीरे तथा ग्रेफाइट की समान मात्रा दहन की जाती है, तब कार्बन डाइऑक्साइड की बराबर मात्रा उत्पन्न होती है तथा कोई अवशेष नहीं बचता। इन तथ्यों से स्पष्ट है कि ह्मस तथा ग्रेफाइट रासायनिक रूप से एकसमान हैं तथा केवल कार्बन परमाणुओं बने हैं। इनके नैतिक गुण अत्यधिक भिन्न होते हैं। अतः इस प्रकार के गुणों को प्रदर्शित करने वाले तत्वों को अपररूप कहते हैं।

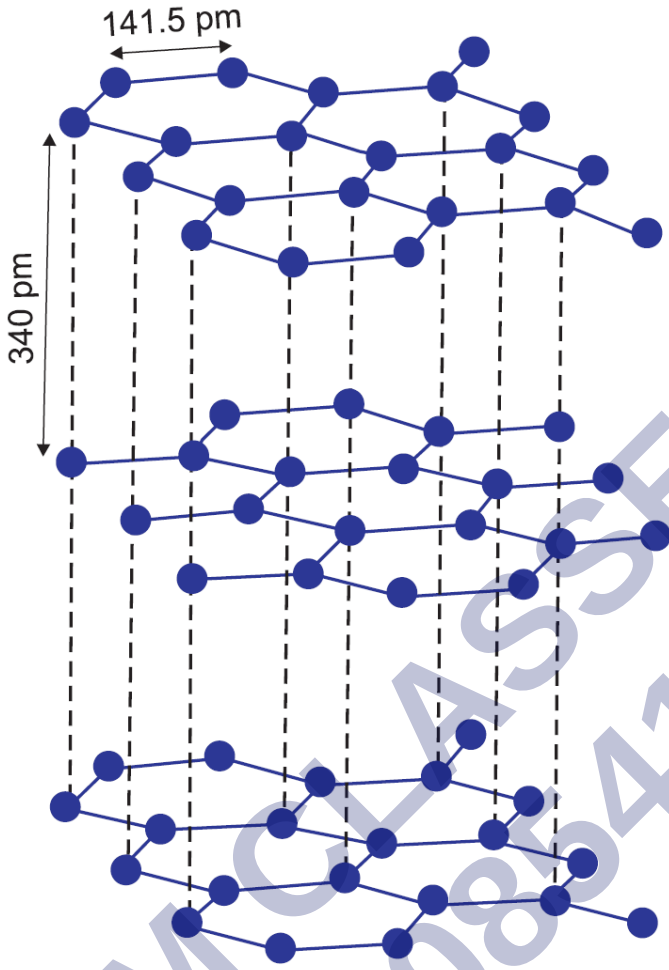


हीरा की संरचना

हीरा (Diamond)- हीरा में क्रिस्टलीय जालक होता है। इसमें प्रत्येक परमाणु sp^3-संकरित होता है तथा चतुष्फलकीय ज्यामिति से अन्य चार कार्बन परमाणुओं से जुड़ा रहता है। इसमें कार्बन-कार्बन बन्ध लम्बाई 154pm होती है। कार्बन परमाणु दिक (space) में दृढ़ त्रिविमीय जालक (rigid three dimensional network) का निर्माण करते हैं। इस संरचना (चित्र-6) में सम्पूर्ण जालक में दिशात्मक सहसंयोजक बन्ध उपस्थित रहते हैं। इस प्रकार विस्तृत सहसंयोजक बन्धन को तोड़ना कठिन कार्य होता है। अत: हीरा पृथ्वी पर पाया जाने वाला सर्वाधिक कठोर पदार्थ है। इसका उपयोग धार तेज करने के लिए अपघर्षक (abrasive) के रूप में, रूपदा (dies) बनाने में तथा विद्युत-प्रकाश लैम्प में टंगस्टन तन्तु (filament) बनाने में होता है।

SHIVOM CLASSES 8696608541

SHIVOM CLASSES - WhatsApp for Notes (8696608541)



ग्रैफाइट की संरचना

प्रश्न 26 निम्नलिखित ऑक्साइड को उदासीन, अम्लीय, क्षारीय तथा उभयधर्मी ऑक्साइड के रूप में वर्गीकृत कीजिए-

i. CO, B_2O_3, SiO_2, CO_2, Al_2O_3, PbO_2, Tl_2O_3

ii. इनकी प्रकृति को दर्शाने वाली रासायनिक अभिक्रिया लिखिए।

उत्तर-

i.

- उदासीन ऑक्साइड: CO
- अम्लीय ऑक्साइड: B_2O_3, SiO_2, CO_2
- उभयधर्मी ऑक्साइड: Al_2O_3, PbO_2
- क्षारीय ऑक्साइड: Tl_2O_3

SHIVOM CLASSES 8696608541

SHIVOM CLASSES - WhatsApp for Notes (8696608541)

ii.

a. अम्लीय ऑक्साइडों की क्षारों के साथ अभिक्रिया,

$$B_2O_3 + 2NaOH \longrightarrow \underset{\text{Sodium metaborate}}{2NaBO_2} + H_2O$$

$$SiO_2 + 2NaOH \longrightarrow \underset{\text{Sodium silicate}}{Na_2SiO_3} + H_2O$$

$$CO_2 + 2NaOH \longrightarrow 2Na_2CO_3 + H_2O$$

b. उभयधर्मी ऑक्साइडों की अम्लों व क्षारों के साथ अभिक्रिया,

$$Al_2O_3 + 3H_2SO_4 \longrightarrow Al_2(SO_4)_3 + 3H_2O$$

$$Al_2O_3 + 2NaOH \longrightarrow \underset{\text{Sodium metaaluminate}}{2NaAlO_2} + H_2O$$

$$PbO_2 + 2HNO_3 \longrightarrow Pb(NO_3)_2 + H_2O + \tfrac{1}{2}O_2$$

$$PbO_2 + 2NaOH \longrightarrow \underset{\text{Sodium plumbate}}{Na_2PbO_3} + H_2O$$

c. क्षारीय ऑक्साइड की अम्ल के साथ अभिक्रिया,

$$Tl_2O_3 + 3H_2SO_4 + 4H_2O \longrightarrow \underset{\text{Thallium sulphate heptahydrate}}{Tl_2(SO_4)_3 \cdot 7H_2O}$$

प्रश्न 27 कुछ अभिक्रियाओं में थैलियम, ऐलुमिनियम से समानता दर्शाता है, जबकि अन्य में यह समूह-I के धातुओं से समानता दर्शाता है। इस तथ्य को कुछ प्रमाणों के द्वारा सिद्धे करें।

उत्तर- ऐलुमिनियम के समाने, थैलियम Tl_2O_3, $TlCl_3$, $Tl_2(SO_4)_3$ आदि में +3 ऑक्सीकरण अवस्था प्रदर्शित करता है। Al तथा Tl के जटिल यौगिक भी समान प्रकार के होते हैं। जैसे- $[AlF_6]^{3-}$ तथा $[TlF_6]^{3-}$। अक्रिय युग्म प्रभाव के कारण यह समूह 1 ग्रुप की क्षार धातुओं के समान +1 ऑक्सीकरण अवस्था भी प्रदर्शित करता है। +1 ऑक्सीकरण अवस्था में यह Tl_2O, TlCl आदि यौगिकों का निर्माण करता है जो Na_2O, NaCl आदि यौगिकों के समान है। Tl_2O, Na_2O के समान प्रबल क्षार हैं। अत: यह समूह 1 की धातुओं से भी समानता प्रदर्शित करता है।

SHIVOM CLASSES 8696608541

SHIVOM CLASSES - WhatsApp for Notes (8696608541)

प्रश्न 28 जब धातु X की क्रिया सोडियम हाइड्रॉक्साइड के साथ की जाती है तो श्वेत अवक्षेप (A) प्राप्त होता है, जो NaOH के आधिक्य में विलेय होकर विलेय संकुल (B) बनाता है। यौगिक (A) तनु HCl में घुलकर यौगिक (C) बनाता है। यौगिक (A) को अधिक गर्म किए जाने पर यौगिक (D) बनता है, जो एक निष्कर्षित धातु के रूप में प्रयुक्त होता है। X, A, B, C तथा D को पहचानिए तथा इनकी पहचान के समर्थन में उपयुक्त समीकरण दीजिए।

उत्तर- दी गई अभिक्रियाएँ प्रदर्शित करती हैं कि धातु X ऐलुमिनियम है। अभिक्रियाओं को निम्न प्रकार लिखा जा सकता है-

$$\underset{:[X]}{2Al(s)} + 3NaOH(aq) \longrightarrow \underset{\text{Alum hydroxide (White ppt.)}}{Al(OH)_3} + 3Na^+(aq)$$

$$\underset{[A]}{Al(OH)_3(s)} + NaOH_{(aq)} \longrightarrow \underset{\text{Sodium tetrahydroxoaluminate (III)}}{Na^+\left[Al(OH)_4\right]^-(aq)}$$

[B]

$$Al(OH)_3 + HCl(aq) \longrightarrow \underset{\text{Aluminium chloride}}{AlCl_3(aq)} + 3H_2O$$

[C]

$$\underset{[A]}{Al(OH)_3(s)} \xrightarrow{\Delta} \underset{\text{Alumina [D]}}{Al_2O_3(s)} + 3H_2O$$

अतः [X] = Al, [A] = $Al(OH)_3$, [B] = $Na^+[Al(OH)_4]^-$, [C] = $AlCl_3$ और [D] = Al_2O_3

प्रश्न 29 निम्नलिखित से आप क्या समझते हैं?

i. अक्रिय युग्म प्रभाव।

ii. अपररूप।

iii. श्रृंखलन।

उत्तर-

i. **अक्रिय युग्म प्रभाव (Inert pair effect)-** कोश इलेक्ट्रॉनिक विन्यास, (n-1)d^{10} ns^2np^1 वाले तत्व में, 4-कक्षक के इलेक्ट्रॉन दुर्बल परिरक्षण प्रभाव प्रस्तावित करते

SHIVOM CLASSES - WhatsApp for Notes (8696608541)

हैं। इसलिए ns^2 इलेक्ट्रॉन नाभिक के धनावेश द्वारा अधिक दृढ़ता से बँधे रहते हैं। इस प्रबल आकर्षण के परिणामस्वरूप, ns इलेक्ट्रॉन युग्मित रहते हैं तथा बन्ध में भाग नहीं लेते हैं अर्थात् अक्रिय रहते हैं। यह प्रभाव अक्रिय युग्म प्रभाव कहलाता है। इस स्थिति में, ns^2np^1 विन्यास में, तीन इलेक्ट्रॉनों में से केवल एक इलेक्ट्रॉन बन्ध-निर्माण में भाग लेता है।

ii. **अपररूप (Allotropes)-** किसी तत्व का समान रासायनिक अवस्था में दो या अधिक भिन्न-रूपों में पाया जाना अपररूपता कहलाता है। तत्व के ये विभिन्न रूप अपररूप कहलाते हैं। किसी तत्व के सभी अपररूपों के समान रासायनिक गुण होते हैं, परन्तु इनके भौतिक गुणों में अन्तर होता है।

iii. **श्रृंखलन (Catenation)-** कार्बन में अन्य परमाणुओं के साथ सहसंयोजक बन्ध द्वारा जुड़कर लम्बी श्रृंखला या वलय बनाने की प्रवृत्ति होती है। इस प्रवृत्ति को श्रृंखलन कहते हैं। C-C बन्ध अधिक प्रबल होने के कारण ऐसा होता है।

प्रश्न 30 एक लवण X निम्नलिखित परिणाम देता है-

i. इसका जलीय विलयन लिटमस के प्रति क्षारीय होता है। उपर्युक्त अभिक्रियाओं के समीकरण लिखिए और X, Y तथा Z को पहचानिए।

ii. तीव्र गर्म किए जाने पर यह काँच के समान ठोस में स्वेदित हो जाता है। उपर्युक्त अभिक्रियाओं के समीकरण लिखिए और X, Y तथा Z को पहचानिए।

iii. जब X के गर्म विलयन में सान्द्र H_2SO_4 मिलाया जाता है तो एक अम्ल Z का श्वेत क्रिस्टल बनता है। उपर्युक्त अभिक्रियाओं के समीकरण लिखिए और X, Y तथा Z को पहचानिए।

उत्तर-

चूंकि दिये गये लवण का जलीय विलयन लिटमस के प्रति क्षारीय है तो यह सुनिश्चित है कि यह प्रबल क्षार और दुर्बल अम्ल से मिलकर बना लवण है।

लवण [X] गर्म करने पर फूल जाता है और काँच जैसे पदार्थ में परिवर्तित हो जाता है। इसलिए [4] को बोरेक्स (borax) और [Y] को सोडियम मेटाबोरेट और बोरिक ऐनहाइड्राइड का मिश्रण होना चाहिए।

SHIVOM CLASSES - WhatsApp for Notes (8696608541)

जब बोरेक्सा [X] के गर्म विलयन में सान्द्र H_2SO_4 मिलाया जाता है, तो ऑथ्रो बोरिक अम्ल [2] के सफेद क्रिस्टल प्राप्त होते हैं। अतः, [X] = $Na_2B_4O_710H_2O$, [Y] = $NaBO_2 + B_2O_3$ और [2] = $H_3\ BO_3$। अभिक्रियाओं को निम्न प्रकार लिखा जा सकता है-

$$\underset{\substack{\text{Borex}\\[X]}}{Na_2B_4O_7\cdot 10H_2O} \xrightarrow[\text{(जल अपघटन)}]{\text{जल}} \underset{\text{(Strong base)}}{2NaOH} + \underset{\substack{\text{(Week acid)}\\\text{Alkaline solution}}}{H_3B_4O_7} + 8H_2O$$

$$\underset{\substack{\text{Borax}\\[X]}}{Na_2B_4O_7\cdot 10H_2O} \xrightarrow{\Delta} \underset{\text{Anhydrous borax}}{Na_2B_4O_7} \xrightarrow[1013K]{\Delta} \underset{\text{Sodium metaborate}}{2NaBO_2} + \underset{\substack{\text{Boric anhydride}\\\text{Glassy material}}}{B_2O_3}$$

$$\underset{\substack{\text{Borax}\\[X]}}{Na_2B_4O_7\cdot 10H_2O} + H_2SO_4 \longrightarrow \underset{\substack{\text{Orthoboric acid}\\[Z]}}{4H_3BO_3}$$

प्रश्न 31 सन्तुलित समीकरण दीजिए-

i. $BF_3 + LiH \rightarrow$

ii. $B_2H_6 + H_2O \rightarrow$

iii. $NaH + B_2H_6 \rightarrow$

iv. $H_3BO_3 \xrightarrow{\Delta}$

v. $Al + NaOH \rightarrow$

vi. $B_2H_6 + NH_3 \rightarrow$

उत्तर-

i. $$BF_3 + LiH \longrightarrow \underset{\text{Diborane}}{B_2H_6} + 6LiF$$

ii. $$B_2H_6 + 6H_2O \longrightarrow \underset{\text{Orthoboric acid}}{2H_3BO_3} + 6H_2$$

iii. $$2NaH + B_2H_6 \longrightarrow \underset{\text{Sodium borohydride}}{2Na^+[BH_4]^-}$$

SHIVOM CLASSES 8696608541

SHIVOM CLASSES - WhatsApp for Notes (8696608541)

iv. $\underset{\text{Orthoboric acid}}{2H_3BO_3} \xrightarrow{\Delta} \underset{\text{Metaboric acid}}{2HBO_2} + 2H_2O$

$4HBO_2 \xrightarrow{\Delta} \underset{\text{Tetraboric acid}}{H_2B_4O_7} + H_2O$

$H_2B_4O_7 \xrightarrow{\Delta} \underset{\text{Boric anhydride}}{2B_2O_3} + H_2O$

v. $2Al + 2NaOH + 6H_2O \longrightarrow \underset{\text{Sod. tetrahydroxoaluminate (III)}}{2Na^+[Al(OH)_4]^-} + 3H_2$

vi. $3B_2H_6 + 6NH_3 \xrightarrow{\Delta} 3[BH_2(NH_3)_2]^+[BH_4]^- \xrightarrow{\text{Heat}} \underset{\text{Borozine (Inorganic benzene)}}{2B_3N_3H_6} + 12H_2$

प्रश्न 32 CO तथा CO_2 प्रत्येक के संश्लेषण के लिए एक प्रयोगशाला तथा एक औद्योगिक विधि दीजिए।

उत्तर- **कार्बन मोनोक्साइड (Carbon monoxide) प्रयोगशाला विधि (Laboratory method)-** सान्द्र सल्फ्यूरिक अम्ल का 373K पर फॉर्मिक अम्ल के द्वारा निर्जलीकरण कराने पर अल्प मात्रा में शुद्ध कार्बन मोनोक्साइड प्राप्त होती है।

$$HCOOH \xrightarrow[\text{सान्द्र } H_2SO_4]{373K} H_2O + CO\uparrow$$

औद्योगिक विधि (Industrial method)- औद्योगिक रूप से इसे कोक पर भाप (steam) प्रवाहित करके बनाया जाता है। इस प्रकार CO तथा H_2 का प्राप्त मिश्रण 'वाटर गैस' अथवा 'संश्लेषण गैस' (synthesis gas) कहलाता है।

$$C(s) + H_2O(g) \xrightarrow{473\text{-}1273K} \underbrace{CO(g) + H_2(g)}_{\text{वाटर गैस}}$$

औद्योगिक रूप में चूना पत्थर (lime stone) को गर्म करके CO_2 बनाई जा सकती है।

SHIVOM CLASSES 8696608541

SHIVOM CLASSES - WhatsApp for Notes (8696608541)

$$CaCO_3 \xrightarrow{\Delta} CaO + CO_2(g)$$

प्रश्न 33 बोरेक्स के जलीय विलयन की प्रकृति कौन-सी होती है?

a. उदासीन।
b. उभयधर्मी।
c. क्षारीय।
d. अम्लीय।

उत्तर-

c. क्षारीय।

स्पष्टीकरण-

ऐसा इसलिए है क्योंकि बोरेक्स प्रबल क्षार (NaOH) और दुर्बल अम्ल (H_3BO_3) से बना लवण है। जल में, यह जल अपघटित होकर क्षारीय विलयन बनाता है।

प्रश्न 34 बोरिक अम्ल के बहुलकीय होने का कारण-

a. इसकी अम्लीय प्रकृति है।
b. इसमें हाइड्रोजन बन्धों की उपस्थिति है।
c. इसकी एकक्षारीय प्रकृति है।
d. इसकी ज्यामिति है।

उत्तर-

b. इसमें हाइड्रोजन बन्धों की उपस्थिति है।

प्रश्न 35 डाइबोरेन में बोरॉन का संकरण कौन-सा होता है?

a. sp

SHIVOM CLASSES 8696608541

SHIVOM CLASSES - WhatsApp for Notes (8696608541)

b. sp^2

c. sp^3

d. dsp^2

उत्तर-

c. sp^3

प्रश्न 36 ऊष्मागतिकीय रूप से कार्बन का सर्वाधिक स्थायी रूप कौन-सा है?

a. हीरा।

b. ग्रेफाइट।

c. फुलरीन्स।

d. कोयला।

उत्तर-

b. ग्रेफाइट।

प्रश्न 37 निम्नलिखित में से समूह-14 के तत्वों के लिए कौन-सा कथन सत्य है?

a. +4 ऑक्सीकरण अवस्था प्रदर्शित करते हैं।

b. +2 तथा +4 ऑक्सीकरण अवस्था प्रदर्शित करते हैं।

c. M^{2-} तथा M^{4+} आयन बनाते हैं।

d. M^{2+} तथा M^{4-} आयन बनाते हैं।

उत्तर-

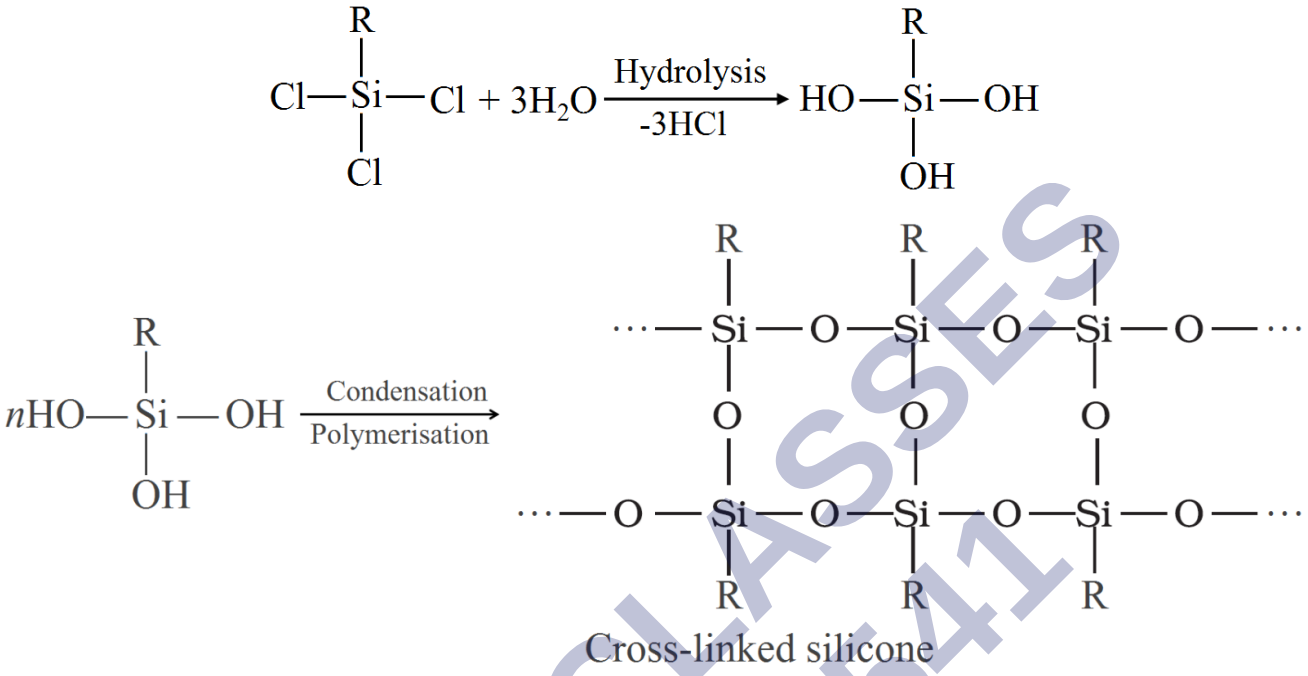
b. +2 तथा +4 ऑक्सीकरण अवस्था प्रदर्शित करते हैं।

प्रश्न 38 यदि सिलिकॉन-निर्माण में प्रारम्भिक पदार्थ $RSiCl_3$ है तो बनने वाले उत्पाद की संरचना बताइए।

SHIVOM CLASSES 8696608541

SHIVOM CLASSES - WhatsApp for Notes (8696608541)

उत्तर- यदि अभिक्रिया में प्रारम्भिक पदार्थ $RSiCl_3$ है तो अन्तिम उत्पाद एक क्रॉस लिन्कड सिलिकॉन (cross-linked silicone) होगा, जैसा कि निम्न से स्पष्ट है-



SHIVOM CLASSES 8696608541

SHIVOM CLASSES - WhatsApp for Notes (8696608541)