रसायन विज्ञान

अध्याय-7: p-ब्लॉक तत्त्व

SHIVOM CLASSES 8696608541

p-ब्लॉक तत्त्व

आवर्त सारणी में वर्ग 13 से 18 तक के तत्वों को p-ब्लाक के तत्व कहते हैं। इस ब्लाक के तत्वों का इलेक्ट्रॉनिक विन्यास ns^2 np^{1-6} होता है। हीलियम भी p-ब्लाक का तत्व है लेकिन इसका इलेक्ट्रॉनिक विन्यास ns^2 है।

जिन तत्वों में अंतिम इलेक्ट्रॉन p-उपकोश में प्रवेश करता है। उन सभी तत्वों को p-ब्लाक के तत्व कहते हैं।

अक्रिय गैस

वह तत्व जो रासायनिक रूप से निष्क्रिय होते हैं उन्हें अक्रिय गैस कहते हैं।

अक्रिय गैसों का इलेक्ट्रॉनिक विन्यास ns^2np^6 होता है। अतः इनका बाह्यतम कोश पूर्ण भरे होते हैं जिस कारण ये निष्क्रिय हो जाते हैं। हीलियम का सामान्य इलेक्ट्रॉनिक विन्यास ns^2 होता है। यह भी अक्रिय गैसों की श्रेणी में आती है। अक्रिय गैसों में ऑर्गन वायुमंडल में सर्वाधिक मात्रा में पायी जाती है।

अक्रिय गैसों के गुण

- यह गैसें रंगहीन, गंधहीन तथा स्वादहीन होती हैं।
- ऑर्गन वायुमंडल में सर्वाधिक मात्रा में पायी जाती है जबकि शेष गैसें अल्प मात्रा में पायी जाती हैं।
- अक्रिय गैसों की संयोजकता शून्य होती है।
- यह जल में अल्प विलेय होती हैं

1. **हीलियम :-** हीलियम अक्रिय गैसों में सबसे हल्की व अज्वलनशील गैस है। इसका परमाणु क्रमांक 2 तथा अणुभार 4 होता है। हीलियम का प्रतीक He होता है।

   हीलियम के उपयोग

   - हीलियम का उपयोग गुब्बारों तथा वायुयान के टायरों में भरने में किया जाता है।
   - हीलियम एवं ऑक्सीजन के मिश्रण का उपयोग गोताखोरों द्वारा सांस लेने में किया जाता है।
   - इसका उपयोग बहुत कम ताप उत्पन्न करने में क्या जाता है।

SHIVOM CLASSES 8696608541

SHIVOM CLASSES - WhatsApp for Notes (8696608541)

2. **नियॉन :-** यह रंगहीन, गंधहीन तथा स्वादहीन अक्रिय गैस है। इसका परमाणु क्रमांक 10 तथा परमाणु भार 20.18 होता है। यह रसायनिक अभिक्रिया में भाग नहीं लेती है। नियॉन का प्रतीक Ne होता है।

नियॉन के उपयोग

- नियॉन का उपयोग टेलीविजन, फोटोग्राफी तथा रेडियो में किया जाता है।
- इसका उपयोग प्रदीप्त बल्बों में विज्ञापन प्रदर्शन में किया जाता है।
- इसका उपयोग नियॉन प्रकाश उत्पन्न करने में क्या जाता है।

3. **ऑर्गन :-** यह रंगहीन, गंधहीन तथा स्वादहीन अक्रिय गैस है। इसका परमाणु क्रमांक 18 तथा परमाणु भार 39.95 होता है। ऑर्गन का प्रतीक Ar होता है।

ऑर्गन के उपयोग

- ऑर्गन का मुख्य उपयोग बिजली के बल्बों में भरने में किया जाता है।
- धातु तथा उपधातुओं के आर्क वेल्डिंग में प्रयोग किया जाता है।
- नियॉन के साथ ऑर्गन का मिश्रण चमकने वाले विज्ञापनों में प्रयोग किया जाता है।

4. **क्रिप्टान :-** यह रंगहीन, गंधहीन तथा स्वादहीन गैस है। इसका परमाणु क्रमांक 36 तथा परमाणु भार 83.80 होता है। यह सूक्ष्म मात्रा में पाई जाती है। क्रिप्टॉन का प्रतीत Kr होता है।

क्रिप्टान के उपयोग

- क्रिप्टान का कोई विशेष उपयोग नहीं होता है। इसका उपयोग विशेष अवसरों, पर्वो में लगने वाले बल्बों में किया जाता है।
- विद्युत विसर्जन नलिका में इसका उपयोग किया जाता है।

5. **जीनान :-** यह एक रंगहीन, गंधहीन तथा स्वादहीन दुर्लभ गैस है। इसका परमाणु क्रमांक 54 तथा अणुभार 131.30 होता है। जीनान का प्रतीक Xe होता है।

6. **रेडॉन :-** यह यूरेनियम तथा थोरियम के रेडियोएक्टिव विघटन से प्राप्त होती है। यह एक रंगहीन, गंधहीन तथा स्वादहीन गैस है। इसका परमाणु क्रमांक 86 तथा अणुभार 222 होता है। एवं इसका प्रतीक Rn है। रेडॉन उपयोग कैंसर के इलाज तथा रेडियोएक्टिवता शोध में किया जाता है।

SHIVOM CLASSES 8696608541

SHIVOM CLASSES - WhatsApp for Notes (8696608541)

वर्ग 18 के तत्व

आवर्त सारणी में वर्ग 18 में हीलियम, नियॉन, ऑर्गन, क्रिप्टन, जीनाॅन तथा रेडॉन तत्व उपस्थित हैं। इन्हें उत्कृष्ट गैसें कहते हैं। यह गैसें प्रकृति में अत्यंत सूक्ष्म मात्रा में पायी जाती हैं। इनमें से ऑर्गन सर्वाधिक मात्रा में पायी जाती है। चूंकि वर्ग 18 के सभी तत्व रासायनिक रूप से निष्क्रिय होते हैं। अतः इन्हें अक्रिय गैस भी कहा जाता है।

वर्ग 18 के तत्वों का इलेक्ट्रॉनिक विन्यास ns^2np^6 होता है। अतः इनके अंतिम उपकोश में 8 इलेक्ट्रॉन होते हैं।

वर्ग 18 के तत्वों के गुण

गुण	हीलियम	नियॉन	ऑर्गन	क्रिप्टन	जीनान	रेडॉन
परमाणु क्रमांक	2	10	18	36	54	86
परमाणु भार	4	20.18	39.95	83.80	131.3	222.0
आयनन त्रिज्या(pm)	120	160	190	200	220	–
गलनांक K	–	24.6	83.8	115.9	161.3	202
क्वथनांक K	4.2	27.1	87.2	119.7	165.0	211
घनत्व g/cm^3 (298k)	1.8×10^{-4}	9.0×10^{-4}	1.8×10^{-3}	3.7×10^{-3}	5.9×10^{-3}	9.7×10^{-3}

SHIVOM CLASSES 8696608541

1. इलेक्ट्रॉनिक विन्यास

वर्ग 18 के तत्वों का इलेक्ट्रॉनिक विन्यास ns^2np^6 होता है अतः उत्कृष्ट गैसों के अंतिम उपकोश में 8 इलेक्ट्रॉन उपस्थित होते हैं। अर्थात् इनका अंतिम उपकोश पूर्ण होता है।

- हीलियम - 2 ⇒ $1s^2$

SHIVOM CLASSES - WhatsApp for Notes (8696608541)

- नियॉन - 10 ⇒ $1s^2\ 2s^2\ 2p^6$
- ऑर्गन - 18 ⇒ $1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^6$
- क्रिप्टन - 36 ⇒ $1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^6\ 3d^{10}\ 4s^2\ 4p^6$
- जीनान - 54 ⇒ $1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^6\ 3d^{10}\ 4s^2\ 4p^6\ 4d^{10}\ 5s^2\ 5p^6$
- रेडॉन - 86 ⇒

  $1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^6\ 3d^{10}\ 4s^2\ 4p^6\ 4d^{10}\ 4f^{14}\ 5s^2\ 5p^6\ 5d^{10}\ 6s^2\ 6p^6$

2. **आयनन त्रिज्या :-** रेडान उनकी परमाणु त्रिज्या उत्कृष्ट गैसों में सर्वाधिक होती है। अतः वर्ग में ऊपर से नीचे की ओर जाने पर आयनन या परमाणु त्रिज्या में वृद्धि होती है।
3. **आयनन एंथैल्पी :-** वर्ग 18 के तत्वों की आयनन एंथैल्पी बहुत अधिक होती है। अतः वर्ग में ऊपर से नीचे की ओर जाने पर आयनन एंथैल्पी में कमी होती है।

वर्ग 18 के तत्वों के भौतिक गुण

- सभी उत्कृष्ट गैसें रंगहीन, गंधहीन तथा स्वादहीन होती हैं।
- यह जल में अल्प विलेय होती हैं।
- इन तत्वों के गलनांक व क्वथनांक निम्न होते हैं।
- यह सभी एक परमाण्विक गैसें हैं।

गलनांक व क्वथनांक

उत्कृष्ट गैसों के गलनांक तथा क्वथनांक इनके समान अणुभार वाले तत्वों से इनकी तुलना करें तो उत्कृष्ट गैसों के गलनांक और क्वथनांक काफी कम होते हैं। चूंकि यह गैसें एक परमाण्विक होती हैं। अतः वर्ग में आगे बढ़ने पर गलनांकों तथा क्वथनांकों में नियमित रूप से वृद्धि होती है।

हाइड्रोजन क्लोराइड

यह अम्ल नमक तथा सांद्र सल्फ्यूरिक अम्ल के साथ क्रिया कराने पर प्राप्त होता है। सन 1810 ई॰ में वैज्ञानिक डेवी ने यह दर्शाया कि HCl, हाइड्रोजन तथा क्लोरीन का यौगिक है। इसलिए इसे हाइड्रोक्लोरिक अम्ल कहते हैं।

हाइड्रोक्लोरिक अम्ल बनाने की विधि

1. **प्रयोगशाला विधि :-** प्रयोगशाला में हाइड्रोजन क्लोराइड को सोडियम क्लोराइड तथा सांद्र सल्फ्यूरिक अम्ल को एक साथ गर्म करके प्राप्त किया जाता है।

SHIVOM CLASSES 8696608541

SHIVOM CLASSES - WhatsApp for Notes (8696608541)

$$\underset{\text{सोडियम क्लोराइड}}{NaCl} + \underset{\text{सोडियम क्लोराइड}}{H_2SO_4} \xrightarrow{\Delta} NaHSO_4 + \underset{\text{हाइड्रोजन क्लोराइड}}{HCl}$$

$$NaHSO_4 + NaCl \rightarrow Na_2SO_4 + HCl$$

2. जल तथा क्लोरीन की आपस में क्रिया द्वारा HCl प्राप्त किया जाता है।

$2H_2O + 2Cl_2 \longrightarrow 4HCl + O_2$

हाइड्रोजन क्लोराइड के भौतिक गुण

- हाइड्रोजन क्लोराइड रंगहीन तथा तीक्ष्ण गंध वाली गैस है।
- यह जल में विलेय है इसका जलीय विलयन अम्लीय होता है।
- सूंघने पर यह नाक, गला व फेफड़ों पर जलन उत्पन्न करती है।
- यह वायु से भारी गैस है इसका वाष्प घनत्व 18.25 होता है।

हाइड्रोजन क्लोराइड के रासायनिक गुण

- हाइड्रोजन क्लोराइड अमोनिया के साथ अभिक्रिया करके अमोनियम क्लोराइड बनाती है।

  $NH_3 + HCl \longrightarrow NH_4Cl$

- HCl उच्च ताप 1500°C पर हाइड्रोजन तथा क्लोरीन में वियोजित हो जाती है।

  $2HCl \rightleftharpoons H_2 + Cl_2$

- जो धातुएं में विद्युत रासायनिक श्रेणी में हाइड्रोजन से ऊपर हैं वह तनु HCl के साथ क्रिया करके H_2 गैस मुक्त करती हैं।

  $Zn + 2HCl \longrightarrow ZnCl_2 + H_2$

  $2Na + 2HCl \longrightarrow 2NaCl + H_2$

- हाइड्रोजन क्लोराइड की धातुओं के ऑक्साइड के साथ क्रिया कराने पर धातुओं के क्लोराइड और जल बनता है।

  $MgO + 2HCl \longrightarrow MgCl_2 + H_2O$

  $ZnO + 2HCl \longrightarrow ZnCl_2 + H_2O$

हाइड्रोक्लोरिक अम्ल के उपयोग

SHIVOM CLASSES 8696608541

SHIVOM CLASSES - WhatsApp for Notes (8696608541)

- हाइड्रोक्लोरिक अम्ल का उपयोग प्रयोगशाला में अभिकर्मक के रूप में होता है।
- क्लोरीन, अमोनियम क्लोराइड तथा ग्लूकोस के निर्माण में।
- अस्थियों से सरेस के निष्कर्षण में।
- इसका उपयोग औषधियों के उत्पादन में भी किया जाता है।

HCl का परीक्षण

1. HCl का जलीय विलयन सिल्वर नाइट्रेट की विलयन के साथ सिल्वर क्लोराइड AgCl का सफेद अवक्षेप बनाता है। यह नाइट्रिक अम्ल में अघुलनशील है।
2. हाइड्रोक्लोरिक अम्ल, अमोनिया के साथ अमोनियम क्लोराइड का सफेद धुंआ बनाता है।

क्लोरीन

क्लोरीन की खोज वैज्ञानिक शीले ने सन् 1774 ई॰ में HCl पर MnO_2 की अभिक्रिया द्वारा की, तथा डेवी ने सन 1810 ई॰ में यह स्थापित किया कि यह एक तत्व है इसके रंग के आधार पर इसका नाम क्लोरीन रखा गया।

क्लोरीन बनाने की विधि

1. क्लोरीन बनाने की प्रयोगशाला विधि

प्रयोगशाला में क्लोरीन को सांद्र हाइड्रोक्लोरिक अम्ल HCl की प्रबल ऑक्सीकारक पदार्थों MnO_2, $KMnO_4$, $K_2Cr_2O_7$ के साथ अभिक्रिया कराने पर क्लोरीन प्राप्त की जा सकती है।

$MnO_2 + 4HCl \longrightarrow MnCl_2 + Cl_2 + 2H_2O$

$2KMnO_4 + 16HCl \longrightarrow 2KCl + 2MnCl_2 + 8H_2O + 5Cl_2$

इस विधि में क्लोरीन निम्न स्तर पर प्राप्त की जाती है। उच्च या औद्योगिक स्तर पर क्लोरीन को निम्न विधियों द्वारा बनाया जाता है।

2. क्लोरीन बनाने की डीकन विधि

यह क्लोरीन के उत्पादन की औद्योगिक विधि है अर्थात इस विधि से क्लोरीन उच्च स्तर पर प्राप्त की जाती है।

इस विधि में हाइड्रोजन क्लोराइड गैस को क्यूप्रिस क्लोराइड ($CuCl_2$) उत्प्रेरक की उपस्थिति में वायुमंडलीय ऑक्सीजन द्वारा ऑक्सीकृत करते हैं। जिससे क्लोरीन गैस का निर्माण होता

SHIVOM CLASSES 8696608541

SHIVOM CLASSES - WhatsApp for Notes (8696608541)

है।

इस विधि को 450°C (723K) ताप पर संपन्न किया जाता है।

$$4HCl + O_2 \xrightarrow[723K]{CuCl_2} 2Cl_2 + 2H_2O$$

क्लोरीन

इस विधि द्वारा क्लोरीन का औद्योगिक उत्पादन किया जाता है। डीकन विधि में वायु की अशुद्धियां शेष रह जाती हैं।

3. क्लोरीन बनाने की विद्युत अपघटनी विधि

शुद्ध तथा शुष्क क्लोरीन के निर्माण की यह आधुनिक विधि है। इस विधि में सोडियम क्लोराइड (नमक) के जलीय विलयन के विद्युतअपघटन द्वारा क्लोरीन एनोड पर प्राप्त होती है। जबकि कैथोड पर सोडियम लवण प्राप्त होता है अर्थात्

एनोड पर $2Cl^- \longrightarrow Cl_2 + 2e^-$

कैथोड पर $2Na^+ + 2e^- \longrightarrow 2Na$

$2Na + 2H_2O \longrightarrow 2NaOH + H_2$

इस विधि में नेलसन सेल प्रयोग किया जाता है।

क्लोरीन के भौतिक गुण

1. क्लोरीन हल्के पीले रंग की तीखी गंध वाली गैस है।
2. यह वायु से लगभग 2.5 गुना भारी गैस है।
3. यह जल में विलेय है।
4. यह अत्यधिक विषैली गैस है तथा यह दम घोटने वाली गैस है।

क्लोरीन के रासायनिक गुण

- क्लोरीन धातुओं तथा अधातुओं के साथ क्रिया के फलस्वरुप क्लोराइड बनाती है।

$2Al + 3Cl_2 \longrightarrow 2AlCl_3$

$2Na + Cl_2 \longrightarrow 2NaCl$

$2S + Cl_2 \longrightarrow S_2Cl_2$

SHIVOM CLASSES 8696608541

SHIVOM CLASSES - WhatsApp for Notes (8696608541)

- क्लोरीन, नाइट्रोजन युक्त यौगिकों के साथ क्रिया करके HCl बनाती है।

  $H_2 + Cl_2 \longrightarrow 2HCl$

  $H_2S + Cl_2 \longrightarrow 2HCl + S$

- क्लोरीन का विरंजक गुण – क्लोरीन एक प्रबल विरंजक है।

  $H_2O + Cl_2 \longrightarrow 2HCl + [O]$

  रंगीन पदार्थ + [O] ⟶ रंगहीन पदार्थ

  अतः क्लोरीन नमी की उपस्थिति में पदार्थों को विरंजित करती है। यह क्लोरीन के ऑक्सीकारक गुण के कारण होता है।

- शुष्क बुझे हुए चूने के साथ क्रिया करके क्लोरीन विरंजक चूर्ण बनाती है।

  $Cl_2 + Ca(OH)_2 \rightarrow \underset{\text{विरंजक चूर्ण}}{CaOCl_2} + H_2O$

क्लोरीन के उपयोग

- क्लोरीन का उपयोग ब्रोमीन, विरंजक चूर्ण, फास्फीन आदि यौगिकों के निर्माण में किया जाता है।
- इसका उपयोग कपास तथा वस्त्रों की विरंजन में किया जाता है।
- सोने एवं प्लेटिनम के निष्कर्षण में।
- रंजक तथा विस्फोटक के निर्माण में।
- कीटाणुनाशक के रूप में।

वर्ग 17 के तत्व

वर्ग 17 के तत्वों में फ्लोरीन, क्लोरीन, ब्रोमीन, आयोडीन तथा एस्टेटीन तत्व आते हैं। वर्ग 17 के तत्वों को हैलोजन परिवार कहते हैं। हैलोजन सर्वाधिक क्रियाशील अधातुएं है। इनकी क्रियाशीलता का क्रम फ्लोरीन से आयोडीन तक घटता जाता है। इस वर्ग का प्रथम सदस्य फ्लोरीन है। इनका इलेक्ट्रॉनिक विन्यास ns^2np^5 होता है।

वर्ग 17 के तत्वों के गुण

गुण	फ्लोरीन	क्लोरीन	ब्रोमीन	आयोडीन	एस्टेटीन

SHIVOM CLASSES 8696608541

SHIVOM CLASSES - WhatsApp for Notes (8696608541)

परमाणु क्रमांक	9	17	35	53	85
परमाणु भार	19	35.5	79.9	126.9	210
विद्युतऋणात्मकता	4	3.2	3.0	2.7	2.2
गलनांक K	54.4	172.0	265.8	386.6	–
क्वथनांक K	84.9	239.0	332.5	458.2	–
घनत्व g/cm^3 (298k)	1.5	1.66	3.19	4.94	–

1. **इलेक्ट्रॉनिक विन्यास**

   वर्ग 17 के तत्वों का इलेक्ट्रॉनिक विन्यास ns^2np^5 होता है अर्थात् इनके अंतिम कोश में 7 इलेक्ट्रॉन उपस्थित होते हैं।

   - फ्लोरीन - 9 ⇒ $1s^2\ 2s^2\ 2p^5$
   - क्लोरीन - 17 ⇒ $1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^5$
   - ब्रोमीन - 35 ⇒ $1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^6\ 3d^{10}\ 4s^2\ 4p^5$
   - आयोडीन - 53 ⇒ $1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^6\ 3d^{10}\ 4s^2\ 4p^6\ 4d^{10}\ 5s^2\ 5p^5$
   - एस्टेटीन - 85 ⇒

     $1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^6\ 3d^{10}\ 4s^2\ 4p^6\ 4d^{10}\ 4f^{14}\ 5s^2\ 5p^6\ 5d^{10}\ 6s^2\ 6p^5$

2. **उपलब्धता :-** हैलोजन प्रकृति में मुक्त अवस्था में नहीं पाए जाते हैं। चूंकि यह अधिक क्रियाशील होते हैं इसलिए यह संयुक्त अवस्था में विभिन्न लवणों के रूप में पाए जाते हैं। यह समुद्र के पानी में भी पाए जाते हैं।
3. **आयनन एंथैल्पी :-** वर्ग 17 के तत्वों की आयनन एंथैल्पी बहुत अधिक होती है। चूंकि इनमें इलेक्ट्रॉन त्यागने की प्रवृत्ति कम होती है। वर्ग में ऊपर से नीचे की ओर जाने पर आयनन एंथैल्पी का मान बढ़ता है।

SHIVOM CLASSES 8696608541

SHIVOM CLASSES - WhatsApp for Notes (8696608541)

4. **विद्युतऋणात्मकता :-** वर्ग 17 के तत्वों में सबसे अधिक विद्युतऋणात्मकता फ्लोरीन की होती है। एवं सबसे न्यूनतम एस्टेटीन की होती है। अतः वर्ग में ऊपर से नीचे की ओर जाने पर विद्युतऋणात्मकता में कमी आती है।
5. **ऑक्सीकरण अवस्था :-** हेलो जैन की ऑक्सीकरण अवस्थाएं +1, +2, +3, +5 तथा +7 होती है। एवं इसके अतिरिक्त फ्लोरीन अपने सभी यौगिकों में -1 ऑक्सीकरण अवस्था दर्शाता है।

भौतिक गुण

वर्ग 17 के तत्वों में फ्लोरीन तथा क्लोरीन गैस हैं जबकि ब्रोमीन एक द्रव है एवं आयोडीन एक ठोस है। परमाणु क्रमांक के बढ़ने पर इनके गलनांक और क्वथनांकों वृद्धि होती है। यह सभी अम्लीय ऑक्साइड बनाते हैं। हैलोजन की परमाणु त्रिज्याएं फ्लोरीन से आयोडीन तक बढ़ती हैं।

रसायनिक गुण

फ्लोरीन सर्वाधिक प्रबल ऑक्सीकारक है जिस कारण यह Cl^-, Br^- तथा I^- आयनों को ऑक्सीकृत कर सकता है। अर्थात यह क्लोरीन, ब्रोमीन तथा आयोडीन को उनके लवण के विलयनों से विस्थापित कर देता है।

$F_2 + 2X^- \longrightarrow 2F^- + X_2$

जहां X = Cl, Br तथा I है।

हैलोजन का ऑक्सीकारक गुण का क्रम निम्न प्रकार होता है।

$F_2 > Cl_2 > Br_2 > I_2$

हैलोजन रंगीन

हैलोजन रंगीन होत हैं चूंकि इनमें अणु दृश्य क्षेत्र में प्रकाश अवशोषित कर लेते हैं। जिसके कारण इलेक्ट्रॉन उत्तेजित होकर उच्च ऊर्जा स्तर में चले जाते हैं यह विकिरण के भिन्न-भिन्न क्वांटम अवशोषित करने के कारण भिन्न-भिन्न रंग दर्शाते हैं। इसी कारण हैलोजन रंगीन होते हैं।

सल्फ्यूरिक अम्ल

सल्फ्यूरिक अम्ल एक अत्यंत महत्वपूर्ण रसायन है। संपूर्ण विश्व में सल्फ्यूरिक अम्ल अति महत्वपूर्ण रसायनों में से एक है। इसे औद्योगिक रूप से संपर्क विधि द्वारा बनाया जाता है।

सल्फ्यूरिक अम्ल बनाने की विधि

सल्फ्यूरिक अम्ल बनाने की कई सारी विधियां हैं इनमें से हम यहां पर संपर्क विधि का ही अध्ययन करेंगे

सल्फ्यूरिक अम्ल बनाने की संपर्क विधि

SHIVOM CLASSES 8696608541

SHIVOM CLASSES - WhatsApp for Notes (8696608541)

इस विधि में शुद्ध सल्फर डाईऑक्साइड तथा वायु के मिश्रण को वैनेडियम पेंटोक्साइड (V_2O_5) उत्प्रेरक की उपस्थिति में संयोग करके सल्फर ट्राईऑक्साइड प्राप्त होता है।

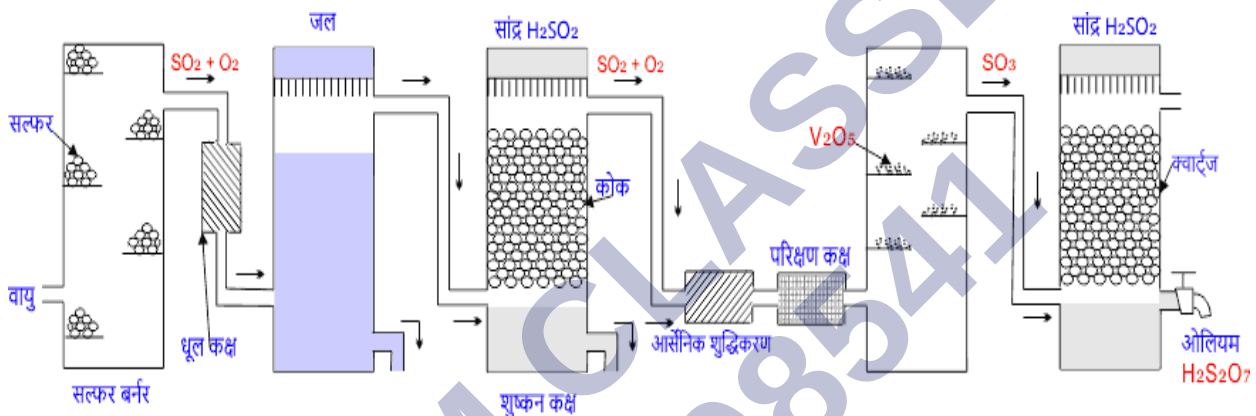
$2SO_2 + O_2 \rightleftharpoons 2SO_3$

तथा सल्फर ट्राईऑक्साइड को सांद्र सल्फ्यूरिक अम्ल में अवशोषित करके ओलियम प्राप्त होता है।

$SO_3 + H_2SO_4 \longrightarrow H_2S_2O_7$

अब ओलियम, जल से संयोग करके सल्फ्यूरिक अम्ल बनाता है।

$H_2S_2O_7 + H_2O \longrightarrow 2H_2SO_4$



संपर्क विधि, सल्फ्यूरिक अम्ल प्राप्त करने की एक आधुनिक विधि है। इस विधि में H_2SO_4 औद्योगिक स्तर पर बनाया जाता है। यह विधि सस्ती एवं सरलता से संपन्न की जाने वाली होती है।

संपर्क विधि द्वारा प्राप्त सल्फ्यूरिक अम्ल की शुद्धता सामान्यतः 96 - 98% होती है।

सल्फ्यूरिक अम्ल के भौतिक गुण

- सल्फ्यूरिक अम्ल एक रंगहीन, गाढ़ा तेल जैसा द्रव है।
- यह जल में विलेय होने पर काफी मात्रा में ऊष्मा उत्सर्जित करता है।
- यह त्वचा के संपर्क में आने पर त्वचा को जलाकर बहुत घाव डाल सकता है।
- यह 283K ताप पर जम जाता है तथा 611K ताप पर उबलने लगता है।

सल्फ्यूरिक अम्ल के रासायनिक गुण

➢ H_2SO_4 प्रबल द्विक्षारकी अम्ल के रूप में कार्य करता है।

$H_2SO_4 \longrightarrow H^+ + HSO_4^-$

SHIVOM CLASSES 8696608541

SHIVOM CLASSES - WhatsApp for Notes (8696608541)

- सल्फ्यूरिक अम्ल एक ऑक्सीकारक का कार्य करता है। यह कार्बन को कार्बन डाईऑक्साइड, सल्फर को सल्फर डाइऑक्साइड में ऑक्सीकृत कर देता है।

  $C + 2H_2SO_4 \longrightarrow CO_2 + 2SO_2 + 2H_2O$

  $S + 2H_2SO_4 \longrightarrow 3SO_2 + 2H_2O$

- H < sub > 2 < / sub > SO < sub > 4 < / sub एक प्रबल निर्जलीकरण है। अतः यह सुक्रोस, लकड़ी तथा कागज आदि पदार्थों का निर्जलीकरण द्वारा कार्बन में परिवर्तित कर देता है।

  $C_{12}H_{22}O_{11} \xrightarrow{\text{शार्द } H_2SO_4} 12C + 11H_2O$

- धातुएं सल्फ्यूरिक अम्ल से क्रिया करके हाइड्रोजन युक्त करती हैं।

  $Zn + H_2SO_4 \longrightarrow ZnSO_4 + H_2$

  $2Al + 3H_2SO_4 \longrightarrow Al_2(SO_4)_3 + 3H_2$

सल्फ्यूरिक अम्ल के उपयोग

- सल्फ्यूरिक अम्ल का अधिकांश उपयोग उर्वरकों के उत्पादन में किया जाता है।
- इसका उपयोग संचायक बैटरियों में किया जाता है।
- सल्फ्यूरिक अम्ल प्रयोगशाला में अभिकर्मक के रूप में प्रयोग में लाया जाता है।
- पेट्रोलियम के शोधन में इस अम्ल का प्रयोग किया जाता है।
- अपमार्जक उद्योग में H_2SO_4 प्रयोग किया जाता है।

सल्फर डाइऑक्साइड

सल्फर के अनेक ऑक्साइड हैं। जिनमें से सल्फर डाइऑक्साइड प्रमुख है। इसका अणुसूत्र SO_2 होता है। यह वायु से लगभग 2.2 गुनी भारी है।

सल्फर डाइऑक्साइड बनाने की विधि

सल्फर डाइऑक्साइड बनाने की अनेक विधियां हैं जिनमें से प्रयोगशाला और औद्योगिक विधियां महत्वपूर्ण हैं।

1. **सल्फर डाइऑक्साइड बनाने की प्रयोगशाला विधि :-** प्रयोगशाला में सल्फर डाइऑक्साइड को सल्फाइड तथा सांद्र सल्फ्यूरिक अम्ल की आपस में क्रिया करके प्राप्त किया जाता है।

Na_2SO_2	+	H_2SO_4	→	$Na_2SO_4 + H_2O$	+	SO_2
सोडियम सल्फाइड		सांद्र				सल्फर डाइऑक्साइड

SHIVOM CLASSES - WhatsApp for Notes (8696608541)

2. **औद्योगिक उत्पादन :-** सल्फर डाइऑक्साइड को औद्योगिक स्तर पर सल्फाइड अयस्कों के भर्जन से सहउत्पाद के रूप में प्राप्त किया जाता है।

$4FeS_2 + 11O_2 \longrightarrow 2Fe_2O_3 + 8SO_2$

सल्फर डाइऑक्साइड, सल्फर को वायु में जलाने पर प्राप्त की जाती है।

$S + O_2 \longrightarrow SO_2$

सल्फर डाइऑक्साइड के भौतिक गुण

- सल्फर डाइऑक्साइड रंगहीन, तीव्र गंध वाली गैस है।
- यह जल में अत्यधिक विलेय है।
- यह वायु से भारी होती है।
- यह कमरे के ताप तथा दो वायुमंडलीय दाब पर ही द्रवित हो जाती है।

सल्फर डाइऑक्साइड के रसायनिक गुण

- सल्फर डाइऑक्साइड को जल में प्रवाहित करने पर सल्फ्यूरस अम्ल प्राप्त होता है।

  $SO_2 + H_2O \longrightarrow H_2SO_3$
- यह सोडियम हाइड्रोक्साइड के साथ अभिक्रिया करके सरलता से सोडियम सल्फाइड बना देती है।

  $2NaOH + SO_2 \longrightarrow Na_2SO_3 + H_2O$
- सल्फर डाइऑक्साइड, क्लोरीन के साथ चारकोल उत्प्रेरक की उपस्थिति में अभिक्रिया करके सल्फ्यूरिक क्लोराइड का निर्माण करता है।

  $SO_2 + Cl_2 \longrightarrow SO_2Cl_2$
- SO_2, वैनेडियम ऑक्साइड उत्प्रेरक की उपस्थिति में ऑक्सीजन द्वारा ऑक्सीकृत होकर सल्फर डाइऑक्साइड बनाता है।

$$2SO_2 + O_2 \xrightarrow{V_2O_5} 2SO_3$$

सल्फर डाइऑक्साइड के उपयोग

- सल्फर डाइऑक्साइड का उपयोग ऊन एवं रेशम की विरंजन में होता है।
- इसका उपयोग शर्करा एवं पेट्रोलियम के शोधन में किया जाता है।
- इसका उपयोग अनेक कार्बनिक तथा अकार्बनिक रसायनों के लिए विलायक के रूप में किया जाता है।

SHIVOM CLASSES 8696608541

SHIVOM CLASSES - WhatsApp for Notes (8696608541)

- यह विसंक्रामक तथा परिरक्षक के रूप में प्रयोग होता है।

सल्फर

सल्फर पीले रंग का भंगुर क्रिस्टलीय ठोस पदार्थ है। प्राचीन काल में इसका उपयोग औषधियों तथा कीटाणुनाशक के रूप में किया जाता था। सल्फर जल में अविलेय है लेकिन कार्बन डाईसल्फाइड में विलेय हो जाता है। एवं यह एल्कोहोल में अल्प विलेय है।

सल्फर ऊष्मा का दुर्बल चालक है एवं विद्युत का कुचालक है। अर्थात सल्फर में विद्युत धारा का प्रवाह नहीं होता है।

सल्फर के भौतिक गुण

- सल्फर पीले रंग का भंगुर क्रिस्टलीय ठोस पदार्थ है।
- यह अनेक अपरूपता प्रदर्शित करता है दो अपरूप के बारे में नीचे समझाया गया है।
- इसका मनुष्य के स्वास्थ्य पर कोई बुरा प्रभाव नहीं पड़ता है लेकिन कुछ जीव-जंतुओं पर यह विषैला प्रभाव डालता है।
- यह जल में अविलेय तथा कार्बन डाईसल्फाइड में विलेय है। तथा यह एल्कोहल एवं ईथर में कम घुलनशील है।

सल्फर के रासायनिक गुण

- सल्फर गर्म क्षारों में विलेय होकर सल्फाइडों का निर्माण करती हैं।

$$4S + 6KOH \rightarrow \underset{\text{पौटेशियम सल्फाइड}}{2K_2S} + K_2S_2O_3 + 3H_2O$$

- सल्फर को धातुओं के साथ गर्म करने पर सल्फाइडों का निर्माण होता है।

  $Fe + S \longrightarrow FeS$

  $Hg + S \longrightarrow HgS$

- सल्फर अधातुओं के साथ क्रिया करके सल्फाइडों का निर्माण करती है।

  $C + 2S \longrightarrow CS_2$

  $2P + 5S \longrightarrow P_2S_5$

- सल्फर को अम्लों के साथ गर्म करने पर यह अम्लों को अपचयित कर देता है।

  $S + 2H_2SO_4 \longrightarrow 3SO_2 + 2H_2O$

सल्फर के उपयोग

SHIVOM CLASSES 8696608541

SHIVOM CLASSES - WhatsApp for Notes (8696608541)

- सल्फर का उपयोग अधिक मात्रा में सल्फर डाइऑक्साइड के निर्माण में होता है।
- इसका उपयोग माचिस उद्योग तथा आतिशबाजी में किया जाता है।
- इसका उपयोग औषधियों तथा कीटाणुनाशक में भी किया जाता है।

सल्फर के अपरूप

सल्फर में अनेक अपरूप प्रदर्शित होते हैं। इन सभी अपरूपों के भौतिक गुण भिन्न-भिन्न होते हैं। सल्फर के कुछ प्रमुख अपरूप निम्न प्रकार से हैं।

1. **विषम लंबाक्ष सल्फर**

   यह सल्फर का सबसे सामान्य तथा स्थिर अपरूप है। यह पीले रंग का होता है इसे α-सल्फर कहा जाता है। α-सल्फर का गलनांक 385.8K तथा विशिष्ट घनत्व 2.06 ग्राम/सेमी^{3} होता है।

   विषम लंबाक्ष सल्फर जल में विलेय है जबकि कार्बन डाईसल्फाइड में विलेय है। कमरे के ताप पर इसका अणुसूत्र S_8 प्राप्त होता है।

2. **एकनताक्ष सल्फर**

   इसकी अणु संरचना विषम लंबाक्ष सल्फर के समान ही होती है। इसका गलनांक 393K तथा विशिष्ट घनत्व 1.98ग्राम/ सेमी^{3} होता है। इसे β-सल्फर भी कहा जाता है।

   यह जल में अविलेय होता है जबकि कार्बन डाईसल्फाइड में विलेय है इसका भी अणुसूत्र S_8 प्राप्त होता है।

   β-सल्फर रंगहीन, सुई के आकार का क्रिस्टल बनता है। यह 369K ताप पर स्थायी है। अर्थात इसके नीचे तक जाने पर यह α-सल्फर में परिवर्तित हो जाता है।

ऑक्सीजन

ऑक्सीजन वर्ग 16 का प्रथम सदस्य है। इसकी विद्युतऋणात्मक वर्ग के सभी सदस्यों में से सबसे अधिक होती है। ऑक्सीजन जल में लगभग 89% तथा वायु के आयतन का 1/5 भाग है।

ऑक्सीजन बनाने की विधि

ऑक्सीजन बनाने की अनेक विधियां हैं इनमें से कुछ महत्वपूर्ण है जो निम्न प्रकार से दी गई हैं।

1. **प्रयोगशाला विधि** :- प्रयोगशाला में ऑक्सीजन को किलोरेट नाइट्रेट तथा परमैंगनेट को गर्म करके प्राप्त किया जाता है।

   $2KClO_3 \longrightarrow 2KCl + 3O_2$

   इस विधि से ऑक्सीजन निम्न स्तर पर प्राप्त की जाती है।

SHIVOM CLASSES - WhatsApp for Notes (8696608541)

2. **औद्योगिक विधि :-** बड़े पैमाने पर या औद्योगिक स्तर पर ऑक्सीजन को जल के विद्युत अपघटन द्वारा प्राप्त किया जाता है।

$$2H_2O \rightarrow 2H_2 + O_2$$

ऑक्सीजन

सोडियम परऑक्साइड के जल अपघटन द्वारा ऑक्सीजन प्राप्त की जाती है।

$2Na_2O + 2H_2O \longrightarrow 4NaOH + O_2$

ऑक्सीजन के भौतिक गुण

- ऑक्सीजन रंगहीन, गंधहीन तथा स्वादहीन पारदर्शक गैस है।
- ऑक्सीजन वायु की तुलना में कुछ भारी होती है।
- यह जल में कम मात्रा में विलेय है तभी तो जलीय जीव सांस लेते हैं।

ऑक्सीजन के रासायनिक गुण

1. **लिटमस पर प्रभाव :-** ऑक्सीजन गैस न ही अम्लीय है और न ही क्षारीय है। अतः लिटमस पर इसका कोई प्रभाव नहीं पड़ता है।
2. **धातुओं से क्रिया** :- ऑक्सीजन धातुओं के साथ क्रिया करके ऑक्साइड बनाती है।

$2Mg + O_2 \longrightarrow 2MgO$

$$2Ca + O_2 \rightarrow 2CaO$$

कैल्शियम ऑक्साइड

3. **अधातुओं से क्रिया :-** ऑक्सीजन अधातुओं के साथ क्रिया करके ऑक्साइड बनाती है।

$C + O_2 \longrightarrow CO_2$

$S + O_2 \longrightarrow SO_2$

4. हाइड्रोजन तथा ऑक्सीजन के मिश्रण में विद्युत स्फुलिंग प्रवाहित करने पर जल का निर्माण होता है।

$2H_2 + O_2 \longrightarrow 2H_2O$

ऑक्सीजन के उपयोग

- ऑक्सीजन सभी जीव-जंतुओं के लिए अत्यंत आवश्यक है। इसी से हम सांस लेते हैं अर्थात इसे प्राणवायु भी कह सकते हैं।
- धातुओं के निष्कर्षण में ऑक्सीजन प्रयोग की जाती है।
- वेल्डिंग में ऑक्सीजन प्रयोग की जाती है।

SHIVOM CLASSES 8696608541

SHIVOM CLASSES - WhatsApp for Notes (8696608541)

- अस्पतालों में ऑक्सीजन, सिलेंडर के रूप में प्रयोग होती है।
- ऑक्साइड बनाने में तथा ऑक्सीकारक के रूप में ऑक्सीजन का प्रयोग होता है।

ओजोन

ओजोन का अणु सूत्र O_3 है यह ऑक्सीजन का एक अपरूप है। ओजोन का लगभग 20 किलोमीटर ऊंचाई पर सूर्य के प्रकाश की उपस्थिति में वायुमंडलीय ऑक्सीजन से निर्माण होता है। यह ओजोन परत सूर्य से निकलने वाली हानिकारक पराबैंगनी किरणों से हमें बचाती है।

ओजोन बनाने की विधि

प्रयोगशाला में ओजोन को शुष्क ऑक्सीजन, नीरव विद्युत विसर्जन से प्रवाहित करने पर ओजोन का निर्माण होता है।

$3O2 \rightleftharpoons 2O3$

चूंकि यह अभिक्रिया उत्क्रमणीय तथा ऊष्माशोषी है। अतः इसके निर्माण में नीरज विद्युत विसर्जन का प्रयोग आवश्यक है ताकि इस का विघटन न हो सके।

ओजोन बनाने के लिए जिस उपकरण का उपयोग किया जाता है उस उपकरण को ओजोनाइजर कहते हैं।

ओजोन के भौतिक गुण

- शुद्ध ओजोन का रंग हल्का नीला होता है।
- ओजोन सड़ी मछली जैसी गंध वाली गैस है। इसको सूंघने पर सिर दर्द उत्पन्न हो जाता है।
- यह जल में बहुत कम विलेय है परंतु कार्बनिक विलायकों में अधिक विलेय है।

ओजोन के रासायनिक गुण

1. **ऑक्सीकरण गुण :-** ओजोन एक प्रबल ऑक्सीकारक है यह आसानी से अपघटित होकर नवजात ऑक्सीजन देता है।

$$O_3 \rightarrow O_2 + [O]$$

नवजात ऑक्सीजन

2. **अपचायक गुण :-** ओजोन अपचायक की भांति कार्य करती है।

$H_2O_2 + O_3 \longrightarrow 2O_2 + H_2O$

3. **ऊष्मा का प्रभाव :-** गर्म करने पर ओजोन अपघटित हो जाती है।

SHIVOM CLASSES 8696608541

SHIVOM CLASSES - WhatsApp for Notes (8696608541)

$$2O_3 \xrightarrow{\text{गर्म}} 3O_2$$

ओजोन के उपयोग

- ओजोन का उपयोग कीटाणुनाशक के रूप में किया जाता है।
- प्रबल ऑक्सीकारक के रूप में ओजोन प्रयोग की जाती है।
- विरंजक के रूप में उपयोग की जाती है।
- अनेक कार्बनिक यौगिकों की ऑक्सीकरण तथा अपघटन में।

ओजोन का परीक्षण

- यह स्टार्च आयोडाइड से भीगे हुए कागज को नीला कर देती है।
- ओजोन के एल्कोहालीय विलयन में बेंजीडीन डालने पर विलयन का रंग भूरा हो जाता है।
- ओजोन मरकरी के तल को खत्म कर देती है और मरकरी ओजोन के संपर्क में आने पर कांच पर चिपकने लगती है।

वर्ग 16 के तत्व

वर्ग 16 के तत्वों को ऑक्सीजन परिवार के तत्व कहा जाता है। चूंकि 16 वर्ग का प्रथम सदस्य ऑक्सीजन है। इस वर्ग में ऑक्सीजन, सल्फर, सैलेनियम, टेल्यूरियम तथा पोलेनियम तत्व उपस्थित हैं। इनका इलेक्ट्रॉनिक विन्यास $ns^2\ np^4$ होता है।

वर्ग 16 के तत्वों का अंतिम इलेक्ट्रॉन p-उपकक्षक में प्रवेश करता है जिस कारण यह p-ब्लॉक के तत्व हैं। इस वर्ग में ऑक्सीजन तथा सल्फर अधातु हैं। जबकि सैलेनियम (Se) व टेल्यूरियम (Te) उपधातु हैं। एवं पोलेनियम (Po) धातु है।

वर्ग 15 के तत्वों के गुण

गुण	ऑक्सीजन	सल्फर	सैलेनियम	टेल्यूरियम	पोलेनियम
परमाणु क्रमांक	8	16	34	52	84
परमाणु भार	16	32.06	78.96	127.60	120
गलनांक K	54	393	490	725	520

SHIVOM CLASSES 8696608541

SHIVOM CLASSES - WhatsApp for Notes (8696608541)

क्वथनांक K	90	718	958	1260	1235
घनत्व g/cm^3 (298k)	1.32	2.06	4.19	6.25	–
विद्युतऋणात्मकता	3.50	2.58	2.55	2.01	1.76

1. **इलेक्ट्रॉनिक विन्यास**
   - ऑक्सीजन - 8 ⇒ $1s^2\ 2s^2\ 2p^4$
   - सल्फर - 16 ⇒ $1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^4$
   - सैलेनियम - 34 ⇒ $1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^6\ 3d^{10}\ 4s^2\ 4p^4$
   - टेल्यूरियम - 52 ⇒ $1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^6\ 3d^{10}\ 4s^2\ 4p^6\ 4d^{10}\ 5s^2\ 5p^4$
   - पोलेनियम - 84 ⇒

     $1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^6\ 3d^{10}\ 4s^2\ 4p^6\ 4d^{10}\ 4f^{14}\ 5s^2\ 5p^6\ 5d^{10}\ 6s^2\ 6p^4$
2. **उपलब्धता :-** वर्ग 16 के सभी तत्वों में से पृथ्वी पर ऑक्सीजन सबसे अधिक मात्रा में पाया जाता है। सल्फर संयुक्त अवस्था में भिन्न खनिजों के रूप में मिलता है जैसे जिप्सम, गेलेना आदि। सैलेनियम तथा टेल्यूरियम सल्फाइड अयस्कों के धातु से सैलेनाइडों तथा टेल्यूराइडों के रूप में मिलता है। एवं पोलेनियम प्रकृति में थोरियम तथा यूरेनियम खनिजों के विघटन के रूप में मिलता है।
3. **आयनन त्रिज्या :-** वर्ग में ऊपर से नीचे की ओर जाने पर परमाणु/आयनन त्रिज्याएं बढ़ती हैं एवं वर्ग 15 की अपेक्षा वर्ग 16 के तत्वों की आयनन त्रिज्याएं अधिक होती हैं।
4. **अपरूपता :-** वर्ग 16 के सभी तत्व अपरूपता दर्शाते हैं। ऑक्सीजन के दो रूप हैं। सल्फर के भी अनेकों अपरूप हैं जैसे प्लास्टिक सल्फर, मोनोक्लिनिक सल्फर आदि।
5. **विद्युतऋणात्मकता :-** वर्ग 16 के तत्वों में से ऑक्सीजन की विद्युतऋणात्मकता का सर्वाधिक होती है। वर्ग में ऊपर से नीचे की ओर जाने पर विद्युतऋणात्मकता का मान घटता है।
6. **आयनन एंथैल्पी :-** वर्ग में ऊपर से नीचे की ओर जाने पर आयनन एंथैल्पी के मान में कमी आती है जिसके फलस्वरूप तत्वों के आकार में वृद्धि होती है।
7. **ऑक्सीकरण अवस्था :-** ऑक्सीजन की ऑक्सीकरण अवस्था -2 होती है। चूंकि इसकी विद्युतऋणात्मकता अधिक होती है। जबकि वर्ग 16 के अन्य तत्वों की ऑक्सीकरण अवस्थाएं -2, +2, +4 तथा +6 प्रदर्शित करते हैं।

SHIVOM CLASSES 8696608541

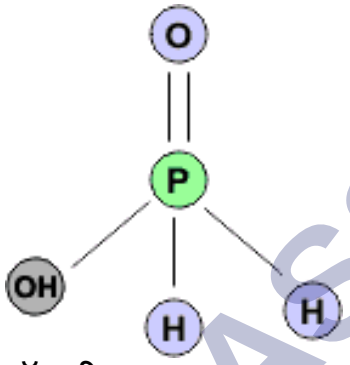
SHIVOM CLASSES - WhatsApp for Notes (8696608541)

फास्फोरस के ऑक्सोअम्ल

फास्फोरस के अनेक प्रकार के ऑक्सोअम्ल होते हैं। जिनमें से कुछ निम्न प्रकार से हैं।

1. **हाइपोफॉस्फोरस अम्ल :-** हाइपोफॉस्फोरस अम्ल का रासायनिक सूत्र H_3PO_2 होता है। यह एक रंगहीन जल में घुलनशील क्रिस्टलीय ठोस है।

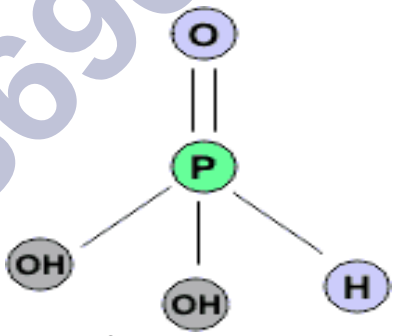
   हाइपोफॉस्फोरस अम्ल की संरचना निम्न प्रकार से होती है।



   H_3PO_2 में उपस्थित फास्फोरस की ऑक्सीकरण अवस्था +1 होती है। गर्म किए जाने पर यह फास्फीन में अपघटित हो जाता है।

$$2H_3PO_2 \xrightarrow{\text{गर्म}} H_3PO_4 + PH_3$$

2. **ऑर्थो फास्फोरस अम्ल :-** ऑर्थो फास्फोरस अम्ल का रसायनिक सूत्र H_3PO_3 होता है। यह एक क्रिस्टलीय ठोस है एवं जल में घुलनशील है। ऑर्थो फास्फोरस अम्ल की संरचना निम्न प्रकार से होती है।



   H_3PO_3 में उपस्थित फास्फोरस की ऑक्सीकरण अवस्था +3 होती है गर्म किए जाने पर यह फास्फोरिक अम्ल तथा फास्फीन में टूट जाता है।

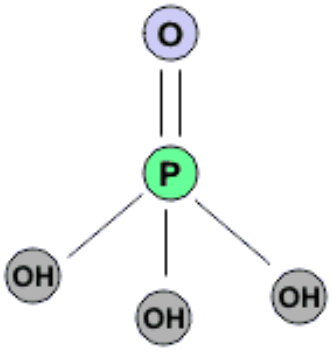
$$4H_3PO_3 \longrightarrow 3H_3PO_4 + PH_3$$

3. **ऑर्थोफॉस्फोरिक अम्ल :-** ऑर्थोफॉस्फोरिक अम्ल का रसायनिक सूत्र H_3PO_4 होता है। यह सफेद रंग का क्रिस्टलीय ठोस होता है।

   ऑर्थोफॉस्फोरिक अम्ल की संरचना निम्न प्रकार से होती है।

SHIVOM CLASSES 8696608541

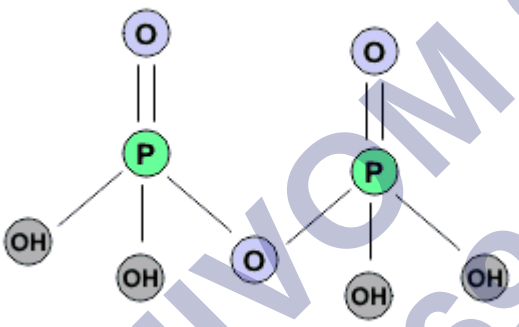
SHIVOM CLASSES - WhatsApp for Notes (8696608541)



H_3PO_4 में उपस्थित फास्फोरस की ऑक्सीकरण अवस्था +4 होती है यह द्वि-क्षारकीय अम्ल है। गर्म किए जाने पर यह पायरोफॉस्फोरिक अम्ल बनाता है।

$$2H_3PO_4 \xrightarrow{\text{गर्म}} H_4P_2O_7 + H_2O$$

4. **पायरोफॉस्फोरिक अम्ल :-** पायरोफॉस्फोरिक अम्ल का रसायनिक सूत्र $H_4P_2O_7$ होता है। यह एक रंगहीन ठोस होता है। जो जल में विलेय है। पायरोफॉस्फोरिक अम्ल की संरचना निम्न प्रकार से होती है।



$H_4P_2O_7$ में उपस्थित फास्फोरस की ऑक्सीकरण अवस्था +5 होती है। जल में उबालने पर यह ऑर्थोफॉस्फोरिक अम्ल बनाता है।

$H_4P_2O_7 + H_2O \longrightarrow 2H_3PO_4$

फास्फोरस की क्लोराइड

फास्फोरस के दो क्लोराइड होते हैं।

- फास्फोरस ट्राईक्लोराइड
- फास्फोरस पेंटाक्लोराइड

1. **फास्फोरस ट्राईक्लोराइड**

फास्फोरस ट्राईक्लोराइड को अनेक विधियों द्वारा प्राप्त किया जाता है।

SHIVOM CLASSES 8696608541

SHIVOM CLASSES - WhatsApp for Notes (8696608541)

a) सफेद फास्फोरस से

सफेद फास्फोरस पर शुष्क क्लोरीन प्रवाहित किए जाने पर फास्फोरस ट्राईक्लोराइड PCl_3 प्राप्त होता है।

$P_4 + 6Cl_2 \longrightarrow 4PCl_3$

b) फास्फोरस ट्राईक्लोराइड, थायोनिल क्लोराइड $SOCl_2$ तथा श्वेत फास्फोरस की क्रिया कराने पर प्राप्त होता है।

$P_4 + 8SOCl_2 \longrightarrow 4PCl_3 + 4SO_2 + 2S_2Cl_2$

फास्फोरस ट्राईक्लोराइड के गुण

- यह रंगहीन, तेलीय द्रव है इसका क्वथनांक 349K होता है।
- यह जल के साथ तेजी से क्रिया करता है एवं नमी की उपस्थिति में जल अपघटित हो जाता है।

  $PCl_3 + 3H_2O \longrightarrow H_3PO_3 + 3HCl$
- फास्फोरस ट्राईक्लोराइड, सांद्र सल्फ्यूरिक अम्ल H_2SO_4 के साथ क्रिया करके क्लोरोसल्फोनिक अम्ल बनाता है।

  $PCl_3 + H_2SO_4 \longrightarrow HOSO_3Cl + POCl + HCl$
- यह ऑक्सीजन के साथ के लिए करके फास्फोरस ऑक्सी-ट्राईक्लोराइड बनाता है।

  $2PCl_3 + O_2 \longrightarrow 2POCl_3$

फास्फोरस ड्राईक्लोराइड के उपयोग

फास्फोरस पेंटाक्लोराइड

फास्फोरस पेंटाक्लोराइड को अनेक विधियों द्वारा प्राप्त किया जाता है।

a) फास्फोरस पेंटाक्लोराइड, फास्फोरस ट्राईक्लोराइड तथा सल्फ्यूरिल क्लोराइड SO_2Cl_2 के साथ क्रिया करने पर प्राप्त होता है।

$PCl_3 + SO_2Cl_2 \longrightarrow PCl_5 + SO_2$

b) प्रयोगशाला में इसे फास्फोरस ट्राईक्लोराइड तथा शुष्क क्लोरीन की क्रिया के द्वारा प्राप्त किया जाता है।

$PCl_3 + Cl_2 \longrightarrow PCl_5$

फास्फोरस पेंटाक्लोराइड की गुण

SHIVOM CLASSES 8696608541

SHIVOM CLASSES - WhatsApp for Notes (8696608541)

1. गर्म करने पर PCl_5 ऊर्ध्वपतित होकर वाष्प में परिवर्तित हो जाती है। लेकिन इसके गलनांक से अधिक ताप गर्म करने पर यह वियोजित हो जाती है।

   $PCl_5 \rightleftharpoons PCl_3 + Cl_2$

2. धातुओं के साथ क्रिया करने पर PCl_5 उनके क्लोराइड बना देता है।

   $PCl_5 + 2Cu \longrightarrow PCl_3 + CuCl$

   $PCl_5 + Zn \longrightarrow PCl_3 + ZnCl_2$

3. सांद्र सल्फ्यूरिक अम्ल H_2SO_4 के साथ किरिया कराने पर क्लोरोसल्फोनिक अम्ल प्राप्त होता है।

   $PCl_5 + H_2SO_4 \longrightarrow Cl{\cdot}SO_3H + POCl_3 + HCl$

फास्फोरस पेंटाक्लोराइड के उपयोग

- फास्फोरस पेंटाक्लोराइड का उपयोग क्लोनीकारक के रूप में किया जाता है।
- इसका उपयोग कार्बनिक रसायन में भी किया जाता है।

फास्फीन

फास्फीन, फास्फोरस का मुख्य हाइड्राइड है यह विषैली गैस होती है। इसको सूंघने पर सड़ी मछली जैसी गंध आती है।

फास्फीन बनाने की विधि

फास्फीन प्राप्त करने की अनेक विधियां हैं। लेकिन सबसे महत्वपूर्ण प्रयोगशाला विधि है फास्फीन बनाने की विधियां निम्न प्रकार से हैं।

1. **फास्फीन की प्रयोगशाला विधि**

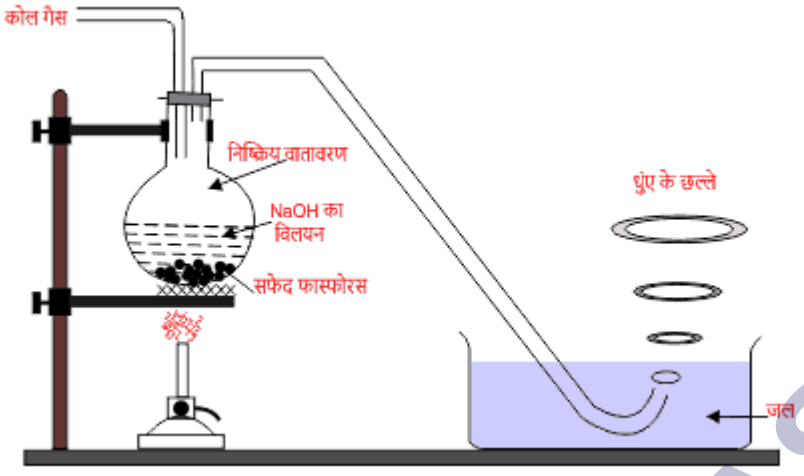
   प्रयोगशाला में फास्फीन सफेद फास्फोरस P_4 को कार्बन डाइऑक्साइड अथवा कोल गैस के अक्रिय वातावरण में गोल पेंदी की फ्लास्क में सांद्र सोडियम हाइड्रोक्साइड विलयन के साथ गर्म करके बनाई जाती है।

$$P_4 + 3NaOH + 3H_2O \rightarrow 3NaH_2PO_2 + PH_3$$

SHIVOM CLASSES 8696608541

SHIVOM CLASSES - WhatsApp for Notes (8696608541)

शुद्ध फास्फीन अज्वलनशील होती है। लेकिन P_2H_4 या P_4 की अशुद्धियों की उपस्थिति के कारण इसमें ज्वलनशीलता उत्पन्न हो जाती है।



प्रस्तुत चित्र में पूरा स्पष्ट किया गया है कि गोल पेंदी के फ्लास्क में NaOH का विलयन लेकर उसे सफेद फास्फोरस के साथ गर्म करते हैं जिससे फास्फीन प्राप्त होती है।

अन्य विधियां

2. फास्फोनियम आयोडाइड द्वारा

फास्फोनियम आयोडाइड की KOH के साथ क्रिया करने पर फास्फीन प्राप्त होती है।

$$PH_4I + KOH \rightarrow KI + H_2O + \underset{\text{फास्फीन}}{PH_3}$$

3. सल्फाइडों द्वारा

कैल्शियम सल्फाइट की जल अथवा तनु HCl के साथ अभिक्रिया द्वारा फास्फीन बनाई जाती है।

$$Ca_3P_2 + 6HCl \rightarrow 3CaCl_2 + \underset{\text{फास्फीन}}{2PH_3}$$

फास्फोरस के भौतिक गुण

- फास्फीन रंगहीन, अत्यंत विषैली गैस है इसमें सड़ी मछली जैसी गंध आती है।

SHIVOM CLASSES 8696608541

SHIVOM CLASSES - WhatsApp for Notes (8696608541)

- यह जल में अल्प विलेय हैं।
- यह वायु से भारी गैस है।
- फास्फीन का घनत्व 1.53 ग्राम/ लीटर होता है।

फास्फीन के रासायनिक गुण

1. **ज्वलनशीलता**

   ऑक्सीजन की उपस्थिति में यह आसानी से जल जाती है जिससे फास्फोरस पेंटोक्साइड बनता है।

   $4PH_3 + 8o_2 \longrightarrow P_4O_{10} + 16H_2O$

2. **क्लोरीन से अभिक्रिया**

   क्लोरीन से क्रिया करके फास्फीन, फास्फोरस ट्राईक्लोराइड बनाती है।

   $PH_3 + 3Cl_2 \longrightarrow PCl_3 + 3HCl$

3. **अम्लों से क्रिया**

   फास्फीन हैलोजन अम्लों के साथ क्रिया करके फास्फोनियम हैलाइड बनाती है।

   $PH_3 + HX \longrightarrow PH_4X$

   जहां X = I, Br, Cl हैं।

फास्फीन के उपयोग

- फास्फीन धातुओं के फास्फाइड बनाने में प्रयुक्त की जाती है।
- फास्फीन का उपयोग युद्धों में धूम्रपट बनाने में भी किया जाता है।
- इसका उपयोग होम्ज संकेत बनाने में किया जाता है।

नाइट्रिक अम्ल

नाइट्रिक अम्ल का निर्माण सर्वप्रथम वैज्ञानिक ग्लाबर ने शोर तथा सल्फ्यूरिक अम्ल के मिश्रण को गर्म करके किया था। जिस कारण ही नाइट्रिक अम्ल को शोरे का अम्ल भी कहते हैं।

नाइट्रिक अम्ल बनाने की विधि

वैसे तो नाइट्रिक अम्ल को कई विधियों द्वारा बनाया जा सकता है। लेकिन सबसे महत्वपूर्ण विधि ओस्टवाल्ड विधि है। यह वार्षिक परीक्षाओं में भी आ जाती है। इसके निर्माण की प्रयोगशाला विधि भी है।

1. प्रयोगशाला विधि

SHIVOM CLASSES 8696608541

SHIVOM CLASSES - WhatsApp for Notes (8696608541)

प्रयोगशाला में नाइट्रिक अम्ल का निर्माण कांच के रिटार्ट में सांद्र H_2SO_4 तथा $NaNO_3$ अथवा KNO_3 को गर्म करके किया जाता है।

$$NaNO_3 + H_2SO_4 \rightarrow NaHSO_4 + HNO_3$$

नाइट्रिक अम्ल

इस विधि से निम्न स्तर पर नाइट्रिक अम्ल बनाया जाता है औद्योगिक स्तर पर नाइट्रिक अम्ल ओस्टवाल्ड विधि द्वारा बनाया जाता है।

2. नाइट्रिक अम्ल बनाने की ओस्टवाल्ड विधि

औद्योगिक स्तर पर नाइट्रिक अम्ल, ओस्टवाल्ड विधि द्वारा बनायी जाती है। जिस कारण इसे नाइट्रिक अम्ल बनाने की औद्योगिक विधि भी कहते हैं।

इस विधि में शुद्ध अमोनिया तथा वायु के मिश्रण को उत्प्रेरक कक्ष में प्रवाहित करते हैं इस कक्ष में प्लेटिनम की जाली 800°C ताप पर गर्म होती है। जो उत्प्रेरक का कार्य करती है इसमें अमोनिया गैस नाइट्रिक ऑक्साइड NO में ऑक्सीकृत हो जाती है।

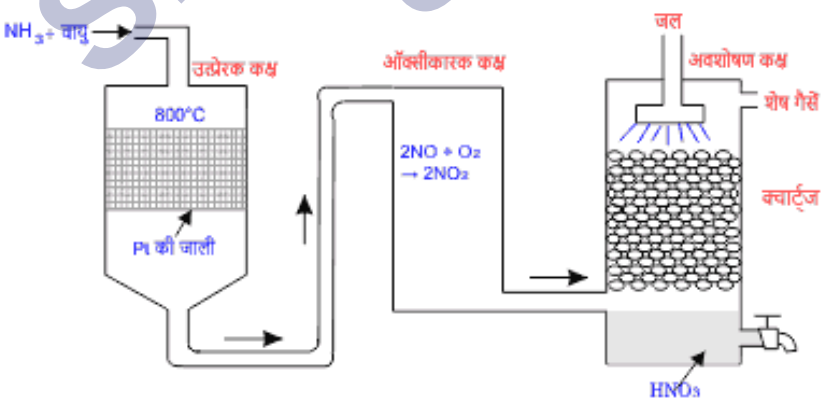
$$4NH_3 + 5O_2 \xrightarrow[800°C]{pt} 4NO + 6H_2O$$

नाइट्रिक ऑक्साइड

अब प्राप्त NO तथा वायु के मिश्रण को ऑक्सीकारक कक्ष (स्तंभ) में भेजा जाता है जहां NO का NO_2 (नाइट्रोजन डाइऑक्साइड) में ऑक्सीकरण हो जाता है।

$2NO + O_2 \longrightarrow 2NO_2$

अब प्राप्त NO_2 को क्वार्ट्ज (पत्थर के टुकड़ों) से भरे अवशोषण कक्ष में नीचे से प्रवेश कराते हैं जहां NO_2 जल में अवशोषित होकर नाइट्रिक अम्ल बनाती है। चित्र से स्पष्ट है।



इस प्रकार तनु नाइट्रिक अम्ल प्राप्त होता है इस अम्ल का आसवन करके एक निश्चित क्वथनांक का मिश्रण प्राप्त होता है। जिसे सांद्र नाइट्रिक अम्ल कहते हैं।

SHIVOM CLASSES 8696608541

SHIVOM CLASSES - WhatsApp for Notes (8696608541)

नाइट्रिक अम्ल के भौतिक गुण

- नाइट्रिक अम्ल रंगहीन, गंधहीन द्रव है। इसका आपेक्षिक घनत्व 1.51 है।
- यह जल में पूर्ण रूप से विलेय है।
- त्वचा पर इसका प्रभाव अत्यंत घातक होता है। यह त्वचा पर फफोले डाल देती है।

नाइट्रिक अम्ल के रासायनिक गुण

a) **अपघटन**

यह सामान्य ताप पर प्रकाश की उपस्थिति में धीरे-धीरे अपघटित होकर भूरे रंग की गैस NO_2 बनाता है।

$4HNO_3 \longrightarrow 4NO_2 + O_2 + 2H_2O$

b) **अम्लीय प्रकृति**

यह क्षारों के साथ क्रिया करके नाइट्रेट लवण बनाता है।

$HNO_3 + H_2O \longrightarrow NO_3^- + H_3O^+$

c) ऑक्सीकारक गुण

HNO_3 एक प्रबल ऑक्सीकारक है चूंकि यह वियोजित होकर नवजात ऑक्सीजन देता है।

$$2HNO_3 \rightarrow H_2O + 2NO_2 + [O]$$

नवजात ऑक्सीजन

नाइट्रिक अम्ल के उपयोग

- नाइट्रिक अम्ल का प्रमुख उपयोग उर्वरकों जैसे - अमोनियम नाइट्रेट आदि में किया जाता है।
- प्रयोगशाला में अभिकर्मक के रूप में तथा अम्लराज बनाने में।
- विस्फोटक पदार्थ जैसे नाइट्रोग्लिसरीन, ट्राईनाइट्रो टालूईन आदि में प्रयोग किया जाता है।

सधूम्र नाइट्रिक अम्ल

सांद्र नाइट्रिक अम्ल में नाइट्रोजन के ऑक्साइड (NO तथा NO_2) खुले रहते हैं। सधूम्र नाइट्रिक अम्ल कहलाते हैं।

सधूम्र नाइट्रिक अम्ल में 98% HNO_3 होता है जबकि शुद्ध नाइट्रिक अम्ल में 100% HNO_3 होता है।

अमोनिया

अमोनिया का रासायनिक सूत्र NH_3 होता है। यह सूक्ष्म मात्रा में वायु में उपस्थित रहती है। जहां जीव जंतुओं का शरीर सड़ जाता है उन स्थानों पर इसकी अधिकता पाई जाती है।

SHIVOM CLASSES 8696608541

SHIVOM CLASSES - WhatsApp for Notes (8696608541)

अमोनिया बनाने की विधि

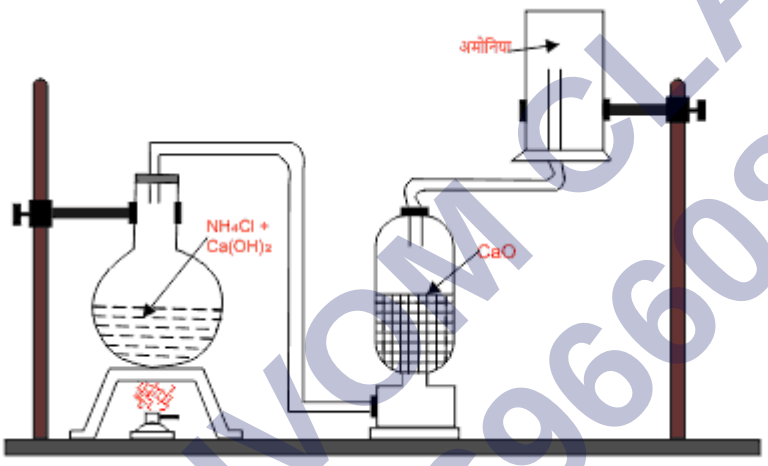
वैसे तो अमोनिया गैस को बनाने की अनेकों विधियां हैं। लेकिन दो विधियां महत्वपूर्ण हैं एवं परीक्षाओं में भी इन्हीं दोनों में से कोई एक विधि पूछी जाती है। अमोनिया बनाने की दोनों विधियां निम्न प्रकार से हैं।

- प्रयोगशाला विधि
- हैबर विधि

1. अमोनिया बनाने की प्रयोगशाला विधि

प्रयोगशाला में अमोनिया, नौसादर को बुझे हुए चूने के साथ गर्म करके बनाई जाती है।

$$\underset{\text{अमोनिया क्लोराइड}}{2NH_4Cl} + Ca(OH)_2 \xrightarrow{\Delta} \underset{\text{अमोनिया}}{2NH_3} + CaCl_2 + 2H_2O$$



जैसा चित्र में दिखाया गया है। कि एक फ्लास्क में 2 : 1 के अनुपात में नौसादर और बुझे हुए चूने का मिश्रण लेते हैं। इसमें एक छेद वाली कॉर्क लगाकर उस कॉर्क में दो बार समकोण पर मुड़ी एक निकास नली लगा देते हैं इस नली का दूसरा सिरा बुझे हुए चूने से भरी बोतल से जोड़ दिया जाता है। इसमें से एक नली लगाकर उसे एक उल्टे जार से जोड़ देते हैं। जैसे ही फ्लास्क को धीरे-धीरे गर्म करते हैं तो अमोनिया गैस बनती है। जिसे बुझे हुए चूने से प्रवाहित किया जाता है जिससे नमी अवशोषित हो जाती है। और अंत में अमोनिया वायु की अधोमुखी विस्थापन द्वारा गैस जार में एकत्रित कर ली जाती है।

2. अमोनिया बनाने की हैबर विधि

व्यापक स्तर पर अमोनिया हाबर प्रक्रम द्वारा बनाई जाती है। जिस कारण इसे अमोनिया का औद्योगिक निर्माण भी कहते हैं। इस विधि द्वारा अमोनिया बड़े पैमाने पर बनाई जाती है।

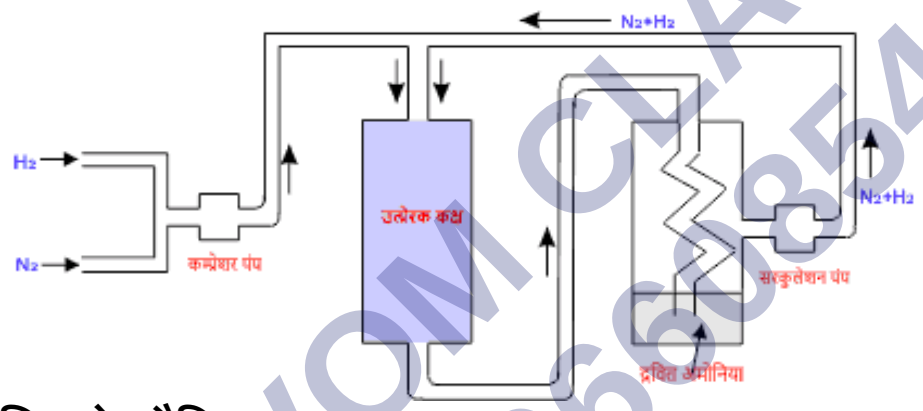
SHIVOM CLASSES 8696608541

SHIVOM CLASSES - WhatsApp for Notes (8696608541)

इस विधि में नाइट्रोजन तथा हाइड्रोजन के 1 : 3 के अनुपात के मिश्रण को गर्म करके अमोनिया बनाई जाती है।

$N_2 + H_2 \rightleftharpoons 2NH_3 + 22.4$ किलोकैलोरी

चूंकि अमोनिया के निर्माण में ऊष्मा मुक्त होती है एवं आयतन में कमी होती है। अतः ला-शातेलिए नियम के अनुसार कम ताप एवं उच्च दाब पर अमोनिया अधिक मात्रा में उत्पन्न होगी। हैबर विधि में N_2 तथा H_2 को 1 : 3 के अनुपात में मिलाकर 200 वायुमंडलीय दाब पर तथा 500°C ताप पर लोहे के चूर्ण उत्प्रेरक, जिसमें मोलिब्डेनम उत्प्रेरक वर्धक मिला होता है। के साथ उत्प्रेरक कक्ष में गर्म करते हैं इसमें प्राप्त अमोनिया को संघनित्र में प्रवाहित करके द्रवित कर लेते हैं शेष गैस को पुनः उत्प्रेरक कक्ष में प्रवाहित करते हैं जिससे अमोनिया का लगातार उत्पादन होता रहता है।



अमोनिया के भौतिक गुण

- अमोनिया रंगहीन एवं तीक्ष्ण गंध वाली गैस है।
- चूंकि यह जल के अणुओं के साथ हाइड्रोजन बंध बना लेती है इसलिए यह जल में अत्यधिक विलेय है।
- अमोनिया का क्रांतिक ताप 133°C होता है।
- अमोनिया वायु से हल्की है इसी कारण ही इसे प्रयोगशाला में वायु के अधोमुखी विस्थापन द्वारा एकत्र करते हैं।

अमोनिया के रासायनिक गुण

1. जल से अभिक्रिया

जल के साथ यह अमोनियम हाइड्रोक्साइड बनाती है।

$NH_3 + H_2O \longrightarrow NH_4OH$

SHIVOM CLASSES - WhatsApp for Notes (8696608541)

2. धातुओं से क्रिया

अमोनिया की धातु से क्रिया करने पर धातु एमाइड प्राप्त होते हैं।

$$2Na + 2NH_3 \rightarrow 2NaNH_2 + H_2$$

सौड़ा माइड

3. क्लोरीन से क्रिया

क्लोरीन की अधिकता से सोडियम ट्राइक्लोराइड NCl_3 बनता है जो कि एक विस्फोटक पदार्थ है।

$NH_3 + 3Cl_2 \longrightarrow NCl_3 + 3HCl$

अमोनिया के उपयोग

- अमोनिया का उपयोग उर्वरकों के उत्पादन जैसे अमोनियम नाइट्रेट, यूरिया तथा अमोनियम सल्फेट आदि में किया जाता है।
- द्रव अमोनिया प्रशीतक के रूप में प्रयुक्त की जाती है।
- इसका उपयोग प्रयोगशाला में अभिकर्मक के रूप में किया जाता है।
- कृत्रिम रेशे, आंसू गैस तथा बर्फ आदि बनाने में प्रयोग की जाती है।

फास्फोरस

वर्ग 15 में नाइट्रोजन की नीचे वाला तत्व फास्फोरस है इसका परमाणु क्रमांक 15 है तथा परमाणु भार 30.97 होता है। फास्फोरस का इलेक्ट्रॉनिक विन्यास $1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^3$ है। चूंकि इसमें अंतिम इलेक्ट्रॉन p-उपकक्षक में प्रवेश करता है इसलिए यह p-ब्लॉक का तत्व है। नाइट्रोजन की तुलना में फास्फोरस की क्रियाशीलता काफी अधिक होती है।

फास्फोरस के अपरूप

फास्फोरस कई अपरूपों में मिलता है इनमें से तीन अपरूप प्रमुख हैं।

- श्वेत (सफेद) फास्फोरस
- लाल फास्फोरस
- काला फास्फोरस

1. **सफेद फास्फोरस :-** यह अल्प पारदर्शी मोम की तरह मुलायम ठोस होता है यह जल में अविलेय परंतु कार्बन डाईसल्फाइड में विलेय होता है। यह अंधेरे में दीप्त होता है। अर्थात् चमकता है।

SHIVOM CLASSES 8696608541

SHIVOM CLASSES - WhatsApp for Notes (8696608541)

सफेद फास्फोरस अक्रिय वायुमंडल में उबलते NaOH विलयन में विलीन होकर फास्फीन PH_3 देता है।

$$P_4 + 3NaOH + 3H_2O \rightarrow \underset{\text{फास्फीन}}{pH_3} + 3NaH_2PO_2$$

सफेद फास्फोरस के गुण

- सफेद फास्फोरस विषैला होता है।
- यह जल में अविलेय परंतु कार्बन डाईसल्फाइड में विलेय होता है।
- सफेद फास्फोरस बहुत क्रियाशील होता है एवं यह वायु में तेजी से आग पकड़कर P_4O_{10} देता है।

  $P_4 + 5O_2 \longrightarrow P_4O_{10}$
- इसे जल में एकत्रित किया जा सकता है। क्योंकि यह वायु के संपर्क में आने पर आग पकड़ लेता है।
- यह अंधेरे में चमकता है।

2. लाल फास्फोरस

लाल फास्फोरस, सफेद फास्फोरस से कम क्रियाशील होता है। सफेद फास्फोरस को जब अक्रिय वातावरण में 300°C (या 573K) ताप पर गर्म किया जाता है तो लाल फास्फोरस प्राप्त होता है।

$$\text{सफेद फास्फोरस} \xrightarrow[573\ K]{\text{अक्रिय वातावरण}} \text{लाल फास्फोरस}$$

लाल फास्फोरस के गुण

- यह लाल रंग का ठोस होता है।
- यह सफेद फास्फोरस से कम क्रियाशील होता है।
- लाल फास्फोरस जल और कार्बन डाईसल्फाइड दोनों में अविलेय है।
- यह अंधेरे में चमक उत्पन्न नहीं करता है इसमें लोहे जैसी धूसर चमक होती है।

3. काला फास्फोरस :- लाल फास्फोरस को 803K ताप पर बंद नलिका में गर्म करने पर काला फास्फोरस प्राप्त होता है।

$$\text{लाल फास्फोरस} \xrightarrow{803\ K} \text{काला फास्फोरस}$$

SHIVOM CLASSES 8696608541

SHIVOM CLASSES - WhatsApp for Notes (8696608541)

काली फास्फोरस के दो रूप होती हैं। α-काला फास्फोरस तथा β-काला फास्फोरस। यह अधिक स्थायी होता है एवं इसकी क्रियाशीलता बहुत कम होती है।

फास्फोरस के उपयोग

- सफेद फास्फोरस का उपयोग पटाखे बनाने में किया जाता है।
- लाल फास्फोरस का उपयोग माचिस उद्योग में किया जाता है।

नाइट्रोजन

नाइट्रोजन वर्ग 15 का प्रथम तत्व है। नाइट्रोजन समान ताप पर एक गैस है जबकि इस वर्ग के अन्य तत्व ठोस हैं। यह एक तात्विक अवस्था में द्विपरमाणविक अणु के रूप में प्राप्त होता है। इसलिए इसे डाइनाइट्रोजन कहते हैं। नाइट्रोजन को N_2 से प्रदर्शित करते हैं। यह वायु में लगभग 78% पायी जाती है।

नाइट्रोजन बनाने की विधि

1. औद्योगिक विधि

नाइट्रोजन का व्यवसायिक उत्पादन वायु को द्रवित करके तथा प्रभाजी आसवन से किया जाता है। इस विधि में पहले द्रव नाइट्रोजन (क्वथनांक 77.2K) आसवित होती है। एवं ऑक्सीजन शेष रह जाती है

2. प्रयोगशाला विधि

a) प्रयोगशाला में डायनाइट्रोजन बनाने के लिए अमोनियम क्लोराइड के विलयन की सोडियम नाइट्राइट के साथ अभिक्रिया कराई जाती है।

$$\underset{\text{सोडियम नाइट्राइट}}{NaNO_2} + \underset{\text{अमोनियम क्लोराइड}}{NH_4Cl} \xrightarrow{\Delta} \underset{\text{नाइट्रोजन}}{N_2} + NaCl + 2H_2$$

b) नाइट्रोजन को अमोनियम डाईक्रोमेट के तापीय अपघटन द्वारा भी प्राप्त किया जा सकता है।

$$\underset{\text{अमोनियम डाईक्रोमेट}}{(NH_4)_2Cr_2O_7} \xrightarrow{\Delta} \underset{\text{नाइट्रोजन}}{N_2} + Cr_2O_3 + 4H_2$$

नाइट्रोजन के भौतिक गुण

- नाइट्रोजन रंगहीन, स्वादहीन तथा गंधहीन गैस है।
- यह विषैली नहीं होती है।

SHIVOM CLASSES 8696608541

SHIVOM CLASSES - WhatsApp for Notes (8696608541)

- यह जल में अल्प विलेय होती है।
- नाइट्रोजन वायु से हल्की होती है।

नाइट्रोजन के रासायनिक गुण

a) **धातुओं से क्रिया :-** उच्च ताप पर नाइट्रोजन लिथियम, एल्युमिनियम आदि धातुओं से क्रिया के पश्चात नाइट्राइड बनाती है।

$$6Li + N_2 \xrightarrow{\text{गर्म}} 2Li_3N$$

लिथियम नाइट्राइड

$$2Al + N_2 \xrightarrow{\text{गर्म}} \underset{\text{एल्युमिनियम नाइट्राइड}}{2AlN}$$

b) **हाइड्रोजन से क्रिया :-** उत्प्रेरक की उपस्थिति में उच्च ताप तथा दाब पर नाइट्रोजन, हाइड्रोजन के साथ संयोजित होकर अमोनिया बनाती है।

$$N_2 + 3H_2 \rightleftharpoons \underset{\text{अमोनिया}}{2NH_3}$$

$$N_2 + 3H_2 \rightleftharpoons 2NH_3$$

c) **कैलशियम कार्बाइड से क्रिया :-** उच्च ताप पर नाइट्रोजन, कैल्शियम कार्बाइड से क्रिया करके कैल्शियम साइनेमाइड बनाती है जो उर्वरक के रूप में प्रयोग किया जाता है।

$$CaC_2 + N_2 \rightarrow \underset{\text{कैल्शियम साइनेमाइड}}{CaCN_2} + C$$

नाइट्रोजन के उपयोग

- नाइट्रोजन का मुख्य उपयोग अमोनिया, नाइट्राइड तथा कैल्शियम साइनेमाइड आदि बनाने में किया जाता है।
- अक्रिय वातावरण उत्पन्न करने में नाइट्रोजन प्रयोग की जाती है।
- द्रव नाइट्रोजन जैविक पदार्थों द्वारा खाद सामग्री के लिए प्रशीतक के रूप में उपयोग की जाती है।
- यह उर्वरक बनाने में प्रयोग होती है।
- यह औषधियों तथा विस्फोटकों के निर्माण में प्रयोग की जाती है।

SHIVOM CLASSES 8696608541

SHIVOM CLASSES - WhatsApp for Notes (8696608541)

वर्ग 15 के तत्व

इन तत्वों को नाइट्रोजन परिवार के तत्व भी कहते हैं। क्योंकि वर्ग 15 का प्रथम सदस्य नाइट्रोजन है। इनका इलेक्ट्रॉनिक विन्यास $ns^2\ np^3$ होता है।

वर्ग 15 में नाइट्रोजन, फास्फोरस, आर्सेनिक, एंटीमनी तथा बिस्मिथ को रखा गया है। यह आवर्त सारणी के p-ब्लॉक में उपस्थित हैं। वर्ग 15 के तत्वों में बिस्मिथ धातु है जबकि आर्सेनिक और एंटीमनी अर्धधातुएं हैं एवं नाइट्रोजन और फास्फोरस अधातु हैं।

वर्ग 15 के तत्वों के गुण

गुण	नाइट्रोजन	फास्फोरस	आर्सेनिक	एंटीमनी	बिस्मिथ
परमाणु क्रमांक	7	15	33	51	83
परमाणु भार	14	30.97	74.92	121.76	208.98
गलनांक K	63	317.1	1089	904	544
क्वथनांक K	77.2	554	888	1860	1837
घनत्व g/cm^3 (298k)	0.879	1.823	5.778	6.697	9.808

SHIVOM CLASSES 8696608541

1. **इलेक्ट्रॉनिक विन्यास**
   - नाइट्रोजन - 7 ⇒ $1s^2\ 2s^2\ 2p^3$
   - फास्फोरस - 15 ⇒ $1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^3$
   - आर्सेनिक - 33 ⇒ $1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^6\ 3d^{10}\ 4s^2\ 4p^3$
   - एंटीमनी - 51 ⇒ $1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^6\ 3d^{10}\ 4s^2\ 4p^6\ 4d^{10}\ 5s^2\ 5p^3$
   - बिस्मिथ - 83 ⇒

     $1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^6\ 3d^{10}\ 4s^2\ 4p^6\ 4d^{10}\ 4f^{14}\ 5s^2\ 5p^6\ 5d^{10}\ 6s^2\ 6p^3$

1. **आयनिक त्रिज्या :-** वर्ग में ऊपर से नीचे की ओर जाने पर परमाणु या आयनिक त्रिज्या के आकार में वृद्धि होती है। इसलिए ही वर्ग 15 के तत्वों की तुलना में वर्ग 14 के तत्वों की आयनिक त्रिज्या अधिक होती हैं।

SHIVOM CLASSES - WhatsApp for Notes (8696608541)

2. **विद्युत ऋणात्मकता :-** आवर्त सारणी में वर्ग में ऊपर से नीचे की ओर जाने पर विद्युत ऋणात्मकता का मान घटता है।
3. **भौतिक गुण :-** वर्ग 15 के सभी तत्व बहुपरमाणुक हैं। नाइट्रोजन एक गैस है जबकि फास्फोरस वाष्पशील ठोस है। एवं वर्ग के शेष तत्व ठोस हैं। बिस्मिथ धातु है। एवं आर्सेनिक और एंटीमनी उपधातुएं हैं। इन तत्वों की मुख्य संयोजकता 3 तथा 5 होती है।
4. **रसायनिक गुण :-**
   1) **ऑक्सीकरण अवस्था :-** इन तत्वों की सामान्य ऑक्सीकरण अवस्थाएं -3, +3 तथा +5 होती हैं। नाइट्रोजन को छोड़कर वर्ग के अन्य सभी तत्वों के संयोजी कक्ष में d-कक्षक होते हैं।
   2) **हाइड्रोजन की प्रकृति**

   वर्ग 15 के सभी तत्व हाइड्राइड बनाते हैं। जैसे NH_3, PH_3, AsH_3, SbH_3 तथा BiH_3। हाइड्राइडों का स्थायित्व NH_3 से BiH_3 तक घटता है। अमोनिया एक मृदु अपचायक है। जबकि BiH_3 एक प्रबल अपचायक है। इनकी क्षारकता का क्रम निम्न होगा।

   $NH_3 > PH_3 > AsH_3 > SbH_3 > BiH_3$

   अमोनिया ठोस एवं द्रव अवस्था में हाइड्रोजन आबंध बनाती है इसी कारण अमोनिया का गलनांक और क्वथनांक PH_3 से अधिक होता है।

SHIVOM CLASSES 8696608541

SHIVOM CLASSES - WhatsApp for Notes (8696608541)

NCERT SOLUTIONS

पाठ्यनिहित प्रश्न (पृष्ठ संख्या 178-220)

प्रश्न 1 ट्राइसैलाइडों से पेन्टाहैलाइड अधिक सहसंयोजी क्यों होते हैं?

उत्तर- किसी अणु में केन्द्रीय परमाणु की जितनी उच्च धनात्मक ऑक्सीकरण अवस्था होती है, उसकी ध्रुवण क्षमता उतनी ही अधिक होती है जिसके कारण केन्द्रीय परमाणु और अन्य परमाणु के मध्य बने आबन्ध में सहसंयोजी गुण बढ़ता जाता है।

इस प्रकार चूंकि पेन्टालाइडों में केन्द्रीय परमाणु +5 ऑक्सीकरण अवस्था में होता है, जबकि ट्राइहैलाइडों में यह +3 ऑक्सीकरण अवस्था में होता है, इसलिए ट्राइलाइडों से पेन्टाहैलाइड अधिक सहसंयोजी होते हैं।

प्रश्न 2 वर्ग 15 के तत्वों के हाइड्राइडों में BiH_3 सबसे प्रबल अपचायक क्यों है?

उत्तर- वर्ग 15 के तत्वों के हाइड्राइडों में BiH_3 के प्रबल अपचायक होने का कारण यह है कि इस वर्ग के हाइड्राइडों में Bi-H आबन्ध की लम्बाई सबसे अधिक होती है जिसके कारण BiH_3 सबसे कम स्थायी होता है।

प्रश्न 3 N_2 कमरे के ताप पर कम क्रियाशील क्यों है?

उत्तर- N_2 कमरे के ताप पर कम क्रियाशील होती है; क्योंकि प्रबल pπ – pπ अतिव्यापन के कारण त्रिआबन्ध $N \equiv N$ बनता है।

प्रश्न 4 अमोनिया की लब्धि को बढ़ाने के लिए आवश्यक स्थितियों का वर्णन कीजिए।

उत्तर- अमोनिया का निर्माण हेबर प्रक्रम से किया जाता है। इसकी लब्धि बढ़ाने के लिए ला-शातेलिए। सिद्धान्त के अनुसार आवश्यक स्थितियाँ निम्नवत् हैं-

- तापमान = 700K
- उच्च दाब 200 x 105Pa (लगभग 200 वायुमण्डल)
- उत्प्रेरक; जैसे- K_2O तथा Al_2O_5 मिश्रित आयरन ऑक्साइड।

SHIVOM CLASSES 8696608541

SHIVOM CLASSES - WhatsApp for Notes (8696608541)

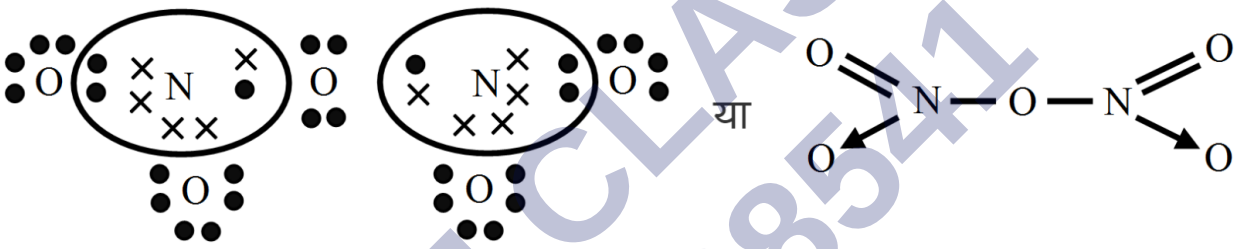
प्रश्न 5 Cu^{2+} आयन के साथ अमोनिया कैसे क्रिया करती है?

उत्तर- Cu^{2+} आयन अमोनिया से क्रिया करके गहरे नीले रंग का संकुल बनाते हैं।

$$Cu^{2+}(aq) + 4NH_3(aq) \longrightarrow \underset{\text{(गहरा नीला)}}{[Cu(NH_3)_4]^{2+}(aq)}$$

प्रश्न 6 N_2O_5 में नाइट्रोजन की सहसंयोजकता क्या है?

उत्तर- सहसंयोजकता इलेक्ट्रॉनों के सहभाजित युग्मों की संख्या पर निर्भर करती है। चूंकि N_2O_5 में, प्रत्येक नाइट्रोजन परमाणु पर इलेक्ट्रॉनों के चार सहभाजित युग्म उपस्थित हैं जैसा कि निम्नवत् दिखाया गया है-



इसलिए N_2O_5 में N की सहसंयोजकता 4 है।

प्रश्न 7 PH_3 से PH^+_4 ई का आबन्ध कोण अधिक है। क्यों?

उत्तर- PH_3 तथा PH^+_4 दोनों sp^3 संकरित हैं। PH^+_4 में चारों कक्षक आबन्धित होते हैं, जबकि PH_3 में P पर इलेक्ट्रॉनों का एकाकी युग्म उपस्थित होता है जो PH_3 में एकाकी युग्म-आबन्ध युग्म प्रतिकर्षण के लिए उत्तरदायी है जिससे आबन्ध कोण 109°28′ से कम हो जाता है।

प्रश्न 8 क्या होता है जब श्वेत फॉस्फोरस को CO_2 के अक्रिय वातावरण में सान्द्र कॉस्टिक सोडा विलयन के साथ गर्म करते हैं?

उत्तर- श्वेत फॉस्फोरस NaOH से अभिक्रिया करके फॉस्फीन (PH_3) बनाता है।

$$\underset{\text{फास्फोरस}}{P_4} + 3NaOH + 3H_2O \xrightarrow[CO_2 \text{ का वातावरण}]{\Delta} \underset{\text{फास्फीन}}{PH_3} \uparrow + \underset{\text{सोडियम हाइपोफॉस्फाइट}}{3NaH_2PO_2}$$

प्रश्न 9 क्या होता है जब PCl5 को गर्म करते हैं?

SHIVOM CLASSES 8696608541

SHIVOM CLASSES - WhatsApp for Notes (8696608541)

उत्तर- PCl_5 में तीन निरक्षीय (equatorial) [202pm] तथा दो अक्षीय (axial) [240pm] बन्ध होते हैं। चूंकि अक्षीय बन्ध निरक्षीय बन्धों से दुर्बल होते हैं, इसलिए जब PCl_5 को गर्म किया जाता है तो कम स्थायी अक्षीय बन्ध टूटकर PCl_3 बनाते हैं।

$$PCI_5 \xrightarrow{\text{गर्म}} PCI_3 + CI_2 \uparrow$$

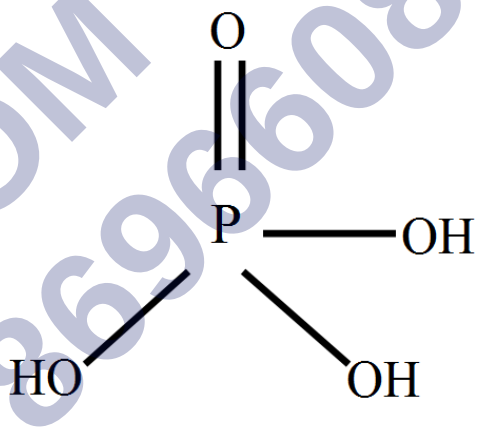
प्रश्न 10 PCl_5 की भारी पानी में जल-अपघटन अभिक्रिया का सन्तुलित समीकरण लिखिए।

उत्तर- PCl_5 भारी जल (D_2O) से अभिक्रिया करके फॉस्फोरस ऑक्सी-क्लोराइड ($POCl_3$) तथा ड्यूटीरियम क्लोराइड (DCl) बनाता है।

$PCl_5 + D_2O \rightarrow POCl_3 + 2DCl$

प्रश्न 11 H_3PO_4 की क्षारकता क्या है?

उत्तर-



H_3PO_4 अणु में तीन -OH समूह उपस्थित हैं, इसलिए इसकी क्षारकता 3 है।

प्रश्न 12 क्या होता है जब H_3PO_4 को गर्म करते हैं?

उत्तर- ऑफॉस्फोरस अम्ल या फॉस्फोरस अम्ल (H_3PO_4) गर्म करने पर असमानुपातित होकर ऑर्थोफॉस्फोरिक अम्ल या फॉस्फोरिक अम्ल तथा फॉस्फीन देता है।

$$\underset{\text{ऑर्थोफ़ॉस्फ़ोरस अम्ल}}{4H_3PO_3} \xrightarrow{\Delta} \underset{\text{ऑर्थोफ़ॉस्फ़ोरीक अम्ल}}{3H_3PO_4} + \underset{\text{फॉस्फीन}}{PH_3 \uparrow}$$

SHIVOM CLASSES - WhatsApp for Notes (8696608541)

प्रश्न 13 सल्फर के महत्त्वपूर्ण स्रोतों को सूचीबद्ध कीजिए।

उत्तर- भूपर्पटी में सल्फर की मात्रा 0.03 – 0.1% होती है। संयुक्त अवस्था में सल्फर सल्फेट के रूप में- जिप्सम ($CaSO_4 . 2H_2O$), एप्सम लवण ($MgSO_4 . 7H_2O$), बेराइट ($BaSO_4$) तथा सल्फाइड के रूप में- गैलेना (PbS), जिंक ब्लैण्ड (ZnS), पाइराइट ($CuFeS_2$) में पाया जाता है। कार्बनिक पदार्थों जैसे अण्डा, प्रोटीन, लहसुन, प्याज, सरसों, बाल तथा फर में सल्फर पाया जाता है। ज्वालामुखी में सल्फर के अंश H_2S के रूप में पाए जाते हैं।

प्रश्न 14 वर्ग 16 के तत्वों के हाइड्राइडों के तापीय स्थायित्व के क्रम को लिखिए।

उत्तर- चूँकि तत्वों का आकार वर्ग में नीचे जाने पर बढ़ता है, इसलिए E-H बन्ध वियोजन ऊर्जा घटती है। जिससे E-H बन्ध सरलता से टूट जाते हैं। अत: वर्ग 16 के तत्वों के हाइड्रोइडों का ऊष्मीय स्थायित्व वर्ग में नीचे जाने पर घटता है।

$H_2O > H_2S > H_2Se > H_2Te > H_2Po$

प्रश्न 15 H_2O एक द्रव तथा H_2S गैस क्यों है?

उत्तर- ऑक्सीजन के छोटे आकार तथा उच्च विद्युत ऋणात्मकता के कारण H_2O में अन्तराआण्विक हाइड्रोजन बन्ध पाए जाने के परिणामस्वरूप यह कमरे के ताप पर द्रव होता है। H_2S सल्फर के बड़े आकार के कारण हाइड्रोजन बन्ध नहीं बनाती है, अतः इसके अणुओं के मध्य दुर्बल वान्डर वाल्स बल कार्य करते हैं। इस कारण कक्ष ताप पर H_2S गैस होती है।

प्रश्न 16 निम्नलिखित में से कौन-सा तत्व ऑक्सीजन के साथ सीधे अभिक्रिया नहीं करता?

Zn, Ti, Pt, Fe

उत्तर- प्लैटिनम एक उत्कृष्ट धातु है। इसकी पहली चार आयनन एन्थैल्पियों का योग बहुत अधिक होता है, इसलिए यह ऑक्सीजन से सीधे संयोग नहीं करती है। दूसरी ओर Zn, Ti तथा Fe सक्रिय धातुएँ हैं, इसलिए ये ऑक्सीजन से सीधे संयोग करके संगत ऑक्साइड बनाती हैं।

प्रश्न 17 निम्नलिखित अभिक्रियाओं को पूर्ण कीजिए-

SHIVOM CLASSES 8696608541

SHIVOM CLASSES - WhatsApp for Notes (8696608541)

1. $C_2H_4 + O_2 \rightarrow$

2. $4Al + 3O_2 \rightarrow$

उत्तर-

1. $C_2H_4 + 3O_2 \xrightarrow{\triangle} 2CO_2 \uparrow + 2H_2O$

2. $4Al + 3O_2 \xrightarrow{\triangle} 2Al_2O_2$

प्रश्न 18 O_3 एक प्रबल ऑक्सीकारक की तरह क्यों क्रिया करती है?

उत्तर- O_3 शीघ्रता से अपघटित होकर नवजात ऑक्सीजन उत्पन्न करती है, जो विभिन्न पदार्थों को ऑक्सीकृत कर देती है। इसलिए यह प्रबल ऑक्सीकारक की तरह क्रिया करती है।

$$O_3 \longrightarrow O_2 + [O]$$

नवजात ऑक्सीजन

प्रश्न 19 O_3 का मात्रात्मक आकलन कैसे किया जाता है?

उत्तर- जब ओजोन पोटैशियम आयोडाइड के आधिक्य, जिसे बोरेट बफर (pH 9.2) के साथ बफरीकृत करते हैं, से अभिक्रिया करती है तो आयोडीन उत्पन्न होती है, इसे सोडियम थायोसल्फेट के मानक विलयन के साथ अनुमापित करते हैं। इस प्रकार O_3 का मात्रात्मक आकलन किया जाता है।

प्रश्न 20 तब क्या होता है जब सल्फर डाइऑक्साइड को Fe(III) लवण के जलीय विलयन में से प्रवाहित करते हैं?

उत्तर- SO_2 अपचायक की भाँति कार्य करती है, इसलिए यह आयरन (III) लवण को आयरन (II) लवण में अपचयित कर देती है।

SHIVOM CLASSES 8696608541

SHIVOM CLASSES - WhatsApp for Notes (8696608541)

$$SO_2 + 2H_2O \rightarrow SO^{2-}_4 + 4H^+ + 2e^-$$

$$\frac{2Fe^{3+} + 2e^- \rightarrow 2Fe^{2+}}{2Fe^{3+} + SO_2 + 2H_2O \rightarrow 2Fe^{2+} + SO_4^{2-} + 4H^+}$$

प्रश्न 21 दो S-O आबन्धों की प्रकृति पर टिप्पणी कीजिए जो SO_2 अणु बनाते हैं। क्या SO_2 अणु के ये दोनों S-O आबन्ध समतुल्य हैं?

उत्तर- SO_2 में बनने वाले दोनों S-O आबन्ध सहसंयोजक (covalent) हैं तथा अनुनादी संरचनाओं के कारण समान रूप से प्रबल होते हैं।

प्रश्न 22 SO_2 की उपस्थिति का पता कैसे लगाया जाता है?

उत्तर- SO_2 एक तीक्ष्ण गन्ध वाली गैस है। इसकी उपस्थिति को निम्नलिखित दो परीक्षणों से ज्ञात किया जा सकता है-

SO_2 गुलाबी-बैंगनी रंग के अम्लीय पोटैशियम परमैंगनेट (VII) विलयन को MnO^-_4 के Mn^{2+} आयन में अपचयन के कारण रंगहीन कर देती है।

$$\frac{\begin{aligned} SO_2 + 2H_2O &\rightarrow SO_4^{2-} + 4H^+ + 2e^-] \times 5 \\ MnO_4^- + 8H^+ + 5e^- &\rightarrow Mn_2^+ + 4H_2O] \times 2 \end{aligned}}{5SO_2 + 2MnO_4^- + 2H_2O \rightarrow 5SO_4^{2-} + 4H^+ + 2Mn^{2+}}$$

(गुलाबी रंग) रंगहीन

SO_2 अम्लीकृत $K_2Cr_2O_7$ को $Cr_2O^{2-}_7$ के Cr^{3+} आयनों में अपचयन के कारण हरा कर देती है।

$$\frac{\begin{aligned} SO_2 + 2H_2O &\rightarrow SO_4^{2-} + 4H^+ + 2e^-] \times 3 \\ Cr_2O_7^{2-} + 14H^+ + 6e^- &\rightarrow 2Cr^{3+} + 7H_2O \end{aligned}}{Cr_2O_7^{2-} + 3SO_2 + 2H^+ \rightarrow 2Cr^{3+}3SO_4^{2-} + H_2O}$$

(नारंगी) (हरा)

प्रश्न 23 उन तीन क्षेत्रों का उल्लेख कीजिए जिनमें H_2SO_4 महत्त्वपूर्ण भूमिका निभाता है।

SHIVOM CLASSES 8696608541

SHIVOM CLASSES - WhatsApp for Notes (8696608541)

उत्तर-

1. उर्वरकों; जैसे- अमोनियम सल्फेट, सुपर फॉस्फेट के निर्माण में।
2. पेट्रोलियम शोधन में।
3. सीसा संचायक बैटरियों में।

प्रश्न 24 संस्पर्श प्रक्रम द्वारा H_2SO_4 की मात्रा में वृद्धि करने के लिए आवश्यक परिस्थितियों को लिखिए।

उत्तर- H_2SO_4 के निर्माण में प्रमुख पद SO_2 का O_2 के साथ उत्प्रेरकीय ऑक्सीकरण है। इसमें V_2O_5 उत्प्रेरक की उपस्थिति में SO_3 प्राप्त होती है।

$$2SO_2(g) + O_2(g) \overset{V_2O_5}{\rightleftharpoons} 2SO_3(g); \Delta_f H^{\ominus} = -196.6\ kJ\ mol^{-1}$$

अभिक्रिया ऊष्माक्षेपी तथा उत्क्रमणीय है। अग्रगामी अभिक्रिया में आयतन का ह्रास होता है। इसलिए कम ताप तथा उच्च दाब उत्पाद की मात्रा में वृद्धि करने के लिए आवश्यक परिस्थितियाँ हैं, परन्तु ताप अत्यधिक कम नहीं होना चाहिए, अन्यथा अभिक्रिया की दर कम हो जाएगी।

प्रश्न 25 जल में H_2SO_4 के लिए $Ka_2 << Ka_1$ क्यों है?

उत्तर- H2SO4 एक द्विक्षारकीय अम्ल है, यह दो पदों में आयनित होता है, इसलिए इसके दो वियोजन स्थिरांक होते हैं।

1. $H_2SO_4\ (aq) + H_2O\ (l) \rightarrow H_3O^+\ (aq) + HSO^-_4\ (aq);\ K_{a1} > 10$
2. $HSO^-_4\ (aq) + H_2O\ (l) \rightarrow H_3O^+\ (aq) + SO^{2-}_4\ (aq);\ K_{a2} = 1.2 \times 10^{-2}$

Ka_1 (>10) के अधिक मान से तात्पर्य यह है कि H_2SO_4, H_3O+ तथा HSO^-_4 में अधिक वियोजित है।

मुख्यत: H_3O^+ और $H_2SO^-_4$ में प्रथम आयनन के कारण H_2SO_4 जल में प्रबल अम्ल है। HSO^-_4 का H_3O^+ तथा SO^{2-}_4 आयनों में आयनन लगभग नगण्य होता है; अत: $Ka_2 << Ka_1$

SHIVOM CLASSES 8696608541

SHIVOM CLASSES - WhatsApp for Notes (8696608541)

प्रश्न 26 आबन्ध वियोजन एन्थैल्पी, इलेक्ट्रॉन लब्धि एन्थैल्पी तथा जलयोजन एन्थैल्पी जैसे प्राचलों को महत्त्व देते हुए F_2 तथा Cl_2 की ऑक्सीकारक क्षमता की तुलना कीजिए।

उत्तर- ऑक्सीकारक क्षमता F2 से Cl2 तक घटती है। जलीय विलयन में हैलोजेनों की ऑक्सीकारक क्षमता वर्ग में नीचे की ओर घटती है (F से Cl तक)। फ्लुओरीन का इलेक्ट्रोड विभव (+287V) क्लोरीन (+136V) की तुलना में उच्च होता है, इसलिए F2 क्लोरीन की तुलना में प्रबल ऑक्सीकारक है। इलेक्ट्रोड विभव निम्नलिखित प्राचलों पर निर्भर करता है-

$$\frac{1}{2}X_2(g) \xrightarrow{\frac{1}{2}\Delta_{diss}H^{\ominus}} X(g) \xrightarrow{\Delta_{eg}H^{\ominus}} X^-(g) \xrightarrow{\Delta_{hyd}H^{\ominus}} X^-(aq)$$

	$\Delta_{diss}H$	$\Delta_{eg}H$	$\Delta_{hyd}H$
फ्लुओरीन	$158.8 kJ\text{-}mol^{-1}$	$-333 kJ\text{-}mol^{-1}$	$515 kJ\text{-}mol^{-1}$
क्लोरीन	$242.6 kJ\text{-}mol^{-1}$	$-349 kJ\text{-}mol^{-1}$	$381 kJ\text{-}mol^{-1}$

अत: F प्रबल ऑक्सीकारक है।

प्रश्न 27 दो उदाहरणों द्वारा फ्लुओरीन के असामान्य व्यवहार को दर्शाइए।

उत्तर- फ्लुओरीन का असामान्य व्यवहार इसके-

- लघु आकार
- उच्च विद्युत ऋणात्मकता
- कम F-F आबन्ध वियोजन एन्थैल्पी तथा
- इसके संयोजी कोश में d-कक्षकों की अनुपलब्धता के कारण होता है।

उदाहरणार्थ-

SHIVOM CLASSES 8696608541

SHIVOM CLASSES - WhatsApp for Notes (8696608541)

- फ्लुओरीन केवल एक ऑक्सोअम्ल बनाती है, जबकि अन्य हैलोजेन अधिक संख्या में ऑक्सो- अम्लों का निर्माण करते हैं।
- हाइड्रोजन फ्लुओराइड प्रबल हाइड्रोजन बन्धों के कारण द्रव होता है, जबकि अन्य हाइड्रोजन हैलाइड गैसीय होते हैं।

प्रश्न 28 समुद्र कुछ हैलोजेन का मुख्य स्रोत है। टिप्पणी कीजिए।

उत्तर- समुद्र जल में मैग्नीशियम, कैल्सियम, सोडियम तथा पोटैशियम के क्लोराइड, ब्रोमाइड तथा आयोडाइड पाए जाते हैं जिनमें सोडियम क्लोराइड (द्रव्यमान अनुसार 2.5%) प्रमुख हैं। समुद्री जमाव में सोडियम क्लोराइड तथा कार्नेलाइट [KCl . $MgCl_2$. $6H_2O$] प्रमुख होते हैं। कुछ समुद्री जीवधारियों के तन्त्र में आयोडीन पायी जाती है। कुछ समुद्री खरपतवारों (लेमिनेरिया प्रजाति) में 0.5% आयोडीन तथा चिली साल्टपीटर में 0.2% सोडियम आयोडेट होता है।

प्रश्न 29 Cl_2 की विरंजक क्रिया का कारण बताइए।

उत्तर- Cl_2 की विरंजक क्रिया ऑक्सीकरण के कारण होती है। नमी अथवा जलीय विलयन की उपस्थिति में Cl_2 नवजात ऑक्सीजन मुक्त करती है।

$$Cl_2 + H_2O \longrightarrow 2HCl + \underset{\text{नवजात ऑक्सीजन}}{[O]}$$

यह नवजात ऑक्सीजन वनस्पतियों तथा कार्बनिक द्रव्यों में उपस्थित रंगीन पदार्थों का ऑक्सीकरण करके उन्हें रंगहीन पदार्थ में परिवर्तित कर देती है।

रंगीन पदार्थ + [O] → रंगहीन पदार्थ

अत: Cl_2 की विरंजक क्रिया ऑक्सीकरण के कारण होती है।

प्रश्न 30 उन दो विषैली गैसों के नाम लिखिए जो क्लोरीन गैस से बनाई जाती हैं?

उत्तर- फॉस्जीन ($COCl_2$) तथा मस्टर्ड गैस ($ClCH_2CH_2SCH_2CH_2Cl$)

प्रश्न 31 I_2 से ICl अधिक क्रियाशील क्यों है?

SHIVOM CLASSES 8696608541

SHIVOM CLASSES - WhatsApp for Notes (8696608541)

उत्तर- I_2 से ICl अधिक क्रियाशील होता है क्योंकि I-I आबन्ध से I-Cl आबन्ध दुर्बल होता है। परिणामस्वरूप ICl सरलता से टूटकर हैलोजेन परमाणु देता है जो तीव्रता से अभिक्रिया करते हैं।

प्रश्न 32 हीलियम को गोताखोरी के उपकरणों में उपयोग क्यों किया जाता है?

उत्तर- आधुनिक गोताखोरी के उपकरणों में हीलियम ऑक्सीजन के तनुकारी के रूप में उपयोग में आती है; क्योंकि रुधिर में इसकी विलेयता बहुत कम है।

प्रश्न 33 निम्नलिखित समीकरण को सन्तुलित कीजिए-

$XeF_6 + H_2O \rightarrow XeO_2F_2 + HF$

उत्तर- $XeF_6 + 2H_2O \rightarrow XeO_2F_2 + 4HF$

प्रश्न 34 रेडॉन के रसायन का अध्ययन करना कठिन क्यों था?

उत्तर- रेडॉन अत्यन्त कम अर्द्धआयुकाल का रेडियोऐक्टिव तत्व है, इस कारण रेडॉन के रसायन का अध्ययन करना कठिन था।

अभ्यास (पृष्ठ संख्या 221-223)

प्रश्न 1 वर्ग 15 के तत्वों के सामान्य गुणधर्मो की उनके इलेक्ट्रॉनिक विन्यास, ऑक्सीकरण अवस्था, परमाण्विक आकार, आयनन एन्थैल्पी तथा विद्युत ऋणात्मकता के सन्दर्भ में विवेचना कीजिए।

उत्तर- **इलेक्ट्रॉनिक विन्यास (Electronic configuration):-** इन तत्वों के संयोजी कोश का इलेक्ट्रॉनिक विन्यास ns^2, np^3 होता है। इनमें s-कक्षक पूर्णतया भरे हुए तथा p- कक्षक अर्द्धपूरित होते हैं, जो इनके इलेक्ट्रॉनिक विन्यास को अधिक स्थायी बनाते हैं।

ऑक्सीकरण अवस्थाएँ (Oxidation states):- इन तत्वों की सामान्य ऑक्सीकरण अवस्थाएँ -3, +3 तथा +5 हैं। तत्वों द्वारा -3 ऑक्सीकरण अवस्था प्रदर्शित करने की प्रवृत्ति वर्ग में नीचे जाने पर परमाणु आकार तथा धात्विक गुण बढ़ने के कारण घटती है। वस्तुतः अन्तिम तत्व बिस्मथ कठिनता से -3 ऑक्सीकरण अवस्था में यौगिक बनाता है। ऑक्सीकरण अवस्था +5 का स्थायित्व वर्ग में नीचे जाने पर घटता है। इस अवस्था में केवल Bi(V) का यौगिक BiF5 ज्ञात है। ऑक्सीकरण

SHIVOM CLASSES - WhatsApp for Notes (8696608541)

अवस्था +5 तथा ऑक्सीकरण अवस्था +3 का स्थायित्व वर्ग में नीचे जाने पर क्रमशः घटता तथा बढ़ता है (अक्रिय युग्म प्रभाव)। नाइट्रोजन +1, +2, +4 ऑक्सीकरण अवस्थाएँ प्रदर्शित करता है, जबकि यह ऑक्सीजन के साथ अभिकृत होता है। फॉस्फोरस कुछ ऑक्सोअम्लों में +1 तथा +4 ऑक्सीकरण अवस्थाएँ प्रदर्शित करता है।

परमाणु आकार (Atomic size):- समूह में नीचे जाने पर सहसंयोजी तथा आयनिक त्रिज्याएँ बढ़ती हैं। N से P तक सहसंयोजी त्रिज्याओं में पर्याप्त वृद्धि होती है, जबकि As से Bi तक सहसंयोजी त्रिज्याओं में सूक्ष्म वृद्धि प्रेक्षित होती है। यह भारी सदस्यों में पूर्णतया भरे हुए d तथा f-कक्षकों की उपस्थिति के कारण होता है।

आयनन एन्थैल्पी (Ionisation enthalpy):- वर्ग में ऊपर से नीचे जाने पर आयनन एन्थैल्पी में परमाणु आकार में क्रमिक वृद्धि के कारण कमी आती है। इस प्रकार अधिक स्थायी अर्द्धपूरित p-कक्षक के इलेक्ट्रॉनिक विन्यास तथा छोटे आकार के कारण वर्ग 15 के तत्वों की आयनन एन्थैल्पी के मान वर्ग 14 के तत्वों से सम्बन्धित आवर्गों में अधिक होते हैं। आयनन एन्थैल्पी का उत्तरोत्तर बढ़ता क्रम निम्नवत् है-

$$\triangle_1 H_1 < \triangle_1 H_2 < \triangle_1 H_3$$

विद्युत ऋणात्मकता (Electronegativity):- किसी समूह में नीचे जाने पर परमाणु आकार बढ़ने के साथ विद्युत ऋणात्मकता सामान्यतः घटती है। यद्यपि भारी तत्वों में इस प्रकार का कोई विशेष प्रभाव नहीं पड़ता है।

प्रश्न 2 नाइट्रोजन की क्रियाशीलता फॉस्फोरस से भिन्न क्यों है?

उत्तर- N_2 अणु में उपस्थित N ≡ N बन्ध की अत्यधिक बन्ध वियोजन एन्थैल्पी (941.4kJ mol^{-1}) के कारण नाइट्रोजन अणु फॉस्फोरस अणु की तुलना में बहुत कम क्रियाशील हैं। फॉस्फोरस अणु (P_4) में उपस्थित P-P बन्धों की बन्ध वियोजन एन्थैल्पी काफी कम (201.6kJ mol^{-1}) होती है।

प्रश्न 3 वर्ग 15 के तत्वों की रासायनिक क्रियाशीलता की प्रवृत्ति की विवेचना कीजिए।

उत्तर-

SHIVOM CLASSES 8696608541

SHIVOM CLASSES - WhatsApp for Notes (8696608541)

a. **हाइड्राइड (Hydrides)–** वर्ग 15 के सभी तत्व MH_3 तथा MH_4 प्रकार के हाइड्राइड बनाते हैं। (M = N, P, As, Sb, Bi)

i. **क्षारीय गुण (Basic character)–** हाइड्राइडों के क्षारीय गुण उनके आकार बढ़ने अर्थात् इलेक्ट्रॉन घनत्व घटने के साथ घटते हैं।

$$\ddot{N}H_3 > \ddot{P}H_3 > \dot{A}\dot{s}H_3 > \dot{S}\dot{b}H_3 > \dot{B}\dot{i}H_3।$$

ii. **ऊष्मीय स्थायित्व (Thermal stability)–** वर्ग में नीचे जाने पर हाइड्राइडों का ऊष्मीय स्थायित्व घटता है क्योंकि परमाणु आकार बढ़ता है जिससे बन्ध लम्बाई (M-H) बढ़ती है।

iii. **अपचायक गुण (Reducing character)–** यह वर्ग में नीचे जाने पर बढ़ता है क्योंकि स्थायित्व घटता है। NH_3 के अतिरिक्त सभी प्रबल अपचायक होते हैं।

iv. **क्वथनांक (Boiling point)–** NH_3 का क्वथनांक हाइड्रोजन आबन्ध के कारण PH_3 से अधिक होता है। क्वथनांक PH_3 से आगे जाने पर बढ़ते हैं क्योंकि आण्विक द्रव्यमान बढ़ने के कारण वान्डर वाल्स बलों में वृद्धि होती है।

अभिक्रियाएँ–

- $Ca_3P_2 + 6H_2O \rightarrow 2PH_3\uparrow + 3Ca(OH)_2$
- $P_4 + 3KOH + 3H_2O \rightarrow PH_3\uparrow + 3KH_2PO_2$
- $2NH_3 + NaOCl \rightarrow N_2H_4 + NaCl + H_2O$

b. हैलाइड (Halides)-

i. **ट्राइहैलाइड (Trihalides)-** ये सभी प्रकार के हैलोजेनों से सीधे संयोग करके MX_3 प्रकार के ट्राइलाइड बनाते हैं। NBr_3 तथा NI_3 को छोड़कर सभी ट्राइहैलाइड स्थायी तथा पिरैमिडी संरचना के होते हैं। BiF_3 के अतिरिक्त सभी ट्राइहैलाइड सहसंयोजी प्रकृति के होते हैं। ट्राइहैलाइडों की सहसंयोजी प्रकृति तत्व के आकार के बढ़ने पर घटती है।

SHIVOM CLASSES 8696608541

SHIVOM CLASSES - WhatsApp for Notes (8696608541)

$NF_3 > PF_3 > AsF_3 > SbF_3 > BiF_3$

घटते सहसंयोजी लक्षण

ट्राइहैलाइड सरलता से जल-अपघटित हो जाते हैं –

- $NCl_3 + 3H_2O \rightarrow NH_3 \uparrow + 3HOCl$
- $PCl_3 + 3H_2O \rightarrow H_3PO_3 + 3HCl$
- $4AsCl_3 + 6H_2O \rightarrow As_4O_6 + 12HCl$
- $SbCl_3 + H_2O \rightarrow SbOCl + 2HCl$
- $BiCl_3 + H_2O \rightarrow BiOCl + 2HCl$

फॉस्फोरस तथा एण्टीमनी के ट्राइहैलाइड लूइस अम्ल की भाँति व्यवहार करते हैं।

- $PF_3 + F_2 \rightarrow PF_5$
- $SbF_3 + 2F^- \rightarrow [SbF_5]^{2-}$

ii. **पेन्टाहैलाइड (Pentahalides)–** P, As तथा Sb सूत्र MCl_5 के पेन्टालाइड बनाते हैं। N पेन्टाहलाइड नहीं बनाता है; क्योंकि इलेक्ट्रॉन के उत्तेजन के लिए d-कक्षक अनुपस्थित होते हैं। Bi अक्रिय-युग्म प्रभाव के कारण पेन्टाहैलाइड नहीं बनाता। पेन्टाक्लोराइडों में sp^3 संकरण होता है तथा इनकी संरचना त्रिकोणीय द्विपिरैमिडी होती है।

c. **ऑक्साइड (Oxides)–** ये ऑक्सीजन से प्रत्यक्ष या अप्रत्यक्ष रूप से जुड़कर अधिक संख्या में ऑक्साइड बनाते हैं।

i. **नाइट्रोजन के ऑक्साइड (Oxides of nitrogen)–** नाइट्रोजन ऑक्सीजन के साथ क्रिया करके कई प्रकार के ऑक्साइड बनाता है। इनका संक्षिप्त वर्णन निम्नांकित रूप में तालिकाबद्ध है-

SHIVOM CLASSES 8696608541

SHIVOM CLASSES - WhatsApp for Notes (8696608541)

नाम	सूत्र	नाइट्रोजन की ऑक्सीजन अवस्था	बनाने की सामान्य विधियाँ	भौतिक रंग-रूप तथा रासायनिक प्रवृत्ति
डाइनाइट्रोजन ऑक्साइड [नाइट्रोजन (I) ऑक्साइड]	N_2O	1	$NH_4NO_3 \xrightarrow{\text{ताप}} N_2O\uparrow + 2H_2O$	रंगहीन गैस, उदासीन।
नाइट्रोजन मोनोऑक्साइड [नाइट्रोजन (II) ऑक्साइड]	NO	2		रंगहीन गैस, उदासीन।
डाइनाइट्रोजन ट्राइऑक्साइड [नाइट्रोजन (III) ऑक्साइड]	N_2O_3	3	$2NaNO_2 + 2FeSO_4 + 3H_{2SO_4} \rightarrow Fe_2(SO_4)_3 + 2NaHSO_4 + 2H_{2O} + 2NO +$	नीला ठोस, अम्लीय।
नाइट्रोजन डाइऑक्साइड [नाइट्रोजन (IV) ऑक्साइड]	NO_2	4	$2NO + N_2O_4 \xrightarrow{250K} 2N_2O_3$	भूरी गैस, अम्लीय।
डाइनाइट्रोजन टेट्राऑक्साइड [नाइट्रोजन (IV) ऑक्साइड]	N_2O_4	4	$2Pb(NO_3)_2 \xrightarrow{250K} 4NO_2\uparrow 2PbO + O_2\uparrow$	रंगहीन ठोस/द्रव, अम्लीय।
डाइनाइट्रोजन पेन्टाऑक्साइड [नाइट्रोजन (V) ऑक्साइड]	N_2O_5	5	$2NO_2 \underset{\text{ताप}}{\overset{\text{ठंडा}}{\rightleftharpoons}} N_2O_4$	रंगहीन ठोस, अम्लीय।

ii. **फॉस्फोरस के ऑक्साइड (Oxides of phosphorus)-** फॉस्फोरस के दो महत्त्वपूर्ण ऑक्साइड P_4O_6 (P_2O_3 का द्विलक) तथा P_4O_{10} (P_2O_5 का द्विलक) हैं। इन्हें अग्रवत् प्राप्त किया जाता है-

$$P_4 + 60 \text{ (सिमित)} \xrightarrow{\triangle} P_4O_6$$

$$P_4 + 5O_2 \text{(आधिक्य)} \rightarrow P_4O_{10}$$

SHIVOM CLASSES 8696608541

SHIVOM CLASSES - WhatsApp for Notes (8696608541)

अन्य तत्वों के ऑक्साइड (Oxides of other elements)- As_4O_6, As_2O_5, Sb_4O_6, Sb_2O_5, Bi_2O_3 तथा Bi_2O_5. N, P तथा As के ट्राइऑक्साइड अम्लीय होते हैं। अम्लीय गुण वर्ग में नीचे जाने पर घटता है। Sb का ऑक्साइड उभयधर्मी होता है, जबकि Bi का ऑक्साइड क्षारीय होता है। सभी पेन्टाऑक्साइड अम्लीय होते हैं। N_2O_5 प्रबलतम तथा Bi_2O_5 दुर्बलतम अम्लीय ऑक्साइड होता है।

d. **ऑक्सी**-अम्ल (Oxy-acids)- Bi को छोड़कर अन्य सभी तत्व ऑक्सी-अम्लों (जैसे- HNO_3, H_3PO_4, H_3AsO_4, तथा H_2SbO_4) का निर्माण करते हैं। ऑक्सी-अम्लों का सामर्थ्य तथा स्थायित्व वर्ग में नीचे जाने पर घटता है।

$$\underset{\text{सामर्थ्य का घटता क्रम}}{HNO_3 > H_3PO_4 > H_3AsO_4 > H_2SbO_4}$$

प्रश्न 4 NH_3 हाइड्रोजन बन्ध बनाती है, परन्तु PH_3 नहीं बनाती, क्यों?

उत्तर- नाइट्रोजन की विद्युत ऋणात्मकता (3 : O) हाइड्रोजन (2 : 1) से अधिक होती है। अत: N-H आबन्ध ध्रुवीय होता है। इसलिए NH_3 में अन्तराआण्विक हाइड्रोजन आबन्ध होते हैं। इसके विपरीत P तथा H दोनों की विद्युत ऋणात्मकता 2 : 1 होती है, इसलिए PH बन्ध ध्रुवीय नहीं होता, अत: इसमें हाइड्रोजन बन्ध नहीं होता है।

प्रश्न 5 प्रयोगशाला में नाइट्रोजन कैसे बनाते हैं? सम्पन्न होने वाली अभिक्रिया के रासायनिक समीकरणों को लिखिए।

उत्तर- प्रयोगशाला में अमोनियम क्लोराइड के सममोलर जलीय विलयन की सोडियम नाइट्राइट के साथ अभिक्रिया से नाइट्रोजन बनाते हैं। इस अभिक्रिया में द्विअपघटन के परिणामस्वरूप अमोनियम नाइट्राइट बनता है जो अस्थायी होने के कारण अपघटित होकर डाइनाइट्रोजन गैस बनाता है।

$$NH_4Cl(aq) + NaNO_2(aq) \rightarrow NH_4NO_2(aq) + NaCl(aq)$$

SHIVOM CLASSES 8696608541

SHIVOM CLASSES - WhatsApp for Notes (8696608541)

$$NH_4NO_2(aq) \xrightarrow{\Delta} N_2(g) + 2H_2O(l)$$

अमोनियम नाइट्राइट — डाइनाइट्रोजन गैस

प्रश्न 6 अमोनिया का औद्योगिक उत्पादन कैसे किया जाता है?

उत्तर- अमोनिया का औद्योगिक उत्पादन हेबर प्रक्रम से किया जाता है।

$$N2(g) + 3H_2(g) \leftrightharpoons 2NH(g),$$

$$\triangle_f H- = -46.1 kJ\ mol^{-1}$$

शुष्क नाइट्रोजन तथा हाइड्रोजन को 1 : 3 में लेकर उच्च दाब (200 से 300 वायुमण्डल) तथा ताप। (723K से 773K) पर Al_2O3 मिश्रित आयरन उत्प्रेरक पर प्रवाहित करने पर NH_3 प्राप्त होती है। जिसे द्रवित करके तरल रूप में प्राप्त कर लेते हैं।

प्रश्न 7 उदाहरण देकर समझाइए कि कॉपर धातु HNO_3 के साथ अभिक्रिया करके किस प्रकार भिन्न उत्पाद दे सकती है?

उत्तर- तनु HNO_3 कॉपर के साथ अभिक्रिया करके कॉपर नाइट्रेट तथा नाइट्रिक ऑक्साइड बनाता है, जबकि सान्द्र HNO_3 कॉपर के साथ अभिक्रिया करके कॉपर नाइट्रेट तथा नाइट्रोजन डाइऑक्साइड बनाता है।

1. $2HNO_3(dill.) \rightarrow H_2O + 2NO + 3[O]$

$$3Cu + 3O \rightarrow 3CuO$$

$$\frac{3CuO+6HNO_3(dill.)\rightarrow 3Cu(NO_3)_2+3H_2O}{3Cu+8HNO_3(dill.)\rightarrow 3Cu(NO_3)_2+4H_2O+2NO\uparrow}$$

2. $2HNO_3(Conc.) \rightarrow H_2O + 2NO_2 + [O]$

$$Cu + [O] \rightarrow CuO$$

$$\frac{CuO+2HNO_3(Conc.)\rightarrow Cu(NO_3)_2+H_2O}{Cu+4HNO_3(Conc.)\rightarrow Cu(NO_3)_2+2H_2O+2NO_2\uparrow}$$

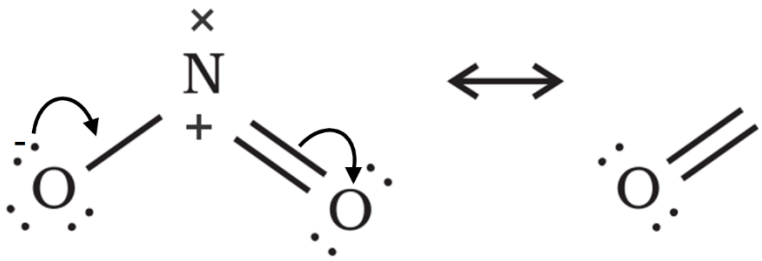
SHIVOM CLASSES 8696608541

SHIVOM CLASSES - WhatsApp for Notes (8696608541)

प्रश्न 8 NO_2 तथा N_2O_5 की अनुनादी संरचनाओं को लिखिए।

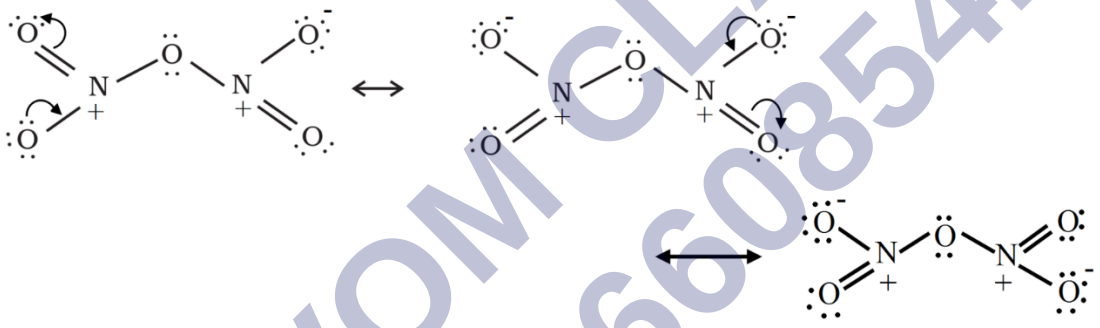
उत्तर-

a. NO_2 की अनुनादी संरचनाएं-



X = नाइट्रोजन का अप्रयुक्त इलेक्ट्रॉन

b. N_2O_5 की अनुनादी संरचनाएं-



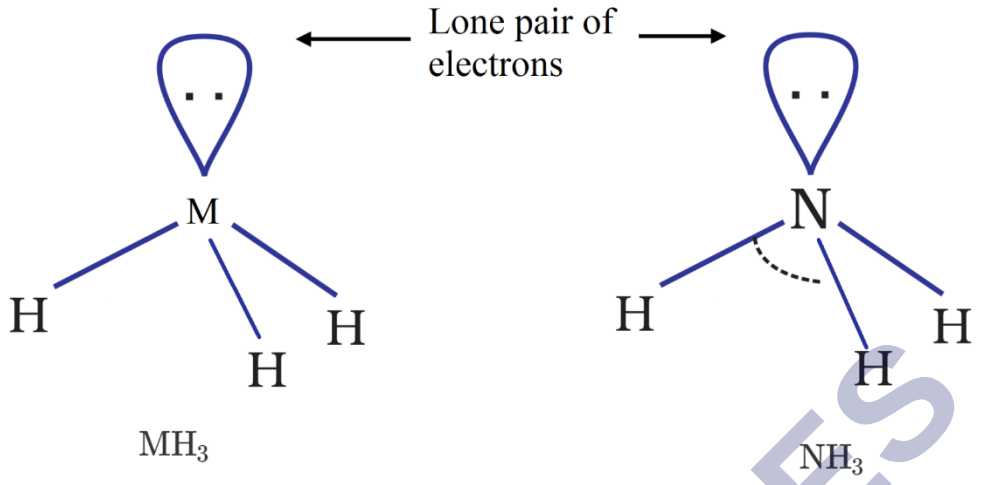
प्रश्न 9 HNH कोण का मान, HPH, HAsH तथा HSbH कोणों की अपेक्षा अधिक क्यों होता है?

(संकेत- NH^3 में sp^3 संकरण के आधार तथा हाइड्रोजन और वर्ग के दूसरे तत्वों के बीच केवल s-p आबंधन के द्वारा व्याख्या की जा सकती है।)

उत्तर- MH_3 प्रकार के हाइड्राइडों में केन्द्रीय परमाणु M इलेक्ट्रॉनों के तीन बन्ध युग्मों (bond pairs) तथा एक एकल युग्म (lone pair) से निम्न प्रकार से घिरा रहता है-

SHIVOM CLASSES 8696608541

SHIVOM CLASSES - WhatsApp for Notes (8696608541)



नाइट्रोजन परमाणु का आकार में बहुत छोटे तथा अधिक विद्युत ऋणात्मक होने के कारण NH_3 में N परमाणु पर इलेक्ट्रॉन घनत्व का मान अधिकतम होता है। इस कारण बन्ध युग्मों के मध्य अधिकतम प्रतिकर्षण होता है और इस कारण HNH बन्ध कोण का मान अधिकतम होता है। परमाणु आकार में वृद्धि होने के कारण N से Bi की ओर जाने पर M की विद्युत ऋणात्मकता घटती है। फलस्वरूप इलेक्ट्रॉन युग्मों के मध्य प्रतिकर्षण कम हो जाता है। यही कारण है कि NH_3 से BiH_3 की ओर जाने पर H-M-H बन्ध कोण घटता है।

प्रश्न 10 $R_3P = O$ पाया जाता है जबकि $R_3N = O$ नहीं, क्यों (R = ऐल्किल समूह)?

उत्तर- d- ऑर्बिटलों की अनुपस्थिति के कारण, N अपनी सहसंयोजकता को 4 से अधिक करने में और dπ – pπ बन्धों का निर्माण करने में असमर्थ है। इस कारण, यह $R_3N = O$ प्रकार के यौगिकों का निर्माण नहीं करता है। इसके विपरीत P के पास d- ऑर्बिटल होते हैं और यह dπ – pπ बहुल बन्ध बनाने में सक्षम है। अत: यह अपनी सहसंयोजकता को 5 तक बढ़ाकर $R_3P = 0$ प्रकार के यौगिक बनाता है।

प्रश्न 11 समझाइए कि क्यों NH_3 क्षारकीय है, जबकि BiH_3 केवल दुर्बल क्षारक है?

उत्तर- N परमाणु का आकार (70pm), Bi के परमाणु आकार (148pm) की तुलना में काफी कम है। इस कारण NH_3 में N परमाणु पर इलेक्ट्रॉन घनत्व का मान BiH_3 में Bi पर इलेक्ट्रॉन घनत्व के मान से काफी अधिक होता है। इस कारण BiH_3 की तुलना में NH_3 अधिक प्रभावशाली ढंग से इलेक्ट्रॉनों के एकल युग्म को दे सकता है। यही कारण है कि BiH_3 की तुलना में NH_3 अधिक क्षारीय है।

SHIVOM CLASSES 8696608541

SHIVOM CLASSES - WhatsApp for Notes (8696608541)

प्रश्न 12 नाइट्रोजन द्विपरमाणुक अणु के रूप में पाया जाता है तथा फॉस्फोरस P_4 के रूप में, क्यों?

उत्तर- छोटे परमाणु आकार तथा अधिक विद्युत ऋणात्मकता के कारण नाइट्रोजन में स्वयं से pπ – pπ बहुल बन्धों को बनाने की प्रबल प्रवृत्ति होती है। इस प्रकार, यह N ≡ N बन्ध का निर्माण कर एक द्वि-परमाणविक अणु (N_2) के रूप में पाया जाता है। इसके विपरीत, बड़े परमाणु आकार तथा कम विद्युत ऋणात्मकता के कारण फॉस्फोरस में स्वयं से pπ – pπ बहुल बन्धों को बनाने की प्रवृत्ति नहीं होती है। अत: यह P-P एकल बन्धों को बनाकर एक समचतुष्फलकीय P_4 अणु का निर्माण करता है।

प्रश्न 13 श्वेत फॉस्फोरस तथा लाल फॉस्फोरस के गुणों की मुख्य भिन्नताओं को लिखिए।

उत्तर- श्वेत फॉस्फोरस तथा लाल फॉस्फोरस के गुणों की मुख्य भिन्नताएँ निम्नलिखित हैं-

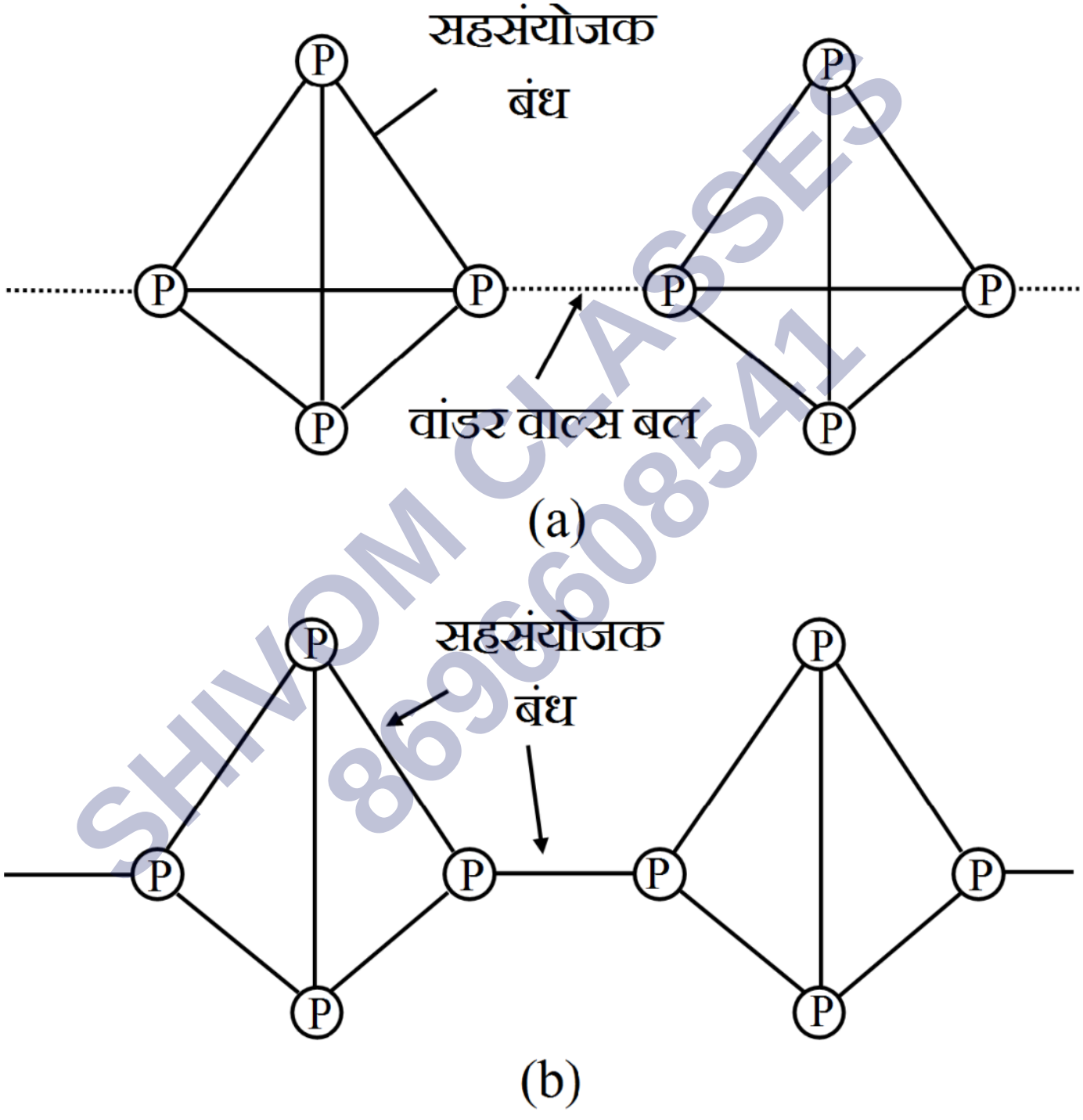
क्र. सं.	गुण	श्वेत फॉस्फोरस	लाल फॉस्फोरस
1.	अवस्था	मोमीय ठोस	भंगुर पदार्थ
2.	रंग	श्वेत, प्रकाश में रखने पर पीला पड़ जाता है।	लाल
3.	गन्ध	लहसुन जैसी गन्ध	गन्धहीन
4.	कठोरता	जैसा मृदु तथा चाकू से काटा जा सकता है।	कठोर
5.	विषैली प्रकृति	विषैला	विषैला नहीं होता।
6.	विलेयता	CS_2 में विलेय	CS_2 में अविलेय
7.	गलनांक	317K	563K पर ऊर्ध्वपातित हो जाता है तथा 43 वायुमंडलीय दाब एवं 862K पर पिघल जाता है।
8.	घनत्व	$1.80 gcm^{-3}$	$2.10 gcm^{-3}$
9.	क्रियाशीलता	अति क्रियाशील	काम क्रियाशील

SHIVOM CLASSES 8696608541

SHIVOM CLASSES - WhatsApp for Notes (8696608541)

10.	क्लोरीन की क्रिया	क्लोरीन में तीव्रता से जलकर PCl_3 तथा PCl_5 बनाता है।	गर्म करने पर केवल Cl_2 से जुड़ जाता है।

श्वेत तथा लाल फॉस्फोरस की संरचनाएँ निम्नवत् होती हैं-



(a) श्वेत फॉस्फोरस की संरचना (b) लाल फॉस्फोरस की संरचना

प्रश्न 14 फॉस्फोरस की तुलना में नाइट्रोजन श्रृंखलन गुणों को कम प्रदर्शित करती है, क्यों?

SHIVOM CLASSES - WhatsApp for Notes (8696608541)

उत्तर- श्रृंखलन का गुण तत्व की बन्ध प्रबलता पर निर्भर करता है। चूंकि N-N बन्ध की प्रबलता (159kJ mol^{-1}), P-P बन्ध की प्रबलता (212kJ mol^{-1}) से कम होती है, इसलिए नाइट्रोजन फॉस्फोरस की तुलना में कम श्रृंखलन गुणों को दर्शाती है।

प्रश्न 15 H_3PO_3 की असमानुपातन अभिक्रिया दीजिए।

उत्तर- गर्म किये जाने पर H_3PO_3 निम्न प्रकार से असमानुपातन प्रदर्शित करता है-

$$\underset{\text{फॉस्फोरस अम्ल}}{\overset{+3}{4H_3PO_3}} \xrightarrow{\Delta} \underset{\text{फास्फीन}}{\overset{-3}{PH_3}} + \underset{\text{अर्थोफॉस्फोरिक अम्ल}}{\overset{+5}{3H_3PO_4}}$$

प्रश्न 16 क्या PCl_5 ऑक्सीकारक और अपचायक दोनों का कार्य कर सकता है? तर्क दीजिए।

उत्तर- PCl_5 में P की ऑक्सीकरण अवस्था +5 है जो P की उच्चतम ऑक्सीकरण अवस्था है। अतः, यह अपनी ऑक्सीकरण अवस्था को +5 से अधिक प्रदर्शित नहीं कर सकता है, अर्थात् इसे और अधिक ऑक्सीकृत नहीं किया जा सकता है। इस प्रकार यह अपचायक की भाँति व्यवहार नहीं कर सकता है। इसके विपरीत, यह आसानी से एक ऑक्सीकारक की भाँति व्यवहार कर सकता है क्योंकि यह अपनी ऑक्सीकरण अवस्था को +5 से घटाकर +3 कर सकता है।

$$\overset{+5}{PCl_5} + \overset{0}{H_2} \longrightarrow \overset{+3}{PCl_3} + \overset{+1}{HCl}$$

$$\overset{+5}{PCl_5} + \overset{0}{Zn} \longrightarrow \overset{+3}{PCl_3} + \overset{+2}{ZnCl_2}$$

प्रश्न 17 O, Se, Te तथा Po को इलेक्ट्रॉनिक विन्यास, ऑक्सीकरण अवस्था तथा हाइड्राइड निर्माण के सन्दर्भ में आवर्त सारणी के एक ही वर्ग में रखने का तर्क दीजिए।

उत्तर-

- इलेक्ट्रॉनिक विन्यास (Electronic configuration)- इन सभी तत्वों का संयोजी कोश इलेक्ट्रॉनिक विन्यास समान, $ns^2\ np^2$ (n = 2 से 6 तक) होता है। इससे इन तत्वों को आवर्त सारणी के वर्ग 16 में रखा जाना चरितार्थ होता है।

SHIVOM CLASSES 8696608541

SHIVOM CLASSES - WhatsApp for Notes (8696608541)

$$_{8}O = [He]2s^2 2p^4$$

$$_{16}S = [Ne]3s^2 3p^4$$

$$_{34}Se = [Ar]3d^{10} 4s^2 4p^4$$

$$_{52}Te = [Kr]4d^{10} 5s^2 5p^4$$

$$_{84}Po = [Xe]4f^{14} 5d^{10} 6s^2 6p^4$$

- **ऑक्सीकरण अवस्था (Oxidation state)-** इन्हें समीपवर्ती अक्रिय गैस विन्यास प्राप्त करने के लिए अर्थात् द्विऋणात्मक आयन बनाने के लिए दो अतिरिक्त इलेक्ट्रॉनों की आवश्यकता पड़ती है, इसलिए इन तत्वों की न्यूनतम ऑक्सीकरण अवस्था -2 होनी चाहिए। ऑक्सीजन विशिष्ट रूप से तथा सल्फर कुछ मात्रा में विद्युत ऋणात्मक होने के कारण -2 ऑक्सीकरण अवस्था प्रदर्शित करते हैं। इस वर्ग के अन्य तत्व, O तथा S से अधिक विद्युत ऋणात्मक होने के कारण ऋणात्मक ऑक्सीकरण अवस्था प्रदर्शित नहीं करते हैं। चूंकि इन तत्वों के संयोजी कोश में 6 इलेक्ट्रॉन होते हैं, इसलिए ये तत्व अधिकतम +6 ऑक्सीकरण अवस्था प्रदर्शित कर सकते हैं। इन तत्वों द्वारा प्रदर्शित अन्य धनात्मक ऑक्सीकरण अवस्थाएँ +2 तथा +4 हैं। यद्यपि ऑक्सीजन 4 कक्षकों की अनुपस्थिति के कारण +4 तथा +6 ऑक्सीकरण अवस्थाएँ प्रदर्शित नहीं करता, अतः न्यूनतम तथा अधिकतम ऑक्सीकरण अवस्थाओं के आधार पर इन तत्वों को समान वर्ग अर्थात् वर्ग 16 में रखा जाना पूर्णतया न्यायोचित है।
- **हाइड्राइडों का निर्माण (Formation of hydrides)-** सभी तत्व अपने संयोजी इलेक्ट्रॉनों में से दो इलेक्ट्रॉनों की हाइड्रोजन के 1s-कक्षक के साथ सहभागिता करके अपने-अपने अष्टक पूर्ण कर लेते हैं। तथा सामान्य सूत्र EH, के हाइड्राइड बनाते हैं; जैसे- H_2O, H_2S, H_2Se. H_2Te तथा H_2Po, इसलिए सामान्य सूत्र EH_2 वाले हाइड्राइड बनाने के आधार पर इन तत्वों को समान वर्ग अर्थात् वर्ग 16 में रखा जाना पूर्णतया न्यायोचित है।

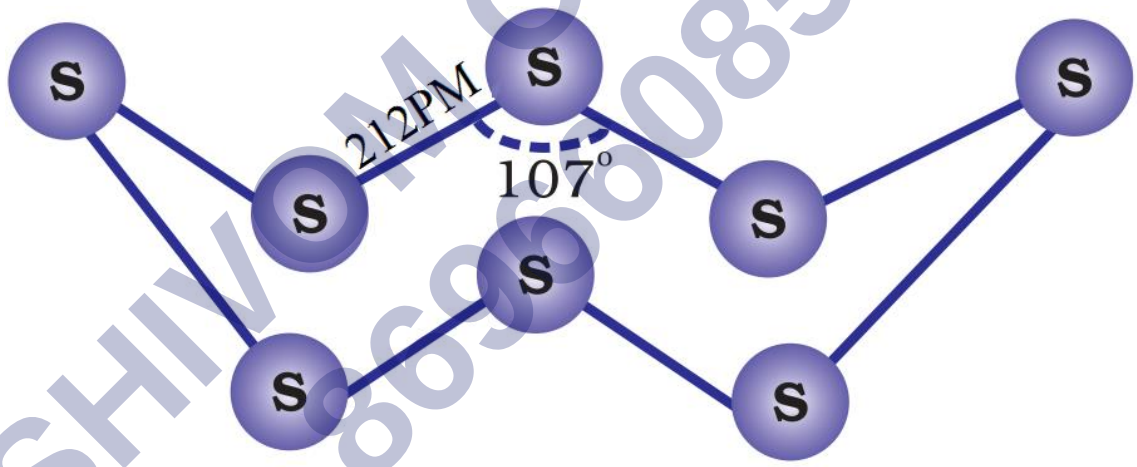
प्रश्न 18 क्यों डाइऑक्सीजन एक गैस है, जबकि सल्फर एक ठोस है?

SHIVOM CLASSES 8696608541

SHIVOM CLASSES - WhatsApp for Notes (8696608541)

उत्तर- ऑक्सीजन pπ–pπ बहुल बन्ध बनाता है। छोटे आकार तथा उच्च विद्युत ऋणात्मकता के कारण ऑक्सीजन द्विपरमाणुक अणु (O_2) के रूप में पाया जाता है। ये अणु परस्पर दुर्बल वाण्डर वाल्स आकर्षण बलों द्वारा जुड़े रहते हैं जो कमरे के ताप पर अणुओं के संघट्टों द्वारा सरलता से हट जाते हैं। अत: O_2 कमरे के ताप पर एक गैस होती है।

सल्फर अपने विशाल आकार तथा कम विद्युत ऋणात्मकता के कारण pπ–pπ बहुल बन्ध नहीं बनाता है, अपितु यह S-S एकल बन्ध बनाते हैं। पुनः O-O एकल बन्धों से अधिक प्रबल S-S बन्धों के कारण सल्फर में श्रृंखलन का गुण ऑक्सीजन से अधिक होता है। अत: सल्फर श्रृंखलन की उच्च प्रवृत्ति तथा pπ–pπ बहुल बन्ध बनाने की अल्प प्रवृत्ति के कारण अष्टपरमाणुक अणु (S8) बनाता है जिसकी संकुचित वलय संरचना (puckered ring structure) होती है। विशाल आकार के कारण S8 अणुओं को परस्पर बाँधे रखने वाले आकर्षण बल पर्याप्त प्रबल होते हैं जिन्हें कमरे के ताप पर अणुओं के संघट्टों द्वारा नहीं हटाया जा सकता है। अत: सल्फर कमरे के ताप पर एक ठोस होता है।



सल्फर अणु (S_8)

प्रश्न 19 यदि O → O– तथा O → O^{2-} के इलेक्ट्रॉन लब्धि एन्थैल्पी मान पता हों, जो क्रमशः 141 तथा 702kJ mol^{-1} हैं तो आप कैसे स्पष्ट कर सकते हैं कि O^{2-} स्पीशीज वाले ऑक्साइड अधिक बनते हैं न कि O^- वाले?

SHIVOM CLASSES 8696608541

SHIVOM CLASSES - WhatsApp for Notes (8696608541)

(संकेत-यौगिकों के बनने में जालक ऊर्जा कारक को ध्यान में रखिए।)

उत्तर- O^{2-} मूलक युक्त ऑक्साइडों (अर्थात् MO प्रकार के ऑक्साइड) की जालक ऊर्जा (lattice energy) का मान O^{2-} मूलक युक्त ऑक्साइडों (अर्थात् M_2O प्रकार के ऑक्साइड) की जालक ऊर्जाओं से काफी अधिक होता है क्योंकि O^{2-} तथा M^{2+} पर आवेश की मात्रा अधिक होती है। इसलिए $O \rightarrow O^{2-}$ की इलेक्ट्रॉन लब्धि एन्थैल्पी का मान $O \rightarrow O-$ के सम्बन्धित मान की तुलना में काफी अधिक होने के बाद भी MO का निर्माण M_2O के निर्माण की तुलना में ऊर्जा की दृष्टि से अधिक सम्भाव्य है। यही कारण है कि MO प्रकार के ऑक्साइडों की संख्या M_2O प्रकार के ऑक्साइडों की तुलना में काफी अधिक है।

प्रश्न 20 कौन-से ऐरोसॉल्स ओजोन को कम करते हैं?

उत्तर- क्लोरोफ्लोरोकार्बन (CFC) ऐरोसॉल जैसे-फ्रियोन (CCl_2F_2) वायुमण्डल के स्ट्रेटोस्फियर- (stratosphere) में उपस्थित ओजोन पर्त को विच्छेदित करते हैं। निहित अभिक्रियाएँ निम्न हैं-

$$\underset{\text{Freon}}{CF_2CL_2} + hv \longrightarrow CF_2\dot{C}l + \dot{C}l$$

$$\dot{C}l + O_3 \longrightarrow Cl\dot{O} + O_2$$

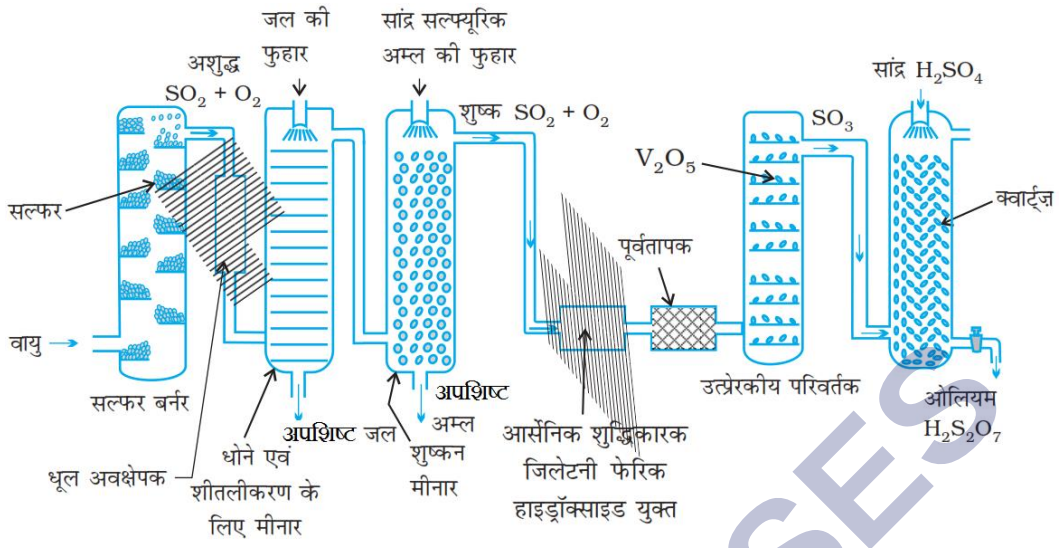
$$Cl\dot{O} + O \longrightarrow \dot{C}l + O_2$$

प्रश्न 21 संस्पर्श प्रक्रम द्वारा H_2SO_4 के उत्पादन का वर्णन कीजिए।

उत्तर- r संस्पर्श विधि द्वारा H_2SO_4 का उत्पादन (Production of H_2SO_4 by Contact Process) सल्फ्यूरिक अम्ल का उत्पादन संस्पर्श प्रक्रम द्वारा तीन चरणों में सम्पन्न होता है।

SHIVOM CLASSES 8696608541

SHIVOM CLASSES - WhatsApp for Notes (8696608541)



सल्फ्यूरिक अम्ल के उत्पादन का प्रवाह चित्र

सल्फर अथवा सल्फाइड अयस्कों को वायु में जलाकर सल्फर डाइऑक्साइड का उत्पादन करना।

उत्प्रेरक (V_2O_5) की उपस्थिति में ऑक्सीजन के साथ अभिक्रिया कराकर SO_2 का SO_3 में परिवर्तन करना।

SO_3 को सल्फ्यूरिक अम्ल में अवशोषित करके ओलियम ($H_2S_2O_7$) प्राप्त करना।

सल्फ्यूरिक अम्ल के उत्पादन का प्रवाह चित्र में दिया गया है। प्राप्त सल्फर डाइऑक्साइड को धूल के कणों एवं आर्सेनिक यौगिकों जैसी अन्य अशुद्धियों से मुक्त कर शुद्ध कर लिया जाता है।

सल्फ्यूरिक अम्ल के उत्पादन में ऑक्सीजन द्वारा SO_2 गैस का V_2O_5 उत्प्रेरक की उपस्थिति में SO_3 प्राप्त करने के लिए उत्प्रेरकी ऑक्सीकरण मूल पद है।

$$2SO_2(g) + O_2(g) \overset{V_2O_5}{\rightleftharpoons} 2SO_3(g); \Delta_r H^{\ominus} = -196.6 \text{ kJ mol}^{-1}$$

यह अभिक्रिया ऊष्माक्षेपी तथा उत्क्रमणीय है एवं अग्र अभिक्रिया में आयतन में कमी आती है। अतः कम ताप और उच्च दाब उच्च लब्धि (yield) के लिए उपयुक्त स्थितियाँ हैं, परन्तु तापक्रम बहुत कम नहीं होना चाहिए अन्यथा अभिक्रिया की गति धीमी हो जाएगी। सल्फ्यूरिक अम्ल के उत्पादन में प्रयुक्त संयन्त्र का संचालन 2 bar दाब तथा 720 K ताप पर किया जाता है। उत्प्रेरकी परिवर्तक से प्राप्त SO_3 गैस, सान्द्र सल्फ्यूरिक अम्ल,में अवशोषित होकर ओलियम ($H_2S_2O_7$) बना देती है। जल द्वारा ओलियम का तनुकरण करके वांछित सान्द्रता वाला सल्फ्यूरिक अम्ल प्राप्त कर लिया

SHIVOM CLASSES 8696608541

SHIVOM CLASSES - WhatsApp for Notes (8696608541)

जाता है। प्रक्रम के सतत संचालन तथा लागत में भी कमी लाने के लिए उद्योग में उपर्युक्त दोनों प्रक्रियाएँ साथ-साथ सम्पन्न की जाती हैं।

$SO_3 + H_2SO_4 \rightarrow H_2S_2O_7$

$H_2S_2O_7 + H_2O \rightarrow 2H_2SO_4$

संस्पर्श विधि द्वारा सल्फ्यूरिक अम्ल की शुद्धता सामान्यतः 96-98% होती है।

प्रश्न 22 SO_2 किस प्रकार से एक वायु प्रदूषक है?

उत्तर- SO_2 एक अत्यन्त हानिकारक गैस है। वायुमण्डल में इसकी उपस्थिति से श्वसन रोग, हृदय रोग, गले तथा आँखों में अनेक परेशानियाँ उत्पन्न होती हैं। यह अम्ल वर्षा (acid rain) का मुख्य कारण है। अम्ल वर्षा जन्तुओं, वनस्पतियों एवं भवनों के लिए अत्यन्त घातक है। अम्ल वर्षा से सम्बन्धित प्रकाश-रासायनिक अभिक्रियाएँ निम्न हैं-

- $SO_2 + hv \rightarrow SO_2$
- $SO_2 + O_2 \rightarrow SO_3 + O$
- $SO_2 + SO_2 \rightarrow SO_3 + SO$
- $SO + SO_2 \rightarrow SO_3 + S$
- $SO + H_2O \rightarrow H_2SO_4$

इस प्रकार, SO_2 एक घातक वायु प्रदूषक है।

प्रश्न 23 हैलोजेन प्रबल ऑक्सीकारक क्यों होते हैं?

उत्तर- हैलोजेनों में अल्प आबन्ध वियोजन एन्थैल्पी, उच्च विद्युत ऋणात्मकता तथा अधिक ऋणात्मक इलेक्ट्रॉन लब्धि एन्थैल्पी के कारण इलेक्ट्रॉन ग्रहण करके अपचयित होने की प्रबल प्रवृत्ति होती है।

$X + e^- \rightarrow X-$

अत: हैलोजेन प्रबल ऑक्सीकरण कर्मक या ऑक्सीकारक होते हैं। यद्यपि इनकी ऑक्सीकारक क्षमता F_2 से I_2 तक घटती है जैसा कि इनके इलेक्ट्रोड विभवों से सत्यापित होता है-

SHIVOM CLASSES 8696608541

SHIVOM CLASSES - WhatsApp for Notes (8696608541)

$$E^{\ominus}_{\frac{F_2}{F^-}} = +2.87V$$

$$E^{\ominus}_{\frac{Cl_2}{Cl^-}} = +1.36V$$

$$E^{\ominus}_{\frac{Br_2}{Br^-}} = +1.09V$$

$$E^{\ominus}_{\frac{I_2}{I^-}} = +0.54V$$

इसलिए F_2 प्रबलतम तथा I_2 दुर्बलतम ऑक्सीकारक होता है।

प्रश्न 24 स्पष्ट कीजिए कि फ्लुओरीन केवल एक ही ऑक्सो-अम्ल, HOF क्यों बनाता है?

उत्तर- फ्लोरीन सर्वाधिक विद्युत ऋणात्मक तत्त्व है और केवल -1 ऑक्सीकरण अवस्था ही प्राप्त कर सकती है। इसका परमाणु आकार भी काफी कम होता है। इस कारण यह उच्च ऑक्सी अम्लों जैसे- HOXO, $HOXO_2$ तथा $HOXO_3$ आदि में केन्द्रीय परमाणु के रूप में स्थित नहीं हो पाती है और केवल एक ही ऑक्सी अम्ल HOF का निर्माण करती है। इस अम्ल में इसकी ऑक्सीकरण अवस्था -1 है।

प्रश्न 25 व्याख्या कीजिए कि क्यों लगभग एकसमान विद्युत ऋणात्मकता होने के पश्चात् भी नाइट्रोजन हाइड्रोजन आबन्ध निर्मित करता है, जबकि क्लोरीन नहीं।

उत्तर- यद्यपि O तथा Cl दोनों की विद्युत ऋणात्मकताओं के मान लगभग समान हैं, तथापि उनके परमाणु आकार काफी भिन्न होते हैं (O = 66pm, Cl = 99pm)। इस कारण Cl परमाणु की तुलना में O परमाणु पर इलेक्ट्रॉन घनत्व का मान काफी अधिक होता है। इस कारण ही ऑक्सीजन तो हाइड्रोजन बन्ध बनाने में सक्षम है, लेकिन Cl नहीं।

प्रश्न 26 ClO_2 के दो उपयोग लिखिए।

उत्तर-

i. ClO_2 एक शक्तिशाली ऑक्सीकारक तथा क्लोरीनीकारक है। अत: इसका उपयोग जल के शुद्धीकरण में किया जाता है।

SHIVOM CLASSES - WhatsApp for Notes (8696608541)

ii. यह एक उत्कृष्ट विरंजक (bleaching agent) है और इसका उपयोग कागज की लुगदी तथा वस्त्रों के विरंजन में किया जाता है।

प्रश्न 27 हैलोजेन रंगीन क्यों होते हैं?

उत्तर- सभी हैलोजेन रंगीन होते हैं। इसका कारण यह है कि इनके अणु दृश्य क्षेत्र में प्रकाश अवशोषित कर लेते हैं जिसके फलस्वरूप इनके इलेक्ट्रॉन उत्तेजित होकर उच्च ऊर्जा स्तरों में चले जाते हैं, जबकि शेष प्रकाश उत्सर्जित हो जाता है। हैलोजेनों का रंग वास्तव में इस उत्सर्जित प्रकाश का रंग होता है। उत्तेजन के लिए आवश्यक ऊर्जा की मात्रा परमाणु आकार के अनुसार F से I तक लगातार घटती है, अतः उत्सर्जित प्रकाश की ऊर्जा F से I तक बढ़ती है। दूसरे शब्दों में, हैलोजेन का रंग F_2 से I_2 तक गहरा होता जाता है।

उदाहरणार्थ- F_2 बैंगनी प्रकाश अवशोषित करके हल्का पीला दिखाई देता है, जबकि आयोडीन पीला तथा हरा प्रकाश अवशोषित करके गहरा बैंगनी रंग का प्रतीत होता है। इसी प्रकार हम Cl_2 के हरे-पीले तथा ब्रोमीन के नारंगी-लाल रंग की व्याख्या कर सकते हैं।

प्रश्न 28 जल के साथ F_2 तथा Cl_2 की अभिक्रियाएँ लिखिए।

उत्तर- प्रबल ऑक्सीकारक होने के कारण F, जल को O, या O; में ऑक्सीकृत कर देता है।

- $2F_2\,(g) + 2H_2O\,(l) \rightarrow 4HF\,(aq) + O_2\,(g)$
- $3F_2\,(g) + 3H_2O\,(l) \rightarrow 6HF\,(aq) + O_3\,(g)$

Cl_2 जल से क्रिया कर हाइड्रोक्लोरिक तथा हाइपोक्लोरस अम्लों का निर्माण करता है।

$$Cl_2(g) + H_2O(l) \longrightarrow \underset{\text{हाइड्रोक्लॉरिक अम्ल}}{HCl(aq)} + \underset{\text{हाइपोक्लोरिक अम्ल}}{HOCl(aq)}$$

प्रश्न 29 आप HCl से Cl_2 तथा Cl_2 से HCl को कैसे प्राप्त करेंगे? केवल अभिक्रियाएँ लिखिए।

उत्तर-

- HCl से Cl_2:

SHIVOM CLASSES - WhatsApp for Notes (8696608541)

MnO_2 (s) + 4HCl (aq) → $MnCl_2$ (aq) + $2H_2O$ (l) + Cl_2 (g)

- Cl_2 से HCl:

Cl_2 (g) + H_2 (g) → 2HCl (g)

प्रश्न 30 एन-बार्टलेट Xe तथा PtF_6 के बीच अभिक्रिया कराने के लिए कैसे प्रेरित हुए?

उत्तर- नील बार्टलेट ने प्रेक्षित किया कि PtF_6 की अभिक्रिया O_2 से होने पर एक आयनिक ठोस O + $2PtF^-6$ प्राप्त होता है।

O_2 (g) + PtF_6 (g) → O + $2[PtF_6]^-$

यहाँ O_2, PtF_6 द्वारा O + 2 में ऑक्सीकृत हो जाता है।

बार्टलेट ने पाया कि Xe की प्रथम आयनन एन्थैल्पी (1170kJ mol^{-1}) O_2 अणुओं की प्रथम आयनन एन्थैल्पी (1175kJ mol^{-1}) के लगभग समान है, इसलिए PtF_6 द्वारा Xe को Xe+ में ऑक्सीकृत करना चाहिए। इस प्रकार वे Xe तथा PtF_6 के बीच अभिक्रिया कराने के लिए प्रेरित हुए। जब Xe तथा PtF_6 को मिश्रित किया गया, तब एक तीव्र अभिक्रिया हुई तथा सूत्र Xe^+PtF^-6 का एक लाल ठोस पदार्थ प्राप्त हुआ।

$$Xe + PtF_6 \xrightarrow{278K} e^+[PtF_6]^-$$

प्रश्न 31 निम्नलिखित में फॉस्फोरस की ऑक्सीकरण अवस्थाएँ क्या हैं?

a. H_3PO_3

b. PCl_3

c. Ca_3P_2

d. Na_3PO_4

e. POF_3

उत्तर- माना कि फॉस्फोरस की ऑक्सीकरण अवस्था है-

SHIVOM CLASSES 8696608541

SHIVOM CLASSES - WhatsApp for Notes (8696608541)

a. $H_3PO_3 = (+1) \times 3 + x + (-2) \times 3 = 0$ या $x = +3$

b. $PCl_3 = x + (-1) \times 3 = 0$ या $x = +3$

c. $Ca_3P_2 = (+2) \times 3 + (x) \times 2 = 0$ या $x = -3$

d. $Na_3PO_4 = (+1) \times 3 + x \times (-2) \times 4 = 0$ या $x = +5$

e. $POF_3 = x + (+2) + (-1) \times 3 = 0$ या $x = +5$

प्रश्न 32 निम्नलिखित के लिए सन्तुलित समीकरण दीजिए-

a. जब NaCl को MnO_2 की उपस्थिति में सान्द्र सल्फ्यूरिक अम्ल के साथ गर्म किया जाता है।

b. जब क्लोरीन गैस को NaI के जलीय विलयन में से प्रवाहित किया जाता है।

उत्तर-

a.

$$NaCl(s) + H_2SO_4(aq) \longrightarrow NaHSO_4(aq) + HCL(aq) \times 4$$
$$MnO_2(s) + 4HCL(aq) \longrightarrow MnCl_2(aq) + Cl_2(g) + 2H_2O(l)$$

$$4NaCl(s) + MnO_2(s) + 4H_2So_4(aq) \longrightarrow 4NaHSO_4(aq) - MnCl_2(aq) + Cl_2(g) + 2H_2O(l)$$

b. Cl_2 (g) + 2NaI (aq) → 2NaCl (aq) + I2 (s)

प्रश्न 33 जीनॉन फ्लुओराइड XeF_2, XeF_4 तथा XeF_6 कैसे बनाए जाते हैं?

उत्तर-

जीनॉन फ्लुओराइडों को Xe तथा F_2 के मध्य विभिन्न परिस्थितियों में सीधे अभिक्रिया द्वारा प्राप्त किया जाता है।

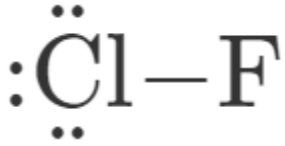
SHIVOM CLASSES 8696608541

SHIVOM CLASSES - WhatsApp for Notes (8696608541)

- $Xe(g) + F_2(g) \xrightarrow{673K, 1bar} XeF_2(s)$
- $Xe(g) + 2F_2(g) \xrightarrow{873K, 7bar} XeF_4(s)$
- $Xe(g) + 3F_2(g) \xrightarrow{573K, 60-70bar} XeF_6(s)$

प्रश्न 34 किस उदासीन अणु के साथ ClO^- समइलेक्ट्रॉनी है? क्या यह अणु एक लूइस क्षारक है?

उत्तर- ClO^- में कुल 17 + 8 + 1 = 26 इलेक्ट्रॉन हैं। यह ClF अणु से समइलेक्ट्रॉनिक है क्योंकि ClF में भी 17 + 9 = 26 इलेक्ट्रॉन उपस्थित हैं। ClF एक लूइस बेस की भाँति व्यवहार करता है क्योंकि-



में क्लोरीन परमाणु पर इलेक्ट्रॉनों के तीन एकल युग्म (lone pairs) उपस्थित हैं। यह पुनः F से क्रिया कर ClF_3 बना सकती है।

प्रश्न 35 निम्नलिखित प्रत्येक समुच्चय को सामने लिखे गुणों के अनुसार सही क्रम में व्यवस्थित कीजिए-

a. F_2, Cl_2, Br_2, I_2 – आबन्ध वियोजन एन्थैल्पी बढ़ते क्रम में।
b. HF, HCl, HBr, HI – अम्ल सामर्थ्य बढ़ते क्रम में।
c. NH_3, PH_3, AsH_3, SbH_3, BiH_3 – क्षारक सामर्थ्य बढ़ते क्रम में।

उत्तर-

a. F_2 से I_2 तक आबन्ध दूरी बढ़ने पर आबन्ध वियोजन एन्थैल्पी घटती है क्योंकि F से I की ओर जाने पर परमाणु के आकार में वृद्धि होती है। यद्यपि F-F आबन्ध वियोजन एन्थैल्पी, Cl-Cl की तुलना में कम होती है तथा Br-Br की आबन्ध वियोजन एन्थैल्पी से भी कम होती है। इसका कारण यह है कि F परमाणु अत्यधिक छोटा होता है तथा प्रत्येक F परमाणु पर

SHIVOM CLASSES - WhatsApp for Notes (8696608541)

इलेक्ट्रॉनों के तीन एकाकी युग्म F_2 अणु में F-परमाणुओं को बाँधे रखने वाले आबन्ध युग्मों को प्रतिकर्षित करते हैं। अत: आबन्ध वियोजन एन्थैल्पी का बढ़ता क्रम इस प्रकार होता है- $I_2 < F_2 < Br_2 < Cl_2$.

b. HF, HCl, HBr, HI की आपेक्षिक अम्ल सामर्थ्य इनकी आबन्ध वियोजन एन्थैल्पी पर निर्भर करती है। F से I तक परमाणु का आकार बढ़ने पर H-X आबन्ध की आबन्ध वियोजन एन्थैल्पी H-F से H-I तक घटती है। इसलिए अम्ल सामर्थ्य विपरीत क्रम में इस प्रकार बढ़ता है- HF < HCl < HBr < HI.

c. NH_3, PH_3, AsH_3, BiH_3 में केन्द्रीय परमाणु पर इलेक्ट्रॉनों के एकाकी युग्म की उपस्थिति के कारण ये सभी लुईस क्षारों की भाँति व्यवहार करते हैं। यद्यपि NH_3 से BiH_3 तक जाने पर परमाणु का आकार बढ़ता है, परिणामस्वरूप इलेक्ट्रॉनों का एकाकी युग्म अधिक आयतन घेर लेता है। दूसरे शब्दों में, केन्द्रीय परमाणु पर इलेक्ट्रॉन घनत्व घटता है तथा क्षारक सामर्थ्य NH_3 से BiH_3 तेक घटती है, इसलिए क्षारक सामर्थ्य का बढ़ता क्रम है- $BiH_3 < SbH_3 < AsH_3 < PH_3 < NH_3$.

प्रश्न 36 निम्नलिखित में से कौन-सा एक अस्तित्व में नहीं है?

a. $XeOF_4$

b. NeF_2

c. XeF_2

d. XeF_6

उत्तर- NeF_2 अस्तित्व में नहीं है। इसका कारण यह है कि फ्लोरीन Ne को Ne+2 में ऑक्सीकृत नहीं कर सकता क्योंकि Ne की प्रथम तथा द्वितीय आयनन एन्थैल्पी के योग का मान Xe की तुलना में काफी अधिक है। इसलिए XeF_2, $XeOF_4$, तथा XeF_6 प्राप्त किये जा सकते हैं, लेकिन NeF_2 नहीं।

प्रश्न 37 उस उत्कृष्ट गैस स्पीशीज का सूत्र देकर संरचना की व्याख्या कीजिए जो कि इनके साथ समसंरचनीय है-

a. ICl^-_4

SHIVOM CLASSES 8696608541

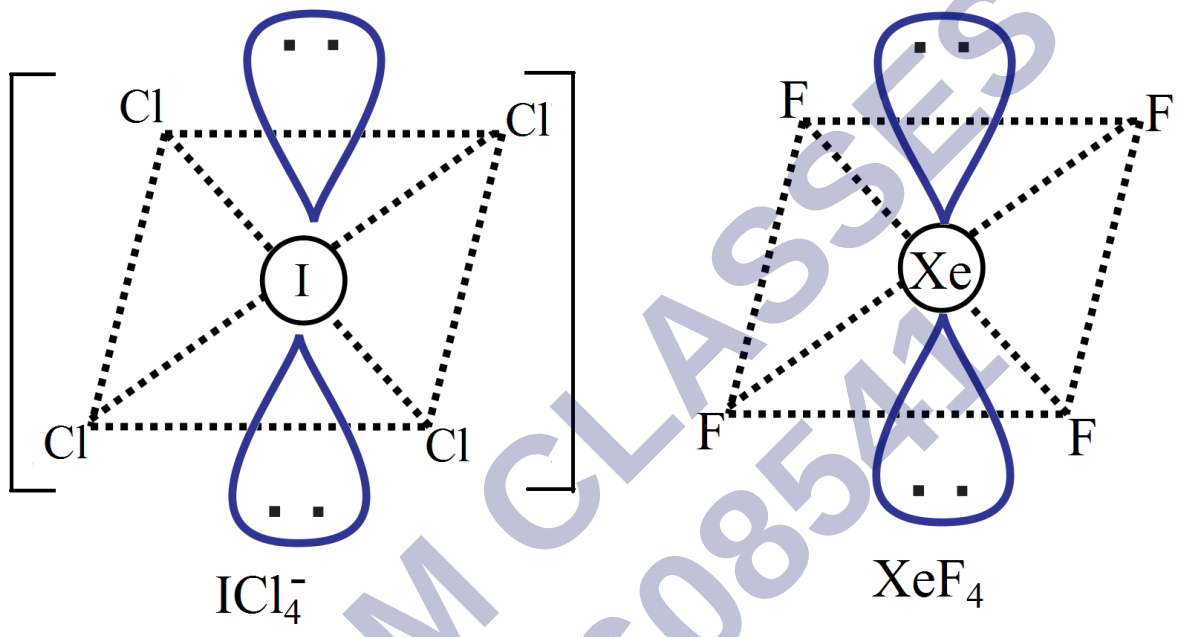
SHIVOM CLASSES - WhatsApp for Notes (8696608541)

b. IBr^-_2

c. BrO^-_3

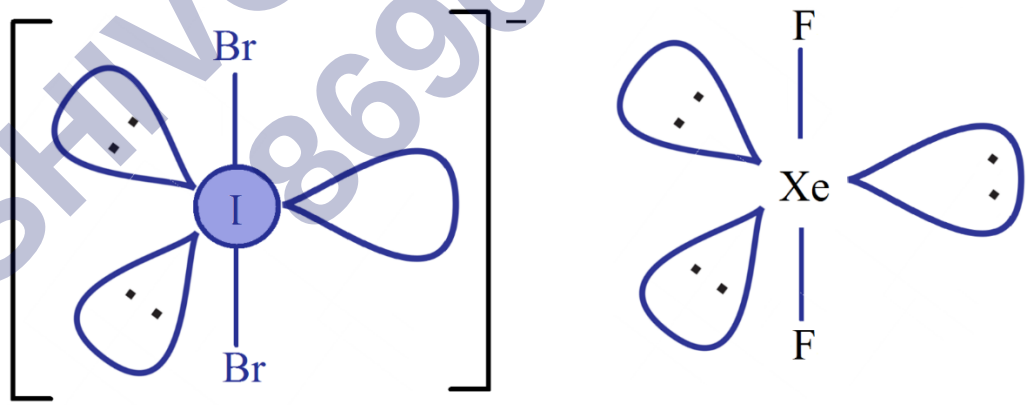
उत्तर-

a. ICl^-_4, XeF_4 से समइलेक्ट्रॉनिक है। दोनों वर्ग समतलीय हैं।



ICl^-_4 XeF_4

b. IBr^-_2, XeF_2 से समइलेक्ट्रॉनिक है। दोनों रेखीय हैं।

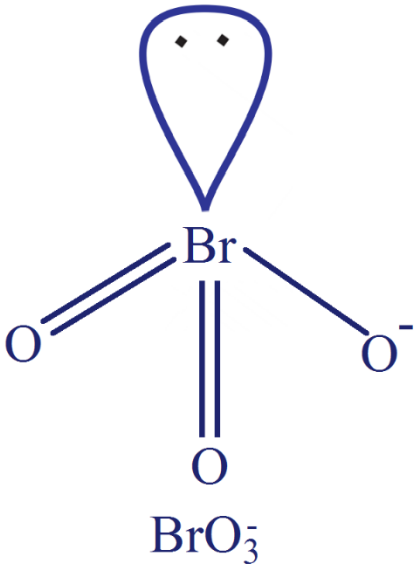


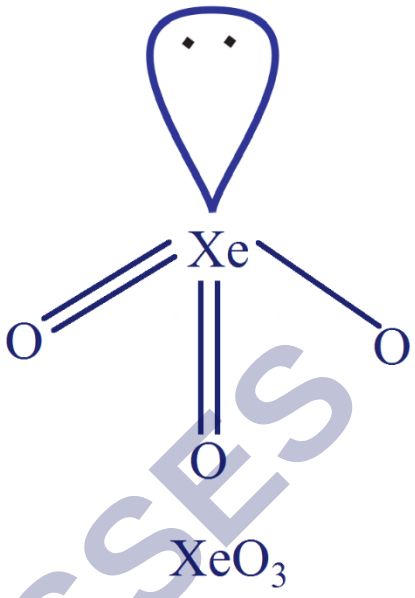
IBr^-_2 XeF_2

c. BrO^-_3, XeO_3 से समइलेक्ट्रॉनिक है। दोनों पिरामिडीय आकृति के होते हैं।

SHIVOM CLASSES 8696608541

SHIVOM CLASSES - WhatsApp for Notes (8696608541)





प्रश्न 38 उत्कृष्ट गैसों के परमाण्विक आकार तुलनात्मक रूप से बड़े क्यों होते हैं?

उत्तर- उत्कृष्ट गैसों की परमाण्विक त्रिज्या अपने सम्बन्धित आवर्गों में सर्वाधिक होती है। इसका कारण यह है कि उत्कृष्ट गैसों की त्रिज्या केवल वाण्डर वाल्स त्रिज्या होती है (क्योंकि ये अणु नहीं बनाती हैं), जबकि अन्यों की सहसंयोजक त्रिज्याएँ होती है। वाण्डर वाल्स त्रिज्या सहसंयोजक त्रिज्या से अधिक होती है, अतः उत्कृष्ट गैसों के परमाण्विक आकार तुलनात्मक रूप से बड़े होते हैं।

प्रश्न 39 निऑन तथा आर्गन गैसों के उपयोग सूचीबद्ध कीजिए।

उत्तर- **निऑन के उपयोग (Uses of Neon)–**

- निऑन का उपयोग विसर्जन ट्यूब तथा प्रदीप्त बल्बों में विज्ञापन प्रदर्शन हेतु किया जाता है।
- निऑन बल्बों का उपयोग वनस्पति उद्यान तथा ग्रीन हाउस में किया जाता है।

आर्गन के उपयोग (Uses of Argon)–

- आर्गन का उपयोग उच्चताप धातुकर्मीय प्रक्रमों में अक्रिय वातावरण उत्पन्न करने के लिए किया जाता है (धातुओं तथा उपधातुओं के आर्क वेल्डिंग में)।
- इसका उपयोग विद्युत-बल्ब को भरने के लिए किया जाता है।
- प्रयोगशाला में इसका उपयोग वायु सुग्राही पदार्थों के प्रबन्धन में भी किया जाता है।

SHIVOM CLASSES 8696608541

SHIVOM CLASSES - WhatsApp for Notes (8696608541)